



Ratgeber zur Gefährdungsbeurteilung

Handbuch für Arbeitsschutzfachleute

Impressum

Autorinnen und Autoren der BAuA:

Dr. phil. Lars Adolph, Dr. phil. Beate Beermann, Dipl.-Inf. Frank Brenscheidt, Dr.-Ing. Georg Brockt, Dr.-Ing. Kersten Bux, Dr. sc. med. Gustav Caffier, Dr.-Ing. Hugo Fischer, Dipl.-Ing. Stephan Gabriel, Dipl.-Chem. Bettina Görner, Dipl.-Phys. Klaus Hentschel, Dr. rer. nat. Barbara Hinz, Dipl.-Ing. Regine Hofert, Dr. med. Regina Jäckel, Dipl.-Ing. Marco Janßen, Peter Jeschke, M. Eng., Dipl.-Ing. Matthias Karl, Dr.-Ing. Siegfried Kirchberg, Dipl.-Ing. Marlies Kittelmann, Dr. med. Detlef Krastel, Dr.-Ing. Patrick Kurtz, Dr.-Ing. Peter Lange, Dipl.-Ing. Doo-Ung Lee, Dipl.-Ing. Ingeborg Lepenies, Dr. med. Falk Liebers, Dipl.-Chem. Gabriele Lohse, Dr. med. Barbara Matschke, Dipl.-Ing. Thomas Mössner, Dr. rer. nat. Heiner Müller-Arnecke, Dr.-Ing. Jelena Nagel, Dr. rer. nat. Hannelore Neuschulz, Dipl.-Ing. Günter Ott, Dr. rer. nat. Gabriele Richter, Dr.-Ing. Erik Romanus, Dr. med. Ingeburg Ruppe, Dr.-Ing. Martin Schatte, Rüdiger Schöneich, Dr.-Ing. Marianne Schust, Dipl.-Ing. Iris Schweitzer-Karababa, Dipl.-Ing. Ulf Steinberg, Dipl.-Ing. Evelyn Tschöcke, Dipl.-Psych. Barbara Weißgerber, Dipl.-Ing. Annette Wilmes, Dr. phil. Hans-Jörg Windberg, Dr. rer. nat. Armin Windel, Dr.-Ing. Sascha Wischniewski, Dr. Torsten Wolf
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)

Externe Autorinnen und Autoren:

Dr.-Ing. Joachim Otto, Dr. rer. nat. Moana Nolde, Dr. rer. nat. Silke Schwarz, Dr. sc. nat. Dietrich Eckhardt
Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Fachbereich 2.3 – Explosivstoffe, Unter den Eichen 87, 12205 Berlin
Dipl.-Ing. Christof Barth, Dipl.-Chem. Rainer Dörr, Dipl.-Ing. Kevin Janssen
systemkonzept Gesellschaft für Systemforschung und Konzeptentwicklung mbH, Aachener Str. 68, 50674 Köln
Hiltraud Grzech-Sukalo, Dr. Kerstin Hänecke
AWiS-consult, Birkenstraße 2, 26655 Westerstede/Neuengland
apl. Prof. Dr. rer. pol. Ralf Pieper
Bergische Universität Wuppertal, Fachgebiet Sicherheits- und Qualitätsrecht, Lise-Meitner-Str. 13, 42119 Wuppertal

Herausgeber:

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)
Friedrich-Henkel-Weg 1–25
44149 Dortmund
Postanschrift: Postfach 17 02 02, 44061 Dortmund
Telefon: 030 231 9071-2071
Telefax: 030 231 9071-2070
E-Mail: info-zentrum@buaa.bund.de
Internet: www.buaa.de

Redaktion: Dieter Mantei, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

Gestaltung: eckedesign, Berlin

Fotos: Uwe Völkner, Fotoagentur FOX, Lindlar/Köln; Foto S. 9: Peter Dorn, Lichtwerk, Dortmund

Wenn in dieser Publikation im Sinne der Lesbarkeit teilweise nur die männliche Form verwendet wird, sind sowohl Frauen als auch Männer gemeint.

Alle Urheberrechte bleiben vorbehalten. Die auf der Website der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin hinterlegten Datenbankinhalte, Texte, Grafiken, Bildmaterialien, Ton-, Video- und Animationsdateien sowie die zum Download bereitgestellten Publikationen sind urheberrechtlich geschützt. Wir behalten uns ausdrücklich alle Veröffentlichungs-, Vervielfältigungs-, Bearbeitungs- und Verwertungsrechte an den Inhalten vor.

2., aktualisierte Auflage, März 2016

ISBN 978-3-88261-173-1

Inhalt

Abkürzungsverzeichnis	8
Einleitung	11
Teil 1:	
Hinweise zur Vorbereitung und Durchführung der Gefährdungsbeurteilung	1–1
1 Ziele und Rechtsgrundlagen der Gefährdungsbeurteilung	1–1
2 Erläuterungen zu den Begriffen	1–3
3 Inhalt und Ablauf der Gefährdungsbeurteilung	1–4
4 Verantwortung und Mitwirkung bei der Gefährdungsbeurteilung	1–8
5 Zeitpunkt der Gefährdungsbeurteilung	1–10
6 Arbeitsschutzmaßnahmen	1–10
7 Unterlagen über die Gefährdungsbeurteilung	1–12
8 Hilfen zur Gefährdungsbeurteilung	1–13
Teil 2: Gefährdungsfaktoren	2.0–1
Gefährdungsfaktoren und ihre kennzeichnenden Merkmale	2.0–1
1 Mechanische Gefährdungen	2.1–1
1.1 Kontrolliert bewegte ungeschützte Teile	2.1–1
1.1.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen	2.1–2
1.1.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien	2.1–3
1.1.3 Arbeitsschutzmaßnahmen	2.1–6
1.1.4 Vorschriften, Regelwerk, Literatur	2.1–9
1.1.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	2.1–12
1.2 Teile mit gefährlichen Oberflächen	2.1–13
1.2.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen	2.1–13
1.2.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien	2.1–14
1.2.3 Arbeitsschutzmaßnahmen	2.1–14
1.2.4 Vorschriften, Regelwerk, Literatur	2.1–15
1.2.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	2.1–17
1.3 Transport und mobile Arbeitsmittel	2.1–18
1.3.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen	2.1–18
1.3.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien	2.1–19
1.3.3 Arbeitsschutzmaßnahmen	2.1–19
1.3.4 Vorschriften, Regelwerk (Auswahl), Literatur	2.1–25
1.3.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	2.1–28

1.4	Unkontrolliert bewegte Teile	2.1–30
1.4.1	Art der Gefährdungen und deren Wirkungen	2.1–30
1.4.2	Grenzwerte, Beurteilungskriterien	2.1–32
1.4.3	Arbeitsschutzmaßnahmen	2.1–34
1.4.4	Vorschriften, Regelwerk (Auswahl), Literatur	2.1–36
1.4.5	Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	2.1–38
1.5	Sturz, Ausrutschen, Stolpern, Umknicken	2.1–40
1.5.1	Art der Gefährdungen und deren Wirkungen	2.1–40
1.5.2	Grenzwerte, Beurteilungskriterien	2.1–41
1.5.3	Arbeitsschutzmaßnahmen	2.1–45
1.5.4	Vorschriften, Regelwerk, Literatur	2.1–48
1.5.5	Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	2.1–50
1.6	Absturz	2.1–52
1.6.1	Art der Gefährdungen und deren Wirkung	2.1–52
1.6.2	Grenzwerte, Beurteilungskriterien	2.1–53
1.6.3	Arbeitsschutzmaßnahmen	2.1–54
1.6.4	Vorschriften, Regelwerk (Auswahl)	2.1–61
1.6.5	Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	2.1–65
2	Elektrische Gefährdungen	2.2–1
2.1	Elektrischer Schlag und Störlichtbogen	2.2–2
2.1.1	Art der Gefährdungen und deren Wirkungen	2.2–2
2.1.2	Grenzwerte, Beurteilungskriterien	2.2–3
2.1.3	Arbeitsschutzmaßnahmen	2.2–3
2.1.4	Vorschriften, Regelwerk (Auswahl), Literatur	2.2–6
2.1.5	Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	2.2–8
2.2	Statische Elektrizität	2.2–9
2.2.1	Art der Gefährdungen und deren Wirkungen	2.2–9
2.2.2	Grenzwerte, Beurteilungskriterien	2.2–10
2.2.3	Arbeitsschutzmaßnahmen	2.2–10
2.2.4	Vorschriften, Regelwerk (Auswahl), Literatur	2.2–11
2.2.5	Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	2.2–13
3	Gefahrstoffe	2.3–1
3.1	Mangelnde Hygiene beim Umgang mit Gefahrstoffen	2.3–7
3.1.1	Art der Gefährdungen und deren Wirkungen	2.3–7
3.1.2	Grenzwerte, Beurteilungskriterien	2.3–8
3.1.3	Arbeitsschutzmaßnahmen	2.3–8
3.1.4	Vorschriften, Regelwerk, Literatur	2.3–9
3.1.5	Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	2.3–10
3.2	Einatmen von Gefahrstoffen	2.3–12
3.2.1	Art der Gefährdungen und deren Wirkungen	2.3–12
3.2.2	Grenzwerte, Beurteilungskriterien	2.3–14
3.2.3	Arbeitsschutzmaßnahmen	2.3–15
3.2.4	Vorschriften, Regelwerk, Literatur	2.3–19
3.2.5	Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	2.3–20
3.3	Hautkontakt mit Gefahrstoffen	2.3–21
3.3.1	Art der Gefährdungen und deren Wirkungen	2.3–21
3.3.2	Grenzwerte, Beurteilungskriterien	2.3–23
3.3.3	Arbeitsschutzmaßnahmen	2.3–23

3.3.4	Gesetze, Verordnungen, Literatur	2.3–25
3.3.5	Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	2.3–26
3.4	Physikalisch-chemische Gefährdungen	2.3–27
4	Biologische Arbeitsstoffe	2.4–1
4.1	Infektionen	2.4–3
4.1.1	Art der Gefährdungen und deren Wirkungen	2.4–3
4.1.2	Beurteilungskriterien	2.4–4
4.1.3	Arbeitsschutzmaßnahmen	2.4–8
4.1.4	Vorschriften, Regelwerk, Literatur	2.4–12
4.1.5	Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	2.4–15
4.2	Sensibilisierende Wirkungen	2.4–17
5	Brand- und Explosionsgefährdungen	2.5–1
5.1	Brennbare Feststoffe, Flüssigkeiten, Gase	2.5–3
5.1.1	Einführung	2.5–3
5.1.2	Art der Gefährdungen und deren Wirkungen	2.5–4
5.1.3	Grenzwerte, Beurteilungskriterien	2.5–5
5.1.4	Arbeitsschutzmaßnahmen	2.5–8
5.1.5	Vorschriften, Regelwerk, Literatur	2.5–10
5.1.6	Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	2.5–12
5.2	Explosionsfähige Atmosphäre	2.5–16
5.2.1	Art der Gefährdungen und deren Wirkungen	2.5–16
5.2.2	Grenzwerte, Beurteilungskriterien	2.5–16
5.2.3	Arbeitsschutzmaßnahmen	2.5–17
5.2.4	Vorschriften, Regelwerk, Literatur	2.5–19
5.2.5	Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	2.5–23
5.3	Explosivstoffe und pyrotechnische Gegenstände	2.5–26
5.3.1	Art der Gefährdungen und deren Wirkungen	2.5–27
5.3.2	Grenzwerte, Beurteilungskriterien	2.5–31
5.3.3	Arbeitsschutzmaßnahmen	2.5–34
5.3.4	Vorschriften, Regelwerk, Literatur	2.5–39
5.3.5	Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	2.5–41
6	Thermische Gefährdungen	2.6–1
6.1	Heiße Medien/Oberflächen	2.6–2
6.1.1	Art der Gefährdungen und deren Wirkungen	2.6–2
6.1.2	Grenzwerte, Beurteilungskriterien	2.6–2
6.1.3	Arbeitsschutzmaßnahmen	2.6–4
6.1.4	Vorschriften, Regelwerk, Literatur	2.6–5
6.1.5	Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	2.6–5
6.2	Kalte Medien/Oberflächen	2.6–6
6.2.1	Art der Gefährdungen und deren Wirkungen	2.6–6
6.2.2	Grenzwerte, Beurteilungskriterien	2.6–6
6.2.3	Arbeitsschutzmaßnahmen	2.6–7
6.2.4	Vorschriften, Regelwerk, Literatur	2.6–7
6.2.5	Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	2.6–8

7	Gefährdungen durch spezielle physikalische Einwirkungen	2.7–1
7.1	Lärm	2.7–3
7.1.1	Art der Gefährdungen und deren Wirkung	2.7–3
7.1.2	Grenzwerte, Beurteilungskriterien	2.7–4
7.1.3	Arbeitsschutzmaßnahmen	2.7–9
7.1.4	Vorschriften, Regelwerk, Literatur (Auswahl)	2.7–15
7.1.5	Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	2.7–17
7.2	Ultraschall, Infraschall	2.7–21
7.3	Ganzkörper-Vibrationen	2.7–22
7.3.1	Art der Gefährdungen und deren Wirkung	2.7–22
7.3.2	Grenzwerte, Beurteilungskriterien	2.7–22
7.3.3	Arbeitsschutzmaßnahmen	2.7–24
7.3.4	Vorschriften, Regelwerk, Literatur	2.7–25
7.3.5	Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	2.7–27
7.4	Hand-Arm-Vibrationen	2.7–28
7.4.1	Art der Gefährdungen und deren Wirkung	2.7–28
7.4.2	Grenzwerte, Beurteilungskriterien	2.7–29
7.4.3	Arbeitsschutzmaßnahmen	2.7–30
7.4.4	Vorschriften, Regelwerk, Literatur	2.7–31
7.4.5	Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	2.7–33
7.5	Optische Strahlung	2.7–34
7.5.1	Art der Gefährdungen und deren Wirkungen	2.7–35
7.5.2	Grenzwerte, Beurteilungskriterien	2.7–35
7.5.3	Arbeitsschutzmaßnahmen	2.7–37
7.5.4	Vorschriften, Regelwerk, Literatur	2.7–39
7.5.5	Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	2.7–41
7.6	Ionisierende Strahlung	2.7–45
7.7	Elektromagnetische Felder	2.7–46
7.7.1	Art der Gefährdungen und deren Wirkungen	2.7–47
7.7.2	Grenzwerte, Beurteilungskriterien	2.7–48
7.7.3	Arbeitsschutzmaßnahmen	2.7–49
7.7.4	Vorschriften, Regelwerk, Literatur	2.7–51
7.7.5	Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	2.7–53
7.8	Unterdruck, Überdruck	2.7–58
7.8.1	Art der Gefährdungen und deren Wirkungen	2.7–60
7.8.2	Grenzwerte, Beurteilungskriterien	2.7–62
7.8.3	Arbeitsschutzmaßnahmen	2.7–62
7.8.4	Vorschriften, Regelwerk, Literatur	2.7–66
7.8.5	Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	2.7–67
8	Gefährdungen durch Arbeitsumgebungsbedingungen	2.8–1
8.1	Klima	2.8–2
8.1.1	Art der Gefährdungen und deren Wirkungen	2.8–5
8.1.2	Grenzwerte, Beurteilungskriterien	2.8–6
8.1.3	Arbeitsschutzmaßnahmen	2.8–9
8.1.4	Vorschriften, Regelwerk, Literatur	2.8–12
8.1.5	Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	2.8–15

8.2	Beleuchtung, Licht	2.8–26
8.2.1	Art der Gefährdungen und deren Wirkungen	2.8–26
8.2.2	Beurteilungskriterien	2.8–27
8.2.3	Arbeitsschutzmaßnahmen	2.8–30
8.2.4	Vorschriften, Regelwerk, Literatur	2.8–32
8.2.5	Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	2.8–34
8.3	Ersticken, Ertrinken	2.8–36
8.3.1	Art der Gefährdungen und deren Wirkungen	2.8–36
8.3.2	Grenzwerte, Beurteilungskriterien	2.8–40
8.3.3	Arbeitsschutzmaßnahmen	2.8–43
8.3.4	Vorschriften, Regelwerk, Literatur	2.8–46
8.4	Unzureichende Fluchtwege	2.8–52
8.4.1	Art der Gefährdungen und deren Wirkungen	2.8–52
8.4.2	Grenzwerte, Beurteilungskriterien	2.8–52
8.4.3	Arbeitsschutzmaßnahmen	2.8–53
8.4.4	Vorschriften, Regelwerk	2.8–54
8.4.5	Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	2.8–55
8.5	Unzureichende Bewegungsfläche am Arbeitsplatz, ungünstige Anordnung des Arbeitsplatzes, unzureichende Pausen-, Sanitärräume	2.8–56
8.6	Mensch-Maschine/Rechner-Schnittstelle	2.8–57
8.6.1	Art der Gefährdungen und deren Wirkungen	2.8–58
8.6.2	Grenzwerte, Beurteilungskriterien	2.8–58
8.6.3	Arbeitsschutzmaßnahmen	2.8–60
8.6.4	Vorschriften, Regelwerk, Literatur	2.8–81
8.6.5	Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	2.8–84
9	Physische Belastung/Arbeitsschwere	2.9–1
9.1	Heben, Halten, Tragen	2.9–3
9.1.1	Art der Gefährdungen und deren Wirkungen	2.9–3
9.1.2	Grenzwerte, Beurteilungskriterien	2.9–4
9.1.3	Arbeitsschutzmaßnahmen	2.9–4
9.1.4	Vorschriften, Regelwerk, Literatur	2.9–6
9.1.5	Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	2.9–7
9.2	Ziehen, Schieben	2.9–8
9.2.1	Art der Gefährdungen und deren Wirkungen	2.9–8
9.2.2	Grenzwerte, Beurteilungskriterien	2.9–8
9.2.3	Arbeitsschutzmaßnahmen	2.9–9
9.2.4	Vorschriften, Regelwerk, Literatur	2.9–10
9.2.5	Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	2.9–11
9.3	Manuelle Arbeit mit geringen Körperkräften	2.9–12
9.3.1	Art der Gefährdungen und deren Wirkungen	2.9–12
9.3.2	Grenzwerte, Beurteilungskriterien	2.9–13
9.3.3	Arbeitsschutzmaßnahmen	2.9–13
9.3.4	Vorschriften, Regelwerk, Literatur	2.9–15
9.3.5	Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	2.9–16
9.4	Zwangshaltung (erzwungene Körperhaltung)	2.9–17
9.4.1	Art der Gefährdungen und deren Wirkungen	2.9–17

9.4	Zwangshaltung (erzwungene Körperhaltung)	2.9–17
9.4.1	Art der Gefährdungen und deren Wirkungen	2.9–17
9.4.2	Grenzwerte, Beurteilungskriterien	2.9–17
9.4.3	Arbeitsschutzmaßnahmen	2.9–18
9.4.4	Vorschriften, Regelwerk, Literatur	2.9–28
9.4.5	Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	2.9–29
9.5	Steigen, Klettern	2.9–30
9.5.1	Art der Gefährdungen und deren Wirkungen	2.9–30
9.5.2	Grenzwerte, Beurteilungskriterien	2.9–31
9.5.3	Arbeitsschutzmaßnahmen	2.9–31
9.5.4	Vorschriften, Regelwerk, Literatur	2.9–33
9.5.5	Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	2.9–34
9.6	Arbeiten mit erhöhten Kraftanstrengungen und/oder Krafteinwirkungen	2.9–35
9.6.1	Art der Gefährdungen und deren Wirkungen	2.9–35
9.6.2	Grenzwerte, Beurteilungskriterien	2.9–36
9.6.3	Arbeitsschutzmaßnahmen	2.9–37
9.6.4	Vorschriften, Regelwerk, Literatur	2.9–38
9.6.5	Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	2.9–39
10	Psychische Faktoren	2.10–1
10.1	Arbeitsinhalt/Arbeitsaufgabe	2.10–3
10.1.1	Vollständigkeit der Aufgabe	2.10–3
10.1.2	Handlungsspielraum	2.10–4
10.1.3	Variabilität (Abwechslungsreichtum)	2.10–5
10.1.4	Information/Informationsangebot	2.10–6
10.1.5	Verantwortung	2.10–7
10.1.6	Qualifikation	2.10–8
10.1.7	Emotionale Inanspruchnahme	2.10–9
10.2	Arbeitsorganisation	2.10–10
10.2.1	Arbeitszeit	2.10–10
10.2.1.1	Art der Gefährdung und deren Wirkung	2.10–10
10.2.1.2	Grenzwerte, Beurteilungskriterien	2.10–11
10.2.1.3	Arbeitsschutzmaßnahmen	2.10–12
10.2.1.4	Vorschriften, Regelwerk, Literatur	2.10–16
10.2.1.5	Textbausteine	2.10–18
10.2.2	Arbeitsablauf – Arbeitsintensität	2.10–21
10.2.3	Arbeitsablauf – Störungen/Unterbrechungen	2.10–22
10.2.4	Kommunikation – Kooperation	2.10–23
10.3	Soziale Beziehungen	2.10–24
10.3.1	Soziale Beziehungen zu den Kollegen	2.10–24
10.3.2	Soziale Beziehungen zu den Vorgesetzten	2.10–25
10.4	Arbeitsumgebung	2.10–26
10.4.1	Physikalische und chemische Faktoren	2.10–26
10.4.2	Physische Faktoren	2.10–27
10.4.3	Arbeitsplatz- und Informationsgestaltung	2.10–28
10.4.4	Arbeitsmittel	2.10–29

11	Sonstige Gefährdungen	2.11–1
11.1	Gewalt am Arbeitsplatz	2.11–2
11.1.1	Art der Gefährdung und ihre Wirkungen	2.11–2
11.1.2	Grenzwerte, Beurteilungskriterien	2.11–3
11.1.3	Arbeitsschutzmaßnahmen	2.11–3
11.1.4	Vorschriften, Regelwerk, Literatur (Auswahl)	2.11–5
11.1.5	Textbausteine für Prüflisten und Formblätter	2.11–7

Teil 3: Praxishilfen **3–1**

Betriebliche Arbeitsschutzorganisation	3–1
Bezugsquellen-Verzeichnis	3–16
Index	3–19

Abkürzungsverzeichnis

Gefährdungsspezifische Abkürzungen und Formelzeichen sind im Text erläutert.

ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung
ArbZG	Arbeitszeitgesetz
ArbMedVV	Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge
ASR	Arbeitsstätten-Richtlinie
AÜG	Arbeitnehmerüberlassungsgesetz
AGW	Arbeitsplatzgrenzwert
BAT	Biologischer Arbeitsstoff-Toleranzwert
BAuA	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
BetrSichV	Betriebssicherheitsverordnung
BetrVG	Betriebsverfassungsgesetz
BGG	Berufsgenossenschaftliche Grundsätze (gewerbliche Berufsgenossenschaften)
BGI	Berufsgenossenschaftliche Information (gewerbliche Berufsgenossenschaften)
BGW	Biologischer Grenzwert
BGR	Berufsgenossenschaftliche Regel (gewerbliche Berufsgenossenschaften)
BGV	Berufsgenossenschaftliche Vorschrift (gewerbliche Berufsgenossenschaften)
BildscharbV	Bildschirmarbeitsverordnung
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz
BioStoffV	Biostoffverordnung
BK	Berufskrankheit
BKV	Berufskrankheiten-Verordnung
BMWA	Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit
BPersVG	Bundespersönlichkeitsvertretungsgesetz
CEN	Europäisches Komitee für Normung
ChemG	Chemikaliengesetz
ChemVerbotsV	Chemikalien-Verbotsverordnung
DA	Durchführungsanweisung zur UVV
DIN	Deutsches Institut für Normung e. V.
EG	Europäische Gemeinschaft

EN	Europäische Norm
EU	Europäische Union
EWG	Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
Ex-RL	Explosionsschutz-Richtlinien
G	Berufsgenossenschaftliche Grundsätze für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen
GefStoffV	Gefahrstoffverordnung
GenTG	Gentechnikgesetz
GenTSV	Gentechnik-Sicherheitsverordnung
GesBergV	Gesundheitsschutz-Bergverordnung
GUV	Unfallverhütungsvorschriften mit Durchführungsanweisungen, Richtlinien, Sicherheitsregeln und Merkblättern des Bundesverbandes der Unfallkassen (BUK)
IEC	Internationale Elektrotechnische Kommission
IFA	Institut für Arbeitsschutz der DGUV
ISO	Internationale Organisation für Normung
JArbSchG	Jugendarbeitsschutzgesetz
KindArbSchV	Kinderarbeitsschutzverordnung
LasthandhabV	Lastenhandhabungsverordnung
LSA	Lärmschutz-Arbeitsblatt
LSI	Lärmschutz-Informationsblatt
MAK	Maximale Arbeitsplatzkonzentration
MuSchG	Mutterschutzgesetz
prEN	Europäischer Normentwurf
ProdSG	Produktsicherheitsgesetz
PSA	Persönliche Schutzausrüstung
PSA-BV	PSA-Benutzungsverordnung
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals
RöV	Röntgen-Verordnung
RVO	Reichsversicherungsordnung
SGB	Sozialgesetzbuch
SprengG	Sprengstoffgesetz
StrVG	Strahlenschutzvorsorgegesetz
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung
TGL	Technische Normen, Gütevorschriften und Lieferbedingungen der DDR
TRBA	Technische Regeln für biologische Arbeitsstoffe

TRbF	Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten
TRBS	Technische Regeln für Betriebssicherheit
TRD	Technische Regeln für Dampfkessel
TRG	Technische Regeln Druckgase
TRGL	Technische Regeln für Gashochdruckleitungen
TRGS	Technische Regeln für Gefahrstoffe
TRK	Technische Richtkonzentration
TRR	Technische Regeln für Rohrleitungen
UVV	Unfallverhütungsvorschrift
VBG	Unfallverhütungsvorschriften mit Durchführungsanweisungen des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften (frühere Kurzbezeichnung)
VDE	Verband Deutscher Elektrotechniker
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e. V.
VdS	Verband der Schadenversicherer
VDSI	Verein Deutscher Sicherheitsingenieure e. V.
VSG	Vorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz (Unfallverhütungsvorschriften) der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften
ZH 1/	Richtlinien, Sicherheitsregeln und Merkblätter des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften

Einleitung

Der Ratgeber zur Gefährdungsbeurteilung berücksichtigt alle Änderungen in der Arbeitsschutzgesetzgebung bis zu dem Zeitpunkt, der als Bearbeitungsstand vor jedem Kapitel in Teil 2 vermerkt ist.

Teil 2 des Ratgebers orientiert sich in seiner Gliederung an der „Leitlinie Gefährdungsbeurteilung und Dokumentation“ in ihrer Fassung aus dem Jahre 2015. Sie wurde im Rahmen der Gemeinsamen Deutschen Arbeitsschutzstrategie (GDA) von Bund, Ländern und Sozialversicherungsträgern erarbeitet.

Der Ratgeber enthält branchenunabhängige Regelungen und Maßnahmen. Es bleibt Aufgabe der Arbeitsschutzfachleute, die Auslegungsspielräume der Regelungen durch branchen- bzw. betriebs-spezifische Maßnahmen zu füllen. In den einzelnen Kapiteln sind Ansprechpartner der BAuA genannt, an die Sie sich mit Ihren fachlichen Fragen wenden können.

Es liegt in der Natur der Sache, dass sich Vorschriften zum Arbeitsschutz und Erfahrungen mit ihrer Umsetzung stetig verändern. Die Loseblattsammlung ermöglicht es der BAuA, zeitnah auf einzelne Veränderungen im Vorschriften- und Regelwerk zu reagieren. Auf der Internetseite www.baua.de/gefaehrungsbeurteilung werden die Aktualisierungen als PDF-Datei bereitgestellt. Den Teil 2 „Gefährdungsfaktoren“ finden Sie auch auf dem Internetportal der BAuA unter www.gefaehrungsbeurteilung.de in der Rubrik „Expertenwissen“. Beide Angebote werden kontinuierlich aktualisiert.

Teil 1

Hinweise zur Vorbereitung
und Durchführung der
Gefährdungsbeurteilung

Teil 1: Hinweise zur Vorbereitung und Durchführung der Gefährdungsbeurteilung

Autoren:

Dr.-Ing. S. Kirchberg

Dipl.-Ing. M. Kittelmann

Dr. med. B. Matschke

Bearbeitungsstand: Januar 2012

1 Ziele und Rechtsgrundlagen der Gefährdungsbeurteilung

Die Gefährdungsbeurteilung bildet im Konzept einer systematischen Prävention die Grundlage für einen wirksamen betrieblichen Arbeitsschutz zur Verhütung von Unfällen bei der Arbeit und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren einschließlich der menschengerechten Gestaltung der Arbeit. Sie ist auch eine Voraussetzung dafür, Arbeitsmittel, Arbeitsstoffe, Arbeitsverfahren, Arbeitsplätze und Arbeitsabläufe so auszuwählen oder zu gestalten, dass technische Mängel, Organisationsmängel und Fehlverhalten beseitigt oder verringert werden.

Die Gefährdungsbeurteilung ist ein Hilfsmittel, um Ursachen für Störungen der Arbeit zu verringern und die Qualität der Führungstätigkeit zu verbessern. Sie hilft zu entscheiden, wo und in welchem Umfang und mit welcher Dringlichkeit welche Maßnahmen erforderlich sind. Regelmäßige Aktualisierungen der Gefährdungsbeurteilung führen zu einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess im Betrieb. Die Informationen über die Ergebnisse der Beurteilung und über die Maßnahmen helfen den Beschäftigten, sich sicherheits- und gesundheitsgerecht zu verhalten.

Die gesetzliche Basis für die Gefährdungsbeurteilung ist das Arbeitsschutzgesetz, §§ 5 und 6 (siehe unten). Es gilt in allen Tätigkeitsbereichen mit Ausnahme der privaten Haushalte. Es gilt nicht auf Seeschiffen und im Bergbau, soweit dort für den Arbeitsschutz entsprechende Rechtsvorschriften bestehen.

Für die Betriebe, die dem Bundesberggesetz unterliegen, sind Festlegungen zur Gefährdungsbeurteilung in entsprechenden Bergverordnungen enthalten (z. B. Allgemeine Bundesbergverordnung, Gesundheitsschutz-Bergverordnung).

Darüber hinaus enthalten eine Reihe von Verordnungen und deren Regelwerke sowie Vorschriften der Unfallversicherungsträger spezielle Festlegungen zur Gefährdungsbeurteilung und deren Dokumentation, z. B.

- Betriebssicherheitsverordnung und TRBS 1111
- Bildschirmarbeitsverordnung
- Biostoffverordnung und TRBA 400
- Hinweise zur Vorbereitung und Durchführung der Gefährdungsbeurteilung 1/21
- Gefahrstoffverordnung und TRGS 400
- Lastenhandhabungsverordnung
- Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung

- Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung (OStrV)
- Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge
- Mutterschutzrichtlinienverordnung
- Jugendarbeitsschutzgesetz
- Vorschriften der Unfallversicherungsträger, z. B. BGV A1

Das Arbeitsschutzgesetz enthält unter anderem folgende Festlegungen:

§ 2 Begriffsbestimmungen

- (1) Maßnahmen des Arbeitsschutzes im Sinne dieses Gesetzes sind Maßnahmen zur Verhütung von Unfällen bei der Arbeit und arbeitsbedingter Gesundheitsgefahren einschließlich Maßnahmen der menschengerechten Gestaltung der Arbeit.

§ 4 Allgemeine Grundsätze

Der Arbeitgeber hat bei Maßnahmen des Arbeitsschutzes von folgenden allgemeinen Grundsätzen auszugehen:

1. Die Arbeit ist so zu gestalten, dass eine Gefährdung für Leben und Gesundheit möglichst vermieden und die verbleibende Gefährdung möglichst gering gehalten wird;
2. Gefahren sind an ihrer Quelle zu bekämpfen;
3. bei den Maßnahmen sind der Stand von Technik, Arbeitsmedizin und Hygiene sowie sonstige gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse zu berücksichtigen;
4. Maßnahmen sind mit dem Ziel zu planen, Technik, Arbeitsorganisation, sonstige Arbeitsbedingungen, soziale Beziehungen und Einfluss der Umwelt auf den Arbeitsplatz sachgerecht zu verknüpfen;
5. individuelle Schutzmaßnahmen sind nachrangig zu anderen Maßnahmen;
6. spezielle Gefahren für besonders schutzbedürftige Beschäftigtengruppen sind zu berücksichtigen;
7. den Beschäftigten sind geeignete Anweisungen zu erteilen;
8. mittelbar oder unmittelbar geschlechtsspezifisch wirkende Regelungen sind nur zulässig, wenn dies aus biologischen Gründen zwingend geboten ist.

§ 5 Beurteilung der Arbeitsbedingungen

- (1) Der Arbeitgeber hat durch eine Beurteilung der für die Beschäftigten mit ihrer Arbeit verbundenen Gefährdung zu ermitteln, welche Maßnahmen des Arbeitsschutzes erforderlich sind.
- (2) Der Arbeitgeber hat die Beurteilung je nach Art der Tätigkeiten vorzunehmen. Bei gleichartigen Arbeitsbedingungen ist die Beurteilung eines Arbeitsplatzes oder einer Tätigkeit ausreichend.
- (3) Eine Gefährdung kann sich insbesondere ergeben durch
 1. die Gestaltung und die Einrichtung der Arbeitsstätte und des Arbeitsplatzes,
 2. physikalische, chemische und biologische Einwirkungen,
 3. die Gestaltung, die Auswahl und den Einsatz von Arbeitsmitteln, insbesondere von Arbeitsstoffen, Maschinen, Geräten und Anlagen sowie den Umgang damit,
 4. die Gestaltung von Arbeits- und Fertigungsverfahren, Arbeitsabläufen und Arbeitszeit und deren Zusammenwirken,
 5. unzureichende Qualifikation und Unterweisung der Beschäftigten.

§ 6 Dokumentation

- (1) Der Arbeitgeber muss über die je nach Art der Tätigkeiten und der Zahl der Beschäftigten erforderlichen Unterlagen verfügen, aus denen das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung, die von ihm festgelegten Maßnahmen des Arbeitsschutzes und das Ergebnis ihrer Überprüfung ersichtlich sind. Bei gleichartiger Gefährdungssituation ist es ausreichend, wenn die Unterlagen zusammengefasste Angaben enthalten. Soweit in sonstigen Rechtsvorschriften nichts anderes bestimmt ist, gilt Satz 1 nicht für Arbeitgeber mit zehn oder weniger Beschäftigten; die zuständige Behörde kann, wenn besondere Gefährdungssituationen gegeben sind, anordnen, dass Unterlagen verfügbar sein müssen. Bei der Feststellung der Zahl der Beschäftigten nach Satz 3 sind Teilzeitbeschäftigte mit einer regelmäßigen wöchentlichen Arbeitszeit von nicht mehr als 20 Stunden mit 0,5 und nicht mehr als 30 Stunden mit 0,75 zu berücksichtigen.
- (2) Unfälle in seinem Betrieb, bei denen ein Beschäftigter getötet oder so verletzt wird, dass er stirbt oder für mehr als drei Tage völlig oder teilweise arbeits- oder dienstunfähig wird, hat der Arbeitgeber zu erfassen.

2 Erläuterungen zu den Begriffen

Gefährdung bezeichnet die Möglichkeit eines Schadens oder einer gesundheitlichen Beeinträchtigung ohne bestimmte Anforderungen an deren Ausmaß oder Eintrittswahrscheinlichkeit.

Die Gefährdungsbeurteilung ist eine systematische Ermittlung und Bewertung relevanter Gefährdungen der Beschäftigten. Sie hat das Ziel, Maßnahmen zur Beseitigung von Gefährdungen abzuleiten. Eingeschätzt werden sollte,

- welche Gefährdungen auftreten können,
- welche Personen von den Gefährdungen betroffen sind,
- ob die Bedingungen am Arbeitsplatz akzeptabel sind, insbesondere ob sie den Vorschriften und Regeln, den arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen, dem Stand der Technik sowie den Leistungsvoraussetzungen der Beschäftigten entsprechen,
- wie dringlich und welcher Art die erforderlichen Maßnahmen sind,
- ob Verbesserungen möglich sind.

Gefährdungsfaktoren sind Gruppen von Gefährdungen, die durch gleichartige Gefahrenquellen oder Wirkungsqualitäten gekennzeichnet sind. Folgende Gefährdungsfaktoren, die bei der Arbeit auftreten können, werden im Ratgeber erläutert:

1. Mechanische Gefährdungen
2. Elektrische Gefährdungen
3. Gefahrstoffe
4. Biologische Arbeitsstoffe
5. Brand- und Explosionsgefährdungen
6. Thermische Gefährdungen
7. Gefährdungen durch spezielle physikalische Einwirkungen
8. Gefährdungen durch Arbeitsumgebungsbedingungen
9. Physische Belastung/Arbeitsschwere
10. Psychische Faktoren
11. Sonstige Gefährdungen

Position 11 umfasst solche Gefährdungen, die den anderen Gefährdungsfaktoren nicht eindeutig zuzuordnen sind, z. B. Umgang mit Tieren, Bedrohungen oder Gewalt an Kassen, Gefährdungen durch Sport bei Lehrern und Trainern.

Im Teil 2 dieses Ratgebers sind Informationen über die Wirkungen, die Bewertung dieser Gefährdungsfaktoren und über geeignete Arbeitsschutzmaßnahmen sowie Hinweise auf Vorschriften und weiterführende Literatur zusammengestellt.

Risiko ist die Wahrscheinlichkeit und die Schwere eines durch eine Gefährdung möglichen Schadens.

3 Inhalt und Ablauf der Gefährdungsbeurteilung

Zur Gefährdungsbeurteilung können verschiedene Methoden/Verfahren angewendet werden, z. B. Betriebsbegehungen, Mitarbeiterbefragungen, sicherheitstechnische Überprüfungen von Arbeitsmitteln, spezielle Ereignis-, Sicherheits- oder Risikoanalysen. Welche Methoden/Verfahren für den zu beurteilenden Arbeitsbereich gewählt werden, wird bestimmt durch das zu erwartende Gefährdungspotenzial, die angewendeten Arbeitsverfahren und Arbeitsmittel, die vorhandenen Vorinformationen und Erfahrungen sowie die personellen und organisatorischen Voraussetzungen im Betrieb.

Wichtige Vorinformationen über Gefährdungen können Auswertungen der Unfallmeldungen, der Eintragungen in Verbandsbücher, des Krankenstandes, von Betriebsstörungen und Havarien geben. Statistische Auswertungen solcher Daten durch Großbetriebe, Berufsgenossenschaften, Gewerbeaufsichtsämter und Krankenkassen weisen innerhalb einer Branche Unfall- und Belastungsschwerpunkte aus, die besonders beachtet werden sollten.

Die Gefährdungsbeurteilung soll alles erfassen, was zu Unfällen oder Gesundheitsbeeinträchtigungen führen kann.

Gefährdungen können sich insbesondere ergeben durch:

- die Gestaltung und die Einrichtung der Arbeitsstätte einschließlich aller Verkehrswege, Arbeits-, Lager-, Sanitär-, Aufenthaltsräume und des Arbeitsplatzes,
- die Gestaltung, die Auswahl, den Einsatz, den Zustand von Arbeitsmitteln (Maschinen, Geräte, Anlagen, Werkzeuge) und Arbeitsstoffen sowie den Umgang damit und den Umgang mit den zu bearbeitenden Arbeitsgegenständen,
- die Arbeits- und Fertigungsverfahren, die Tätigkeiten einschließlich der Arbeitsorganisation (Arbeitsabläufe, Arbeitsteilung, Arbeitszeit, Pausen, Verantwortung),
- die Arbeitsumgebungsbedingungen wie Klima, Beleuchtung, Lärm, Strahlung,
- die Auswahl und die Benutzung von persönlichen Schutzausrüstungen,
- unzureichende Qualifikation, Fähigkeit und Fertigkeit sowie unzureichende Unterweisung der Beschäftigten.

Es ist zu prüfen, ob die Bedingungen und die getroffenen Maßnahmen am Arbeitsplatz bzw. bei der Arbeitstätigkeit sicherstellen, dass durch keinen der im Teil 2 dieses Ratgebers genannten Gefährdungsfaktoren Unfälle oder Gesundheitsbeeinträchtigungen entstehen können.

Bei Arbeitsmitteln ist zu prüfen, ob sie für die jeweiligen Arbeiten geeignet sind und ob bei ihrer bestimmungsgemäßen und ihrer vorhersehbaren Benutzung Sicherheit und Gesundheitsschutz gewährleistet sind. Dabei sind sowohl die mit der Benutzung des Arbeitsmittels selbst verbunde-

nen Gefährdungen zu berücksichtigen als auch jene, die durch Wechselwirkungen der Arbeitsmittel untereinander oder mit Arbeitsstoffen oder der Arbeitsumgebung hervorgerufen werden.

Des Weiteren ist zu beachten, dass bei unterschiedlichen Betriebszuständen der Arbeitsmittel unterschiedliche Gefährdungen auftreten können. Deshalb ist zu prüfen, welche Gefährdungen neben dem Normalbetrieb z. B. bei der Montage, beim Einrichten und Erproben, beim Ingangsetzen und Stillsetzen, bei Transportarbeiten, bei Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten oder bei Störungen und Ausfällen von Arbeitsmitteln auftreten können.

Auf der Grundlage dieser Gefährdungsbeurteilung sind erforderliche Maßnahmen zur Bereitstellung und Benutzung der Arbeitsmittel sowie Art, Umfang und Fristen erforderlicher Prüfungen zu ermitteln. Ferner sind die notwendigen Voraussetzungen zu ermitteln und festzulegen, welche die Personen erfüllen müssen, die vom Arbeitgeber mit der Prüfung oder Erprobung der Arbeitsmittel zu beauftragen sind.

Weiterhin ist zu prüfen, ob der Schutz für folgende Personengruppen gewährleistet ist:

- Betriebsangehörige,
- Beschäftigte aus Fremdbetrieben, z. B. Reinigung, Wartung, Bau, Ausbildung (Zusammenarbeit zwischen den Unternehmern sichern, Beschäftigten angemessene Anweisungen erteilen, siehe § 8 ArbSchG),
- Leiharbeiter (siehe Berücksichtigung der Anforderungen gemäß Arbeitnehmerüberlassungsgesetz (AÜG),
- Besucher,
- Rettungsdienste.

Für besonders schutzbedürftige Personen, wie

- Jugendliche und Kinder ab dem 13. Lebensjahr,
- Schwangere und stillende Mütter,
- behinderte Menschen,
- Rehabilitanden, z. B. stufenweise wiedereinzugliedernde Erkrankte,

ist zu prüfen, ob Beschäftigungsbeschränkungen eingehalten bzw. die vorgesehenen Schutzmaßnahmen angemessen sind.

Bei erhöhtem Risiko oder auf Wunsch der Betroffenen sollte auch für andere Personen, z. B. ältere Beschäftigte, geringqualifizierte oder unerfahrene Beschäftigte, Beschäftigte mit Vorerkrankungen, die Notwendigkeit von Beschäftigungsbeschränkungen oder ergänzenden Schutzmaßnahmen geprüft werden. Erforderlichenfalls sind individuelle Regelungen in Absprache mit dem Betriebsarzt festzulegen.

Zur Planung und Durchführung von Arbeitsschutzmaßnahmen auf der Grundlage der Gefährdungsbeurteilung hat der Arbeitgeber für eine geeignete Arbeitsschutzorganisation zu sorgen (§ 3 Abs. 2 ArbSchG). Eine gute Arbeitsschutzorganisation unterstützt die Wirksamkeit der Maßnahmen des Arbeitsschutzes ebenso wie die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung selbst. Im Teil 3 dieses Ratgebers werden Anregungen zur Selbsteinschätzung der betrieblichen Arbeitsschutzorganisation gegeben.

Die Gefährdungsbeurteilung kann in unterschiedlicher Schrittfolge geschehen. Ein typischer Ablauf zur Ermittlung und Realisierung gefährdungsbezogener Arbeitsschutzmaßnahmen sowie die wesentlichen Inhalte der einzelnen Schritte sind in Abbildung 1 dargestellt.

Oft ist es zweckmäßig, zunächst bereichsübergreifende Anforderungen an die Arbeitsstätte zu überprüfen, z. B. Verkehrswege, Fluchtwege, Brandschutz, Sanitätsräume, Erste Hilfe, Allgemeinbeleuchtung, Lüftung, Heizung. Danach könnten schrittweise, dem Arbeitsablauf folgend, die Arbeitsplätze und Tätigkeiten unter Beachtung aller verwendeten Arbeitsmittel und Arbeitsstoffe, der Arbeitsumgebungsbedingungen und der Beschäftigten beurteilt werden.

Für Beschäftigte, die häufig an nicht ortsfesten Arbeitsplätzen tätig sind oder deren Arbeitsabläufe häufig wechseln, ist eine berufsgruppenbezogene Beurteilung empfehlenswert. Hierbei werden die für die jeweilige Berufsgruppe typischen Tätigkeiten beurteilt. Zusätzlich sind Gefährdungen zu berücksichtigen, die sich aus besonderen Einsatzbedingungen, z. B. auf Baustellen, ergeben.

Bei besonderen Leistungsvoraussetzungen oder hohen Belastungen oder besonders schutzbedürftigen Personen sollte die Ermittlung und Bewertung der Gefährdungen personenbezogen durchgeführt werden.

In manchen Fällen wird man Gruppen von Arbeitsmitteln, wie Maschinen, stationäre Anlagen, oder einzelne Gefährdungsfaktoren, wie Elektrosicherheit, Gefahrstoffe, Lärm, separat beurteilen, z. B. im Zusammenhang mit der Festlegung von Prüfungen durch befähigte Personen.

Die Gefährdungen müssen mit dem Ziel bewertet werden, zu entscheiden, ob Maßnahmen zur Verminderung bzw. Beseitigung der Unfall- oder Gesundheitsgefährdungen erforderlich sind und ob Restgefährdungen verbleiben.

1. Aufgabenstellung festlegen

- Untersuchungseinheit festlegen, z. B. Arbeitsbereich, Tätigkeit, Personengruppen
- mitwirkende Personen festlegen, z. B. Führungskraft, Spezialisten
- Führungskräfte und Arbeitnehmer über Ziele und Vorgehensweisen informieren

2. Gefährdungen ermitteln

- arbeitsstättenbezogen:
Überprüfen der Arbeitsstätte, z. B. Allgemeinbeleuchtung, Heizung, Verkehrswege, Fluchtwege, Brandschutz, Fußboden
- arbeitsplatz-, tätigkeits- bzw. berufsbezogen:
Ermitteln, welche Arbeitsabläufe bzw. Tätigkeiten mit welchen Arbeitsstoffen und mit welchen Arbeitsmitteln in welchen Arbeitsbereichen durchgeführt werden und welche Gefährdungen dabei auftreten
- personenbezogen: Ermitteln betroffener Personengruppen bzw. Einzelpersonen
- Berücksichtigung besonders schutzbedürftiger Personen und individueller Leistungsvoraussetzungen

3. Risiko beurteilen

- Vergleich mit normierten Schutzzielen, z. B. in Gesetzen, Verordnungen, Technischen Regeln; im berufsgenossenschaftlichen Vorschriften- und Regelwerk; in Normen
- Vergleich mit bewährten sicheren bzw. gesundheitsgerechten Lösungen und Maßnahmen bzw. mit gesicherten arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen
- erforderlichenfalls sind spezielle Verfahren zur Risikobewertung anzuwenden

4. Maßnahmen festlegen

- Rangfolge der Schutzmaßnahmen gem. § 4 ArbSchG zugrunde legen

5. Maßnahmen durchführen

6. Wirksamkeit der Maßnahmen überprüfen

7. Gefährdungsbeurteilung fortschreiben

- vorhandene Gefährdungen und Bewertungsergebnisse
- festgelegte Maßnahmen
- Ergebnisse der Wirksamkeitsüberprüfung

Abb. 1 Typischer Ablauf zur Ermittlung und Realisierung gefährdungsbezogener Arbeitsschutzmaßnahmen

Gefährdungen können bewertet werden durch:

- Vergleich mit normierten Schutzziele, z. B. in Gesetzen, Verordnungen, Technischen Regeln (TR), Berufsgenossenschaftlichen Vorschriften (BGV), Regeln (BGR) und Informationen (BGI) oder Normen enthaltenen
 - Grenz- oder Richtwerten der Belastung,
 - Auslöse- bzw. Schwellenwerten, ab denen Maßnahmen erforderlich oder empfohlen werden,
 - Gestaltungsregeln für technische, organisatorische oder verhaltensbezogene Maßnahmen,

Hinweis: Gesetze und Verordnungen sind rechtsverbindlich. Die Technischen Regelwerke zu den Arbeitsschutzverordnungen sind nicht rechtsverbindlich, jedoch kann bei der Anwendung davon ausgegangen werden, dass die zutreffenden Anforderungen der jeweiligen Verordnung (z. B. BetrSichV) erfüllt sind. Berufsgenossenschaftliche Vorschriften (BGV) sind verbindliche Rechtsnormen für Mitgliedsbetriebe und Versicherte des jeweiligen Unfallversicherungsträgers. Berufsgenossenschaftliche Regeln (BGR) und Informationen (BGI) enthalten Konkretisierungen, technische Spezifizierungen und beispielhafte Lösungen zur Umsetzung der BGV. Sie sind praktische Handlungshilfen, die aber ebenso wie Normen nicht rechtsverbindlich sind.

- Vergleich mit bekannten sicheren bzw. gesundheitsgerechten Lösungen, die dem Stand von Technik, Arbeitsmedizin und Hygiene sowie sonstigen gesicherten arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen entsprechen,
- spezielle Verfahren zur Risikobewertung, z. B. Risikograph, Risikomatrix.

4 Verantwortung und Mitwirkung bei der Gefährdungsbeurteilung

Der Arbeitgeber hat die Verantwortung für die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung und die Umsetzung der Ergebnisse.

Er kann die Gefährdungsbeurteilung selbst durchführen oder fachkundige Personen, z. B. Führungskräfte oder Spezialisten, damit beauftragen.

Die Beschäftigten sind berechtigt, dem Arbeitgeber Vorschläge zu allen Fragen der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes bei der Arbeit zu machen (§ 17 Arbeitsschutzgesetz).

Die Mitwirkung der Beschäftigten ist eine wesentliche Voraussetzung, um Gefährdungen zu erkennen und realistisch zu beurteilen sowie um effektive Schutzmaßnahmen festlegen zu können, die von den Beschäftigten akzeptiert und unterstützt werden.

Dazu empfiehlt es sich, die Beschäftigten

- vor Beginn der Beurteilung über das Ziel und den Nutzen zu informieren,
- in die Ermittlungen über die tatsächliche Ausführung der Arbeit, die gefährlichen Arbeitssituationen und Betriebszustände einzubeziehen,
- über Sicherheitsmängel, gesundheitliche Beschwerden und subjektiv empfundene Belastungen zu befragen, z. B. in Form von Mitarbeiterbefragungen, Interviews oder Gruppendiskussionen, z. B. im Rahmen von Unterweisungen auf der Grundlage vorliegender Handlungshilfen (vgl. Teil 1, Abschn. 8),
- bei der Umgestaltung der Arbeitsplätze bzw. bei der Auswahl der Arbeitsmittel, Arbeitsstoffe, persönlichen Schutzausrüstungen und bei der Durchführung von Schutzmaßnahmen zu beteiligen.

Die Vertretungen der Beschäftigten bzw. wenn solche Vertretungen nicht vorhanden sind, die Beschäftigten selbst, sind vom Arbeitgeber zu allen Maßnahmen zu hören, die Auswirkungen auf ihre Sicherheit und Gesundheit haben können (§§ 81, 82, 89 Betriebsverfassungsgesetz, § 14 Arbeitsschutzgesetz).

Das Betriebsverfassungsgesetz bzw. das Personalvertretungsgesetz des Bundes bzw. die Personalvertretungsgesetze der Länder regeln die Mitbestimmungsrechte der betrieblichen bzw. behördlichen Interessenvertretungen.

Im Zusammenhang mit den in § 5 Arbeitsschutzgesetz geforderten Gefährdungsbeurteilungen steht den Betriebsräten gemäß § 87 Abs. 1 Nr. 7 Betriebsverfassungsgesetz und nach der hierzu in den vergangenen Jahren ergangenen Rechtsprechung der Arbeitsgerichte ein umfassendes Mitbestimmungsrecht zu.

Besonders erwähnt werden sollen hierzu zwei Beschlüsse des Bundesarbeitsgerichtes aus dem Jahr 2004 (vgl. BAG vom 08.06.2004, AZ: 1 ABR 4/03 und AZ: 1 ABR 13/03), in denen das Bundesarbeitsgericht ausführt, dass das Mitbestimmungsrecht einsetzt, „... wenn eine gesetzliche Handlungspflicht objektiv besteht und wegen Fehlens einer zwingenden Vorgabe betriebliche Regelungen verlangt, um das vom Gesetz vorgegebene Ziel des Arbeits- und Gesundheitsschutzes zu erreichen. ... Ob die Rahmenvorschrift dem Gesundheitsschutz unmittelbar oder mittelbar dient, ist unerheblich. Keine Rolle spielt auch, welchen Weg oder welche Mittel die dem Gesundheitsschutz dienende Vorschrift vorsieht. ... Ebenso wenig kommt es auf eine subjektive Regelungsbereitschaft des Arbeitgebers an. ...“

Das Bundesverwaltungsgericht lehnte hingegen im Jahr 2002 (vgl. BVerwG vom 14.10.2002, AZ: 6 P 7.01) die Mitbestimmung eines Personalrates bei der Befragung im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nach § 75 Abs. 3 Nr. 11 BPersVG ab und sah bei der Ausfüllung der §§ 5 und 6 Arbeitsschutzgesetz nur Vorbereitungshandlungen für Maßnahmen und deshalb nur „Informations- und Anhörungsrechte“. Mitbestimmung greift danach erst bei Entscheidungen über konkrete technische, organisatorische und personenbezogene Maßnahmen.

Nach alledem bedarf die Beurteilung der Frage, ob Mitbestimmungsrechte der Interessenvertretungen bei der Gefährdungsbeurteilung tangiert werden, einer einzelfallbezogenen Betrachtung, die es anhand der hierzu ergangenen höchstrichterlichen Rechtsprechung vorzunehmen gilt.

Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Betriebsärzte haben u. a. die Aufgabe, den Arbeitgeber bzw. die betrieblichen Führungskräfte bei der Gefährdungsbeurteilung zu beraten (§ 3 Abs. 1 Nr. 1g bzw. § 6 Nr. 1e Arbeitssicherheitsgesetz), indem sie z. B.

- Vorschläge zum methodischen Vorgehen unterbreiten,
- über Kriterien zur Risikobewertung informieren,
- durch Begehungen, Überprüfungen und Untersuchungen Ursachen für Unfälle und arbeitsbedingte Gesundheitsgefährdungen ermitteln,
- Vorschläge für Schutzmaßnahmen unterbreiten.

Bei dieser Beratungstätigkeit stehen für den Betriebsarzt die medizinischen Aspekte und für die Fachkraft für Arbeitssicherheit die technischen Aspekte des Arbeitsschutzes im Vordergrund der Aufgabenerfüllung, sodass erst durch beider Zusammenwirken eine umfassende Beratung des Arbeitgebers gegeben ist.

Betriebsärztliche Beiträge zur Gefährdungsbeurteilung können sich z. B. beziehen auf

- Erfassung und Auswertung von Gesundheitsdaten, z. B. aus arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen,
- Gefährdungsermittlung auf der Basis biologischer Indikatoren (Biomonitoring),
- Risikobewertung unter Berücksichtigung individueller Gesundheits- und Leistungsvoraussetzungen (z. B. für behinderte Menschen, Leistungsgewandelte).

Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Betriebsärzte haben den Betriebsrat über wichtige Angelegenheiten des Arbeitsschutzes und der Unfallverhütung zu unterrichten; sie haben ihm den Inhalt ihrer Vorschläge an den Arbeitgeber mitzuteilen und ihn auf sein Verlangen in Angelegenheiten des Arbeitsschutzes und der Unfallverhütung zu beraten (§ 9 Arbeitssicherheitsgesetz).

5 Zeitpunkt der Gefährdungsbeurteilung

Die Gefährdungsbeurteilung sollte keine einmalige Aktion sein, sondern ein kontinuierlicher Prozess im Rahmen des Arbeitsschutzmanagements.

Bei erstmaliger Durchführung der Gefährdungsbeurteilung sollten schrittweise die Arbeitsstätte und alle Arbeitsplätze untersucht werden.

In der Folge sollten die Arbeitsstätte und die Arbeitsplätze regelmäßig überprüft werden. Die Zeitintervalle und die Form der Überprüfung sollten so gewählt werden, dass Änderungen des Schutzniveaus erfasst werden. Die Überprüfung einzelner Gefährdungsbereiche oder einzelner Gefährdungsfaktoren kann separat erfolgen, in verschiedenen Zeitintervallen und Überprüfungsformen. Ergibt die Auswertung arbeitsmedizinischer Vorsorgeuntersuchungen Anhaltspunkte für unzureichende Schutzmaßnahmen, so ist die Gefährdungsbeurteilung dahingehend zu überprüfen, ggf. zusätzliche Schutzmaßnahmen umzusetzen.

Wenn neue Arbeitsplätze geplant oder wesentliche Änderungen an Arbeitsplätzen vorgenommen werden, sollte bereits in der Planungsphase eine vorausschauende Beurteilung erfolgen.

6 Arbeitsschutzmaßnahmen

Aus der Gefährdungsbeurteilung ergibt sich, ob die bestehenden Maßnahmen zur Verhütung von Unfällen und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren ausreichen oder ob weitere Maßnahmen erforderlich sind. Deren zeitliche Umsetzung sowie die personellen Verantwortlichkeiten sollten in geeigneter Form festgelegt werden. Darüber hinaus ist die Umsetzung zu kontrollieren.

Maßnahmen sollten entsprechend der folgenden Rangfolge getroffen werden:

- Arbeitsverfahren so gestalten, dass keine Gefährdung vorhanden ist, Gefahrenquellen beseitigen
- Gefährdungen ausschalten oder mindern durch Anwendung von Schutzeinrichtungen, vorzugsweise mit zwangsläufiger Wirkung
- Gesundheitsrisiko minimieren durch Herabsetzung von Intensität bzw. Dauer der Exposition mittels technischer oder organisatorischer Maßnahmen
- Persönliche Schutzeinrichtungen oder Verhaltensregeln anwenden

Dabei sind die in § 4 Arbeitsschutzgesetz genannten Grundsätze zu berücksichtigen:

- Die Arbeit ist so zu gestalten, dass eine Gefährdung für Leben und Gesundheit möglichst vermieden und die verbleibende Gefährdung möglichst gering gehalten wird.
- Gefahren sind an ihrer Quelle zu bekämpfen.
- Bei den Maßnahmen sind der Stand von Technik, Arbeitsmedizin und Hygiene sowie sonstige gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse zu berücksichtigen.
- Maßnahmen sind mit dem Ziel zu planen, Technik, Arbeitsorganisation, sonstige Arbeitsbedingungen, soziale Beziehungen und Einfluss der Umwelt auf den Arbeitsplatz sachgerecht zu verknüpfen.
- Individuelle Schutzmaßnahmen sind nachrangig zu anderen Maßnahmen.
- Spezielle Gefahren für besonders schutzbedürftige Beschäftigungsgruppen sind zu berücksichtigen.
- Den Beschäftigten sind geeignete Anweisungen zu erteilen.
- Mittelbar oder unmittelbar geschlechtsspezifisch wirkende Regelungen sind nur zulässig, wenn dies aus biologischen Gründen zwingend geboten ist.

Besondere Bedeutung hat die vorausschauende Gefährdungsbeurteilung, damit der Arbeitsschutz integraler Bestandteil der Planung von Arbeitsstätten, Arbeitsplätzen und Arbeitsprozessen einschließlich der Arbeitsmittel und Arbeitsstoffe wird.

Maßnahmen können sich auf die Technik, die Organisation und die Personen beziehen, z. B.:

- Einsatz gefähderungsarmer Technik bzw. ungefährlicher Stoffe
- Änderung der Technologie
- Automatisierung
- Einsatz technischer Hilfsmittel
- Einbau technischer Schutzeinrichtungen
- Einsatz ungefährlicher Stoffe
- Arbeitsschutzmanagement, das z. B. einschließen sollte:
 - Verantwortlichkeiten
 - Prüfung von Arbeitsmitteln
 - Bereitstellung und Kontrolle von Schutzeinrichtungen und persönlicher Schutzausrüstungen
 - Unterweisungen
- Änderung des Arbeitsablaufes, des Arbeitsinhaltes und der Aufgabenverteilung
- Arbeitszeitgestaltung
- Benutzung persönlicher Schutzausrüstungen
- hinweisende Sicherheitstechnik, z. B. Schilder, Warnsignale, Anweisungen
- Beschäftigte qualifizieren und unterweisen

7 Unterlagen über die Gefährdungsbeurteilung

Betriebe mit mehr als 10 Beschäftigten müssen über Unterlagen verfügen, aus denen das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung, die festgelegten Maßnahmen sowie das Ergebnis ihrer Überprüfung ersichtlich sind. Die Unterlagen helfen,

- die Durchführung der Maßnahmen zu kontrollieren,
- die Beschäftigten über bestehende Gefährdungen zu informieren und im sicherheits- und gesundheitsgerechten Handeln zu unterweisen.

Für Betriebe mit bis zu 10 Beschäftigten ist grundsätzlich eine vereinfachte Dokumentation ausreichend (siehe Gemeinsame Deutsche Arbeitsschutzstrategie: Anlage 2 der „Leitlinie Gefährdungsbeurteilung und Dokumentation“).

Zu beachten sind davon abweichende Regelungen aufgrund spezieller Anforderungen an die Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung in den Verordnungen zum Arbeitsschutzgesetz und den Technischen Regeln.

Die Unterlagen müssen enthalten:

- ermittelte Gefährdungen, bei denen aufgrund des Ergebnisses der Beurteilung Handlungsbedarf besteht
- zu realisierende technische und organisatorische Maßnahmen sowie zu verwendende persönliche Schutzausrüstungen und Verhaltensanforderungen
- Ergebnisse der Wirksamkeitsüberprüfung der Maßnahmen

Zusätzliche Angaben über Prioritäten sowie über den Zeitplan der Maßnahmen und die Verantwortlichen erleichtern die Kontrolle.

Als Unterlagen können verwendet werden:

- bereits im Betrieb vorhandene
 - Protokolle von Betriebsbegehungen durch Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Betriebsärzte
 - Eintragungen in Prüflisten, Gefährdungskatalogen u. ä.
 - Betriebsanweisungen für Tätigkeiten, für den Umgang mit Arbeitsmitteln und Arbeitsstoffen
- eigenständige, zusammenfassende Gefährdungsdokumentationen (siehe z. B. Teil 3 dieses Ratgebers, Formblätter zur Dokumentation).

8 Hilfen zur Gefährdungsbeurteilung

Das zuständige Gewerbeaufsichtsamt bzw. das Amt für Arbeitsschutz, der zuständige Unfallversicherungsträger und die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin stellen Hilfsmittel zur Verfügung und beraten die Betriebe zur Vorgehensweise oder zu bestimmten Gefährdungssituationen. Die Betriebe können auch den Rat von Spezialisten einholen, z. B. von Ingenieurbüros, Prüfstellen oder Beratungsstellen.

Zur Gefährdungsbeurteilung werden unterschiedliche Hilfsmittel angeboten. Sicherheitschecks richten sich vor allem an kleinere und mittelgroße Betriebe mit dem Ziel, Informationen zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung sowie zu typischen Gefährdungen und Schutzmaßnahmen für eine bestimmte Branche, Tätigkeitsgruppen oder Berufsgruppen zu vermitteln. Die Informationen sind in Form einer Prüfliste zusammengestellt, die gleichzeitig zur Dokumentation der Ergebnisse genutzt werden kann.

Gefährdungskataloge enthalten Auflistungen typischer Gefährdungen und Schutzmaßnahmen für bestimmte Branchen oder Betriebsbereiche. Fachkräfte für Arbeitssicherheit können Gefährdungskataloge zur Vorbereitung der Gefährdungsbeurteilung nutzen und daraus z. B. betriebspezifische Checklisten erstellen.

Software vereint die Vorteile der Kopier- und Schreibhilfe, z. B. zum Erstellen von Checklisten, zur Dokumentation für Betriebsbereiche bzw. Arbeitsabläufe, mit den Möglichkeiten einer leicht handhabbaren Recherche, z. B. in Gefährdungskatalogen, Gesetzen oder Unfallverhütungsvorschriften und erleichtert die statistische Auswertung und die Realisierungskontrolle festgelegter Maßnahmen.

Informationen über Hilfsmittel zur Gefährdungsbeurteilung finden Sie auch auf der BAuA-Internetseite. Auf dem Portal „Gefährdungsbeurteilung“ (www.gefahrdungsbeurteilung.de) können Sie gezielt in einer Datenbank mithilfe von ausgewählten Suchoptionen nach Handlungshilfen recherchieren.

Gefährdungsbeurteilungen erfordern sowohl Sachkenntnisse über die Gefährdungsfaktoren und die Schutzmaßnahmen als auch über die aktuellen betrieblichen Abläufe. Sowohl gedruckte als auch softwaregestützte Hilfsmittel können deshalb zwar Kenntnisse über die Vorbereitung und Durchführung der Gefährdungsbeurteilung vermitteln, sie ersetzen aber nicht die sachgerechte Gefährdungsbeurteilung vor Ort.

Teil 2

Gefährdungsfaktoren

Teil 2: Gefährdungsfaktoren

Gefährdungsfaktoren und ihre kennzeichnenden Merkmale

Gefährdungsfaktor	kennzeichnende Merkmale
1 Mechanische Gefährdungen	
1.1 Kontrolliert bewegte ungeschützte Teile	<input type="checkbox"/> bewegte Maschinenteile, Antriebe, Werkzeuge, Werkstücke u. a. mit Stoß-/Schlagstellen, Quetsch-, Scher-, Stich-, Schneid-, Aufwickel-, Fang-, Einzugstellen <input type="checkbox"/> Abmessungen, Form und Lage der Teile <input type="checkbox"/> Bewegungsenergie, wirkende Kräfte und Geschwindigkeit der Teile <input type="checkbox"/> Anwesenheit im Gefahrenbereich
1.2 Teile mit gefährlichen Oberflächen	<input type="checkbox"/> Abmessung, Form und Oberflächengestalt, z. B. Ecken, Kanten, Spitzen, Schneiden, Rauigkeit <input type="checkbox"/> Bewegungsenergie, wirkende Kräfte und Geschwindigkeit der Teile <input type="checkbox"/> Kontaktmöglichkeit <input type="checkbox"/> fehlende Wahrnehmbarkeit <input type="checkbox"/> Handhabung
1.3 Transport und mobile Arbeitsmittel	<input type="checkbox"/> Verkehrs- und Betriebssicherheit bzw. Benutzung von Transportmitteln, mobilen Arbeitsmitteln <input type="checkbox"/> Gestaltung der Transportwege <input type="checkbox"/> Lage und Sicherung des Transportgutes <input type="checkbox"/> Transporthilfsmittel, z. B. Anschlagmittel, Ladungssicherungen, Behälter
1.4 Unkontrolliert bewegte Teile	<input type="checkbox"/> kippende, pendelnde, umstürzende Teile, z. B. durch Schwerpunktverlagerung <input type="checkbox"/> rollende, gleitende Teile <input type="checkbox"/> herabfallende, sich lösende, berstende und wegfliegende Teile <input type="checkbox"/> Schwerpunktlage, Roll-, Gleitfähigkeit <input type="checkbox"/> einwirkende Kräfte <input type="checkbox"/> Sicherung der Teile
1.5 Sturz, Ausrutschen, Stolpern, Umknicken	<input type="checkbox"/> Ausrutschen durch <ul style="list-style-type: none"> – Flächen mit Verschmutzungen, Eis, Staub, Schnee, Wasser, lose Beläge (Teppiche, Bleche, Roste) – nicht ausreichende Gleitreibungswiderstände von Belägen, Treppenstufen und Stufenkanten – Trittplächen mit Neigung/Steigung (Auffahrampen u. a.) <input type="checkbox"/> Stolpern, Umknicken, Fehltreten durch <ul style="list-style-type: none"> – Unebenheiten wie Stufungen, Schrägen, Bodenbeläge – ungeeignete Form und Größe der Auftrittsfläche – zu geringe Tragfähigkeit der Trittpläche

Gefährdungsfaktor	kennzeichnende Merkmale
1.6 Absturz	<input type="checkbox"/> Höhenunterschied zwischen Standplatz und angrenzenden Flächen, z. B. beim Arbeiten auf Dächern, Leitern, Arbeitsbühnen <input type="checkbox"/> Vorhandensein von Absturzkanten oder Öffnungen <input type="checkbox"/> Tragfähigkeit des Standobjektes <input type="checkbox"/> Standfestigkeit des Standobjektes

2 Elektrische Gefährdungen	
2.1 Elektrischer Schlag und Störlichtbogen	<input type="checkbox"/> Berühren betriebsmäßig Spannung führender Teile <input type="checkbox"/> Berühren leitfähiger Teile, die im Fehlerfall Spannung annehmen können <input type="checkbox"/> unzulässige Annäherung an Spannung führende Teile über 1 kV <input type="checkbox"/> Isolationsdurchbrüche durch <ul style="list-style-type: none"> – Handlungen, insbesondere Schalthandlungen unter Last – Überbrückungen – Überspannungen – Alterung, Verschmutzung, klimatische Bedingungen
2.2 Statische Elektrizität	<input type="checkbox"/> Isolationsdurchbruch durch Berührung eines geladenen Teils oder Annäherung an ein geladenes Teil

3 Gefahrstoffe	
3.1 Mangelnde Hygiene beim Umgang mit Gefahrstoffen	<input type="checkbox"/> allgemeine Forderungen, z. B. hinsichtlich Organisation, Hygiene, Lüftung, Lagerung (Schutzleitfäden der Reihe 100)
3.2 Einatmen von Gefahrstoffen	<input type="checkbox"/> eingestufte Stoffe mit und ohne Arbeitsplatzgrenzwert (AGW), andere gefährliche Eigenschaften <input type="checkbox"/> standardisierte Arbeitsverfahren <input type="checkbox"/> Gefährlichkeitsgruppe, Mengengruppe, Freisetzungsguppe nach EMKG
3.3 Hautkontakt mit Gefahrstoffen	<input type="checkbox"/> hautgefährdende Stoffe <input type="checkbox"/> hautresorptive Stoffe <input type="checkbox"/> hautsensibilisierende Stoffe <input type="checkbox"/> Feuchtarbeitsplätze <input type="checkbox"/> standardisierte Arbeitsverfahren <input type="checkbox"/> Gefährlichkeitsgruppe „Haut“, Wirkdauer, Wirkfläche nach EMKG
3.4 <i>Physikalisch-chemische Gefährdungen (z. B. Brand und Explosionsgefährdungen, unkontrollierte chemische Reaktionen)*</i>	

* Die Gefährdungsfaktoren wurden auf der Basis der „Leitlinie Gefährdungsbeurteilung und Dokumentation“ der Gemeinsamen Deutschen Arbeitsschutzstrategie aufgestellt. Der hier benannte Gefährdungsfaktor wird im Rahmen dieses Ratgebers nicht behandelt.

Gefährdungsfaktor	kennzeichnende Merkmale
4 Biologische Arbeitsstoffe	
4.1 Infektionen	<input type="checkbox"/> gezielte Tätigkeiten mit charakterisierten biologischen Arbeitsstoffen, z. B. im Rahmen des Einsatzes für biotechnologische Zwecke <input type="checkbox"/> nicht gezielte Tätigkeiten: Vorliegen geeigneter Lebensbedingungen in Bezug auf Feuchtigkeit, Wärme und Substanzen, die als Nährstoffe dienen können – typischer Geruch (z. B. muffig, faulig) – Trübung von Flüssigkeiten – sichtbarer Bewuchs von Materialien
4.2 Sensibilisierende Wirkungen	<input type="checkbox"/> Insbesondere bei Aerosolbildung müssen neben der Infektionsgefährdung die toxischen und sensibilisierenden Wirkungen der biologischen Arbeitsstoffe bei der Beurteilung zusätzlich berücksichtigt werden. <input type="checkbox"/> Diese Wirkungen haben keinen Einfluss auf die Zuordnung zu einer Schutzstufe, erfordern aber ggf. weitergehende Schutzmaßnahmen.

5 Brand- und Explosionsgefährdungen	
5.1 Brennbare Feststoffe, Flüssigkeiten, Gase	<input type="checkbox"/> brennbare Stoffe (Feststoffe, Flüssigkeiten, Gase) <input type="checkbox"/> Oxidationsmittel (i. d. R. Luftsauerstoff) <input type="checkbox"/> Zündquellen <input type="checkbox"/> Brandausbreitung <input type="checkbox"/> Brandleistung/Wärmestrahlung <input type="checkbox"/> Rauchfreisetzung/-ausbreitung <input type="checkbox"/> Rauchgastoxizität
5.2 <i>Explosionsfähige Atmosphäre*</i>	
5.3 Explosivstoffe und pyrotechnische Gegenstände	<input type="checkbox"/> Explosivstoffe und pyrotechnische Gegenstände <input type="checkbox"/> Zündquellen <input type="checkbox"/> Stoßwellenausbreitung <input type="checkbox"/> Wärmestrahlung <input type="checkbox"/> Splitter, Wurfstücke <input type="checkbox"/> Brandentfachung, Rauchgastoxizität

* Die Gefährdungsfaktoren wurden auf der Basis der „Leitlinie Gefährdungsbeurteilung und Dokumentation“ der Gemeinsamen Deutschen Arbeitsschutzstrategie aufgestellt. Der hier benannte Gefährdungsfaktor wird im Rahmen dieses Ratgebers nicht behandelt.

Gefährdungsfaktor	kennzeichnende Merkmale
6 Thermische Gefährdungen	
6.1 Heiße Medien/ Oberflächen	<input type="checkbox"/> Oberflächentemperatur, z. B. von Glühöfen, Metallschmelzen, Heißdampfrohren <input type="checkbox"/> Verbrennungsschwelle <input type="checkbox"/> Kontaktdauer <input type="checkbox"/> Wärmeträgheit
6.2 Kalte Medien/ Oberflächen	<input type="checkbox"/> Oberflächentemperatur, z. B. von Trockeneis, Kältemittel, Tiefkühlahrung <input type="checkbox"/> Schwellenwerte für Kälteschäden (Schmerz, Taubheit, Erfrierung) <input type="checkbox"/> Kontaktdauer <input type="checkbox"/> Wärmeträgheit

7 Gefährdungen durch spezielle physikalische Einwirkungen	
7.1 Lärm	<input type="checkbox"/> Lärmemission der Lärmquellen, z. B. der Arbeitsmittel, des Verkehrs (Schalleistungspegel, Schalldruckpegel) <input type="checkbox"/> Schallausbreitung (z. B. im Freien, in Arbeitsräumen) <input type="checkbox"/> Lärmimmission an Arbeitsplätzen (Beurteilungspegel, max. Spitzenschalldruckpegel)
7.2 Ultraschall, Infrarot*	
7.3 Ganzkörper-Vibrationen	<input type="checkbox"/> Tagesexposition A(8), höchster Wert der Effektivwert der frequenzbewerteten Beschleunigungen in den drei orthogonalen Richtungen ($1,4 \cdot a_{wx}$, $1,4 \cdot a_{wy}$, $1,0 \cdot a_{wz}$), z. B. mobile Arbeitsmittel, stationäre Maschinen, Fahrzeuge
7.4 Hand-Arm-Vibrationen	<input type="checkbox"/> Tagesexposition A(8), Quadratwurzel aus der Summe der Quadrate der frequenzbewerteten Effektivwerte der Beschleunigung in den drei orthogonalen Richtungen (a_{hwx} , a_{hwy} , a_{hwz}), z. B. rotierende Werkzeuge, Stoß- oder Schlagwerkzeuge
7.5 Optische Strahlung	<input type="checkbox"/> UV-Strahlung (z. B. zum Härten, Desinfizieren, LB-Schweißen, Entladungslampen) <input type="checkbox"/> sichtbare Strahlung (z. B. künstliche Beleuchtung) <input type="checkbox"/> Infrarotstrahlung (z. B. Wärmestrahler) <input type="checkbox"/> Laserstrahlung (kohärente optische Strahlung) <input type="checkbox"/> Frequenz, Wellenlänge, Expositionsdauer, Betriebsart (kontinuierlich oder gepulst)
7.6 Ionisierende Strahlung*	

* Die Gefährdungsfaktoren wurden auf der Basis der „Leitlinie Gefährdungsbeurteilung und Dokumentation“ der Gemeinsamen Deutschen Arbeitsschutzstrategie aufgestellt. Der hier benannte Gefährdungsfaktor wird im Rahmen dieses Ratgebers nicht behandelt.

Gefährdungsfaktor	kennzeichnende Merkmale
7.7 Elektromagnetische Felder	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> hochfrequente Wellen und Felder (z. B. Mikrowellen, Funkanlagen) <input type="checkbox"/> niederfrequente Felder (z. B. elektrische Anlagen im 50-Hz-Bereich) <input type="checkbox"/> statische Felder (z. B. MRT) <input type="checkbox"/> EMF-Parameter: Frequenz, Wellenlänge, elektrische und magnetische Feldstärke, Leistungsflussdichte, Kontaktstrom, spezifische Absorptionsrate, Expositionsregime <input type="checkbox"/> Beeinflussung von Herzschrittmachern und anderen Körperhilfsmitteln möglich
7.8 Unterdruck, Überdruck	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Umgebungsdruckschwankungen von mehr als 0,1 bar Unterdruck <input type="checkbox"/> Umgebungsdruck kleiner als 0,73 bar, z. B. Unterdruckkammern <input type="checkbox"/> Höhenlagen ab 2.500 m über Meeresspiegel <input type="checkbox"/> Überdruck <input type="checkbox"/> Umgebungs-Überdruck von mehr als 0,1 bar, z. B. Taucharbeiten

8 Gefährdungen durch Arbeitsumgebungsbedingungen	
8.1 Klima	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Klimagrößen (Lufttemperatur, Luftfeuchte, Luftgeschwindigkeit, Wärmestrahlung) <input type="checkbox"/> Klimagesamtenmaß <input type="checkbox"/> Arbeitsenergieumsatz <input type="checkbox"/> Bekleidung <input type="checkbox"/> Expositionszeit
8.2 Beleuchtung, Licht	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Beleuchtungsstärke <input type="checkbox"/> Leuchtdichtevertelung <input type="checkbox"/> Blendungsbegrenzung <input type="checkbox"/> Lichtrichtung, Schattigkeit <input type="checkbox"/> Lichtfarbe, Farbwiedergabe
8.3 Ersticken, Ertrinken	<p>Ersticken</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Mangelnde Sauerstoffkonzentration <input type="checkbox"/> Verdrängung oder Verbrauch von Sauerstoff <p>Ertrinken</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Sturz in Gewässer oder Becken und Behälter mit Flüssigkeiten <input type="checkbox"/> Wassertemperatur, Absturzöhe, Fließgeschwindigkeit
8.4 Unzureichende Fluchtwege	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Weglänge, -breite, -höhe <input type="checkbox"/> Beleuchtung <input type="checkbox"/> Erkennbarkeit <input type="checkbox"/> Begehbarkeit

Gefährdungsfaktor	kennzeichnende Merkmale
8.5 Unzureichende Bewegungsfläche am Arbeitsplatz, ungünstige Anordnung des Arbeitsplatzes, unzureichende Pausen-, Sanitarräume	
8.6 Mensch-Maschine/ Rechner-Schnittstelle	<ul style="list-style-type: none"> □ Wahrnehmung von Informationen <ul style="list-style-type: none"> – Sichtbarkeit bzw. Hörbarkeit von Informationen – Unterscheidbarkeit von Informationen – Verständlichkeit von Zeichen, Symbolen, Piktogrammen – Sinnfälligkeit zwischen Gestaltung der Informationsmittel und Inhalt der Information – Vorhandensein und Wahrnehmbarkeit von Informationen, die kritische Situationen anzeigen □ Arbeit mit Software <ul style="list-style-type: none"> – Übersichtlichkeit und Strukturierung von Masken – Gestaltung von Masken und Anwendungen – Gestaltung von Fehlermeldungen, Systemmeldungen und Systemvorgaben – Eingabekorrektur, Zwischenspeicherung und unmittelbarer Zugriff nach Häufigkeit – Cursorpositionierung – Wechsel zwischen Anwendungen □ Handhabung von Hardware <ul style="list-style-type: none"> – körperliche Überbelastung – Rückmeldung – Griffbarkeit – Sinnfälligkeit zwischen der Bewegung des Stellteiles und der ausgelösten Wirkung – Anordnung – Erkennbarkeit der Stellgröße – unbeabsichtigte Betätigung □ weitere Einflussfaktoren <ul style="list-style-type: none"> – Arbeitsumgebungsbedingungen – Beeinträchtigungen durch persönliche Schutzausrüstungen – Informationsüberflutung u. a.

Gefährdungsfaktor	kennzeichnende Merkmale
9 Physische Belastung/Arbeitsschwere	
9.1 Heben, Halten, Tragen	<input type="checkbox"/> Lastgewicht, Lastweg <input type="checkbox"/> Körperhaltung <input type="checkbox"/> Häufigkeit, Dauer <input type="checkbox"/> Ausführungsbedingungen
9.2 Ziehen, Schieben	<input type="checkbox"/> Lastgewicht, Flurförderzeug <input type="checkbox"/> Bewegungsgeschwindigkeit <input type="checkbox"/> Körperhaltung <input type="checkbox"/> Häufigkeit, Dauer <input type="checkbox"/> Ausführungsbedingungen
9.3 Manuelle Arbeit mit geringen Körperkräften	<input type="checkbox"/> Aktionskräfte <input type="checkbox"/> Häufigkeit, Dauer <input type="checkbox"/> Körperhaltung, Hand-Arm-Stellung <input type="checkbox"/> Ausführungsbedingungen
9.4 Zwangshaltung (erzwungene Körperhaltung)	<input type="checkbox"/> Körperhaltung, Art der Bewegung unter Beachtung von Körpermaßen, Arbeitshöhe, Bewegungsraum, Greifraum, Beinfreiraum, Sehraum <input type="checkbox"/> Häufigkeit, Dauer
9.5 Steigen, Klettern	<input type="checkbox"/> Art der Bewegung <input type="checkbox"/> Steighöhe, Weglänge <input type="checkbox"/> Häufigkeit, Dauer <input type="checkbox"/> Ausführungsbedingungen
9.6 Arbeiten mit erhöhten Kraftanstrengungen und/oder Krafteinwirkungen	<input type="checkbox"/> Art der Aktionskräfte <input type="checkbox"/> Häufigkeit, Dauer <input type="checkbox"/> Körperhaltung <input type="checkbox"/> Ausführungsbedingungen

Gefährdungsfaktor	kennzeichnende Merkmale
10 Psychische Faktoren	
10.1 Ungenügend gestaltete Arbeitsaufgabe	<input type="checkbox"/> Arbeitstätigkeit, z. B. Vollständigkeit, Verantwortung, Tätigkeitsspielraum, Information, Kooperation, Kommunikation, körperliche Abwechslung <input type="checkbox"/> Qualifikation, z. B. Qualifikationsnutzung und -erweiterung
10.2 Ungenügend gestaltete Arbeitsorganisation	<input type="checkbox"/> Arbeitsteilung <input type="checkbox"/> Arbeitsablauf, z. B. Störungen des Arbeitsablaufes, Arbeitsanfall über die Arbeitszeit
10.3 Ungenügend gestaltete soziale Bedingungen	<input type="checkbox"/> Führungsverhalten und Betriebsklima <input type="checkbox"/> Personalmanagement, z. B. berufliche Entwicklungsmöglichkeiten, soziale Angebote
10.4 Ungenügend gestaltete Arbeitsplatz- und Arbeitsumgebungsbedingungen	<input type="checkbox"/> psychische Belastungen, z. B. durch Lärm, Klima, Beleuchtung
10.5 Arbeitszeitgestaltung	<input type="checkbox"/> werktägliche Arbeitszeit <input type="checkbox"/> Ruhepausen <input type="checkbox"/> Ruhezeit <input type="checkbox"/> Nacht- und Schichtarbeit <input type="checkbox"/> Sonn- und Feiertagsbeschäftigung <input type="checkbox"/> Bereitschaftsdienste

11 Sonstige Gefährdungen	
11.1 Gewalt am Arbeitsplatz	<input type="checkbox"/> tätigkeitsbedingter Kontakt mit evtl. gewaltbereiten Personen, z. B. Kunden, Klienten, Patienten <input type="checkbox"/> Bestehen von Risikofaktoren für das Auftreten von Gewalt: <ul style="list-style-type: none"> – Umgang mit Bargeld oder wertintensiven Gütern – Ausübung von amtlichen Befugnissen, Kontroll- und Inspektionsaufgaben – direkte Dienstleistungen für andere Menschen – Umgang mit schwierigen Personengruppen – öffentlich zugängliche Einzelarbeitsplätze oder Einzelarbeitsplätze vor Ort, z. B. beim Kunden <input type="checkbox"/> Gefahr körperlicher Verletzung und/oder psychischer Verletzung, z. B. durch Bedrohung, schwere Beleidigung
11.2 <i>Durch Tiere*</i>	
11.3 <i>Durch Pflanzen und pflanzliche Produkte*</i>	

* Die Gefährdungsfaktoren wurden auf der Basis der „Leitlinie Gefährdungsbeurteilung und Dokumentation“ der Gemeinsamen Deutschen Arbeitsschutzstrategie aufgestellt. Der hier benannte Gefährdungsfaktor wird im Rahmen dieses Ratgebers nicht behandelt.



1

Mechanische Gefährdungen

1 Mechanische Gefährdungen

Mechanische Gefährdungen können ausgehen

- von kontrolliert bewegten ungeschützten Teilen, die frei zugänglich sind und z. B. Quetschstellen, Scherstellen, Schneid- und Stichstellen, Einzug- und Fangstellen sowie Stoßstellen bilden,
- von unkontrolliert bewegten Teilen, wie umstürzende, rollende, gleitende, oder herabfallende Teile oder sich lösende, berstende und wegfliegende Teile und unter Druck herausstritzende Medien oder herausgeschleuderte Medien bzw. Arbeitsgut,
- von Oberflächen wie Ecken, Kanten, Spitzen, Schneiden, hohen Oberflächenrauigkeiten und rutschigen Oberflächen/Stolperstellen,
- von mobilen Arbeitsmitteln, z. B. im Zusammenhang mit Fernsteuerungen, Leitsystemen, Rückwärtsfahren, Fahren mit eingeschränkter Sicht, auf unbefestigtem Untergrund oder mit schwerpunktverändernder Last.

1.1 Kontrolliert bewegte ungeschützte Teile

Autoren:

Dr.-Ing. H. Fischer

Dipl.-Ing. Th. Mössner

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Th. Mössner

BAuA

Bearbeitungsstand: Dezember 2015

Bewegte Maschinenteile sowie Antriebe, Werkzeuge, Werkstücke u.Ä., die frei zugänglich sind, können Gefahrstellen bilden (Abbildung 1.1–1, siehe auch Abschnitt 1.1.2 – Engstellen).

**ungeschützt bewegte
Maschinenteile**

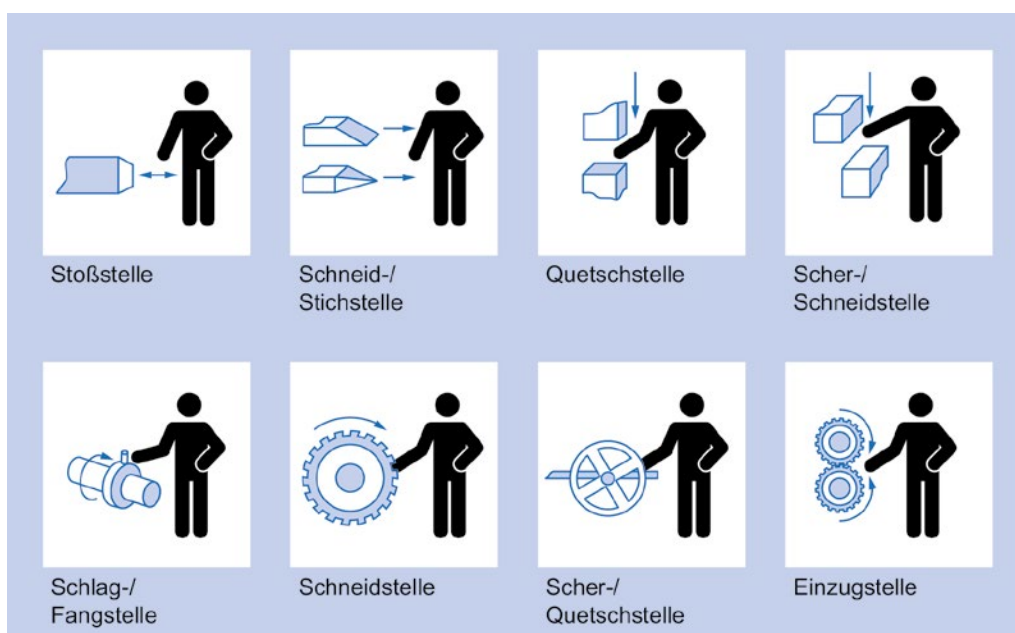


Abb. 1.1–1 Gefahrstellen durch ungeschützt bewegte Maschinenteile

1.1.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen

Gefährdungen im Normalbetrieb

Im Normalbetrieb verhindern in der Regel technische Schutzmaßnahmen den Zugang zu den Gefahrstellen. Gefährdungen können dennoch entstehen durch:

- Nachlauf der Bewegungen
- Ausfälle, z. B. Versagen von Bewegungsbegrenzungen, Bremseinrichtungen
- Umgehen, Abmontieren, Beschädigen der Schutzeinrichtungen

Gefährdungen bei besonderen Betriebszuständen

Die Gründe für das Nichtbenutzen bzw. Außerkraftsetzen von Schutzeinrichtungen sind meist unzureichende Handhabbarkeit, Behinderungen im Tätigkeitsablauf, Bequemlichkeit und Streben nach Zeitersparnis.

Zu achten ist auf die Entstehung von Gefahrstellen in besonderen Betriebszuständen, in denen die Schutzmaßnahmen für den Normalbetrieb außer Kraft gesetzt werden müssen, z. B.:

- Anfahren, Abschalten
- Probetrieb
- Einrichten, Programmieren
- Fehlersuche, Störungsbeseitigung
- Wartung, Inspektion

Grundsätzlich untersagt, aber in Ausnahmefällen unumgänglich, ist das Eingreifen bei laufendem Betrieb in unmittelbarer Nähe von Gefahrstellen, z. B. zur Beseitigung von Störungen durch Materialstau. Solche Gefahrensituationen sind mit Verhaltensanforderungen meist nicht mehr beherrschbar. Es sollten rechtzeitig zusätzliche technische und/oder organisatorische Schutzmaßnahmen getroffen werden, damit keine unsicheren Improvisationen oder Überforderungen entstehen können (Abschnitt 1.1.3).

Unfallfolgen

Körperschäden durch mechanische Einwirkungen können von leichten Schnittverletzungen bis hin zu tödlichen Verletzungen reichen. Die Schwere der Verletzungen hängt primär von der wirksamen Energie ab. Weitere Einflussgrößen können sein:

- Oberflächengestalt des bewegten Teils (Ecken, Kanten, Spitzen, Schneiden, Rauigkeit)
- gestaltungsbedingte Engstellen und unzureichende Sicherheitsabstände
- Wirkungsrichtung bzw. -bereich des bewegten Teils, bezogen auf den anwesenden Menschen
- betroffenes Körperteil und dessen Widerstandsfähigkeit gegen äußere Einwirkungen, einschließlich der Benutzung von PSA

Die Schädigung kann alle Körperteile betreffen, vor allem Hände, Füße, Beine, Kopf, Brust, Arme (in der Reihenfolge ihrer Häufigkeit).

1.1.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

Maschinen dürfen erstmalig nur dann in Verkehr gebracht werden, wenn die Sicherheitsanforderungen und Voraussetzungen nach §§ 3 bis 5 der Maschinenverordnung (9. ProdSV) erfüllt sind. Bei der Gefährdungsbeurteilung zur Bereitstellung von Arbeitsmitteln durch den Arbeitgeber hat dieser nach §§ 3 und 4 der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) unter Berücksichtigung der Technischen Regeln TRBS 2111, TRBS 2111-1 und TRBS 2111-3 die erforderlichen Vorkehrungen zu treffen, dass bei den gegebenen Einsatzbedingungen die Sicherheit und der Gesundheitsschutz der Beschäftigten gewährleistet sind.

Auswahl der
Arbeitsmittel

Des Weiteren sind die Erfordernisse für die Prüfung hinsichtlich Art, Umfang, Fristen sowie personelle Voraussetzungen unter Berücksichtigung von TRBS 1203 zu ermitteln bzw. festzulegen. Besonders zu beachten sind Arbeitsmittel, deren Sicherheit von der Montage, Instandsetzung u. a. möglichen Veränderungen abhängt (§ 10 BetrSichV).

Prüfung der
Arbeitsmittel

Zum Schutz vor Gefahrstellen gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten:

- Begrenzung der Gefahr auf ein ungefährliches Maß
- Verhinderung der Wirkung der Gefahrstelle durch Schutzmaßnahmen, insbesondere durch Schutzeinrichtungen

Nur für wenige Fälle gibt es Grenzwerte für Kräfte oder Geschwindigkeiten bewegter Maschinenteile, weil aufgrund der Vielzahl von Einflussgrößen und Bedingungen eine Verallgemeinerung schwierig ist.

Begrenzung
der Kräfte und
Geschwindigkeiten

- So wird an kraftbetätigten Türen und Toren eine maximale Schließkraft (Klemmkraft) von 150 N empfohlen [1]. Trennende Schutzeinrichtungen werden in der Regel für nicht erforderlich gehalten, wenn die maximale Kraft bewegter Maschinenteile ≤ 150 N und der Kontaktdruck < 50 N/cm² betragen (z. B. DIN EN 12203).
- Für bewegte Teile in automatisierten Fertigungssystemen gibt DIN EN ISO 11161 Beispiele für eine „sicher“ reduzierte Geschwindigkeit bei gefahrbringenden Bewegungen z. B. von weniger als 10 mm/s bei Pressen, weniger als 250 mm/s bei Robotern, weniger als 250 mm/s bei allen nicht scheren Bewegungen und weniger als 33 mm/s bei Gefährdungen durch Scherbewegungen an.

Für die Gestaltung von Ecken/Spitzen, Kanten/Schneiden, Rauigkeit an bewegten Maschinenteilen gibt es keine allgemeingültigen Grenzwerte. Es existieren Richtwerte für spezielle Fälle [2] (z. B. sind Fangstellen durch Wellenenden vermeidbar, wenn diese nicht mehr als das 0,25-Fache ihres Durchmessers vorstehen oder glatt rundlaufend und < 50 mm breit sind).

Oberflächengestalt

Gefährliche Engstellen, meist in Form von Quetschstellen, liegen nach DIN EN 349 dann vor, wenn bezogen auf bestimmte Körperteile, folgende Maße zwischen zwei bewegten Teilen oder zwischen einem bewegten und feststehenden Teil unterschritten werden (Abbildung 1.1–2).

Engstellen

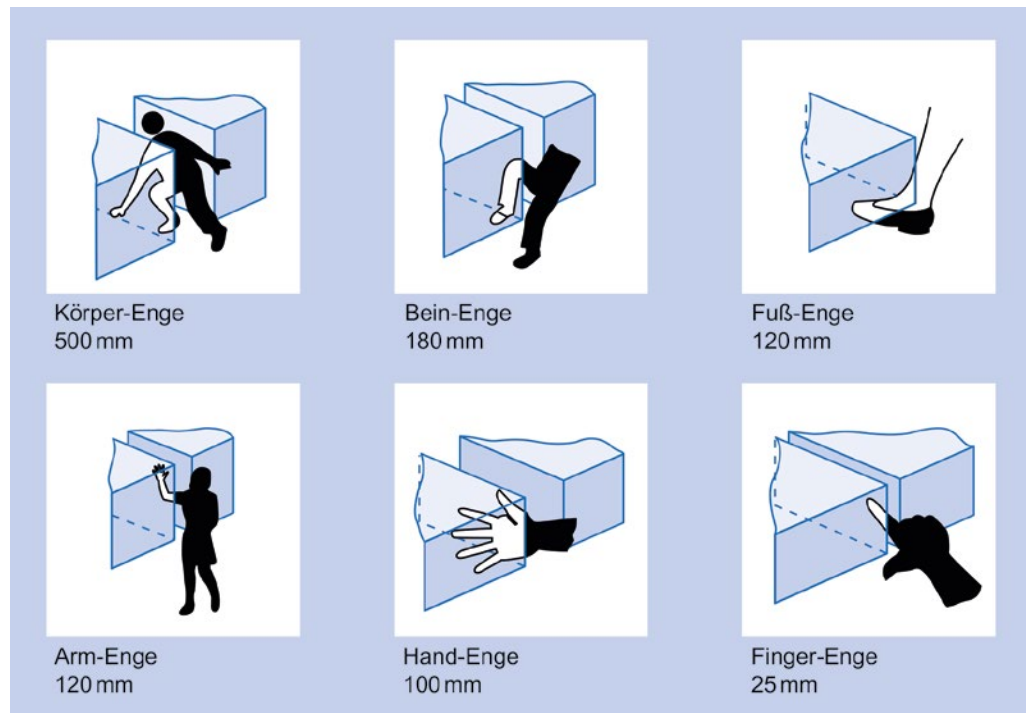


Abb. 1.1–2 Vermeidung von Quetschstellen nach DIN EN 349

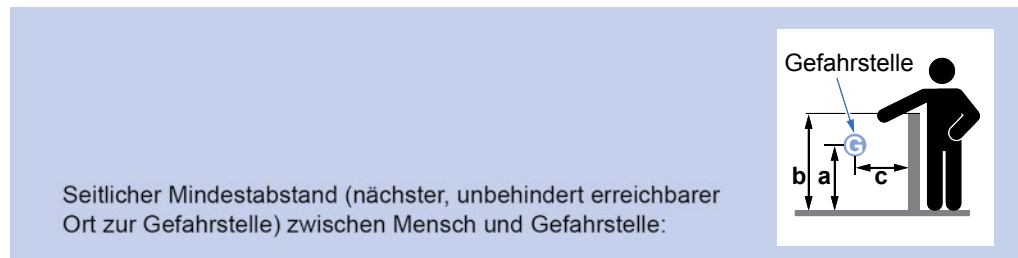
Zur Vermeidung von Quetschstellen der unteren Extremitäten (Zehen, Fuß, Bein) ist DIN EN ISO 13857 „Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen“ zu beachten.

Sicherheitsabstände

Der Sicherheitsabstand ist der Mindestabstand zwischen Mensch und Gefahrstelle, bei dem die Gefahrstelle nicht mehr erreichbar ist. In Abhängigkeit von Lage der Gefahrstelle, Anordnung und Gestalt des Hindernisses (geschlossen oder mit Öffnungen durchbrochen) sowie der auf das Hindernis bezogenen Bewegung des Menschen oder seiner Körperteile sind in DIN EN ISO 13857 „Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen“ zu beachten:

- vertikale Sicherheitsabstände beim Hinaufreichen (bei geringem und hohem Risiko)
- horizontale Sicherheitsabstände beim Hinüberreichen über Hindernisse (bei geringem und hohem Risiko – siehe Tabelle 1.1–1)
- Sicherheitsabstände beim Herumreichen (für Personen ab 14 Jahre)
- Sicherheitsabstände beim Hindurchreichen durch Öffnungen (für Personen ab 3 Jahre und ab 14 Jahre)

Tab. 1.1 – 1 Horizontale Sicherheitsabstände beim Hinüberreichen über Hindernisse (bei geringem Risiko)¹⁾ nach DIN EN ISO 13857



Höhe des Gefahrenbereichs a	Höhe des festen Hindernisses oder schützenden Konstruktion b								
	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2500
2500	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2400	100	100	100	100	100	100	100	100	–
2200	600	600	500	500	400	350	250	–	–
2000	1100	900	700	800	500	350	–	–	–
1800	1100	1000	900	900	600	–	–	–	–
1600	1300	1000	900	900	600	–	–	–	–
1400	1300	1000	900	800	100	–	–	–	–
1200	1400	1000	900	500	–	–	–	–	–
1000	1400	1000	900	300	–	–	–	–	–
800	1300	900	800	–	–	–	–	–	–
600	1200	500	–	–	–	–	–	–	–
400	1200	300	–	–	–	–	–	–	–
200	1100	200	–	–	–	–	–	–	–
0	1100	200	–	–	–	–	–	–	–

¹⁾ geringes Risiko: bei Reib-, Stoßstellen o. ä. (leichte Verletzungen)

hohes Risiko: bei Aufwickel-, Einzugstellen o. ä. (schwere Verletzungen)

Sicherheitsabstände für nicht trennende Schutzeinrichtungen (z. B. mit Annäherungsreaktion) können wie folgt berechnet werden:

$$S = K \cdot T + C$$

S – Mindestsicherheitsabstand

(Abstand zwischen Auslöser der Schutzeinrichtung und Gefahrenbereich)

K – Annäherungsgeschwindigkeit

T – gesamte Ansprechzeit der Schutzeinrichtung

C – zusätzlicher Sicherheitsabstand

Sicherheitsabstände berechnen

Als Annäherungsgeschwindigkeit kann angenommen werden:

- für Teilkörperbewegungen (Hand-, Arm-, Fuß-, Beinbewegung): 2,0 m/s
- für Ganzkörperbewegungen: 1,6 m/s

Der zusätzliche Sicherheitsabstand C hängt von der Annäherungsrichtung, Zugangsmöglichkeit zum Gefahrenbereich, Typ der Schutzeinrichtung (Objekterkennung) ab (DIN EN ISO 13855).

1.1.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

Arten von Schutzeinrichtungen

Zum Schutz vor bewegten Maschinenteilen können unterschiedliche Schutzeinrichtungen angewendet werden (siehe Abbildung 1.1–3).

- Trennende Schutzeinrichtung:
Räumliche Abtrennung der Gefahrstelle gegenüber dem Arbeitsbereich, sodass Personen den Gefahrenbereich nicht erreichen können. Beispiele: Verkleidungen, Verdeckungen, Umzäunungen u. ä.
- Abweisende Schutzeinrichtung:
Körperliches Hindernis, das die Zugangsmöglichkeit zum Gefahrenbereich behindert durch Blockierung des freien Zugangs, ohne den Zugang völlig zu verhindern. Beispiele: Fingerabweiser an Walzeneinläufen, Fußabweiser an Fahrrollen.

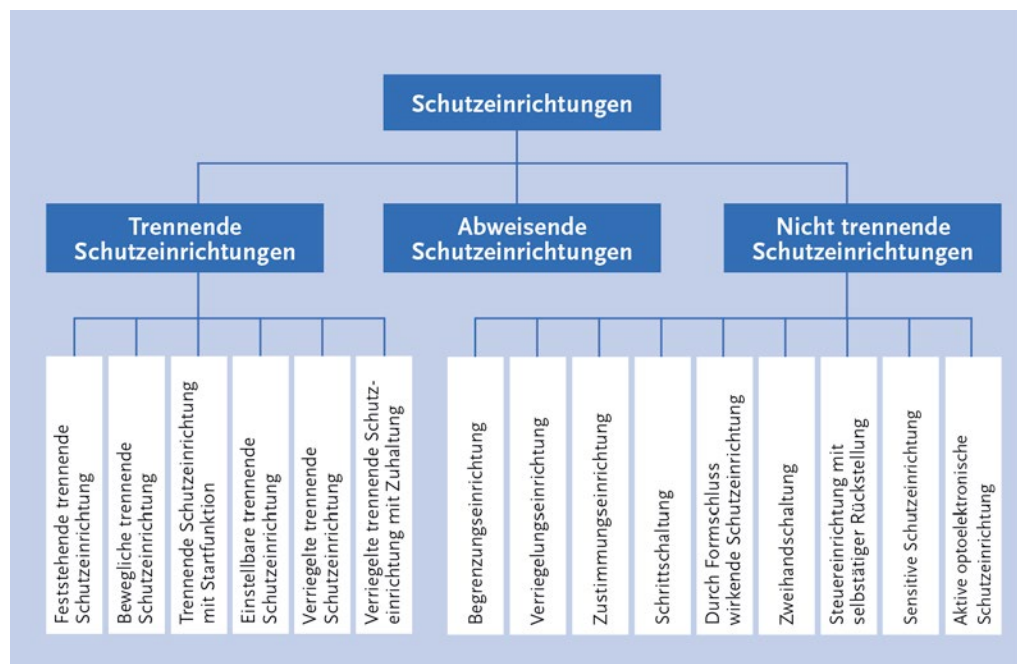


Abb. 1.1–3 Schutzeinrichtungen nach DIN EN ISO 12100

- Nicht trennende Schutzeinrichtung: Einrichtung ohne trennende oder abweisende Funktion, die die Gefährdungen eliminiert oder reduziert, allein oder in Verbindung mit einer trennenden Schutzeinrichtung (meist mit Steuerungsfunktion). Beispiele: Verriegelungseinrichtungen, Zweihandschaltungen, sensitive Schutzeinrichtungen.

Die Auswahl der geeigneten Schutzeinrichtung kann in Abhängigkeit vom Wirkungsbereich der Gefahrstelle, Zugangsmöglichkeit und notwendiger Eingriffshäufigkeit nach Abbildung 1.1-4 erfolgen.

Auswahl von Schutzeinrichtungen

Gefahren durch bewegte Teile				
A Bewegliche Teile der Kraftübertragung z. B. Antriebsscheiben, Zahnräder, Zahnstangen, Kraftübertragungswellen		B Bewegliche Teile, die am Arbeitsprozess teilnehmen z. B. Schneidwerkzeuge, Pressenstößel, in der Bearbeitung befindliche Werkstücke		
kein häufiger Eingriff	häufiger Eingriff	falls möglich	andernfalls	keine oder nur teilweise Sicherung möglich
feststehende, trennende Schutzeinrichtung	bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtung mit oder ohne Zuhaltung	feststehende, trennende Schutzeinrichtung	bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtung mit oder ohne Zuhaltung oder nicht-trennende Schutzeinrichtung	feststehende oder bewegliche trennende Schutzeinrichtung soweit möglich und einstellbare trennende Schutzeinrichtung

Abb. 1.1-4 Auswahl von Schutzeinrichtungen nach DIN EN ISO 12100

Bei der Auswahl und beim Einsatz von Schutzeinrichtungen sind für den sicheren Normalbetrieb folgende Maßnahmen zu empfehlen [3] (DIN EN ISO 12100):

- Schutzeinrichtungen sollen möglichst örtlich umfassend und zwangsläufig wirken und möglichst funktionsunabhängig vom technischen Arbeitsmittel sein.
- Schutzeinrichtungen sollen leicht handhabbar sein. Die Anzeigen und Stellteile sollen gut wahrnehmbar bzw. gut erreichbar sowie sicher bedienbar sein und ein unbeabsichtigtes Betätigen ausschließen (DIN EN 894-1 bis -2). Erforderlichenfalls müssen sie verschließbar sein. Ein Umgehen oder außer Funktion setzen der Schutzeinrichtung mit einfachen Mitteln soll nicht möglich sein.
- Bei Ausführung und Einsatz von trennenden Schutzeinrichtungen sollen Sicherheitsmaße gegen Erreichen von Gefahrstellen durch Hinauf-, Hinüber-, Herum- oder Hindurchreichen nach DIN EN ISO 13857, DIN EN 953 eingehalten werden (siehe Abschnitt 1.1.2).
- Schutzeinrichtungen sind entsprechend den Einsatzbedingungen so auszuwählen, dass sie zuverlässig und funktionssicher wirken und bei unvermeidbaren Umgebungseinflüssen, wie Feuchtigkeit, Schmutz, Hitze, nicht ausfallen.

sicherheitstechnische Anforderungen für den Normalbetrieb

sicherheitstechnische Anforderungen für besondere Betriebszustände

Folgende Maßnahmen können der Vermeidung oder Beseitigung besonderer Gefahrensituationen bei Störungsbeseitigung, Einrichten, Überprüfen, Anfahren, Probetrieb usw. dienen (DIN EN ISO 12100):

- Es sollen Möglichkeiten zum Ausweichen bzw. Befreien aus dem Gefahrenbereich vorhanden sein.
- Das Not-Halt-Gerät soll in Gefahrensituationen erreichbar sein (DIN EN ISO 13850).
- Zur Vermeidung ungewollten Einschaltens des Antriebs oder sonstiger Bewegungen durch Dritte müssen alle Energiearten sicher abgeschaltet sein.
- Bei Energieausfall ist ein Sichlösen von Spanneinrichtungen und gefährliches Herabfallen von Werkzeugen oder Werkstücken zu verhindern, z. B. durch zusätzliche Haltevorrichtungen oder selbsthemmende Vorrichtungen.
- Bei Mehrmannbedienung oder Anwesenheit mehrerer Personen sind für Anfahrvorgänge optische/akustische Warneinrichtungen vorzusehen (DIN EN 981). Anfahrvorgänge u. ä. können besser beobachtet werden, wenn trennende Schutzeinrichtungen (Verkleidungen, Verdeckungen) aus durchsichtigem Material bestehen.
- Bei erforderlichem Aufenthalt im Gefährdungsbereich sind Einrichtungen zum gefahrlosen Betrieb, wie Handsteuerung oder Schleichgangbetrieb, geeignet.

organisatorische und verhaltensbezogene Anforderungen

Auf verbleibende Gefährdungen sollte nach ASR A1.3 mit Schildern, Sicherheitszeichen und Sicherheitsfarben hingewiesen werden. Kennzeichnungen und Beschriftungen von Stellteilen mit sicherheitsrelevanten Kenndaten (zulässiger Druck, Drehzahl, Geschwindigkeit usw.) unterstützen den Bediener in seinem sicherheitsgerechten Verhalten. Auf die Sinnfälligkeit zwischen der Bewegung von Stellteilen und der ausgelösten Wirkung bzw. zwischen Stellteilen und Anzeigen ist zu achten (Abschnitt 8.6–3).

Sicherheitswidriges Verhalten ist zu erwarten, wenn Gefährdungen nicht erkannt werden, z. B. durch ungünstige Umgebungseinflüsse (Beleuchtung, Lärm usw.), fehlende oder unzureichende Warneinrichtungen. Je schwerer die Erkennbarkeit von Gefahren, desto eingehender sollten Informationen und Unterweisungen der Betroffenen erfolgen.

Um ein Aufwickeln von lose hängendem Haar zu verhindern, ist eine geschlossene Kopfbedeckung erforderlich. Zum Schutz vor bewegten Maschinenteilen hilft sichere Kleidung, z. B. Maschinenschutzanzüge nach DIN EN 510. Handschuhe dürfen bei Arbeiten an rotierenden Maschinenteilen nicht getragen werden. Als Schuhwerk sind zum Schutz vor Gefährdungen durch ungeschützte Maschinenteile Berufsschuhe (ohne Zehenkappen) nach DIN EN ISO 20347, BGR 191 ausreichend (siehe auch PSA-BV).

Bei der Auswahl und beim Einsatz von Personen ist auf deren Leistungsvoraussetzungen zu achten, insbesondere auf die erforderliche Sachkundigkeit für besondere Betriebssituationen und spezielle Tätigkeiten, z. B. bei Einricht- und Umbauarbeiten, Instandhaltungsarbeiten, Überprüfungen. Die Zusammenarbeit von mehreren Beteiligten ist zu koordinieren; falls erforderlich, sind Beaufsichtigung und besondere Absicherungen festzulegen.

1.1.4 Vorschriften, Regelwerk, Literatur

Gesetze, Verordnungen

ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung
BetrSichV	Betriebssicherheitsverordnung
9. ProdSV	Neunte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Maschinenverordnung)
8. ProdSV	Achte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Verordnung über die Bereitstellung von persönlichen Schutzausrüstungen auf dem Markt)
PSA-BV	PSA-Benutzungsverordnung

Technische Regelwerke zu den Arbeitsschutzverordnungen

TRBS 2111	Technische Regel für Betriebssicherheit: Mechanische Gefährdungen: Allgemeine Anforderungen
TRBS 2111-1	Technische Regel für Betriebssicherheit 2111 – Teil 1: Mechanische Gefährdungen – Maßnahmen zum Schutz vor Gefährdungen beim Verwenden von mobilen Arbeitsmitteln
TRBS 1203	Technische Regel für Betriebssicherheit: Befähigte Personen
ASR A1.3	Technische Regel für Arbeitsstätten: Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung
ASR A3.4	Technische Regel für Arbeitsstätten: Beleuchtung
ASR A3.4/3	Technische Regel für Arbeitsstätten: Sicherheitsbeleuchtung, optische Sicherheitsleitsysteme

Vorschrift der Berufsgenossenschaften

DGUV Vorschrift 1	Grundsätze der Prävention
-------------------	---------------------------

Weitere Regeln der Technik

DIN EN ISO 12100	Sicherheit von Maschinen – Allgemeine Gestaltungsleitsätze – Risikobeurteilung und Risikominderung
DIN EN ISO 13857	Sicherheit von Maschinen: Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen
DIN EN ISO 20347	Persönliche Schutzausrüstung – Berufsschuhe
DIN EN 349	Sicherheit von Maschinen: Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen
DIN EN ISO 13850	Sicherheit von Maschinen: Not-Halt – Gestaltungsleitsätze
DIN EN ISO 13850 Berichtigung 1	Sicherheit von Maschinen: Not-Halt – Gestaltungsleitsätze – Berichtigung 1
DIN EN 510	Festlegungen für Schutzkleidungen für Bereiche, in denen ein Risiko des Verfangens in beweglichen Teilen besteht

DIN EN 547-1	Sicherheit von Maschinen – Körpermaße des Menschen – Teil 1: Grundlagen zur Bestimmung von Abmessungen für Ganzkörper-Zugänge an Maschinenarbeitsplätzen
DIN EN 547-2	Sicherheit von Maschinen: Körpermaße des Menschen – Teil 2: Grundlagen für die Bemessung von Zugangsöffnungen
DIN EN 574	Sicherheit von Maschinen: Zweihandschaltungen: Funktionelle Aspekte, Gestaltungsleitsätze
DIN EN 614-1	Sicherheit von Maschinen: Ergonomische Gestaltungsgrundsätze – Teil 1: Begriffe und allgemeine Leitsätze
DIN EN ISO 10218-1	Industrieroboter: Sicherheitsanforderungen – Teil 1: Roboter
DIN EN 842	Sicherheit von Maschinen: Optische Gefahrensignale: Allgemeine Anforderungen, Gestaltung und Prüfung
DIN EN 894-1	Sicherheit von Maschinen: Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen – Teil 1: Allgemeine Leitsätze für Benutzer-Interaktion mit Anzeigen und Stellteilen
DIN EN 894-2	Sicherheit von Maschinen: Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen – Teil 2: Anzeigen
DIN EN 894-3	Sicherheit von Maschinen: Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen – Teil 3: Stellteile
DIN EN 953	Sicherheit von Maschinen: Trennende Schutzeinrichtungen: Allgemeine Anforderungen an Gestaltung und Bau von feststehenden und beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen
DIN EN ISO 13849-1	Sicherheit von Maschinen: Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze
DIN EN 981	Sicherheit von Maschinen: System akustischer und optischer Gefahrensignale und Informationssignale
DIN EN ISO 13855	Sicherheit von Maschinen – Anordnung von Schutzeinrichtungen im Hinblick auf Annäherungsgeschwindigkeiten von Körperteilen
DIN EN 1005-2	Sicherheit von Maschinen: Menschliche körperliche Leistung – Teil 2: Manuelle Handhabung von Gegenständen in Verbindung mit Maschinen und Maschinenteilen
DIN EN 1005-3	Sicherheit von Maschinen: Menschliche körperliche Leistung – Teil 3: Empfohlene Kraftgrenzen bei Maschinenbetätigung
DIN EN 1037	Sicherheit von Maschinen: Vermeidung von unerwartetem Anlauf
DIN EN ISO 14119	Sicherheit von Maschinen: Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen – Leitsätze für Gestaltung und Auswahl
DIN EN 12203	Maschinen zur Herstellung von Schuhen, Leder- und Kunstlederwaren: Schuh- und Lederpressen: Sicherheitsanforderungen
DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1)	Sicherheit von Maschinen: Elektrische Ausrüstung von Maschinen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
DIN EN 60204-1 Berichtigung 1:2010-05 (VDE 0113-1)	Sicherheit von Maschinen: Elektrische Ausrüstung von Maschinen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen – Berichtigung 1

DIN EN 61131-1	Speicherprogrammierbare Steuerungen – Teil 1: Allgemeine Informationen
DIN EN 61310-1 (VDE 0113-101)	Sicherheit von Maschinen: Anzeigen, Kennzeichen und Bedienen – Teil 1: Anforderungen an sichtbare, hörbare und tastbare Signale
DIN EN 61310-2 (VDE 0113-102)	Sicherheit von Maschinen – Anzeigen, Kennzeichen und Bedienen – Teil 2: Anforderungen an die Kennzeichnung
DIN EN 61496-1 (VDE 0113-201)	Sicherheit von Maschinen – Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfungen
DIN EN 61496-1 Berichtigung 1 (VDE 0113-201)	Sicherheit von Maschinen: Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfungen – Berichtigung 1
DIN EN ISO 13856-1	Sicherheit von Maschinen – Druckempfindliche Schutzeinrichtungen – Teil 1: Allgemeine Leitsätze für die Gestaltung und Prüfung von Schalmatten und Schaltplatten
DIN 4844-2	Sicherheitskennzeichnung – Teil 2: Registrierte Sicherheitszeichen
DIN 4844-2/A1	Sicherheitskennzeichnung – Teil 2: Registrierte Sicherheitszeichen – Änderung 1
DIN EN ISO 11161	Sicherheit von Maschinen: Integrierte Fertigungssysteme – Grundlegende Anforderungen
DGUV Information 203-079	Auswahl und Anbringung von Verriegelungseinrichtungen
DGUV Information 212-515	Persönliche Schutzausrüstungen
DGUV Regel 112-139	Einsatz von Personen-Notsignal-Anlagen
DGUV Regel 112-189	Benutzung von Schutzkleidung
DGUV Regel 112-191	Benutzung von Fuß- und Knieschutz

Literatur

- [1] **Mauser, F.; Mewes, D.; Schliefer, V.:** Messung und Bewertung von Schließkräften an kraftbetätigten Türen und Toren. Die BG (1991), 11, 650–653
- [2] **Vorath, B.-J.; Lang, K.-H.; Tismer, S.:** Untersuchungen typischer Unfallgefährdungen durch rotierende Maschinenteile. Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW 2001. (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Forschung, Fb 910)
- [3] **Nohl, J.; Thiemecke, H.:** Systematik zur Durchführung von Gefährdungsanalysen – Teil II: Praxisbezogene Anwendung. Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW 1988. (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz: Forschung, Fb 542)

Internetangebote/Links

- [4] www.baua.de/maschinen
- [5] www.baua.de/de/Produktsicherheit/Produktinformationen/Normenverzeichnisse.html
- [6] www.baua.de/de/Produktsicherheit/Produktgruppen/PSA/PSA.html

1.1.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

Prüffragen

- Sind bewegte Maschinenteile (Stoß-, Quetsch-, Scher-, Schneid-, Stich-, Fang-, Aufwickel-, Einzugstelle) im Normalbetrieb durch Schutzeinrichtungen vor freiem Zugang geschützt?
- Sind die Schutzeinrichtungen ordnungsgemäß montiert und ausreichend wirksam?
- Müssen die bewegten Maschinenteile bei besonderen Betriebszuständen (z. B. bei Einrichten, Wartung, Inspektion, Störungsbeseitigung) zugänglich sein und sind dafür die sicherheitstechnischen Maßnahmen, z. B. durch Einschaltsperrn, Freischalten, Hinweisschilder, Absperrungen, ausreichend?
- Sind die Sicherheitsabstände bzw. Engstellen ausreichend bemessen?
- Sind die Gefahrstellen in ihrer Anordnung bzw. durch Beleuchtung, Staubschutz u. a. gut wahrnehmbar?

festgestellte Gefährdungen/Mängel

- bewegte Maschinenteile ... sind im Normalbetrieb frei zugänglich (Stoß-, Quetsch-, Scher-, Schneid-, Stich-, Fang-, Aufwickel-, Einzugstelle)
- Schutzeinrichtungen fehlen/sind demontiert bzw. unzureichend wirksam/defekt aus folgenden Gründen ... (fehlen schon immer, Behinderung, Zeitersparnis, Funktionsmangel, fehlende Reparatur)
- bewegte Maschinenteile ... müssen bei bestimmten Arbeiten ... zugänglich sein (z. B. Einrichten, Wartung, Inspektion, Störungsbeseitigung)
- zu geringe Sicherheitsabstände ... bzw. Engstellen ... zu der Gefahrstelle (hinauf-, hinüber-, herum-, hindurchgreifen; Quetschstelle für Arm, Hand, Fuß)
- schlechte Wahrnehmbarkeit der Gefahrstellen wegen ungünstiger Umfeldbedingungen ... (z. B. Beleuchtung, Staub, Lärm)

Maßnahmen

- geeignete Schutzeinrichtungen einsetzen ... bzw. instandsetzen ...
- Sicherheitsabstände einhalten ...
- Engstellen beseitigen ...
- Arbeitsanweisungen für besondere Betriebszustände erstellen ... (z. B. Wartung, Einrichten)
- sicherheitstechnische Maßnahmen für besondere Betriebszustände durchführen ... (z. B. Einschaltsperrn, Freischalten, Hinweisschilder, Absperrung)
- bei unvermeidbaren Gefahrstellen für deren gute Wahrnehmbarkeit sorgen ... (z. B. Kennzeichnung, Beleuchtung, optische oder akustische Warnsignale u. a.)
- enganliegende Arbeitskleidung, Haarschutz u. a. vorgeschriebene PSA tragen ...

1.2 Teile mit gefährlichen Oberflächen

Autoren:

Dr.-Ing. H. Fischer

Dipl.-Ing. Th. Mössner

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Th. Mössner

BAuA

Bearbeitungsstand: Dezember 2015

Gefährliche Oberflächen sind

- Ecken, Kanten,
- Spitzen, Schneiden,
- Oberflächenrauigkeit

an feststehenden, umherliegenden oder beweglichen Teilen, z. B. an Arbeitsmitteln, baulichen Anlagen, Werkzeugen, Werkstücken, Arbeitsmaterial, Abfällen.

gefährliche
Oberflächen

1.2.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen

Verletzungen können entstehen, wenn sich Teile mit gefährlicher Oberfläche

- im Handhabungs- und Bewegungsbereich des Menschen, z. B. an hervorstehenden Stellteilen, Maschinen- oder Anlagenteilen,
 - in Engen, z. B. raue Oberflächen in schmalen oder niedrigen Durchgängen, geringen Handfrei-räumen,
 - an unerwarteten, zeitweiligen Hindernissen im Gehbereich, z. B. plötzliches Öffnen von Türen und Toren,
 - an Werkzeugen, Werkstücken, Abfällen,
 - an Abrissmaterial oder zerstörten Gegenständen, z. B. Splitter, Scherben, Nägel,
 - auf Tritt-, Knie-, Sitzflächen
- befinden.

Ursachen für
Verletzungen

Gefährliche Oberflächen können bewirken:

- Stoßen, Stechen, Schneiden
- Schürfen, Aufreißen
- Einhaken, Hängen bleiben

Unfallfolgen

Form und Abmessungen beeinflussen die Schwere des möglichen Körperschadens. Neben der Oberflächengestalt spielen

- Intensität der Körperbewegung (Geschwindigkeit, Kraft, Weglänge),
 - betroffenes Körperteil und dessen spezifische Widerstandsfähigkeit,
 - Benutzung von PSA
- eine Rolle.

unfallbegünstigende Faktoren

Unfallbegünstigende Faktoren können sein:

- schlechte Wahrnehmbarkeit der gefährlichen Oberfläche durch
 - fehlende Sicht
 - unzureichende Beleuchtung, zu geringer Kontrast
 - unerwartetes, plötzliches Auftreten gefährlicher Oberflächen
 - ungünstiger Bewegungsraum, ungünstige Wegführung (Kontaktmöglichkeit mit gefährlichen Oberflächen)
 - zu geringe Standfläche, zu enger Bewegungsraum sowie Zwangshaltungen

1.2.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien**Kontakt mit gefährlichen Oberflächen vermeiden**

Grenzwerte für Abmessungen von gefährlichen Oberflächen gibt es nicht. Schutzmaßnahmen werden unter Berücksichtigung der Technischen Regel zur Betriebssicherheitsverordnung TRBS 2111 und TRBS 2111-1 festgelegt, aber auch auf der Grundlage von Erfahrungen aus zurückliegenden Schadensereignissen oder aufgrund von Vorschriften (siehe Abschnitt 1.2.3). Entscheidend ist es, den Kontakt des Menschen mit den gefährlichen Oberflächen auszuschließen.

1.2.3 Arbeitsschutzmaßnahmen**gefährliche Oberflächen vermeiden**

Der wirksamste Schutz ist, gefährliche Oberflächen zu vermeiden. Dort, wo dies nicht möglich ist, sollte deren schädigende Wirkung auf ein ungefährliches Maß verringert werden, z. B. durch Abrunden, Anfasen, Entgraten, Verwendung von splitterfreiem Material, Schneiden- oder Kantenschutz, Abpolstern mit weichem Material, Abdecken oder bewegliche Gestaltung, um möglichst große und/oder weiche bzw. nachgiebige Kontaktflächen zu erzielen.

Gefährdungspotenzial auf ungefährlichen Wert verringern

Sind gefährliche Oberflächen unvermeidbar, sollten durch den technologischen Ablauf die Bewegungsrichtungen des Menschen so festgelegt werden, dass es möglichst zu keinem Kontakt kommt, oder die Bewegungsräume so angeordnet und bemessen sind, dass mit ausreichendem Sicherheitsabstand ein Kontakt mit den gefährlichen Oberflächen vermieden werden kann, z. B. durch:

- Verwendung von technischen Hilfsmitteln (z. B. Späneheken)
- freie Bewegungsfläche am Arbeitsplatz $\geq 1,5 \text{ m}^2$ bei einer Seitenlänge $\geq 1,0 \text{ m}$.

gefährliche Engen vermeiden

Gefährliche Quetschstellen sollten durch Einhaltung folgender Mindestabstände nach DIN EN 349, [1] vermieden werden:

- Ganzkörper-Enge/vertikal: 1800 mm
- Ganzkörper-Enge/horizontal: 500 mm
- Arm-Enge: 120 mm
- Hand-Enge: 100 mm
- Finger-Enge: 25 mm
- Bein-Enge: 180 mm
- Fuß-Enge: 120 mm

In Abhängigkeit von tätigkeitsbezogener Bewegungsgeschwindigkeit, vom erforderlichen Bewegungsraum sowie von der Art der gefährlichen Oberfläche können zusätzlich Sicherheitszuschläge festgelegt werden.

- Feststehende Bewegungshindernisse sind möglichst zu vermeiden. Ist dies nicht möglich, sollten diese beweglich bzw. elastisch nachgebend gestaltet werden.
- Türen sollten so angebracht sein, dass sie beim Öffnen vorbeiführende Verkehrswege (z. B. Gänge) nicht einengen (ASR A1.7).

Sind gefährliche Oberflächen nicht vermeidbar, sollte für deren Wahrnehmbarkeit gesorgt werden (Beleuchtung).

Wahrnehmung und Handhabung

Bei gefährlichen Oberflächen von Werkzeugen ist auf eine sichere und praktische Handhabung zu achten, z. B. durch sichere Ablagestellen und Behältnisse.

Scharfe und spitze Werkzeuge u. ä. Gegenstände sollten nicht in der Kleidung getragen werden.

Auch durch persönliche Schutzausrüstungen

persönliche Schutzausrüstung

- Kopfschutz (Schutzhelm),
- Fußschutz (Sicherheitsschuhe mit durchtrittsicherer Sohle – Kategorie S 3 oder S 5 nach DIN EN ISO 20345),
- Körperschutz (Handschuhe, schnitt- und stichsichere Kleidung – DIN EN ISO 13688, DGUV Regel 112-196, DGUV Regel 112-200),

kann vor gefährlichen Oberflächen geschützt werden (PSA-BV).

1.2.4 Vorschriften, Regelwerk, Literatur

Gesetze, Verordnungen

ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung
8. ProdSV	Achte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Verordnung über die Bereitstellung von persönlichen Schutzausrüstungen auf dem Markt)
PSA-BV	PSA-Benutzungsverordnung

Technische Regelwerke zu den Arbeitsschutzverordnungen

ASR A1.7	Türen und Tore
TRBS 2111	Technische Regel für Betriebssicherheit: Mechanische Gefährdungen: Allgemeine Anforderungen
TRBS2111-1	Mechanische Gefährdungen – Maßnahmen zum Schutz vor Gefährdungen beim Verwenden von mobilen Arbeitsmitteln

Vorschriften der Berufsgenossenschaften

DGUV Vorschrift 1	Grundsätze der Prävention
-------------------	---------------------------

Weitere Regeln der Technik

DIN EN ISO 13688	Schutzkleidung – Allgemeine Anforderungen
DIN EN ISO 20345	Persönliche Schutzausrüstung: Sicherheitsschuhe

DIN EN 349+A1	Sicherheit von Maschinen: Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen
DIN EN 388	Schutzhandschuhe gegen mechanische Risiken
DIN EN 420	Schutzhandschuhe: Allgemeine Anforderungen und Prüfverfahren
DGUV Information 209-001	Sicherheit beim Arbeiten mit Handwerkzeugen
DGUV Information 213-001	Arbeiten in engen Räumen
DGUV Regel 112-189	Benutzung von Schutzkleidung
DGUV Regel 112-191	Benutzung von Fuß- und Knieschutz
DGUV Regel 112-193	Benutzung von Kopfschutz
DGUV Regel 112-195	Einsatz von Schutzhandschuhen
DGUV Regel 112-196	Einsatz von Stechschutzbekleidung
DGUV Regel 112-200	Benutzung von Stechschutzhandschuhen und Armschützern

Literatur

- [1] **Nohl, J.; Thiemecke, H.:** Systematik zur Durchführung von Gefährdungsanalysen – Teil II: Praxisbezogene Anwendung. Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW 1988. (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz: Forschung, Fb 542)

1.2.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

- Kann ein Kontakt mit gefährlichen Oberflächen (z. B. Ecken, Kanten; Spitzen, Schneiden; raue Oberflächen) durch trennende Schutzeinrichtungen verhindert werden?
- Sind ausreichend Frei- und Bewegungsräume vorhanden, um einen Kontakt mit den gefährlichen Oberflächen zu vermeiden?
- Werden gefährliche Oberflächen beseitigt bzw. ihre Wirkung verhindert, z. B. durch Entgraten, Schneidenschutz, Handschuhe?
- Sind die gefährlichen Oberflächen in ihrer Anordnung bzw. durch Beleuchtung, Kontrast und Farbe gut wahrnehmbar?

- Kontakt mit gefährlichen Oberflächen im Bewegungsraum ... möglich (z. B. Ecken, Kanten; Spitzen, Schneiden; raue Oberflächen)
- zu enger Bewegungsraum in Nähe von gefährlichen Oberflächen ...
- gefährliche Oberflächen sind schlecht wahrnehmbar ... (z. B. Beleuchtung, Kontrast, Farbe)

- trennende Schutzeinrichtungen einsetzen ... (z. B. Verkleidungen, Verdeckungen)
- gefährliche Oberflächen beseitigen (z. B. Entgraten, Polstern, Kantenschutz)
- spitze und scharfe Werkzeuge, Werkstücke usw. sicher aufbewahren ... (z. B. Behälter, Ablagen)
- technische Hilfsmittel verwenden ... (z. B. Spänehaken)
- Wahrnehmbarkeit verbessern ... (z. B. Beleuchtung)
- ausreichenden Frei- und Bewegungsraum schaffen ...

Prüffragen

festgestellte
Gefährdungen/Mängel

Maßnahmen

1.3 Transport und mobile Arbeitsmittel

Autoren:

Dr.-Ing. H. Fischer

Dipl.-Ing. M. Kittelmann

Dipl.-Ing. Th. Mössner

Ansprechpartnerin:

Dipl.-Ing. M. Kittelmann

BAuA

Bearbeitungsstand: Dezember 2015

mobile Arbeitsmittel

Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich schwerpunktmäßig auf:

- Fahrzeuge (z. B. LKW, Kipper, Anhängfahrzeuge – im Sinne der BGV D29)
- Flurförderzeuge (z. B. Gabelstapler, Hubwagen, Heberoller – im Sinne der BGV D27)
- Krane/Hebezeuge (z. B. Krane mit Tragmitteln, LKW-Ladekran, Regalbedienkran im Sinne der BGV D6 und BGR 500)

Sie können auch auf die übrigen Transportmittel sowie andere mobile Arbeitsmittel angewendet werden. Für ortsgebundene Transportmittel, z. B. Stetigförderer (siehe BGR 500), Hebebühnen (siehe BGR 500), sind zusätzlich Abschnitt 1.1 „Kontrolliert bewegte ungeschützte Teile“ und für Aufzugsanlagen die Aufzugsverordnung (12. ProdSV) zu beachten.

1.3.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen

Unfälle durch mobile Arbeitsmittel

Gefährdungsschwerpunkte beim Umgang mit mobilen Arbeitsmitteln sind

- Anfahren oder Überfahren von Personen durch Fahrbewegungen
- Quetschen von Personen durch Fahrbewegungen (Fahren gegen ein Fahrhindernis oder Entstehung einer gefährlichen Enge, z. B. beim Kuppeln, Rückwärtsfahren, Rangieren, Transportieren)
- Umkippen, Abstürzen und Aufprallen mit mobilen Arbeitsmitteln (z. B. bei Fahren in Kurven, Vertiefungen)
- Umkippen, Sichlösen und Herabfallen von Transportgut, ungesicherten Fahrzeugaufbauten u. a. (Be- und Entladen von ungesicherter Ladung, bei anstehendem Ladungsdruck; Transport bei unzureichender Last- bzw. Ladungssicherung, Fahrbahnunebenheiten, Hängen bleiben)
- Stürzen von Personen auf/von mobilen Arbeitsmitteln
- unsichere Auf- und Abstiege sowie Standorte auf dem Arbeitsmittel beim Be- und Entladen, Bedienen, Überwachen/Kontrollieren, Transportieren, Mitfahren

Unfallfolgen

Die Schwere von Unfällen durch mobile Arbeitsmittel kann sehr gravierend sein (z. B. waren bei jährlich rund 13.000 meldepflichtigen Staplerunfällen rund 700 schwere Unfälle, davon mindestens 20 Unfälle mit Todesfolge).

1.3.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

Einsatz von mobilen Arbeitsmitteln

Mobile Arbeitsmittel dürfen nur in Betrieb genommen werden, wenn sie den Beschaffenheitsanforderungen gemäß § 3 und den Voraussetzungen der §§ 4 und 5 der Maschinenverordnung (9. ProdSV) entsprechen. Bei der Gefährdungsbeurteilung sind die Technischen Regeln zur Betriebssicherheitsverordnung TRBS 2111 und TRBS 2111-4 zu berücksichtigen.

Voraussetzungen
für den Betrieb

Mobile Arbeitsmittel, die nicht betriebsbereit angeliefert wurden (ohne Typ-/Baumusterprüfung oder EG-Konformitätserklärung) oder die sich nach Instandhaltungs- oder Modernisierungsmaßnahmen wesentlich verändert haben, sind vor der ersten Inbetriebnahme durch befähigte Personen nach TRBS 1203 (Sachkundige bzw. Sachverständige) zu prüfen.

Inbetriebnahme

Mit Einführung der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) ist eine Flexibilisierung der Prüfverfahren verbunden, die auch mobile Arbeitsmittel einschließt:

wiederkehrende
Prüfungen

- Gem. § 3 Absatz 3 BetrSichV wird der Arbeitgeber verpflichtet, Art, Umfang und Fristen erforderlicher Prüfungen des sicheren Zustandes der eingesetzten Arbeitsmittel im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nach dem Arbeitsschutzgesetz zu ermitteln. Über die Ergebnisse der Prüfungen ist gem. § 11 BetrSichV ein Nachweis zu führen.
- Des Weiteren muss der Arbeitgeber die notwendigen Voraussetzungen an das Prüfpersonal ermitteln und auf dieser Grundlage geeignete Personen mit der Durchführung der Prüfungen beauftragen (TRBS 1203).
- In Ergänzung dazu werden von den Unfallversicherungsträgern Wartungshilfen mit Anforderungen an die Prüfung von Arbeitsmitteln in BGR, BGI und BGG herausgegeben.

Folgende wiederkehrende Prüfungen der Verkehrs- und Betriebssicherheit kraftbetriebener mobiler Arbeitsmittel durch befähigte Personen werden z. B. empfohlen:

- Fahrzeuge (einschließlich Anhängfahrzeuge): mindestens einmal jährlich nach § 57 BGV D29, StVO, StVZO
- Flurförderzeuge (einschließlich Anbaugeräte): mindestens einmal jährlich nach § 37 BGV D27
- Krane/Lastaufnahmeeinrichtungen: nach § 26 BGV D6 mindestens einmal jährlich, nach Umsetzen/Aufstellen jedes Mal, kraftbetriebene Krane nach § 26 Abs. 3 BGV D6 – alle 4 Jahre, Anschlagmittel – alle 3 Jahre, durch Sachverständige.

Zur Feststellung der Verkehrs- und Betriebssicherheit sollten vor Arbeitsbeginn und während der Nutzung Zustandskontrollen an mobilen Arbeitsmitteln, Transporthilfsmitteln, Transportgütern, Transportwegen und Lagerflächen durchgeführt werden. Mängel sollten in ein Kontrollbuch eingetragen werden (§ 36 BGV D29, § 9 BGV D27, § 30 BGV D6).

Zustandskontrollen

1.3.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

1.3.3.1 Sichere mobile Arbeitsmittel und Transporthilfsmittel (Fahrzeugaufbauten, Lastaufnahmeeinrichtungen, Behälter usw.)

Zum Schutz vor gefährlichen Fahrbewegungen werden örtliche Bewegungsbegrenzungen, wie Hubbegrenzungseinrichtungen, Notendhalteinrichtungen oder Nothalteinrichtungen, selbsttätige Bremsenrichtungen, eingesetzt (z. B. §§ 14, 15, 19, 24 BGV D6).

Bewegungs-
begrenzungen

Als Auffahrschutz können Fußabweiser oder druckempfindliche Schutzbügel an den Rädern der mobilen Arbeitsmittel angebracht werden.

Auffahrschutz

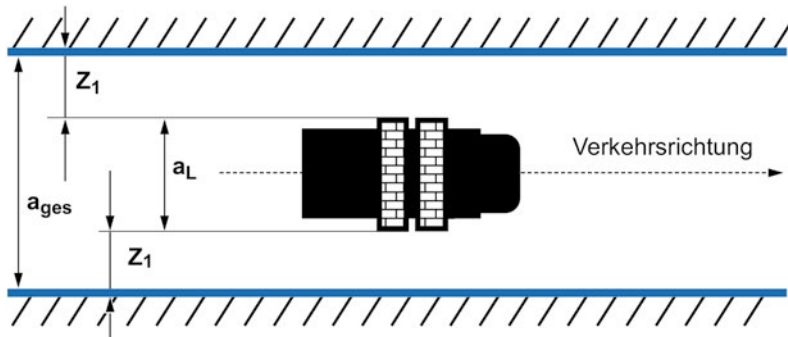
- Rückraumsicherung** Für die Sicherung des rückwärtigen Raumes beim Rückwärtsfahren finden neben akustischen und optischen Signal- und Warneinrichtungen sowie Rückfahrcheinwerfern (wegen möglicher Verschmutzung möglichst hoch anbringen) auch Rückraumsicherungseinrichtungen Anwendung. Bei Verwendung von Infrarot- und Ultraschallsensoreinrichtungen sind je nach Einsatzbedingungen Funktionsstörungen infolge Verschmutzung oder Beschädigung möglich. Sicherer sind Kamera-Monitor-Systeme zur Rückraumüberwachung [1].
- Kippschutz** Um ein Kippen oder Abstürzen von mobilen Arbeitsmitteln zu verhindern, werden Sicherheits- und Signaleinrichtungen zur Begrenzung von Neigungswinkel, Lastmoment oder Fahrgeschwindigkeit verwendet. Die Ausrüstung mit einem Überrollschutz schützt den Fahrer beim Kippen des mobilen Arbeitsmittels.
- Aufstiege** Aufstiege, Ein- und Ausstiege sollen sicher und leicht zugänglich sein (§§ 25, 41 BGV D29, DA Anhang 2), insbesondere durch:
- ausreichend tiefe und breite sowie rutschhemmende Trittplächen
 - Höhe der ersten Sprosse/Stufe maximal 0,5 m
 - griffgünstige Haltegriffe
 - Notaus- oder Notabstiege (§ 8 BGV D6)
- Arbeitsstände** Einem sicheren Aufenthalt beim Be- und Entladen, Bedienen, Überwachen, Kontrollieren, Instandhalten dienen folgende Maßnahmen (§§ 24, 41 BGV D29):
- Laufstege $\geq 0,4$ m Breite
 - Standfläche mindestens $0,4 \times 0,5$ m
 - rutschhemmende Beläge (möglichst R12–R13 nach BGR 181 – siehe Abschnitt 1.5)
 - Haltegriffe o. a. Haltemöglichkeiten, erforderlichenfalls zusätzliche Benutzung geeigneter Hilfsmittel, wie Leitern, geeignete Stauräume zur Aufbewahrung von Hilfsmitteln
 - Hilfsmittel, die ein Aufsteigen erübrigen, z. B. Haltestangen für Spriegelbretter
 - ausreichende Beleuchtung auf Arbeits- und Standflächen, gegebenenfalls Zusatzbeleuchtung
 - sichere Arbeitsstände und Arbeitsbühnen für Instandhaltungsarbeiten
 - gesicherte hochfahrbare Arbeitsbühnen (Befestigung, Geländer, Hubbegrenzung) (§ 26 BGV D27)
 - gesonderte Sitzplätze für Beifahrer oder sicherer Aufenthaltsort für mitfahrende Personen um ein Sitzen auf Bordwänden zu vermeiden (§§ 8, 9, 42 BGV D29, § 25 BGV D27)

1.3.3.2 Sichere Transport- und Verkehrswege

Transport- und Verkehrswege sollen ausreichend bemessen, tragfähig, eben und gut ausgeleuchtet sein (Anhang, Abschnitt 1.8 ArbStättV; ASR A1.8; DIN 18225).

- Wegebreiten** Die Mindestbreite der Wege richtet sich nach der Breite des Transportmittels bzw. des Ladegutes. Zur Vermeidung gefährlicher Engen sind diese mit Sicherheitszuschlägen zu versehen (für nicht-schienengebundenen Verkehr – Abbildung 1.3–1).
bei Richtungsverkehr:

$$a_{\text{ges}} = a_L + 2 \cdot Z_1$$



- a_{ges} Gesamt-Wegebreite
- a_L Breite des Transportmittels bzw. -gutes
- Z_1 Randzuschlag
- Z_2 Begegnungszuschlag

- Empfohlene Zuschläge für Geschwindigkeiten ≤ 20 km/h:
- Randzuschlag Z_1 beiderseits 0,50 m (insgesamt also 1,00 m)
 - Begegnungszuschlag $Z_2 = 0,40$ m

bei Begegnungsverkehr: $a_{ges} = a_{L1} + a_{L2} + 2 \cdot Z_1 + Z_2$

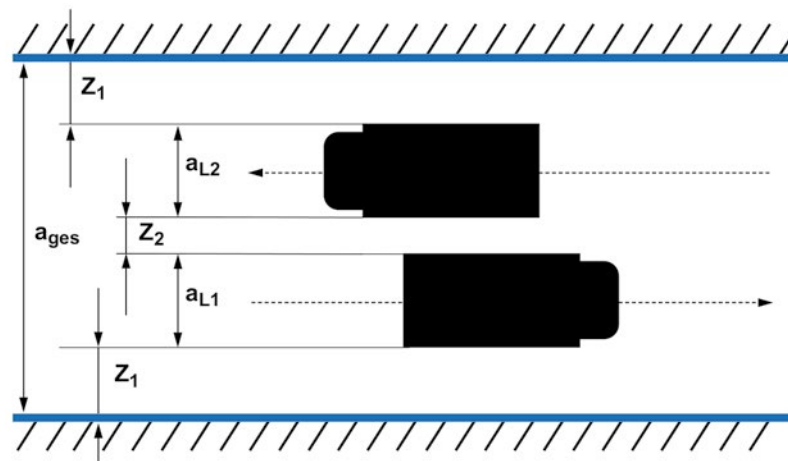


Abb. 1.3-1 Berechnung der Mindestwegebreiten [2] (ASR A1.8)

Für bestimmte Transportoperationen, z. B. Zufuhr-, Stapel-, Wendefahrten, können zusätzliche Sicherheitszuschläge erforderlich sein [3].

In BGR 234 (ZH 1/428) werden Sicherheitsabstände und Breiten von Verkehrswegen und Gängen in Lagern mit Lagereinrichtungen (Regale u. ä.) vorgeschlagen.

An engen und unübersichtlichen Stellen der Verkehrswege sollten zum Schutz von Personen und Sachwerten (z. B. Stapeln) Absperrgeländer, Spiegel oder Anfahrerschutz (Abweiser oder Leitplanken in 0,30 m Höhe) angebracht werden.

**Zusätzliche
Sicherungsmaßnahmen**

Nach Möglichkeit sollte Richtungsverkehr vorgesehen und Begegnungsverkehr vermieden werden. Geh- und Fahrverkehr sollten voneinander getrennt werden.

Richtungsverkehr

Die Begrenzungen der Verkehrswege müssen nach Anhang, Abschnitt 1.8 ArbStättV gekennzeichnet sein.

Kennzeichnung

Übersichtspläne, Hinweisschilder u. ä. zur Verkehrsregulierung im Gelände tragen zur Erhöhung der Transport- und Verkehrssicherheit bei.

1.3.3 Sicheres Verhalten und sichere Organisation beim Betreiben des mobilen Arbeitsmittels

bestimmungsgemäßer Einsatz	Voraussetzung ist der bestimmungsgemäße Einsatz der mobilen Arbeitsmittel und -hilfsmittel entsprechend dem in der Dokumentation vorgesehenen Verwendungszweck und unter Beachtung der Betriebsvorschriften (zulässige Höchstgeschwindigkeit, Nutzlast, Achslast, Anhängelast usw.).
Anleitungen, Vorschriften	Betriebs- oder Bedienanleitungen, Betriebsvorschriften sollen für das Bedienpersonal zugänglich sein und möglichst in der Sprache des Anwenders vorliegen. Die Unfallverhütungsvorschriften sind an geeigneter Stelle (z. B. Meisterbüro) auszulegen.
Betriebsanweisungen	Können besondere Gefährdungen auftreten, sind nach § 34 BGV D29; § 5 BGV D27; § 34 BGV D6 Betriebsanweisungen mit besonderen Regelungen aufzustellen, z. B. über: <ul style="list-style-type: none"> – innerbetrieblichen Verkehr – Transport gefährlicher Güter – Personentransport
Instandhaltung	Für Flurförderzeuge hat nach § 5 BGV D27 die Betriebsanweisung in schriftlicher Form vorzuliegen. Weitere Regelungen sollten zur Organisation der Instandhaltung getroffen werden, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> – planmäßige Wartung und Pflege der mobilen Arbeitsmittel – Führung von Kontrollbüchern über die laufende Kontrolle der Betriebs- und Verkehrssicherheit und Auswertung der Kontrollbücher – sachgemäße Lagerung von Lastaufnahme- und Anschlagmitteln (BGR 500)
Zusammenarbeit	Des Weiteren kann die Zusammenarbeit mehrerer Personen oder Firmen Regelungen bzw. Absprachen zur Koordinierung des Arbeitsablaufes erforderlich machen, z. B. zwischen Fahrer und Transportarbeitern (Einweisern, Anschlägern) (§ 30 BGV D6; § 46 BGV D29).
personelle Voraussetzungen	Das Führen von mobilen Arbeitsmitteln erfordert bestimmte Voraussetzungen, Kenntnisse und Fähigkeiten, z. B. durch: <ul style="list-style-type: none"> – spezielle Ausbildung (als Fahrzeugführer, Staplerfahrer, Kranfahrer) und Nachweis der Befähigung – Bestimmung (§ 35 BGV D29) bzw. schriftliche Beauftragung zum Führen ortsveränderlicher kraftbetriebener Arbeitsmittel (§ 7 BGV D27; § 29 BGV D6) – regelmäßige arbeitsplatz- bzw. tätigkeitsbezogene Unterweisungen (§ 4 BGV A1; § 29 BGV D6; § 35 BGV D29; § 7 BGV D27) – Vorsorgeuntersuchungen (für Staplerfahrer nach BGI/GUV-I 504-25) – Mindestalter des Fahrers für kraftbetriebene mobile Arbeitsmittel in der Regel 18 Jahre

1.3.3.4 Sicheres Verhalten beim Betrieb des mobilen Arbeitsmittels

Für den sicheren Betrieb eines mobilen Arbeitsmittels gilt es, die folgenden Verhaltensmaßregeln zu beachten:

Kuppeln	Sicheres Kuppeln von Fahrzeugen (§ 40 BGV D29): <ul style="list-style-type: none"> – Beim selbsttätigen Kuppeln das Anhängelfahrzeug möglichst auf ebenem Gelände abstellen oder unter Verwendung von Unterlegkeilen feststellen. – Nicht zwischen den Fahrzeugen aufhalten!
----------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

- Beim manuellen Kuppeln Anhängfahrzeug nicht auf Zufahrzeug ungebremst auflaufen lassen! Dabei Feststellbremse benutzen bei ausreichendem Frei- und Bewegungsraum.

Sicheres Rückwärtsfahren von Fahrzeugen (§ 46 BGV D29, 5.5, 5.6, 5.7 ASR A1.3):

- Wenn möglich, Rückwärtsfahren vermeiden!
- Der Einweiser soll sich im Sichtbereich außerhalb des Gefahrenbereiches befinden.
- Eindeutige optische oder akustische Signale geben, z. B. mittels Handzeichen.

Rückwärtsfahren

Sicheres Rangieren/Bewegen von Fahrzeugen (§ 47 BGV D29):

- Wenn möglich, Rangieren vermeiden!
- Sichere Abschleppmittel wie Abschleppstange, -seil, -kette verwenden.
- Erforderlichenfalls beim manuellen Bewegen eine Bremsmöglichkeit benutzen.

Rangieren

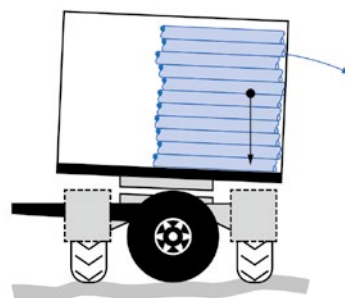
Vermeidung von Kippgefährdungen bei Fahrzeugen (§§ 37, 45 BGV D29):

- Bei Benutzung von Kipp-, Hub- und Schwenkeinrichtungen, Einachshängern sowie höhenverstellbaren Stützeinrichtungen auf die stabile Gleichgewichtslage achten. Zu einer gefährlichen Schwerpunktverlagerung kann es auch beim Be- und Entladen durch Veränderung der Lastverteilung kommen. Dabei besonders Gesamtgewicht, Achslast bzw. Stützlast sowie Lastverteilung beachten.

Standsicherheit

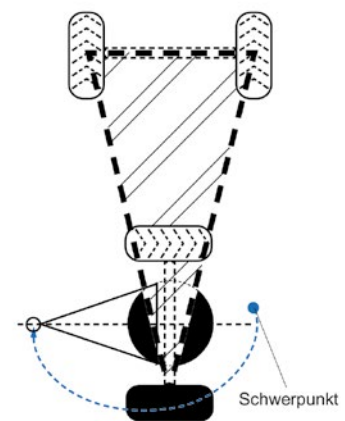
- Die Standsicherheit wird kritisch, wenn sich der Körperschwerpunkt nahe der Kippkante, im ungünstigsten Fall vor der Kippkante (in Kipprichtung gesehen) befindet. Ein Beispiel für ein Arbeitsmittel mit ungünstiger Standsicherheit zeigt Abbildung 1.3–2.

- Kippgefahr besteht, wenn sich der durch einseitige Ladung verschobene Schwerpunkt außerhalb der schraffierten Fläche befindet und das Kippmoment größer ist als das Standmoment des Hängers. Ebenso kann eine außermittige Schwerpunktlage durch einseitiges Entladen/Entlasten des Transportmittels auf der schwerpunktabgewandten Seite oder durch einseitiges Einsinken der Räder (beim Befahren unbefestigter Wege oder Durchfahren von Löchern und Vertiefungen) auf der Schwerpunktseite entstehen. Die Standsicherheit von mobilen Arbeitsmitteln hängt maßgeblich von der Form und Größe der Stand- bzw. Kippkantenfläche und damit von der Konstruktion ab.



Kippkante

Kippmoment



Hubmaststellung

Vermeidung von Kippgefährdungen bei Flurförderzeugen (§ 8 BGV D27):

- Lastschwerpunkt-Diagramm beachten. Die Last möglichst am Gabelrücken anliegend mit zurückgelegtem Hubmast und in möglichst niedriger Stellung verfahren (Ausnahmen: § 12 BGV D27). Last bergseitig und nicht über Vertiefungen oder Schrägen führen. In Kurven langsam fahren. Beim Kippen nicht abspringen!

Fahrweise

Abb. 1.3–2 Arbeitsmittel mit ungünstiger Standsicherheit

- Vermeidung von Kippgefährdungen bei Kranen (§§ 30, 31 BGV D6):
- Lastmomentbegrenzer** – Lastmomentbegrenzung einstellen. Windsicherungsmaßnahmen durchführen, im Allgemeinen bei Windgeschwindigkeiten >15 m/s.
- Sicherung des mobilen Arbeitsmittels:
- Sicherung gegen Wegrollen** – Abgestellte mobile Arbeitsmittel gegen ungewolltes Wegrollen, z. B. mittels Feststellbremse und/oder Verschiebe- und Wegrollsicherungen (Unterlegkeile), sichern (§§ 30, 55 BGV D29; § 15 BGV D27).
- Ladungssicherung:
- Festzurren** – Nach Beendigung des Ladevorganges erforderlichenfalls die Ladung sichern (BGI 649), z. B. durch Festzurren (DIN 75410-1, [10]). Ein Hinausragen der Ladung über die Fahrzeugaußenbegrenzung vermeiden. Nach hinten hinausragende Ladung kenntlich machen, z. B. mit Warnflagge bei 1 m Überstand (§ 37 BGV D29; DIN 75410-1).
- überstehende Ladung kennzeichnen** – Können Lasten auf den Fahrer von Flurförderzeugen herabfallen, ist in Abhängigkeit von deren Größe und Gewicht nach §§ 11, 13 BGV D27 ein Lastschutzgitter bzw. Fahrerschutzdach erforderlich.
- Lastschutzgitter**
- Be- und Entladen:
- Aufenthaltsverbot** – Personen dürfen sich unter angehobenen Lasten nicht unnötig aufhalten. Ein unvermeidbares Hinwegführen von Lasten über Personen ist nur bei spezieller Sicherung zulässig (§ 30 BGV D6). Pendelnde Last sollte mit Halteseil oder Haltestange geführt werden. Ebenso dürfen Instandhaltungsarbeiten unter angehobenen oder geöffneten Aufbauten nur bei sicherer Abstützung erfolgen (§ 56 BGV D29). Der Personentransport mit Kran ist nur dann gestattet, wenn zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen durchgeführt wurden (Mitteilungspflicht an BG) (§ 36 BGV D6, BGI 555).
- Sicherheitsabstand** – Beim Bewegen und Absetzen von Lasten ist nach § 32 BGV D6 ein Sicherheitsabstand von mindestens 0,5 m zwischen den kraftbewegten äußeren Teilen des Kranes und den festen Teilen der Umgebung, des gelagerten Materials oder der abgesetzten Last einzuhalten.
- Bestehen beim Be- und Entladen von Transportmitteln Gefährdungen durch herabfallende schwere Lasten, ist nach § 54 BGV D29 das Führerhaus zu verlassen.
- Gefährdungen durch herabfallende Lasten** – Das Öffnen von Bordwänden bei anstehendem Ladungsdruck sollte vorsichtig erfolgen. Für ein sicheres Öffnen und Schließen der Ladebordwände sind ausreichende Freiräume erforderlich (§ 38 BGV D29).

1.3.4 Vorschriften, Regelwerk (Auswahl), Literatur

Gesetze, Verordnungen

ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung
12. ProdSV	Zwölfte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Aufzugsverordnung)
BetrSichV	Betriebssicherheitsverordnung
9. ProdSV	Neunte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Maschinenverordnung)
StVO	Straßenverkehrs-Ordnung
StVZO	Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung
PSA-BV	PSA-Benutzungsverordnung

Technische Regelwerke zu den Arbeitsschutzverordnungen

ASR A1.5/1,2	Fußböden
ASR A1.7	Türen und Tore
ASR A1.8	Verkehrswege
TRBS 2111	Technische Regel für Betriebssicherheit: Mechanische Gefährdungen: Allgemeine Anforderungen
TRBS 1203	Technische Regel für Betriebssicherheit: Befähigte Personen

Vorschriften der Berufsgenossenschaften

DGUV Vorschrift 1	Grundsätze der Prävention
BGV D6 (VBG 9)	Krane
BGV D8 (VBG 8)	Winden, Hub- und Zugeräte
BGV D27 (VBG 36)	Flurförderzeuge
BGV D29 (VBG 12)	Fahrzeuge

Weitere Regeln der Technik

DIN EN 1757-3	Sicherheit von Flurförderzeugen: Handbetriebene und teilweise handbetriebene Flurförderzeuge – Teil 3: Plattformwagen
DIN 15003	Hebezeuge: Lastaufnahmeeinrichtungen: Lasten und Kräfte, Begriffe
DIN 15019-1	Krane: Standsicherheit für alle Krane außer gleislosen Fahrzeugkranen und außer Schwimmkranen
DIN 15026	Hebezeuge: Kennzeichnung von Gefahrstellen
DIN EN 1525	Sicherheit von Flurförderzeugen: Fahrerlose Flurförderzeuge und ihre Systeme
DIN EN 1551	Sicherheit von Flurförderzeugen: Kraftbetriebene Flurförderzeuge über 10000 kg Tragfähigkeit
DIN 16307-1	Sicherheit von Flurförderzeugen – Sicherheitsanforderungen und Verifizierung – Teil 1: Zusätzliche Anforderungen für motor-kraftbetriebene Flurförderzeuge mit Ausnahme von fahrerlosen Flurförderzeugen, Staplern mit veränderlicher Reichweite und Lasten- und Personentransportfahrzeugen
DIN EN 1726-2	Sicherheit von Flurförderzeugen: Motorkraftbetriebene Flurförderzeuge bis einschließlich 10.000 kg Tragfähigkeit und Schlepper bis einschließlich 20.000 N Zugkraft – Teil 2: Zusätzliche Anforderungen für Flurförderzeuge mit hebbarem Fahrerplatz und Flurförderzeuge, die zum Fahren mit angehobener Last gebaut sind
DIN EN 15000	Sicherheit von Flurförderzeugen: Kraftbetriebene Stapler mit veränderlicher Reichweite: Nachweis, Leistung und Prüfbedingungen für Lastmomentbegrenzer in Längsrichtung
DIN EN ISO 3691-1 (Entwurf)	Sicherheit von Flurförderzeugen – Sicherheitsanforderungen und Verifizierung – Teil 1: Motorkraftbetriebene Flurförderzeuge mit Ausnahme von fahrerlosen Flurförderzeugen, Staplern mit veränderlicher Reichweite und Lasten- und Personentransportfahrzeugen
DIN EN ISO 3691-6 (Entwurf)	Flurförderzeuge: Sicherheitstechnische Anforderungen und Verifizierung – Teil 6: Lasten- und Personentransportfahrzeuge
DIN 18225	Industriebau: Verkehrswege in Industriebauten
DIN 33409	Sicherheitsgerechte Arbeitsorganisation: Handzeichen zum Einweisen
DIN 74040	Mechanische Verbindungen für Kraftfahrzeuge und Anhängerfahrzeuge: Zuggabeln, Anschlussmaße
DIN EN 12642	Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen: Aufbauten an Nutzfahrzeugen: Mindestanforderungen
DIN 75410-1	Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen – Teil 1: Zurrpunkte an Nutzfahrzeugen zur Güterbeförderung mit einer zulässigen Gesamtmasse bis 3,5 t: Mindestanforderungen

VDI 2194	Auswahl und Ausbildung von Kranführern
VDI 2194a	Kranführerausweis
VDI 2700 Bl. 3.1	Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen: Gebrauchsanleitung für Zurrmittel
VDI 2700 Bl. 6	Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen: Zusammenladung von Stückgütern
VDI 2700 Bl. 11	Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen: Ladungssicherung von Betonstahl
VDI 2700 Bl. 15	Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen: Rutschhemmende Materialien
VDI 3313	Fahrerausweis für motorkraftbetriebene Flurförderzeuge im innerbetrieblichen Werksverkehr mit Sicherheitshinweisen für Fahrer/-innen von Sitz-, Stand- und Mitgänger-Flurförderzeugen
BGG 905 (ZH 1/27)	Prüfung von Kranen
BGG 915 (ZH 1/282.1)	Prüfung von Fahrzeugen durch Fahrpersonal
BGG 916 (ZH 1/282.2)	Prüfung von Fahrzeugen durch Sachkundige
BGG 925 (ZH 1/554)	Ausbildung und Beauftragung der Fahrer von Flurförderzeugen mit Fahrersitz und Fahrerstand
BGG 943 (ZH 1/29)	Prüfbuch für den Kran
BGG 961 (ZH 1/317)	Kran-Kontrollbuch
BGI/GUV-I 504-25 (ZH 1/600.25)	Auswahlkriterien für die spezielle arbeitsmedizinische Vorsorge nach den Berufsgenossenschaftlichen Grundsätzen für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen: Fahr-, Steuer- und Überwachungstätigkeiten
BGI 545 (ZH 1/92)	Gabelstaplerfahrer
BGI 555 (ZH 1/103)	Kranführer
BGI 556	Anschläger
BGI 582 (ZH 1/185)	Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Transport- und Lagerarbeiten
BGI 603 (ZH 1/260)	Leitfaden für den Umgang mit Gabelstaplern
BGI 610 (ZH 1/283)	Sicherer Betrieb von LKW-Ladekranen. Ein Handbuch für Unternehmer und Kranführer
BGI 711 (ZH 1/651)	Fahrzeuge
BGR 159 (ZH 1/461)	Hochziehbare Personenaufnahmemittel
BGR 233 (ZH 1/156)	Ladebrücken und fahrbare Rampen
BGR 234 (ZH 1/428)	Lagereinrichtungen und -geräte
BGR 500	Betreiben von Arbeitsmitteln

Literatur

- [1] **Reinhardt, O.; Kirchner, J.-H.:** Verhütung von Unfällen beim Be- und Entladen von Lastkraftwagen. Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW 1996. (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz: Forschung, Fb 741)
- [2] **Weißgerber, B.:** Innerbetriebliche Verkehrswege sicher gestaltet. Dortmund: BAuA 2000 (BAuA-Quartbroschüre)
- [3] **Lehder, G.; Uhlig, D.:** Betriebsstättenplanung und Arbeitsschutz. Sicherheitsingenieur (1996), 6, 12–17
- [4] **Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen (Hrsg.):** Ladungssicherung auf Fahrzeugen: Ein Handbuch für Unternehmer, Einsatzplaner, Fahr- und Ladepersonal. Hamburg: BGF 2002. (Berufsgenossenschaftliche Informationsschrift, 649)

1.3.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

Prüffragen

- Wird die Prüfung bzw. Kontrolle der Betriebs- und Verkehrssicherheit der mobilen Arbeitsmittel regelmäßig und zu den vorgeschriebenen Prüffristen durchgeführt, z. B. für Hebezeuge, Lastaufnahmeeinrichtungen, Flurförderzeuge, Fahrzeuge?
- Sind technische und organisatorische Maßnahmen zum Schutz vor Gefährdungen beim Kuppeln, Rückwärtsfahren oder Rangieren ausreichend, z. B. durch Rückraumüberwachung, Zusatzspiegel, Zusatzbeleuchtung am Fahrzeug, Wegebeleuchtung, weiträumige Wegführung, Regelungen zur Einweisung?
- Sind technische und organisatorische Regelungen zum Schutz vor Gefährdungen durch Umkippen, Abstürzen und Aufprallen von mobilen Arbeitsmitteln ausreichend, z. B. durch Absicherung von Gruben, übersichtliche und kreuzungsfreie Verkehrswege, nur befugte Benutzung von mobilen Arbeitsmitteln?
- Sind Maßnahmen zum Schutz vor Gefährdungen durch Umkippen, Sichlösen und Herabfallen von Transportgut ausreichend, z. B. durch Regelungen zur Ladungssicherung, Verbot unerlaubten Aufenthaltes, Ebenheit von Transportwegen?
- Sind Maßnahmen zum Schutz vor Gefährdungen durch Sturz auf bzw. von dem mobilen Arbeitsmittel ausreichend, z. B. durch Vermeidung bzw. Beseitigung von Verunreinigungen oder Stolperstellen auf Ladeflächen, geeignete Aufstiege und Haltemöglichkeiten?

festgestellte Gefährdungen/Mängel

- Gefährdung durch Anfahren oder Überfahren durch mobile Arbeitsmittel (TM) infolge ... (z. B. unzureichende Betriebs- und Verkehrssicherheit; unübersichtliche, sich kreuzende Verkehrswege)
- Gefährdung durch Quetschen beim Kuppeln, Rückwärtsfahren, Rangieren von TM infolge ... (z. B. fehlende Rückraumüberwachung/Einweisung, enge Wegführung)
- Gefährdung durch Umkippen, Abstürzen und Aufprallen von TM infolge ... (z. B. zu schnelle Kurvenfahrt, fehlende Absicherung von Gruben)
- Gefährdung durch Umkippen, Sichlösen und Herabfallen von Transportgut infolge ... (z. B. ungesicherte Ladung, fehlende Auffangeinrichtung, unzulässiger Aufenthalt)
- Gefährdung durch Sturz auf/von dem TM infolge ... (z. B. rutschige oder unebene Ladefläche, fehlende/unzureichende Aufstiege und Haltemöglichkeiten)

- regelmäßige und fristgemäße Prüfungen der mobilen Arbeitsmittel veranlassen ... (z. B. für Hebezeuge, Lastaufnahmeeinrichtungen, Flurförderzeuge, Fahrzeuge)
 - Betriebs- und Verkehrssicherheit ständig kontrollieren ... (z. B. Führung eines Kontrollbuches/ Fahrtenbuches)
 - Vollständigkeit der technischen Ausstattung von Fahrzeugen regelmäßig kontrollieren ... (z. B. Wegrollsicherungen, Ladungssicherungen, Aufstiegshilfen, Erste-Hilfe-Ausrüstung)
 - technische Maßnahmen zur Überwachung und Sicherung des Rückraumes beim Rückwärtsfahren ... (z. B. Nachrüstung mit Überwachungseinrichtungen, Zusatzbeleuchtung, Zusatzspiegel)
 - Regelungen zu den Gefahrenschwerpunkten Kuppeln, Rückwärtsfahren, Rangieren ... (z. B. Regelungen zur Einweisung, zum Kuppeln; spezielle Unterweisungen)
-
- Transportwege freihalten ...; Sicht nicht versperren ... (besonders in Nähe von Türen, Toren, Durchgängen, Kreuzungen)
 - Transportwege kennzeichnen und ausreichend beleuchten ...
 - Transportwege möglichst überschneidungsfrei gestalten (möglichst vom Fußgängerverkehr trennen oder Richtungsverkehr)
 - ausreichende Tragfähigkeit, Fahr- und Trittsicherheit auf Transportwegen gewährleisten (z. B. Instandhaltung, Reinigung, Winterdienst)
-
- unbefugtes Benutzen von mobilen Arbeitsmitteln verhindern ... (z. B. Einschaltsperrern; unbefugten Zugang zu Zündschlüssel verhindern)
 - nur geeignete, ausgebildete und beauftragte Personen zum Führen der mobilen Arbeitsmittel einsetzen ... (z. B. Vorsorgeuntersuchungen, Ausbildung, schriftliche Beauftragung)
 - auf Gefährdungen beim Aufenthalt unter schwebenden, pendelnden oder möglichen herabstürzenden Lasten hinweisen bzw. unterweisen ... (z. B. Hinweisschilder, Regelungen, Aufenthaltsverbote, Unterweisungen)

Maßnahmen mobile Arbeitsmittel

Maßnahmen Transportwege

Maßnahmen Verhalten und Organisation

1.4 Unkontrolliert bewegte Teile

Autoren:

Dr.-Ing. H. Fischer
Dipl.-Ing. M. Kittelmann
Dipl.-Ing. Th. Mössner

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Th. Mössner
BAuA

Bearbeitungsstand: Dezember 2015

Die unkontrolliert bewegten Teile (Abbildung 1.4–1) unterscheiden sich von den geführt bewegten Teilen (Abbildung 1.1–1) dadurch, dass der örtliche und zeitliche Wirkungsbereich der Bewegung und deren Parameter, wie kinetische Energie und Oberflächengestalt der geführt bewegten Teile, weitgehend bekannt oder vorherbestimmbar sind.

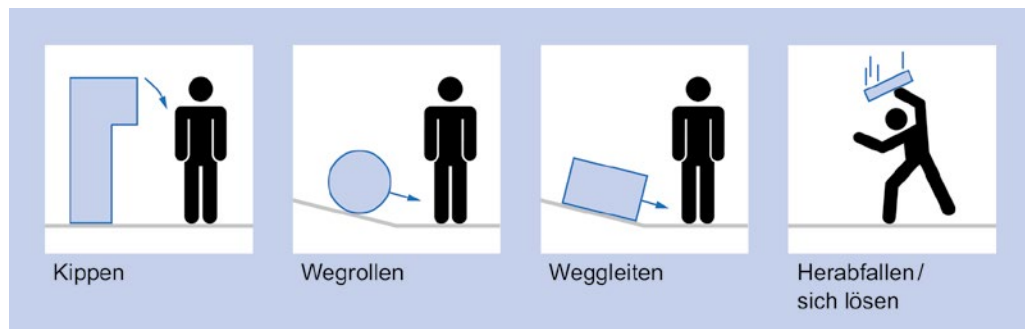


Abb. 1.4–1 Gefahrstellen durch unkontrolliert bewegte Teile

Unkontrolliert bewegte Arbeitsmittel sind z. B. fahrbare oder stationäre Maschinen, Anlagen, einzelne Bauteile und -gruppen sowie Transportgüter, die unkontrolliert kippen, rollen, gleiten, herabfallen und dabei Personen treffen können. Solche Bewegungen sind in der Regel ungewollt. Sie sind in Wirkungsrichtung und in der Intensität ihres Wirkens meist schwer vorherbestimmbar.

Bei der Gefährdungsbeurteilung der eingesetzten Arbeitsmittel und Festlegung von Schutzmaßnahmen sind die Technischen Regeln zur Betriebssicherheitsverordnung TRBS 2111 und TRBS 2111-1 zu berücksichtigen.

1.4.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen

Gefährdungen durch unkontrolliert bewegte Teile lassen sich in drei unterschiedliche Kategorien einteilen:

Gefährdungen durch kippende, pendelnde Teile

**instabile
Schwerpunktlage**

Kippfähig sind Gegenstände, d. h. Arbeitsgegenstände, Arbeitsmittel oder deren Teile, mit instabiler oder ungünstiger Schwerpunktlage, wie

- schlanke, hohe oder kopflastige Teile,
- Stapel,

- bewegte, teilgefüllte Flüssigkeitsbehälter,
- bewegte Teile bei Transport, Montage,
- flache Teile bei hohen Kräfteinwirkungen.

Eine Schwerpunktverlagerung und damit gleichzeitige Kippbewegung kann durch Anstoßen, Drücken, Hängenbleiben oder durch eigene Schwerkraft erfolgen, wie durch

Schwerpunktverlagerung mit Kippbewegung

- äußere Kräfteinwirkung (Horizontalkräfte), z. B. maschinelle, menschliche Kräfte, Windkraft
- Einwirkung von Brems- oder Beschleunigungskräften, z. B. bei Bremsung, Nothalt, Anfahren, Kurvenfahrt
- Schwerkraftwirkung bei Änderung des Neigungswinkels von Bewegungs- oder Standflächen, z. B. bei einseitigem Einsinken von Lagergut in weichen Untergrund, beim Fahren über Bodenunebenheiten
- Schwerkraftwirkung bei talseitigem Führen kopflastiger Teile
- Massenverlagerung, z. B. durch Lageveränderung von Bauteilen, einseitiges Beladen mit Material, bei Kurvenfahrt teilgefüllter Flüssigkeitsbehälter, bei Verschieben von Bauteilen über Kippkante

Vorhandene Kippsicherungen, Verankerungen oder sonstige Befestigungen können dabei überwunden werden.

Gefährdungen durch rollende/gleitende Teile

Durch Einwirkung von Kräften können roll- oder gleitfähige Gegenstände, Stapelgut, Schüttgut u. ä. ins Rollen oder Gleiten geraten und Personen verletzen.

Einwirkende Kräfte können sein:

Kräfteinwirkung auf rollende/gleitende Teile

- äußere Kräfteinwirkung (insbesondere Stöße, Erschütterungen) durch maschinelle, menschliche Kräfte, Windkraft
- Brems- oder Beschleunigungskräfte, z. B. bei Bremsung, Nothalt, Anfahren, Kurvenfahrt
- Schwerkraft (horizontal wirkende Komponente), z. B. bei Stapeln oder Änderung des Neigungswinkels der Standfläche

Gefährdungen entstehen insbesondere, wenn Schutzeinrichtungen, z. B. Wegrollsicherungen oder sonstige Bewegungshindernisse, die ein Rollen oder Gleiten verhindern bzw. die Teile auffangen sollen, fehlen, beseitigt oder überwunden wurden.

fehlende Schutzeinrichtungen

Gefährdungen durch herabfallende oder sich lösende, berstende und wegfliegende Teile

Gefährdungen können ausgehen von höherliegenden Gegenständen wie Werkzeugen, Werkstücken, Bauteilen, die durch

- Lösen von Verriegelungen, Halterungen, Befestigungen,
- Lösen von anhaftenden Gegenständen (klebend, magnetisch u. ä.),
- Erschütterungen, Anstoßen, Hängenbleiben und Mitreißen,
- Materialbruch, Löcher, fehlende Begrenzungen, herabfallen und anwesende Personen treffen können.

mangelnde Sicherung

Ein Getroffenwerden von unkontrolliert sich lösenden, berstenden und wegfliegenden Teilen bzw. versprühtem oder verspritztem Material ist möglich durch

Bersten unter Druck

- Zerbersten, Versprühen, Verspritzen, Herumschlagen von unter Druck oder Spannung stehenden Materialien oder Medien infolge Materialfehler/Funktionsfehler, fehlender Druckentlastung (z. B. geborstene Leitungen, Verbindungen von hydraulischen oder pneumatischen Ausrüstun-

gen, die zu Verletzungen durch herausgeschleuderte Bauteile, heraussprühende heiße Medien, schlagende flexible Schläuche u. a. führen können),

Bersten durch Fliehkraft

- Zerbersten von bewegten Teilen, Lösen von Befestigungen, Halterungen (z. B. von rotierendem Werkzeug infolge Fliehkraftwirkung),
- Auftreffen auf Bewegungshindernis und Abprallen vom Hindernis.

fehlende Schutzeinrichtung/PSA

Durch das Fehlen von Auffangeinrichtungen bzw. von persönlicher Schutzausrüstung (Helm, Gesichtsschutz, Schutzbrille) steigt die Verletzungsgefahr (siehe Abschnitt 1.4.3).

1.4.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

Beurteilung der Kippsicherheit und Standsicherheit

Kippsicherheitsnachweis

Der wichtigste Nachweis der Standsicherheit ist der Kippsicherheitsnachweis. Zur Vermeidung des Kippens kippfähiger Gegenstände gilt die Bedingung:

$$\sum \text{Standmomente } M_s > \sum \text{Kippmomente } M_k$$

d. h., die Summe der Standmomente M_s muss, bezogen auf die Kippkante K, größer sein als die Summe der durch äußere Kräfte hervorgerufenen Kippmomente M_k (Abbildung 1.4–2).

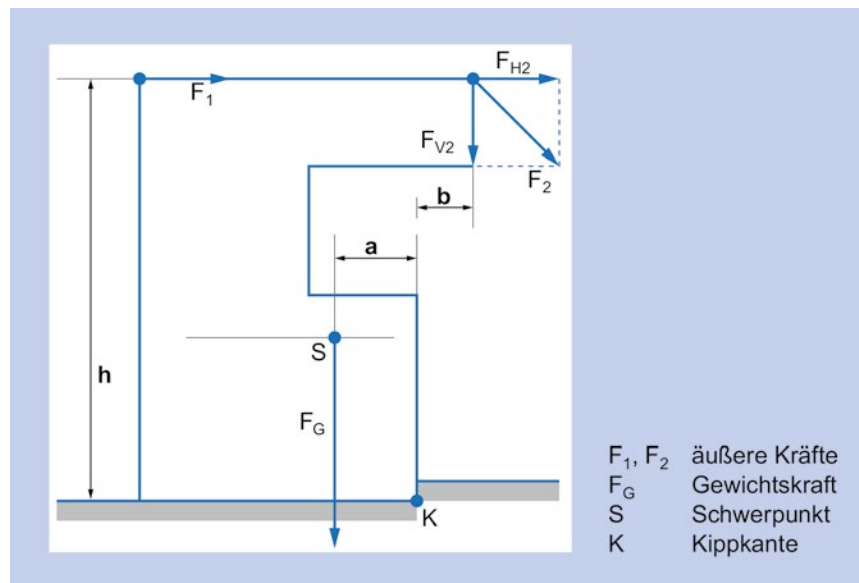


Abb. 1.4–2 Standsicherheit eines Körpers

Die äußeren Kräfte sind darauf gerichtet, den Körper um die Kippkante K zu kippen.

Die Summe der Standmomente M_s beträgt: $F_G \cdot a$

Summe der Kippmomente M_k : $F_1 \cdot h + F_{H2} \cdot h + F_{V2} \cdot b$

Kippsicherheit ist vorhanden, wenn $F_G \cdot a > F_1 \cdot h + F_{H2} \cdot h + F_{V2} \cdot b$

Die Standsicherheit wird kritisch, wenn sich der Körperschwerpunkt nahe der Kippkante, im ungünstigsten Fall vor der Kippkante (in Kipprichtung gesehen), befindet. Ein Beispiel für ein Arbeitsmittel mit ungünstiger Standsicherheit zeigt Abbildung 1.3–2 (Abschnitt 1.3).

Standsicherheitsnachweis

Die Standsicherheit, z. B. von Stapeln und Regalen, kann nach DGUV Regel 108-007 rechnerisch nachgewiesen werden. Wegen möglicher Querkräfte (horizontaler Kräfte) im Stapel (durch ungleichmäßigen Stapelverband, geringe Unebenheiten der Standfläche – < 2 % Neigung, Stöße und Erschütterungen) ist ein

$$\text{Standsicherheitsfaktor} = \frac{\text{Standmoment}}{\text{Kippmoment}} \geq 2,0$$

Standsicherheitsfaktor

zu beachten, der dem Schlankheitsverhältnis des Stapels (Stapelhöhe bezogen auf schmalste Standseite) zugeordnet ist (Tabelle 1.4–1), (Regel 108-007), [1].

Tab. 1.4–1 Standsicherheitsfaktoren für Stapel

Schlankheitsverhältnis	Standsicherheitsfaktor
4 bis 6	2,0
6 bis 8	2,3
8 bis 9	2,6
9 bis 10	3,0
10 bis 11	3,5

Im Normalfall soll der Standsicherheitsfaktor gegen das Kippen von Lagereinrichtungen mindestens 2,0 betragen und das Verhältnis der Höhe zur Schmalseite eines Stapels soll nicht größer als (4 bis 6) : 1 sein. Bei ungünstigen Bedingungen im Freien (möglichen Windkräften) soll das Schlankheitsverhältnis nicht mehr als 3 : 1 betragen.

Größere Stapelhöhen/Schlankheitsverhältnisse als 6 : 1 können gewählt werden, wenn größere Standmomente bzw. geringere Kippmomente durch günstige Lagerbedingungen (ebener Lagerboden, steife Ladeeinheiten, gleichmäßige Lastverteilung, kein Personenaufenthalt u. a.) und damit höhere Standsicherheitsfaktoren vorhanden sind.

Beurteilung der Gefährdung durch rollende/gleitende Teile

Für roll- oder gleitfähige Teile, die in Bewegung geraten können, kann im Einzelfall ein Nachweis der Querkräfte erforderlich sein, z. B. für die Dimensionierung von Wegrollsicherungen bei der Lagerung von schweren Teilen.

Querkräfte nachweisen

Zur Auswahl oder Dimensionierung von Auffangeinrichtungen oder Schutzdächern sind herabfallende Teile hinsichtlich ihrer

Auffangeinrichtungen richtig dimensionieren

- Masse und Fallhöhe,
 - Oberflächengestalt, Härte und Elastizität
- zu beurteilen.

Kann eine Gefährdung durch herabfallende Teile auch durch den Einsatz von Schutzeinrichtungen nicht ausgeschlossen werden, sind Entscheidungen zu fällen im Hinblick auf die Notwendigkeit des Tragens von persönlicher Schutzausrüstung (Abschnitt 1.4.3).

Entscheidung über persönliche Schutzausrüstungen

Beurteilung der Gefährdung durch sich lösende, berstende und wegfliegende Teile

Grenzwerte

Im Hinblick auf sich lösende, berstende und wegfliegende Teile existieren Grenzwerte für spezielle Gebiete. Dies sind zum Beispiel:

- zulässige Drehzahlen von rotierenden Teilen wie Spannfutter oder Schleifscheiben, bei deren Überschreitung durch Unwucht, Schlag o. ä. ein Sichlösen oder Bersten möglich ist
- Durchschlagfestigkeit von Schutztüren mit Sichtscheibe [2]
- zulässige Druckbelastung von Behältern und Rohrleitungen, deren Bersten durch zu hohe Druckbelastung möglich ist

Betriebserlaubnis für überwachungsbedürftige Anlagen

Besondere Gefährdungen können bei Druckbelastungen von Druckgeräten, d. h. von Druckbehältern und Rohrleitungen, auftreten. Bestimmte Druckgeräte bedürfen daher gem. § 18 Abs. 1 BetrSichV einer Betriebserlaubnis durch zuständige Behörden (überwachungsbedürftige Anlagen).

Druckgeräte, die erstmalig in Betrieb genommen werden oder wesentlich verändert werden, müssen den Beschaffenheitsanforderungen der 14. ProdSV entsprechen. Altgeräte müssen mindestens den Stand der Technik zum Zeitpunkt des erstmaligen Inverkehrbringens erfüllen. Bei Änderungen an Anlageteilen ist der Stand der Technik zu erfüllen.

genehmigungsbedürftige Anlagen

Für Anlagen, die in besonderem Maße schädliche Umwelteinwirkungen hervorrufen können, gilt das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG). Diese Anlagen bedürfen einer Genehmigung (§ 4 BImSchG). Betreiber **genehmigungsbedürftiger Anlagen** haben einen oder mehrere Störfallbeauftragte zu bestellen (§ 58a BImSchG). Ergänzende Regelungen zur Beurteilung der System-sicherheit einschließlich Arbeitsschutz von besonders gefährlichen Anlagen sind in der Störfall-Verordnung (12. BImSchV) zum Bundes-Immissionsschutzgesetz enthalten. Für die nach der Verordnung (§§ 1, 7 12. BImSchV) als gefährlich eingestufteten Anlagen ist eine Sicherheitsanalyse anzufertigen.

1.4.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

Bei der Festlegung von Maßnahmen zum Schutz vor unkontrolliert bewegten Teilen sind insbesondere TRBS 2111 und TRBS 2111-1 zu berücksichtigen.

Maßnahmen zum Schutz vor kippenden, pendelnden Teilen

stabilen Gleichgewichtszustand gewährleisten

Schutzmaßnahmen dienen in erster Linie zur Erhaltung bzw. Erlangung des stabilen Gleichgewichtszustandes, z. B. durch:

- Vermeidung von Beschleunigungskräften – keine plötzliche Richtungsänderung, kein plötzliches Bremsen, Anfahren, Schrägzug bei pendelnder Last
- Vermeidung von einseitiger Schwerkrafteinwirkung, z. B. durch einseitiges Einsinken in Untergrund, Löcher, Vertiefungen; bergseitiges Führen von Kopflast
- Sicheres Einrichten, Erhalten und Abtragen von Stapeln, insbesondere durch Einhaltung des Lastverteilungsplanes und der zulässigen Stapelhöhe
- Gleichmäßige Masseverteilung, z. B. bei Lageveränderung von Bauteilen, Beladen mit Material
- Einhaltung eines Sicherheitsabstandes zu bewegten Teilen von mindestens 0,5 m (siehe Abbildung 1.3–1)

Kippsicherung

Wo die genannten Maßnahmen nicht möglich oder unzweckmäßig sind, wird Standsicherheit mit zusätzlichen Mitteln (Kippsicherungen) erreicht, z. B. durch

- seitliche Befestigungen, Stützen, Rungen, Abspannungen, Blockierungen,

- senkrechte Befestigungen, Verankerungen in der Standfläche,
- an der Grundfläche befestigte Plattformen zur Vergrößerung der Standfläche.

Maßnahmen zum Schutz vor rollenden, gleitenden Teilen

Bei Teilen, die durch zu geringes Eigengewicht, zu geringen Haftreibungswiderstand oder mögliche äußere Krafteinwirkungen keine ausreichende Stand- bzw. Lagesicherheit besitzen, wird ein Rollen oder Gleiten mit zusätzlichen Mitteln (Wegrollsicherungen) oder Sicherheitsabständen verhindert, z. B. durch

- Keile, Gegensteigungen,
- Rungen, Pflöcke, Stützen, Rahmen, Bordwände,
- Spannseile, -gurte,
- sicheres Stapeln durch Aufsetzen im Stapelverband, möglichst pyramidenförmigen Aufbau, Verwendung von rutschhemmenden Zwischenlagen, Keilen,
- Sicherheitsabstand zu Transportmitteln von mindestens 0,5 m (siehe Abbildung 1.3–1).

Wegrollsicherung

Ist das Rollen bzw. Gleiten nicht auszuschließen, können rollende oder gleitende Teile durch Schutzeinrichtungen kontrolliert geführt bzw. aufgefangen werden, z. B. durch

- Leitplanken, Führungsrinnen,
- Fangnetze, -körbe, -zäune,
- Verkleidungen, Verdeckungen, Umzäunungen.

sonstige Schutzeinrichtungen

Zusätzlich sind persönliche Schutzausrüstungen (Fußschutz mit Zehenkappen) zu tragen (PSA-BV, DIN EN ISO 20345, BGR 191).

Maßnahmen zum Schutz vor herabfallenden Teilen

Zum Schutz vor herabfallenden Teilen können die folgenden Maßnahmen ergriffen werden:

- Entfernen der nicht gesicherten Teile oder sichere Aufbewahrung von Werkzeugen, Werkstücken, Kleinmaterial in geeigneten Behältern sowie andere Maßnahmen zum Schutz vor Herabfallen von höherliegenden Standorten (Gerüste, Laufstege u. a.), z. B. durch Umwehungen, Fußleisten ≥ 5 cm (ASR A2.1)
- Befestigungen (Halte- und Spanneinrichtungen) für Werkstücke, Werkzeuge u. a., die auch bei Energieausfall oder gefahrbringendem Lösen wirksam sind
- optische oder akustische Warneinrichtungen
- Sicherung gegen Herabfallen von Ladeeinheiten und Lagergut durch entsprechende Regalgestaltung und -dimensionierung nach DGUV Regel 108-007
- sichere Errichtung und Kennzeichnung von tragenden Teilen der Lagereinrichtungen mit Angabe der zulässigen Belastung
- Abdeckung von Öffnungen in höherliegenden Flächen
- Errichtung von Auffangeinrichtungen, z. B. Fangnetze, Schutzdächer über Verkehrswegen (DIN 4420-1), Gerüstbeläge (§ 13 DGUV Vorschrift 38)
- kein unnötiger Aufenthalt unter angehobenen Lasten (§ 30 DGUV Vorschrift 52) oder Kennzeichnung und Absperrung des Gefahrenbereiches oder Sicherung durch Warnposten (§ 13 DGUV Vorschrift 38) (siehe auch Abschnitt 1.3.3)
- Tragen von Kopfschutz (Schutzhelmen) und Fußschutz mit Zehenkappen (DIN EN 397, DGUV Regel 112-191)

sichere Aufbewahrung von Werkzeugen

Auffangeinrichtungen und persönliche Schutzausrüstungen

Maßnahmen zum Schutz vor sich lösenden, berstenden und wegfliegenden Teilen

Maßnahmen zum Schutz vor sich lösenden, berstenden und wegfliegenden Teilen sind:

zu hohe Materialbelastungen vermeiden

- Geschwindigkeitsbegrenzungen für bewegte Maschinenteile, Werkzeuge, Werkstücke (siehe Abschnitt 1.1), z. B. Drehzahlbegrenzung
- Vermeidung von Unwuchten u. a. ungewollten dynamischen Belastungen (Stoß, Druck), z. B. durch entsprechende Auswahl und Umgang mit rotierenden Werkzeugen (DGUV Information 209-002)

Befestigungen kontrollieren

- Kontrolle von Befestigungen, Halterungen u. ä.
- Vermeidung unsicherer anhaftender Verbindungen

Druck begrenzen

- Druckbegrenzung in hydraulischen und pneumatischen Ausrüstungen bei Gefährdungen durch Herumschlagen von Schlauchleitungen sowie Versprühen oder Verspritzen von Fluiden (DIN EN ISO 4413, DIN EN ISO 4414, DIN EN ISO 12100)

Auffangeinrichtungen und persönliche Schutzausrüstungen

- Verwendung von Auffangeinrichtungen, z. B. Abdeckungen, Schutzwände, Fangkörbe
- Kennzeichnung und Absperrung der Gefahrstellen
- Tragen von persönlicher Schutzausrüstung: Augen- und Gesichtsschutz (Schutzbrille) und Kopfschutz (Schutzhelm) bei Verletzungsgefahr durch Versprühen fester und flüssiger Stoffe, Zerspringen von rotierenden Werkzeugen oder Werkstücken (DGUV Regel 100-500)

Zum Schutz vor Gefährdungen durch berstende Druckbehälter oder Rohrleitungen infolge Überdrucks, die von den unter Abschnitt 1.4.2 genannten überwachungsbedürftigen Anlagen ausgehen können, sind diese durch zugelassene Überwachungsstellen zu prüfen. Zum Vollzug der Störfallverordnung sind nach § 58a BImSchG Störfallbeauftragte als sachkundige Berater für die Planung von Betriebsanlagen und Beschaffung von Einrichtungen zu bestellen.

1.4.4 Vorschriften, Regelwerk (Auswahl), Literatur

Gesetze, Verordnungen

BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
6. ProdSV	Sechste Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Verordnung über das Inverkehrbringen von einfachen Druckbehältern)
8. ProdSV	Achte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Verordnung über die Bereitstellung von persönlichen Schutzausrüstungen auf dem Markt)
14. ProdSV	Vierzehnte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Druckgeräteverordnung)
BetrSichV	Betriebssicherheitsverordnung
GasHDrLtgV	Verordnung über Gashochdruckleitungen
PSA-BV	PSA-Benutzungsverordnung
12. BImSchV	Zwölfte Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Störfall-Verordnung)

Technische Regelwerke zu den Arbeitsschutzverordnungen

ASR A2.1	Schutz vor Absturz und herabfallenden Gegenständen, Betreten von Gefahrenbereichen
TRBS 2111	Technische Regel für Betriebssicherheit: Mechanische Gefährdungen: Allgemeine Anforderungen
TRBS 2111-1	Technische Regel für Betriebssicherheit: Mechanische Gefährdungen – Maßnahmen zum Schutz vor Gefährdungen beim Verwenden von mobilen Arbeitsmitteln
TRBS 2141	Regel für Betriebssicherheit: Gefährdungen durch Dampf und Druck – Allgemeine Anforderungen

Vorschriften der Berufsgenossenschaften

DGUV Vorschrift 1	Grundsätze der Prävention
DGUV Vorschrift 52	Krane
DGUV Vorschrift 38	Bauarbeiten

Weitere Regeln der Technik

DIN EN 166	Persönlicher Augenschutz: Anforderungen
DIN EN ISO 12100	Sicherheit von Maschinen: Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze – Teil 2: Technische Leitsätze
DIN EN ISO 20345	Persönliche Schutzausrüstung: Sicherheitsschuhe
DIN EN 397	Industrieschutzhelme
DIN EN 953	Sicherheit von Maschinen: Trennende Schutzeinrichtungen: Allgemeine Anforderungen an Gestaltung und Bau von feststehenden und beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen
DIN EN ISO 4413	Fluidtechnik – Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Hydraulikanlagen und deren Bauteile
DIN EN ISO 4414	Fluidtechnik – Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Pneumatikanlagen und deren Bauteile
DIN 4420-1	Arbeits- und Schutzgerüste – Teil 1: Schutzgerüste – Leistungsanforderungen, Entwurf, Konstruktion und Bemessung
VDI 2263 Bl. 3	Staubbrände und Staubexplosionen, Gefahren, Beurteilung, Schutzmaßnahmen: Explosionsdruckstoßfeste Behälter und Apparate: Berechnung, Bau und Prüfung
DGUV Information 212-515	Persönliche Schutzausrüstungen
DGUV Information 209-001	Sicherheit beim Arbeiten mit Handwerkzeugen
DGUV Information 209-002	Schleifer
DGUV Information 209-011	Gasschweißer
DGUV Information 208-021	Erstellung von Betriebsanweisungen für Geräte und Anlagen zur Regalbedienung

DGUV Regel 112-191	Benutzung von Fuß- und Knieschutz
DGUV Regel 112-192	Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz
DGUV Regel 112-193	Benutzung von Kopfschutz
DGUV Regel 108-007	Lagereinrichtungen und -geräte
DGUV Regel 113-015	Hydraulik-Schlauchleitungen – Regeln für den sicheren Einsatz
DGUV Regel 100-500	Betreiben von Arbeitsmitteln

Literatur

- [1] **Sicher lagern und stapeln.** Gesund und sicher (1992), 4, 106–113
 [2] **Maschinenschutz transparent.** Sicherheitsingenieur (1994), 3, 32

1.4.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

Prüffragen

- Sind Maßnahmen zum Schutz vor Gefährdungen durch kippende Teile ausreichend, z. B. durch Anfahrerschutz, Wegfreiheit, ebene Fahrwege, Kippsicherungen?
- Sind Maßnahmen zum Schutz vor Gefährdungen durch rollende oder gleitende Teile ausreichend, z. B. durch Anfahrerschutz, Wegrollsicherungen wie Keile, Stützen?
- Sind Maßnahmen zum Schutz vor Gefährdungen durch herabfallende Teile, wie Werkzeuge, Werkstücke, Bauteile, ausreichend, z. B. durch Ablagen, Behälter, Fußleisten, Befestigungen, Fangnetze, Schutzhelm?
- Sind Maßnahmen zum Schutz vor Gefährdungen durch berstende und wegfliegende Teile sowie versprühte oder verspritzte Medien ausreichend, z. B. durch Sicherheitsventile, Schutzhauben, Schutzwände, Schutzbrille?

festgestellte Gefährdungen/Mängel

- Gefährdung durch kippende Teile infolge ... (z. B. Anfahren an Stapel oder hohe, kopflastige Teile bei Wegengen, Durchfahren unebener Wege)
- Gefährdung durch pendelnde Teile infolge ... (z. B. bei Schrägzug von Kranlasten)
- Gefährdung durch rollende oder gleitende Teile infolge ... (z. B. durch Erschütterungen, Anfahren, Neigung der Lagefläche)
- Gefährdung durch herabfallende Teile infolge ... (aus der Ruhelage, z. B. von Werkzeugen, Werkstücken, Bauteilen durch fehlende Ablagen/Behälter/Befestigungen, Öffnungen in Ablagen)
- Gefährdung durch sich lösende, berstende und wegfliegende Teile infolge ... (aus der Bewegung, z. B. von Schleifkörperteilen, Spänen, Spritzern, unter Druck austretenden Flüssigkeiten und Gasen)

Maßnahmen gegen kippende Teile

- Anfahren, Anstoßen, Brems- und Beschleunigungskräfte sowie zu schnelle Kurvenfahrten vermeiden ... (z. B. ausreichende Wegbreiten, Geschwindigkeitsbegrenzungen, ausreichende Sicht)
- Verlagerung des Schwerpunktes beachten ... (z. B. Betriebsanweisungen, Unterweisungen zum Be- und Entladen, Befahren von Neigungen, Beseitigen von Unebenheiten und Vertiefungen im Transportweg)
- Schwerpunkt möglichst tief anordnen ... (z. B. bei Festlegung von Anschlagpunkten beachten)
- Stapelverband, zulässige Stapelhöhe einhalten ... (z. B. Festlegungen in Regelungen, Betriebsanweisungen)
- Kippsicherungen anbringen ... (z. B. Stützen, Verankerungen)

- Schrägzug bei angeschlagener Last vermeiden ... (z. B. entsprechende Zugänglichkeit und Bewegungsraum abgesetzter Lasten gewährleisten)
 - Halteseil oder Haltestange bereitstellen bei möglicher pendelnder Last ...
 - über Einhaltung von Sicherheitsabständen unterweisen ...
- Maßnahmen gegen pendelnde Teile**
- Anfahren, Anstoßen, Erschütterungen sowie Beschleunigungskräfte beim Anfahren und Bremsen vermeiden ... (z. B. ausreichende Wegbreiten, ausreichende Sicht, Geschwindigkeitsbegrenzungen)
 - Wegrollsicherungen verwenden ... (z. B. Keile, Stützen, Spannseile)
 - Sicherheitsabstand einhalten ... (z. B. Kennzeichnung der Begrenzung von Verkehrswegen)
 - Auffangeinrichtungen, Leitplanken, trennende Schutzeinrichtungen anbringen ...
- Maßnahmen gegen rollende oder gleitende Teile**
- Werkzeuge und Arbeitsmaterial sicher ablegen können (z. B. Bereitstellung von Behältern und Ablagen, Fußleisten anbringen, Öffnungen abdecken)
 - Befestigungen, Halterungen von Teilen, die herabfallen können, kontrollieren ...
 - Auffangeinrichtungen anbringen (z. B. Fangnetze, Schutzdächer)
 - über Benutzung von PSA unterweisen ... und solche bereitstellen ... (z. B. Kopfschutz, Fußschutz mit Zehenkappen)
 - über Einhaltung von Sicherheitsabständen bzw. Aufenthaltsverbot unterweisen ... und darauf hinweisen ... (z. B. Hinweisschilder, Flächen kennzeichnen)
- Maßnahmen gegen herabfallende Teile**
- auf Einhaltung von Geschwindigkeits- bzw. Drehzahlbegrenzungen achten ... (z. B. Bereitstellung geeigneter Schleifscheiben)
 - Befestigungen, Halterungen u. ä. kontrollieren ...
 - Leckagen an unter Druck stehenden Behältern und Rohrleitungen feststellen ...
 - Druckbegrenzungseinrichtungen kontrollieren ...
 - Auffangeinrichtungen anbringen ... (z. B. Schutzhauben, Spritz- und Späneschutz)
 - über Benutzung von PSA unterweisen und darauf hinweisen
- Maßnahmen gegen sich lösende, berstende und wegfliegende Teile**

1.5 Sturz, Ausrutschen, Stolpern, Umknicken

Autoren:

Dr.-Ing. H. Fischer

Dr.-Ing. M. Schatte

Dipl.-Ing. M. Karl

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. M. Karl

BAuA

Bearbeitungsstand: Dezember 2015

Sturzgefährdungen auf der Ebene können unterschieden werden in Gefährdungen durch:

- Ausrutschen
- Stolpern
- Umknicken
- Fehltreten

1.5.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen

Ursachen für Rutschgefährdungen

Rutschgefährdungen bestehen u. a. auf:

rutschige Trittplächen

- Flächen mit öligen, fettigen, schmierigen Verschmutzungen (Speisereste, Öle, Fette, Pflanzenabfälle u. a.)
- nassen Trittplächen (stauende Nässe durch fehlende Abflussmöglichkeiten)
- glatten Trittplächen (geschliffene, mit Pflegemitteln polierte Flächen), u. a. auf Treppenstufen und Stufenkanten
- Flächen mit witterungsbedingter Glätte (Eis, Schnee)
- losen Ablagerungen auf Trittplächen (Laub, körniges Material, Staub)
- losen Belägen auf Trittplächen (Teppiche, Bleche, Roste)
- wechselndem Belag auf Trittplächen mit unterschiedlichem Gleitreibungswiderstand
- zu großem Unterschied des Gleitreibungswiderstandes von Treppenstufe und Stufenkante
- Trittplächen mit Neigung/Steigung (Auffahrrampen, Laufstege u. a.)

Ursachen für Stolpern, Umknicken, Fehltreten

Stolperstellen

Gefährdungen durch Stolpern, Umknicken oder Fehltreten entstehen durch

- Unebenheiten der Fläche (Stufungen, Schrägen/Welligkeit, Öffnungen/Vertiefungen)
- gelöste, hochstehende Belagränder oder Stufenkantenprofile
- Fußangeln, die Fußspitze oder Fuß erfassen (z. B. Spanndraht)
- herumliegende Gegenstände
- unzureichende Form und Größe der Auftrittsfläche
- unzureichende Tragfähigkeit der Trittpläche

1.5.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

Prüfungsverfahren und Grenzwerte für Rutschgefährdungen

Die Prüfung der Rutschhemmung von neu zu verlegenden Fußböden kann nach dem labormäßigen Prüfverfahren auf der Schiefen Ebene durchgeführt werden – für Arbeitsbereiche nach BGR 181 bzw. DIN 51130 und für nassbelastete Barfußbereiche nach GUV-I 8527 bzw. DIN 51097. Bewertungskriterien sind der Neigungswinkel/Akzeptanzwinkel, bei dem ein Begehen der Schiefen Ebene gerade noch möglich ist, und die Volumina der Hohlräume des Fußbodenprofils (Verdrängungsräume). Bestimmte Winkelbereiche und Volumina des Verdrängungsraumes werden Bewertungsgruppen der Rutschhemmung R₉ bis R₁₃ bzw. A bis C (Tabelle 1.5–1 und Tabelle 1.5–3) bzw. Bewertungsgruppen des Verdrängungsraumes V₄ bis V₁₀ (Tabelle 1.5–2) zugeordnet.

In Abhängigkeit von Arbeitsbereich und Tätigkeit kann aus dem Anhang 1 der BGR 181 der erforderliche R- und V-Wert entnommen werden. Zum Beispiel gelten für nicht überdachte Arbeitsbereiche im Freien allgemein R₁₀/V₄ bzw. R₁₁.

Die BGR 181 kann neben Fußböden auch für Treppenstufen angewendet werden. Für die Bestimmung der Rutschhemmung von Stufenkanten gibt es zurzeit noch kein anerkanntes Prüfverfahren. Bei Kenntnis des R- und V-Wertes kann der geeignete Fußboden aus der Positivliste – Geprüfte Fußböden – [1] ausgewählt werden (für nassbelastete Barfußbereiche entsprechend – Liste NB [2]).

[Prüfverfahren für neue Fußböden](#)

[R- und V-Wert](#)

[Positivliste geprüfte Fußböden](#)

Bewertung der Rutschhemmung von Fußböden nach BGR 181 [1]

Tab. 1.5–1 Zuordnung der Akzeptanzwinkelbereiche zu den Bewertungsgruppen der Rutschhemmung

Bewertungsgruppe	Winkelbereiche
R 9	von 6° bis 10°
R 10	mehr als 10° bis 19°
R 11	mehr als 19° bis 27°
R 12	mehr als 27° bis 35°
R 13	mehr als 35°

[Rutschhemmung bewerten](#)

Tab. 1.5–2 Zuordnung der Mindestvolumina zu den Bewertungsgruppen des Verdrängungsraumes

Bewertungsgruppe des Verdrängungsraumes	Mindestvolumen des Verdrängungsraumes (cm ³ / dm ²)
V 4	4
V 6	6
V 8	8
V 10	10

Bewertung der Rutschhemmung von Bodenbelägen in nassbelasteten Barfußbereichen nach GU-V-1 8527 [2]

Tab. 1.5–3 Zuordnung der Mindestneigungswinkel zu den Bewertungsgruppen der Rutschhemmung

Bewertungsgruppe	Mindestneigungswinkel	Bereiche
A	12°	<ul style="list-style-type: none"> – Barfußgänge – Einzel- und Sammelumkleideräume
B	18°	<ul style="list-style-type: none"> – Duschräume – Bereich von Desinfektionssprühanlagen – Beckenumgänge – Beckenböden in Nichtschwimmerbereichen (auch von Wellenbecken) – Hubböden – Planschbecken – Ins Wasser führende Leitern – Ins Wasser führende, max. 1 m breite Treppen mit beidseitigen Handläufen – Leitern und Treppen außerhalb des Beckenbereiches
C	24°	<ul style="list-style-type: none"> – Ins Wasser führende Treppen, soweit sie nicht B zugeordnet sind – Durchschreitebecken – Geneigte Beckenrandausbildung

Prüfung vorhandener Fußböden

Vorhandene Fußböden können mittels mobiler Prüfgeräte vor Ort geprüft werden. Zur Zeit gibt es eine Norm eines Prüfverfahrens für nichtprofilerte und textile Bodenbeläge (DIN 51131) sowie ein Prüfverfahren für Sportböden (DIN V 18032-2). Für die Gleitreibungsmessung von Fußböden vor Ort haben sich Tribometer-Prüfgeräte bewährt. Gegenwärtig kommen in Deutschland vor allem folgende motorbetriebenen Geräte zum Einsatz:

- FSC 2000
- GMG 100/200

Den Anforderungen der DIN 51131 genügt zzt. nur das GMG 100/200.

Gleitreibwert

Zu ermitteln ist der Gleitreibwert μ :

$$\mu = \frac{F_R}{F_N}$$

F_R – Reibkraft
 F_N – Normalkraft (Last)

Die mithilfe von Tribometern erzielten Reibwerte können nach den Kennwerten in Tabelle 1.5–4 bewertet werden.

Zu hohe Reibwerte (z. B. $\mu > 0,6$ bei Sportböden nach Vornorm DIN V 18032-2) können unter bestimmten Bedingungen (häufige Drehbewegungen des Fußes, Abbremsen schneller Bewegungen) zu einer zu hohen Belastung des Stütz- und Bewegungsapparates führen.

Tab. 1.5–4 Bewertung der Gleitreibung (Empfehlung des Sachgebiets „Bauliche Einrichtungen und Handel“, Arbeitsgebiet „Fußböden, Rampen, Treppen“ des DGUV)

Reibwert	Bewertung
$\mu = 0,45$	Rutschhemmung vorhanden ¹⁾
$\mu = 0,30$	Rutschhemmung vorhanden unter Beachtung der Betriebsbedingungen ²⁾ (zusätzliche Schutzmaßnahmen erforderlich) ³⁾
	Rutschhemmung nicht vorhanden

- 1) Bei hohen Reibwerten, z. B. $\mu > 0,8$ kann ein erhöhtes Stolperrisiko oder eine Gefährdung der Gesundheit durch extreme biomechanische Belastung des Stütz- und Bewegungssystems (z. B. der Kniegelenke) bestehen. Zwischen benachbarten Bodenbelägen bzw. Belagstellen mit unterschiedlichem Oberflächenzustand (z. B. trocken/nass) sollte die Reibwertdifferenz $\Delta\mu \leq 0,2$ sein
- 2) z. B. zeitweiliges Aufkommen von gleitfördernden Stoffen, Reinigungsmitteln
- 3) z. B. Nässebindung mit textilen Läufern, Absperrung

Beurteilungskriterien für Sturzgefährdungen durch Stolpern, Umknicken, Fehltreten:

Grenzwerte

Die Sturzgefährdungen können in erster Linie nach dem Grad der Unebenheit bzw. nach dem Vorhandensein von Bewegungshindernissen beurteilt werden. Im Vorschriften- und Regelwerk existieren keine allgemeingültigen Grenzwerte für unzulässige Stolper- und Umknickhöhen.

Unebenheiten und Bewegungshindernisse

Für den Bau von Fußböden werden in der Norm DIN 18202 Toleranzen für Unebenheiten angegeben. Für einzelne bautypische Bodenbeläge existieren weitere DIN-Normen (Abschnitt 1.5.4). Als häufigste zulässige Höhendifferenz auf 0,1 m Länge werden 2 mm angegeben. Diese Höhendifferenz ist eher als bautechnische Qualitätsforderung, weniger als untere Grenze für unzulässige Stolper- oder Umknickkanten anzusehen.

Zur allgemeinen Orientierung für gefährliche Unebenheiten von Trittf lächen können die in Abbildung 1.5–1 und 1.5–2 angeführten Richtwerte (nach [4]) dienen: (25 % entsprechen einem Winkel von 14°)

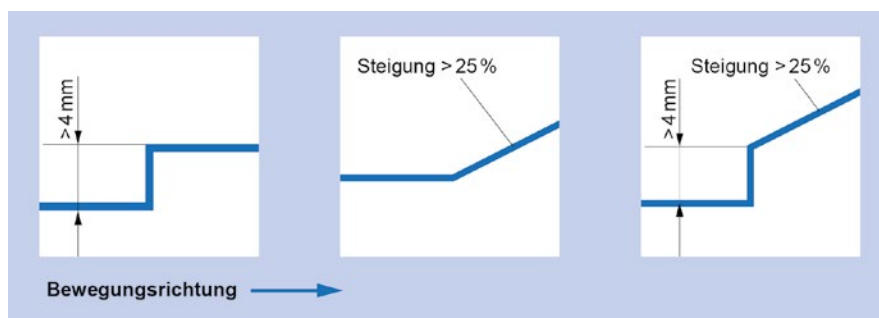


Abb. 1.5–1 Gefährliche Höhenunterschiede und Schrägen

Gefährdungen bestehen, wenn $l > 20$ mm bei einer Tiefe $t > 4$ mm und einer Breite $b > 60$ mm (in Bewegungsrichtung gesehen).

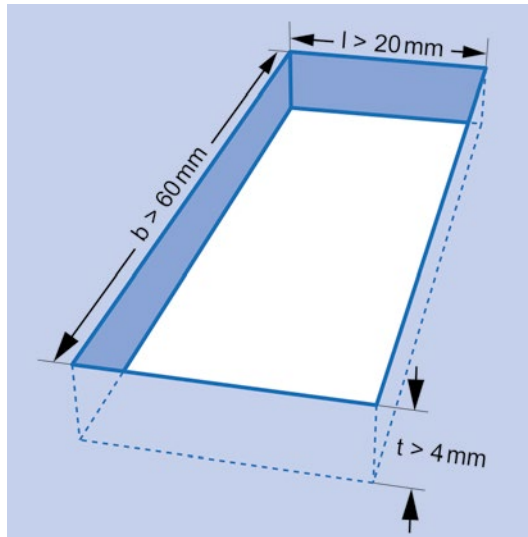


Abb. 1.5–2 Gefährliche Öffnungen und Vertiefungen

Stolperkanten

Gefahrstellen, wie gelöste, hochstehende Belagränder und Stufenkantenprofile, sind bei jeder Höhe gefährlich und sollten in jedem Fall beseitigt werden.

Tritt- und Standflächen

Zu geringe Tritt- und Standflächen, die zum Fehltreten führen können, sind dann vorhanden, wenn die für Treppenstufen und Stufenpodeste empfohlenen Mindestabmessungen (ASR 17/1,2, BGI 561, DIN 18065) nicht eingehalten werden (29 cm Auftrittstiefe, 80 cm Trittflächenbreite). Podestartige Arbeitsflächen sollten eine Bewegungsfläche von mindestens $1,5 \text{ m}^2$ bei einer Länge von mindestens 1 m haben.

Ergänzende Beurteilung der Sturzgefährdungen

Eine ergänzende Beurteilung kann unter Beachtung der Umfeld- und Einsatzbedingungen nach Tabelle 1.5–5 durchgeführt werden.

Tab. 1.5–5 Ergänzende Beurteilung der Sturzgefährdungen

Umfeld- und Einsatzbedingungen	Kriterien	Vorschriften / Regeln
Schuhwerk	Bereitstellung und Tragen geeigneter Schutzschuhe: – Rutschhemmende Eigenschaften der Schutzschuhe (Sohlenwerkstoff, Profil) (siehe Kapitel 1.5.3) – Verschleißzustand der Schuhe – Trageeigenschaften der Schuhe	BGR 191 DIN EN ISO 13287 DIN EN ISO 20345 DIN EN ISO 20346 DIN EN ISO 20347
Erkennbarkeit von Gefährdungen	Erkennbarkeit möglicher Sturzgefährdungen auf Trittplätzen: – Ausreichende Beleuchtung, Kontrast, farbliche Kennzeichnung – Vermeidung von Wahrnehmungstäuschungen (fehlende Übergänge) – Hinweise (Schilder, Piktogramme) – Unterweisungen	ASR A3.4 ASR A3.4/3 DIN EN 12464-1 DIN 12464-1 DIN 12464-2 BGR 131-1 BGR 131-2
Erschwerende Bedingungen	Erhöhte Anforderungen durch erschwerende Bedingungen (erhöhte Rutschhemmung): – Beim Gehen mit getragener Last, Ziehen/Schieben von Last (Sichteinschränkungen, Schwerpunktverlagerung des Körpers ...) – Neigung/Steigung des Fußbodens – Kurven und sonstige Änderungen der Bewegungsrichtung – Schnelles, hektisches Gehen – Kombination von o. g. Bedingungen	

1.5.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

Technische und organisatorische Maßnahmen für sturzsichere Fußböden (ASR 8/1, ASR 17/1,2; §§ 7, 10 BGV C22):

- Verwendung von Bodenbelägen mit Verdrängungsraum (Durchbrüchen) bei starken Verschmutzungen
- Verwendung von rutschhemmenden Beschichtungen (mit körnigen Einstreuungen) bei dünnen filmartigen Schmutzschichten
- Vermeidung von wechselnden Bodenbelägen mit großem Unterschied der Rutschhemmung
- Gleiche Steighöhen bei benachbarten stufenförmigen oder podestartigen Erhebungen/Vertiefungen
- pflegeleichter Zustand der Trittplätzen; Eindringen von schmierigen und öligen Stoffen verhindern (z. B. durch Versiegelung)
- chemische Nachbehandlung (mit Flusssäure u. a.) zur Erhöhung der Oberflächenrauigkeit von Trittplätzen
- mechanische und thermische Nachbehandlung (Schleifen, Fräsen, Strahlen, Stocken, Beflammen)

Auswahl rutschsicherer Beläge

Oberflächenbehandlung

- lasertechnische Nachbehandlung
- Gewährleistung von Rutschsicherheit durch Reinigung und Pflege (BGI 659)
- sofortiges Auftragen von Abstumpfmitteln bei auftretender Glätte (z. B. Sägespäne, Taumittel, Sand)

bauliche Maßnahmen

Vermeidung von Nässestaus in Nassbereichen durch geeignete Entwässerungsmöglichkeit (z. B. Abfluss mit Gefälle > 1 %)

- Vermeidung von witterungsbedingter Glätte infolge Eis, Schnee, Nässe an ständigen Arbeitsplätzen im Freien (z. B. durch Überdachung)
- Befestigung von losen Belägen mit geringer Rutschhemmung an der Unterseite (z. B. von Teppichen, Gitterrosten)
- Ausfüllen von Vertiefungen, Löchern
- Überdecken von trittunsicheren Flächen (z. B. mit nichtverschiebbaren Blechen, Platten) (§ 12a BGV C22)
- Anbringung von Gleitschutzleisten auf geneigten Trittplächen mit Steigung >11° und/oder bei unzureichender Rutschhemmung (im Abstand zwischen 400 und 500 mm)

zusätzliche Absicherung

Anbringen von Handläufen, Haltegriffen o. a. Haltemöglichkeiten auf trittunsicheren Flächen

- Absicherung von Gefahrstellen, in die durch Sturz hineingeraten werden kann (z. B. mit trennenden Schutzeinrichtungen)

Organisatorische und verhaltensbezogene Maßnahmen gegen Sturzgefährdungen**sicherer Arbeitsbereich**

- Beseitigung bzw. Vermeidung von Unordnung und Ablagerungen im Arbeitsbereich (§ 4 ArbStättV)
- Wahrnehmbarkeit verbleibender Sturzgefährdungen (Beleuchtung, Kontrast, farbliche Kennzeichnung, keine Wahrnehmungstäuschungen) (ASR A3.4, ASR A3.4/3)
- Anbringung von gekennzeichneten Absperrungen oder Hinweisen (Schilder, Piktogramme) (ASR A1.3, ASR 17/1,2)

Unterweisung

- Durchführung von Unterweisungen (BGV A1)
- Beachtung höherer Anforderungen beim Gehen mit getragener Last, Ziehen/Schieben von Last, auf Schrägen (Sichteinschränkungen, Schwerpunktverlagerung des Körpers u. a.); ausreichender Bewegungsraum

Leistungsvoraussetzungen

- Erfassen und Berücksichtigen physischer und psychischer Leistungsvoraussetzungen/Überforderungen (Balancestörungen, körperliche Störungen des Bewegungsapparates, verlangsamtes Reaktionsvermögen)

Schuhwerk

- Bereitstellung von geeignetem Schuhwerk (Tabelle 1.8) (BGR 191; DIN EN ISO 20345; DIN EN ISO 20346; DIN EN ISO 20347; PSA-BV)

Hinweise zum Schuhwerk

Hinweise zur Auswahl von geeignetem Schuhwerk (siehe auch Tabelle 1.5–5)

- Schuhsohlen sollen flexibel und in allen Richtungen gleichmäßig profiliert sein. Querprofile sind bei verschmutzten Böden am wirksamsten.
- Ein stark ausgeprägtes Sohlenprofil ist nicht immer gleichbedeutend mit einer hohen Rutschsicherheit.
- Schlamm, Schnee u. ä. erfordern ein grobes Sohlenprofil mit selbstreinigender, offener Randgestaltung.
- Je geringer der Verschmutzungsgrad, desto feiner die Profilierung.

- Bei Fußbodenverschmutzungen sind folgende Sohlenwerkstoffe zu empfehlen:
 - für ölige und fettige Fußböden: vor allem Weich-PUR, PUR, PVC.
 - für nasse und schlammige Fußböden: vor allem Gummi.
- Bei niedrigen bzw. frostigen Umgebungstemperaturen sind Sohlen aus harten Werkstoffen oder Werkstoffen, die zum Verspröden neigen, z. B. aus Leder, Hartplaste oder PUR, ungeeignet; geeignet sind z. B. flexible Gummisohlen.

Technische und organisatorische Maßnahmen für sturz sichere Treppen

Voraussetzung für ein sicheres Treppensteigen ist eine optimale Treppengestaltung unter Beachtung der Schrittmaßformel (DIN 18065). Für Treppen mittlerer Neigung ($\alpha = \text{ca. } 24^\circ \text{ bis } 36^\circ$) gilt:

$$a + 2s = 62 \text{ cm } (\pm 3 \text{ cm}), \text{ d. h. } = 59 \text{ bis } 65 \text{ cm (optimales Schrittmaß: 62 cm), wobei}$$

a – Auftrittstiefe s – Steigung/Auftrittshöhe

Günstige Abmessungen sind gegeben, z. B. bei $a = 29 \text{ cm}$ und $s = 17 \text{ cm}$, was einem Treppenneigungswinkel α von etwa 30° entspricht.

Für steilere Treppen ($\alpha = 36^\circ \text{ bis } 45^\circ$), z. B. Steiltreppen zu Arbeitsbühnen und Hilfstreppen zur gelegentlichen Nutzung, können folgende Berechnungsformeln verwendet werden:

- $a + 2s = 65 \text{ cm}$
- $a + s = 46 \text{ cm}$
- unterschiedliche Auftrittshöhen und -tiefen sowie gewendelte Treppenabschnitte besonders im Antritt und Austritt der Treppen möglichst vermeiden
- wenn möglich, auf Zwischenpodeste verzichten, da diese den Schrittrhythmus stören können; bei Festlegung der Podestlänge Schrittmaß (ca. 62 cm) berücksichtigen
- Auftrittsanten rutschhemmend und möglichst nicht überstehend ausbilden; je flacher die Treppe, desto breiter sollten Kantenprofile, -streifen u. ä. sein.
- ($\alpha < 30^\circ$: ca. 3 cm bis 5 cm $\alpha > 30^\circ$: ca. 3 cm)
- Der Mindestreibungswert von Auftrittsflächen und Stufenkanten im Innenbereich sollte $\mu \geq 0,3$ sein. Für Außentreppen ist ein Wert von $\mu \geq 0,45$ anzustreben.
- Rutschhemmung von Auftrittsflächen einschließlich Auftrittsanten sowie von Treppenpodesten möglichst gleich gestalten (Reibwertdifferenz $\Delta\mu \leq 0,2$)
- Beleuchtung so anordnen, dass Stufen und Stufenkanten gut wahrnehmbar sind, erforderlichenfalls durch zusätzliche farbliche Kennzeichnung; besonders gut wahrnehmbar sollten erste und letzte Stufenkante sein.
- Störeinflüsse auf Schrittrhythmus im Treppenlauf, z. B. Blickfang durch Werbemittel oder Spiegel, vermeiden.
- Handlauf benutzen!

Treppengestaltung

Treppenneigungswinkel

Auftrittshöhen

Rutschhemmung

Beleuchtung

Störeinflüsse

1.5.4 Vorschriften, Regelwerk, Literatur

Gesetze, Verordnungen

ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung
8. GPSGV	Verordnung über das Inverkehrbringen von Persönlicher Schutzausrüstung
PSA-BV	PSA-Benutzungsverordnung

Technische Regelwerke zu den Arbeitsschutzverordnungen

ASR A3.4	Beleuchtung
ASR A3.4/3	Sicherheitsbeleuchtung, optische Sicherheitsleitsysteme
ASR A1.3	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung
ASR 8/1	Fußböden
ASR 17/1,2	Verkehrswege

Berufsgenossenschaftliche Vorschriften

BGV A1	Grundsätze der Prävention
BGV C22 (VBG 37)	Bauarbeiten

Weitere Regeln der Technik

DIN EN ISO 20345	Persönliche Schutzausrüstung: Sicherheitsschuhe
DIN EN ISO 20346	Persönliche Schutzausrüstung: Schutzschuhe
DIN EN ISO 20347	Persönliche Schutzausrüstung: Berufsschuhe
DIN EN ISO 13287	Persönliche Schutzausrüstung: Schuhe: Prüfverfahren zur Bestimmung der Rutschhemmung
DIN 5035-2	Beleuchtung mit künstlichem Licht: Richtwerte für Arbeitsstätten in Innenräumen und im Freien
DIN EN 12464-1	Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen
DIN EN 12464-2	Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 2: Arbeitsplätze im Freien
DIN V 18032-2 (Vornorm)	Sporthallen: Hallen für Turnen, Spiele und Mehrzwecknutzung – Teil 2: Sportböden: Anforderungen, Prüfungen
DIN 18065	Gebäudetreppen: Definitionen, Messregeln, Hauptmaße
DIN 18202	Toleranzen im Hochbau: Bauwerke
DIN 18318	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV): Verkehrswegebauarbeiten, Pflasterdecken und Plattenbeläge in ungebundener Ausführung, Einfassungen

DIN 18333	VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV): Betonwerksteinarbeiten
DIN 18352	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV): Fliesen- und Plattenarbeiten
DIN 18353	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV): Estricharbeiten
DIN 18367	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV): Holzpflasterarbeiten
DIN 51097	Prüfung von Bodenbelägen: Bestimmung der rutschhemmenden Eigenschaft: Naßbelastete Barfußbereiche, Begehungsverfahren – Schiefe Ebene
DIN 51130	Prüfung von Bodenbelägen: Bestimmung der rutschhemmenden Eigenschaft: Arbeitsräume und Arbeitsbereiche mit Rutschgefahr, Begehungsverfahren – Schiefe Ebene
DIN 51131	Prüfung von Bodenbelägen: Bestimmung der rutschhemmenden Eigenschaft: Verfahren zur Messung des Gleitreibungskoeffizienten
BGR 131-1	Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1: Handlungshilfen für den Unternehmer
BGR 131-2	Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 2: Leitfaden zur Planung und zum Betrieb der Beleuchtung
BGR 181 (ZH 1/571)	Fußböden in Arbeitsräumen und Arbeitsbereichen mit Rutschgefahr
BGR 191 (ZH 1/702)	Benutzung von Fuß- und Knieschutz
GUV-R 181	Fußböden in Arbeitsräumen und Arbeitsbereichen mit Rutschgefahr
BGI/GUV-I 8687	Bewertung der Rutschgefahr unter Betriebsbedingungen
BGI 561 (ZH 1/113)	Treppen
BGI 643 (ZH 1/381)	Auf Nummer Sicher gehen! Ausrutschen – Stolpern – Umknicken
BGI 659 (ZH 1/470)	Gebäudereinigungsarbeiten
GUV-I 8527	Bodenbeläge für nassbelastete Barfußbereiche

Literatur

- [1] **Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit (Hrsg.):** Sicherheitstechnisches Informations- und Arbeitsblatt 560210. Geprüfte Bodenbeläge-Positivliste. Hrsg.: BGHW. Bonn: Erich Schmidt Verlag.
- [2] **Säurefließner-Vereinigung e.V. (Hrsg.):** Rutschhemmende Bodenbeläge in naßbelasteten Barfußbereichen: Liste NB. Burgwedel: Säurefließner-Vereinigung. Stand 2003
- [3] **Skiba, R.:** Taschenbuch Arbeitssicherheit. 9. Auflage. Bielefeld: E.-Schmidt 1997
- [4] **Fischer, H.; Görner, B.; Karl, M.; Mössner, Th.; Reyhl, H.; Schatte, M.; Tschöcke, E.; Weißgerber, B.:** Vermeiden von Unfällen durch Stolpern, Umknicken und Fehltreten. 1. Aufl. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 2008

1.5.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

Prüffragen

- Sind bei witterungsbedingter Glätte, Nässe oder Verunreinigungen Maßnahmen zur Vermeidung bzw. zur Beseitigung von Rutschgefährdungen ausreichend?
- Sind bei wechselnden Bodenbelägen mit sehr unterschiedlicher Gleitreibung (besonders in Kurven) oder losen Bodenbelägen Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Beseitigung von Rutschgefährdungen ausreichend, z. B. durch chemische Nachbehandlung bzw. Befestigung?
- Sind im Gehbereich vorhandene Unebenheiten wie Öffnungen, Vertiefungen, Stufungen, Schrägen ungefährlich bzw. sind entsprechende Überdeckungen vorhanden, die Gefährdungen durch Stolpern oder Umknicken weitgehend ausschließen?
- Sind Tritt- und Standflächen in Form, Größe und Tragfähigkeit ausreichend, um ein Fehltreten zu vermeiden?
- Sind unvermeidbare, zeitweilige Sturzgefährdungen durch Ausrutschen, Stolpern, Umknicken, Fehltreten ausreichend wahrnehmbar, z. B. durch entsprechende Beleuchtung, Farbe, Kontrast, Hinweisschilder?
- Kann der Schrittrhythmus beim Treppensteigen gestört werden? (ungleiche Stufenhöhen, ungleiche Rutschhemmung bzw. Ebenheit von Trittstufe/Stufenkante, schlechte Wahrnehmbarkeit der ersten und letzten Stufenkante)
- Wird geeignetes Schuhwerk getragen (festes Schuhwerk mit rutschhemmender und angemessen profilierter Sohle)?

festgestellte Gefährdungen/Mängel

- Rutschgefährdung infolge ... (z. B. Nässe, witterungsbedingte Glätte, Verunreinigungen, körniges Material, wechselnder Bodenbelag, Neigung/Steigung)
- Gefährdung durch Stolpern/Umknicken infolge... (z. B. Öffnungen, Vertiefungen, Stufungen > 6 mm, Schrägen > 25%, gelöste Belaggränder oder Stufenkantenprofile, unzureichende Beleuchtung)
- Gefährdung durch Fehltreten infolge ... (z. B. unzureichende Form, Größe, Tragfähigkeit der Trittfläche; Ablenkung beim Begehen von Treppen)

Maßnahmen zur Vermeidung/Beseitigung von Rutschgefährdungen

- rutschhemmende Beläge einsetzen bzw. herstellen ... (z. B. profilierte Beläge, Beschichtungen, chemische Oberflächenbehandlung, Stufenkantenprofile)
- Nässestaus, Verunreinigungen und witterungsbedingte Glätte vermeiden bzw. rechtzeitig beseitigen ...
- wechselnde Bodenbeläge mit sehr unterschiedlicher Gleitreibung (besonders in Kurven) beseitigen bzw. mit möglichst gleicher Gleitreibung versehen ... (z. B. Beschichtungen, chemische Nachbehandlung)

- Gleitreibungsmessungen durchführen ...
- lose Beläge ... (z. B. Teppiche, Gitterroste, Abdeckungen) befestigen
- auf Schrägen Gleitschutzleisten anbringen ..., Haltemöglichkeiten schaffen ...
- Wahrnehmbarkeit zeitweiliger Rutschgefährdungen verbessern ... (z. B. Beleuchtung, Hinweisschilder)
- geeignetes Schuhwerk tragen ... (rutschhemmend, angemessene Profilierung)

- Stolperstellen beseitigen, überdecken oder absperren ...
- Kabel u. a. Versorgungsleitungen überdecken oder in > 2 m Höhe verlegen ...
- Gitterroste u. ä. Abdeckungen gegen Abheben und Verschieben sichern ...
- gelöste Stufenkantenprofile erneuern oder befestigen ...
- Wahrnehmbarkeit unvermeidbarer Stolperstellen verbessern ...
- unterschiedliche Steighöhen bei benachbarten Trittlflächen angleichen bzw. beseitigen ...
- auf Benutzung der Handläufe von Treppen u.a. Haltemöglichkeiten hinweisen ... (z. B. Unterweisung)
- ausreichende Standfläche am Arbeitsplatz zur Verfügung stellen

**Maßnahmen zur
Vermeidung/Beseitigung
von Stolpergefährdungen**

**Maßnahmen zur
Vermeidung/Beseitigung
von Gefährdungen
durch Fehltreten**

1.6 Absturz

Autoren:

Dipl.-Ing. S. Gabriel

Dipl.-Ing. R. Hofert

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. S. Gabriel

BAuA

Bearbeitungsstand: Dezember 2015

Absturz ist das Herabfallen von Personen auf eine tiefer gelegene Fläche oder einen Gegenstand. Als Absturz gilt auch das Durchbrechen durch eine nicht tragfähige Fläche oder das Hineinfallen und das Versinken in flüssigen oder körnigen Stoffen.

Abstürze sind möglich aufgrund natürlicher oder baulicher Gegebenheiten, z. B. in Arbeitsstätten, oder bei Benutzung von Arbeitsmitteln. Das Thema Absturz ist deshalb im Arbeitsschutzrecht sowohl in der Arbeitsstättenverordnung als auch in der Betriebssicherheitsverordnung Regelungsinhalt.

Abstürze sind vor allem wegen der Schwere der Verletzungen ein Unfallschwerpunkt. In den letzten Jahren lag der Anteil der tödlichen Absturzunfälle an der Gesamtzahl der tödlichen Arbeitsunfälle bei circa 10 %.

1.6.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkung

Abstürze entstehen durch

Zusammenbrechen, Durchbrechen

– Zusammenbrechen oder Durchbrechen eines hochgelegenen Standplatzes (unzureichende Tragfähigkeit)

Dies kann ausgelöst werden durch:

- das Einwirken zu großer Kräfte, z. B. Überlastung durch Personen und/oder Gegenstände (Werkzeuge, Material), Sturm, Kollision mit Kranen oder Baumaschinen
- Materialversagen, z. B. durch unzureichende Dimensionierung der Gesamtkonstruktion oder einzelner Teile (z. B. nicht durchtrittsichere Bauteile), durch Verschleiß oder Korrosion

Umkippen, Wegrutschen, Wegrollen

– Umkippen, Wegrutschen oder Wegrollen eines hochgelegenen Standplatzes (unzureichende Standfestigkeit)

Beispiele sind:

- Umkippen eines Gerüsts
- Wegrutschen einer Leiter
- Wegrollen einer fahrbaren Arbeitsbühne
- Verrutschen einer Abdeckung über einer Bodenöffnung

Fallen, Kippen, Rutschen

– Fallen, Kippen oder Rutschen einer Person über eine bzw. von einer Absturzkante (sicherheits-technische Einrichtungen fehlen oder werden nicht wirksam).

Der Absturz kann z. B. ausgelöst werden durch:

- zu weites Hinauslehnen
- Angestoßen werden
- Stolpern, Ausrutschen
- fehlende Wahrnehmung einer Absturzkante
- Gesundheitsstörung

Unfallbegünstigend können die auszuführenden Tätigkeiten sowie das Arbeitsumfeld wirken, z. B. durch Zwangshaltungen, Heben und Tragen schwerer Lasten, Witterung oder unzureichende Sichtverhältnisse.

**Tätigkeiten,
Arbeitsumfeld**

1.6.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

Entscheidend für die Schwere eines Unfalls ist neben der Absturzhöhe unter anderem die Beschaffenheit der Auftrefffläche. So sind bei einem Absturz, zum Beispiel auf harte, pfählförmige oder scharfkantige Oberflächen, schwere oder tödliche Verletzungen auch bei geringen Absturzhöhen möglich.

**Absturzhöhe/
Beschaffenheit der
Auftrefffläche**

Absturzhöhe ist der senkrechte Höhenunterschied zwischen der Standfläche bzw. der Absturzkante und der angrenzenden tiefer liegenden ausreichend großen und tragfähigen Fläche (Auftrefffläche).

Absturzkante

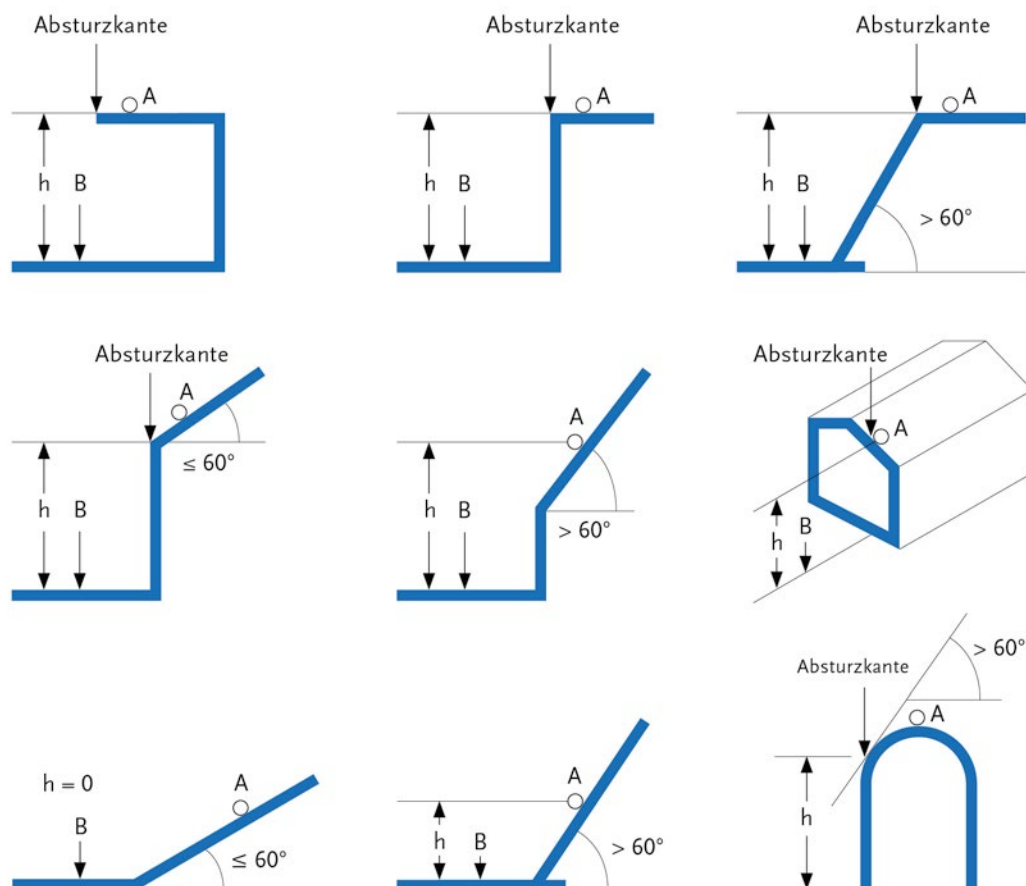


Abb. 1.6–1 Absturzkanten und Absturzhöhen (h) nach ASR A2.1

Hineinfallen/ Versinken in flüssigen oder körnigen Stoffen	Durch Absturz können auch Gefährdungen durch Hineinfallen und das Versinken in flüssigen oder körnigen Stoffen bestehen. Neben der Gefahr des Ertrinkens oder Ersticken können weitere Gefährdungen aufgrund chemischer oder physikalischer Eigenschaften des jeweiligen Stoffes bestehen.
Absturzgefahr	Nach ASR A2.1 wird davon ausgegangen, dass eine Absturzgefahr besteht, wenn eine Absturzhöhe von mehr als 1,0 m vorhanden ist.
Gefährdungsbeurteilung	Bereits bei geringeren Absturzhöhen sind Gefährdungsbeurteilungen erforderlich, wenn sich Arbeitsplätze und Verkehrswege 0,2 bis 1,0 m oberhalb einer angrenzenden Fläche befinden oder besteht die Gefährdung des Abrutschens besteht. Unabhängig von Absturzhöhen ist eine Gefährdungsbeurteilung erforderlich, wenn die Gefährdung des Hineinfallens oder Versinkens besteht.
Bewertung der Absturzgefährdung	Grundlagen für die Ermittlung und die Bewertung der Absturzgefährdung für die jeweilige Tätigkeit sind in TRBS 2121 und in ASR A2.1 beschrieben.
	Bei der Gefährdungsbeurteilung sind insbesondere zu berücksichtigen
Absturzhöhe	– die räumlichen und betrieblichen Gegebenheiten
Auftrefffläche	– die Absturzhöhe – die Beschaffenheit der tiefergelegenen Auftrefffläche: z. B. Schüttgüter (versinken, ersticken), Wasser (versinken, ertrinken), Beton (harter Aufschlag), Bewehrungsanschlüsse (aufspießen), Behälter mit Flüssigkeiten (versinken, ertrinken, Gefährdungen durch Flüssigkeit), Gegenstände oder Maschinen einschließlich bewegter Teile auf der Auftrefffläche
Standplatz	– die Beschaffenheit des Standplatzes (Neigungswinkel), der Standfläche (z. B. Rutschhemmung, Ebenheit)
Abstand zur Absturzkante auszuführende Tätigkeit	– der Abstand zur Absturzkante – Art, Umfang und Häufigkeit der auszuführenden Tätigkeit, körperliche Belastung: z. B. Arbeiten mit Zwangshaltungen, Benutzung von Werkzeugen, Mitführen von Lasten, körperlich leichte oder schwere Arbeiten, kurzzeitige oder langanhaltende, einmalige oder häufige Tätigkeiten
Arbeitsumgebung	– Beschaffenheit der Arbeitsumgebung: z. B. Sichtverhältnisse und Erkennbarkeit der Absturzkante (Beleuchtung, Tageszeit, Blendwirkung durch helle Flächen oder Gegenlicht, Markierungen), Witterungseinflüsse (Sturm, Eis und starker Schneefall), Vibration, äußere Krafteinwirkungen, gleichgewichtsbeeinflussende Faktoren

1.6.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

Rangfolge	Bei der Rangfolge von Arbeitsschutzmaßnahmen sind die Grundsätze des § 4 Arbeitsschutzgesetz zu berücksichtigen. Bauliche und technische Maßnahmen haben Vorrang vor organisatorischen und individuellen Maßnahmen.
Vermeidung von Absturzkanten	Gefährdungen durch Absturz können vermieden werden, wenn Höhenunterschiede, Absturzkanten und tieferliegende Flächen im Umfeld von Arbeitsplätzen, Verkehrswegen, Standplätzen, Bedienplätzen an Arbeitsmitteln und Anlagen vermieden werden, z. B. – bei der Planung von Gebäuden technische Gebäudeausrüstung nicht auf Dächern oder zumindest mit einem ausreichend großen Abstand zu Absturzkanten anordnen

- Bedienelemente und Einrichtungen für Betrieb und Instandhaltung in einer Höhe anordnen, die von einem ebenerdigen Standplatz erreichbar ist,
- Pflanzen mit begrenzter Wuchshöhe auswählen, z. B. im Obstanbau.

Gefährdungen durch Absturz können auch vermieden werden, wenn die Arbeiten mit Absturzgefahren vermieden werden können, z. B.

- Automatisierung und Robotereinsatz zur Fassadenreinigung
- Einsatz von Sensoren oder Kamertechnik für Fernüberwachung.

Ist dies nicht möglich, sind mögliche Maßnahmen in der angegebenen Rangfolge:

- Absturzsicherung: Einrichtung, die den Absturz verhindert als kollektive technische Schutzmaßnahme,
- Auffangeinrichtung: Einrichtung, die abstürzende Personen auffängt und vor tieferem Absturz schützt als kollektive technische Schutzmaßnahme,
- Sicherung von Gefahrenbereichen: Sicherung von Gefahrenbereichen gegen unbefugten Zutritt als kollektive technische und organisatorische Schutzmaßnahme
- Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz: Sicherungssystem für eine Person an einer Anschlagereinrichtung und zwar in der Weise, dass ein Absturz entweder verhindert oder die Person aufgefangen wird als individuelle Schutzmaßnahme.
- Sicherheitsgerechtes Verhalten im begründeten Ausnahmefall: Lassen die Eigenart und der Fortgang der Tätigkeit und Besonderheiten des Arbeitsplatzes die vorgenannten Schutzmaßnahmen nicht zu, darf auf die Anwendung von PSAgA im Einzelfall (z. B. Boden- und Wandöffnungen von Szenenflächen bei Bühnen) nur dann verzichtet werden, wenn die Arbeiten von fachlich qualifizierten und körperlich geeigneten Beschäftigten ausgeführt werden; der Arbeitgeber für den begründeten Ausnahmefall eine besondere Unterweisung durchgeführt hat und die Absturzkante für die Beschäftigten deutlich erkennbar ist.

Absturzsicherung

Auffangeinrichtung

Sicherung von Gefahrenbereichen

Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz

Sicherheitsgerechtes Verhalten

Für wiederkehrende Arbeiten auf hochgelegenen Arbeitsplätzen sind in der Regel ortsfeste Arbeitsplätze und Zugänge (Verkehrswege) zu schaffen, zum Beispiel Arbeitsbühnen, Laufstege, Treppen und Steigleitern (DIN EN ISO 14 122, Teil 1 – 4; DIN 28017, Teil 1 – 4; ASR A1.8, ASR A 2.1).

Ortsfeste Einrichtungen

Für zeitweilige Arbeiten auf hochgelegenen Arbeitsplätzen können zeitweilige Einrichtungen genutzt werden, beispielsweise Gerüste, Hubarbeitsbühnen, Arbeitsplattformnetze, fahrbare Arbeitsbühnen oder Leitern.

Zeitweilige Einrichtungen

Anhang 1, Abschnitt 3, Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) nennt Mindestanforderungen für die Benutzung von Arbeitsmitteln, die für zeitweilige Arbeiten an hoch gelegenen Arbeitsplätzen bereitgestellt werden. Dies betrifft vor allem die Benutzung von Leitern und Gerüsten sowie die Zugangs- und Positionierungsverfahren unter Zuhilfenahme von Seilen. Diese Anforderungen werden durch die Technische Regeln für Betriebssicherheit TRBS 2121 – Gefährdung von Personen durch Absturz, Allgemeine Anforderungen und Teil 1 bis Teil 4, konkretisiert.

Wegen der besonderen Verhältnisse des Baubetriebes sind nach ASR A2.1 Absturzsicherungen bei Bauarbeiten bei unterschiedlichen Absturzhöhen erforderlich:

Absturzsicherungen bei Bauarbeiten

- unabhängig von der Absturzhöhe an Arbeitsplätzen und Verkehrswegen an oder über Wasser oder anderen Stoffen, in denen man versinken kann
- bei mehr als 1,00 m Absturzhöhe an freiliegenden Treppenläufen und -absätzen, Wandöffnungen und Bedienungsständen von Maschinen und deren Zugängen
- bei mehr als 2,00 m Absturzhöhe an allen übrigen Arbeitsplätzen und Verkehrswegen mit der nachfolgend genannten Ausnahme: bis 3,00 m Absturzhöhe ist an Arbeitsplätzen und Verkehrswegen auf Dächern und Geschossdecken mit nicht mehr als 50 m² Grundfläche und nicht mehr

als 22,5° Neigung entbehrlich, sofern die Arbeiten von hierfür qualifizierten und körperlich geeigneten Beschäftigten, die besonders unterwiesen sind, ausgeführt werden. Die Absturzkante muss für die Beschäftigten deutlich erkennbar sein.

Im Ergebnis der Bewertung der Absturzgefährdung sind die jeweils erforderlichen Schutzmaßnahmen festzulegen.

Hochgelegene Arbeitsplätze und deren Zugänge sollten so beschaffen sein, dass bei bestimmungsgemäßer Nutzung keine Absturzgefahr besteht. Deshalb sind zwangsläufig wirkende Einrichtungen wie Geländer, ortsfeste Arbeitsbühnen, Laufstege, Abdeckungen oder Seitenschutz stets vorrangig anzuwenden.

Allgemeine Grundsätze

1.6.3.1 Grundsätze für die Auswahl von Maßnahmen

- Es dürfen nur Schutzmaßnahmen angewendet werden, die für die gegebenen Bedingungen geeignet sind und Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten auf hochgelegenen Arbeitsplätzen gewährleisten.
- Die fachgerechte Planung und Ausführung aller Arbeiten beim Errichten und Einrichten von hochgelegenen Arbeitsplätzen und deren Zugängen ist sicherzustellen.
- Die Prüffristen sind einzuhalten und darüber hinaus sind regelmäßige Kontrollen (Sichtprüfungen), z. B. auf bauliche Veränderungen oder Verschleißerscheinungen, durchzuführen.
- Die Beschäftigten sind regelmäßig zu unterweisen und zur Akzeptanz der Schutzmaßnahmen zu motivieren.

1.6.3.2 Maßnahmen zur Gewährleistung der Tragfähigkeit

Tragfähigkeit

Maßnahmen zur Gewährleistung der Tragfähigkeit von hochgelegenen Arbeitsplätzen und deren Zugängen (beispielsweise gefordert in DIN EN ISO 14 122 Teil 1 – 4, DIN EN 12811, DIN 4420-1):

- ausreichende Bemessung der Gesamtkonstruktion und der tragenden Einzelteile entsprechend der zu erwartenden Nutzung
- Bau bzw. Aufbau entsprechend den Vorschriften und den Informationen/Anleitungen des Herstellers
- Überprüfen des Objektes auf sichtbare Mängel, z. B. durch Verschleiß, Alterung, Korrosion
- Einhalten der zulässigen Belastungsgrenzwerte

1.6.3.3 Maßnahmen zur Gewährleistung der Standsicherheit

Standsicherheit

Maßnahmen zur Gewährleistung der Standsicherheit von hochgelegenen Arbeitsplätzen und deren Zugängen (beispielsweise gefordert in DIN EN ISO 14 122 Teil 1 – 4, DIN EN 12 811, DIN 4420-1):

- tragfähiger Untergrund, z. B. beim Aufstellen von Leitern oder Gerüsten
- ausreichende und funktionssichere Verankerung oder Kippsicherung, z. B. bei Gerüsten
- stabile Schwerpunktlage, z. B. bei Leitern durch Wahl eines geeigneten Anstellwinkels
- ausreichende und funktionssichere Feststelleinrichtungen, z. B. bei Fahrgerüsten
- Berücksichtigung möglicher äußerer Einwirkungen, z. B. Sturm, starker Regen, Frost, Erschütterungen durch Sprengen, Fahrzeugverkehr oder Rammen

1.6.3.4 Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit an Absturzkanten und Öffnungen

Absturzsicherungen

Absturzsicherungen sind kollektive Einrichtungen, die ein Abstürzen von Personen zwangsläufig verhindern, z. B. Abdeckungen, Brüstungen, Umwehungen, Randsicherungen oder Seitenschutz. Sie können auftretende Kräfte aufnehmen und ableiten und sind vorrangig vor allen anderen Maßnahmen zum Schutz vor Absturz anzuwenden.

ASR A2.1 enthält Gestaltungsregeln für Umwehungen, z. B.:

- Mindesthöhe:
 - 1,00 m für Absturzhöhen bis 12 m
 - 1,10 m für Absturzhöhen über 12 m
- Schutz vor Hindurchfallen ist durch Stäbe, Knieleisten, Gitter, feste Ausfüllungen oder ähnliches zu gewährleisten.
- Bei senkrechten Zwischenstäben darf der Abstand höchstens 18 cm betragen.
- Abstände Handlauf – Knieleiste und Knieleiste – Fußleiste jeweils höchstens 50 cm
- Offene Umwehungen müssen Fußleisten von 5 cm Höhe oder einen anderen gleichwertigen Schutz aufweisen. Ausnahme: Treppen

Umwehungen

Die DGUV Information 201-023 (bisher BGI 807) beschreibt Anforderungen an den Einsatz von Seitenschutz, Randsicherungen, Umwehungen und Brüstungen. Seitenschutz in Arbeits- und Schutzgerüsten und Schutzwände in Dachfanggerüsten werden in DIN 4420-1 beschrieben.

Die im Bauwesen am häufigsten angewandte Form der Umwehruung ist der Seitenschutz.

DIN EN 12811-1 und DGUV Information 201-023 (bisher BGI 807) enthalten u. a. folgende Gestaltungsregeln:

Seitenschutz

- Bestandteile: Geländerholm, Zwischenseitenschutz (DIN EN 12811), Bordbrett
- Gesamthöhe an der Oberkante: mindestens 1,00 m
- Der Zwischenseitenschutz ist zwischen Geländerholm und Bordbrett angebracht und kann bestehen aus
 - einem oder mehreren Zwischenholmen,
 - einem Rahmen,
 - einem Rahmen, dessen Oberkante den Geländerholm bildet,
 - einem Geflecht nach DIN EN 1263-1 mit einer Maschenweite von höchstens 10 cm.
- Abstand Geländerholm – Zwischenholm und Zwischenholm – Bordbrett:
 - jeweils nicht größer als 0,47 m
- Oberkante des Bordbrettes mindestens 0,15 m über der zugehörigen Belagebene
- Alle verwendeten Teile müssen in eingebautem Zustand gegen unbeabsichtigtes Lösen gesichert sein.
- Bei Verwendung von Teilen, die nicht der Regelausführung entsprechen, ist ein Brauchbarkeitsnachweis erforderlich.

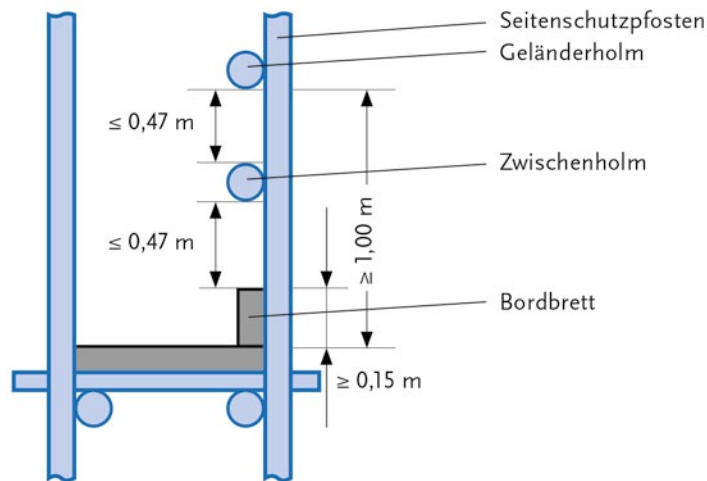


Abb. 1.6–2 Seitenschutz mit Zwischenholm nach DIN EN 12811

Abdeckungen

Öffnungen, z. B. in Gruben oder Decken, können außer durch feste oder abnehmbare Geländer auch durch Abdeckungen, z. B. nach ASR A2.1 gesichert werden.

Abdeckungen, zum Beispiel Luken-, Schacht-, Rutschen-, Gruben-, Falltüren, müssen so gestaltet und installiert sein, dass sich hierdurch keine Stolpergefahren ergeben und sie der Nutzungsart entsprechend tragfähig sind. Sie müssen sicher zu handhaben und gegen unbeabsichtigtes Bewegen (Auf- und Zuklappen, Verschieben) zu sichern sein. Diese Forderung ist zum Beispiel dann erfüllt, wenn:

- Abdeckungen von gesicherten Standplätzen aus geöffnet werden können,
- klappbare Abdeckungen in geöffnetem Zustand festgestellt werden können oder
- Abdeckungen, für deren Betätigung eine Kraft von mehr als 250 N erforderlich ist, mit entsprechenden Hilfseinrichtungen, z. B. zusätzlich mit Gewichtsausgleich, hydraulisch betätigten Hubvorrichtungen oder Gasdruckfedern, ausgestattet sind.

Bewegliche Abdeckungen und Umwahrungen dürfen nur aus der Schutzstellung gebracht werden, wenn dies betrieblich erforderlich ist und andere Schutzmaßnahmen getroffen sind. Sie müssen in der Schutzstellung gesichert werden können und dürfen sich nicht in Richtung der Absturzkante öffnen lassen.

Auffangeinrichtungen

Lassen sich aus arbeitstechnischen Gründen Absturzsicherungen nicht verwenden, sind nach Anhang 1, Nummer 3.1.5 A2.1 BetrSichV und Nr. 4.2 ASR A2.1 an deren Stelle Einrichtungen zum Auffangen abstürzender Personen (Auffangeinrichtungen) erforderlich. Auffangeinrichtungen sind ebenfalls kollektive Schutzmaßnahmen, die auftretende Kräfte aufnehmen und ableiten können. Einrichtungen zum Auffangen abstürzender Personen sind z. B.:

- Fang- und Dachfanggerüste (DIN 4420-1)
- Dachschutzwände auf geneigten Flächen (DGUV Information 201-023 (bisher BGI 807))
- Schutznetze (DGUV Regel 101-011 (bisher BGR/GUV-R 179), DIN EN 1263)

Maximaler Höhenunterschied zwischen Absturzkante bzw. Arbeitsplatz/Verkehrsweg und Aufprallfläche:

- Ausleger-, Konsol- und Hängegerüst als Fanggerüst – 3,00 m
- Dachfanggerüst – 1,50 m
- alle sonstigen Fanggerüste – 2,00 m
- Schutznetze – 6,00 m

Einsatzgrenzen

Belagteile sind dicht zu verlegen und um Bauwerksecken ist der Belag in voller Breite herumzuführen.

Fanggerüste kommen an annähernd horizontalen Absturzkanten zum Einsatz. Die seitliche Begrenzung des Fanggerüsts kann Seitenschutz mit einer maximalen Neigung von 15° oder eine Schutzwand sein. Ist die Schutzwand mehr als 15° geneigt, ist sie wie der Gerüstbelag zu bemessen und dicht zu verlegen.

Fanggerüste

An die bauliche Durchbildung von Fanggerüsten werden folgende Anforderungen gestellt:

- Für Absturzhöhen h bis 2,00 m muss der horizontale Abstand b des Seitenschutzes zur Absturzkante mindestens 0,90 m betragen.
- Für Absturzhöhen h von mehr als 2,00 m bis maximal 3,00 m muss der horizontale Abstand b des Seitenschutzes zur Absturzkante mindestens 1,30 m betragen.
- Der Abstand zwischen Fanglage und Bauwerk darf nicht größer als 0,30 m sein. Die Höhe des Seitenschutzes muss mindestens 1,00 m betragen.
- Die Breite w der Fanglage muss mindestens der Klasse W 09 nach DIN EN 12811-1 entsprechen.
- Schutzgerüste müssen bezogen auf die Absturzkanten den zu schützenden Bereich seitlich um mindestens 1,00 m überragen.

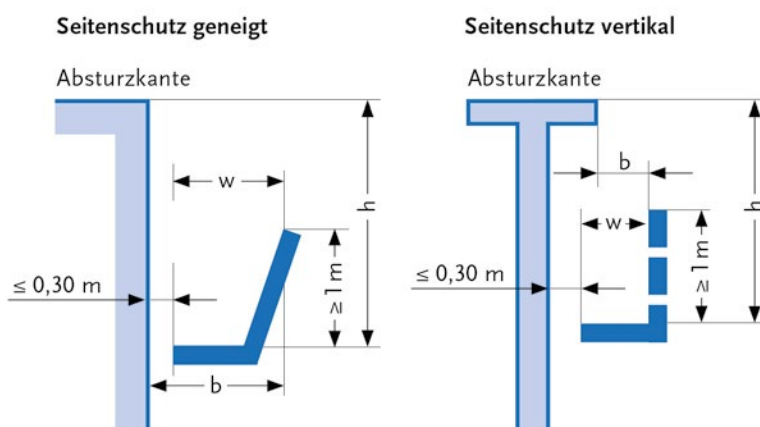


Abb. 1.6–3 Fanggerüste nach DIN 4420-1

Dachfanggerüste werden genutzt für Arbeiten an und auf Dachflächen mit einer Neigung von mehr als 20° bis 60° . Liegt die Neigung des Daches zwischen 45° und 60° , darf der Höhenunterschied zwischen Arbeitsplätzen oder Verkehrswegen und den Einrichtungen zum Auffangen abrutschender Personen nicht mehr als 5,00 m betragen.

An die bauliche Durchbildung von Dachfanggerüsten werden folgende Anforderungen gestellt:

- Die Breite w der Fanglage muss mindestens der Klasse W 06 nach DIN EN 12811-1 entsprechen.
- Die Fanglage darf nicht tiefer als 1,50 m (h_0) unter der Absturzkante liegen.
- Der horizontale Abstand b zwischen Absturzkante und der Schutzwand muss mindestens 0,70 m betragen.
- Der Abstand zwischen Fanglage und Bauwerk darf nicht größer als 0,30 m sein. Die Höhe h_1 der Schutzwand muss mindestens 1,00 m betragen.
- Die Höhe h_1 der Schutzwand, der vertikale Abstand zwischen Absturzkante und Fanglage h_0 und der horizontale Abstand b müssen folgender Bedingung genügen:
 $h_1 - h_0 \geq 1,50 - b$ (Maße in m)

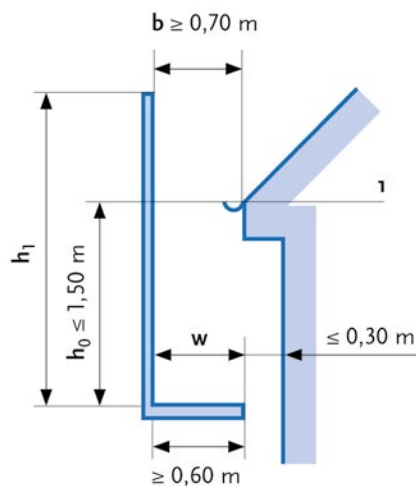


Abb. 1.6–4 Bauliche Ausbildung der Dachfanggerüste nach DIN 4420-1

Arbeiten auf mehr als 45° geneigten Flächen

Für Arbeiten auf einer mehr als 45° geneigten Fläche sind zusätzlich besondere Arbeitsplätze, beispielsweise gelattete Dachflächen, Dachdecker-Auflegeleitern oder Dachdeckerstühle zu schaffen.

Schutzwände von Dachfanggerüsten

Schutzwände von Dachfanggerüsten können aus

- einer dichten oder unterbrochenen Verbretterung mit Zwischenräumen von höchstens 10 cm oder
- Füllungen aus Drahtgeflecht nach DIN EN 10223-6 sowie Schutznetzen nach DIN EN 1263-1 mit einer Maschenweite von höchstens 10 cm bestehen.

Dachschutzwände auf geneigten Flächen

Dachschutzwände auf geneigten Flächen sollen nach DGUV Information 201-023 (bisher BGI 807)

- auf Flächen von 20° bis 60° Neigung verwendet werden; bei einer Neigung > 45° soll der vertikale Abstand zwischen Arbeitsplatz und Fußpunkt der Schutzwand höchstens 5,00 m betragen,
- an Teilen baulicher Anlagen befestigt werden, die ausreichend tragfähig sind,
- eine Bauhöhe von mindestens 1,00 m aufweisen,
- zwischen Dachschutzwand und geneigter Fläche einen Winkel von höchstens 90° haben,
- nur verwendet werden, wenn sie den gesicherten Arbeitsbereich seitlich um mindestens je 1,00 m überragen,
- montiert werden, wenn die Beschäftigten gegen Absturz gesichert sind.

Persönliche Absturzschutzausrüstung – Persönliche Schutzausrüstungen (PSA) gegen Absturz

PSA gegen Absturz

Lassen sich Absturzsicherungen und Auffangeinrichtungen nicht einsetzen, können nach Anhang 1, Nummer 3.1.5 Betriebsicherheitsverordnung (BetrSichV) und Nr. 4.2 ASR A2.1 im begründeten Einzelfall auch Persönliche Schutzausrüstungen gegen Absturz verwendet werden. Die geeignete PSAgA muss sich aus der Gefährdungsbeurteilung ergeben. Die Beschäftigten müssen in die Benutzung der PSAgA und über die Durchführung der erforderlichen Rettungsmaßnahmen unterwiesen werden. Voraussetzung ist das Vorhandensein geeigneter Anschlagseinrichtungen.

Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen

Arbeitsmedizinische Vorsorge

Arbeiten mit Absturzgefährdung sollen nur von Personen ausgeführt werden, die gesundheitlich dazu in der Lage sind. Zu empfehlen sind arbeitsmedizinische Erstuntersuchungen vor Aufnahme der Tätigkeit und regelmäßige Nachuntersuchungen. Vorzeitige Nachuntersuchungen sollten nach längeren Erkrankungen, auf Wunsch eines Beschäftigten oder bei Vorliegen von gesundheitlichen Bedenken erfolgen (DGUV Information 240-410 (bisher BGI/GUV-I 504-41)). Arbeitsmedizinische Untersuchungen können sich insbesondere aus der Gefährdungsbeurteilung nach § 5 ArbSchG für Arbeiten mit besonderer Absturzgefahr ergeben. Eine besondere Absturzgefahr ist insbesondere für die nachstehend genannten oder mit ihnen vergleichbaren Betriebsarten, Arbeitsplätze oder Tätigkeiten anzunehmen, sofern eine durchgehende Sicherung (technische Maßnahmen oder persönliche Schutzausrüstung) gegen Absturz nicht gewährleistet ist:

- Freileitungen und Fahrleitungen,
- Antennenanlagen,
- Brücken, Masten, Türme, Schornsteine,
- Flutlichtanlagen,
- Auf- und Abbau freitragender Konstruktionen (z. B. Montage im Stahlbau, Stahlbetonfertigteilbau, Holzbau),
- Schächte und Blindschächte im Bergbau,
- Gerüstbauarbeiten, Dach- und Fassadenarbeiten.

1.6.4 Vorschriften, Regelwerk (Auswahl)

Gesetze, Verordnungen

ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung
BaustellV	Baustellenverordnung
BetrSichV	Betriebssicherheitsverordnung
PSA-BV	PSA-Benutzungsverordnung

Technische Regelwerke zu den Arbeitsschutzverordnungen

ASR A2.1	Schutz vor Absturz und herabfallenden Gegenständen, Betreten von Gefahrenbereichen
ASR A1.8	Verkehrswege
TRBS 2121	Gefährdung von Personen durch Absturz – Allgemeine Anforderungen

TRBS 2121, Teil 1	Gefährdungen von Personen durch Absturz – Bereitstellung und Benutzung von Gerüsten
TRBS 2121, Teil 2	Gefährdungen von Personen durch Absturz – Bereitstellung und Benutzung von Leitern
TRBS 2121, Teil 3	Gefährdungen von Personen durch Absturz – Bereitstellung und Benutzung von Zugangs- und Positionierungsverfahren unter Zuhilfenahme von Seilen
TRBS 2121, Teil 4	Gefährdungen von Personen durch Absturz – Heben von Personen mit hierfür nicht vorgesehenen Arbeitsmitteln
RAB 32	Regeln zum Arbeitsschutz auf Baustellen – Unterlage für spätere Arbeiten

Berufsgenossenschaftliche Vorschriften

DGUV Vorschrift 38 (bisher BGV C22)	Bauarbeiten
----------------------------------------	-------------

Weitere Regeln der Technik

DIN EN 131-1	Leitern – Teil 1: Benennungen, Bauarten, Funktionsmaße; Deutsche Fassung EN 131-1:2007+A1:2011
DIN EN 131-2	Leitern – Teil 2: Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung; Deutsche Fassung EN 131-2:2010+A1:2012
DIN EN 131-3	Leitern – Teil 3: Benutzerinformation
DIN EN 131-4	Leitern – Teil 4: Ein- oder Mehrgelenkleitern
DIN EN 131-6	Leitern – Teil 6: Teleskopleitern
DIN EN 131-7	Leitern – Teil 7: Mobile Podestleitern
DIN EN 341	Persönliche Absturzschutzausrüstung – Abseilgeräte zum Retten
DIN EN 353-1	Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz – Mitlaufende Auffanggeräte einschließlich einer Führung – Teil 1: Mitlaufende Auffanggeräte einschließlich fester Führung
DIN EN 353-2	Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz – Teil 2: Mitlaufende Auffanggeräte einschließlich beweglicher Führung
DIN EN 354	Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz – Verbindungsmittel
DIN EN 355	Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz – Falldämpfer
DIN EN 358	Persönliche Schutzausrüstung für Haltefunktionen und zur Verhinderung von Abstürzen – Haltegurte und Verbindungsmittel für Haltegurte
DIN EN 360	Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz – Höhensicherungsgeräte
DIN EN 361	Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz – Auffanggurte

DIN EN 362	Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz – Verbindungselemente
DIN EN 363	Persönliche Absturzschutzausrüstung: Persönliche Absturzschutzsysteme
DIN EN 364	Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz: Prüfverfahren
DIN EN 364 Berichtigung 1:1994-08	Berichtigungen zu DIN EN 364:1993-02
DIN EN 365	Persönliche Schutzausrüstung zum Schutz gegen Absturz: Allgemeine Anforderungen an Gebrauchsanleitungen, Wartung, regelmäßige Überprüfung, Instandsetzung, Kennzeichnung und Verpackung
DIN EN 365 Berichtigung 1:2007-04	Berichtigung zu DIN EN 365: 2004-12
DIN EN 516	Vorgefertigte Zubehörteile für Dacheindeckungen – Einrichtungen zum Betreten des Daches, Laufstege, Trittsflächen und Einzeltritte
DIN EN 795	Persönliche Absturzschutzausrüstung – Anschlagvorrichtungen
DIN EN 813	Persönliche Absturzschutzausrüstung – Sitzgurte
DIN EN 1263-1	Temporäre Konstruktionen für Bauwerke – Schutznetze (Sicherheitsnetze) – Teil 1: Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfverfahren
DIN EN 1263-2	Temporäre Konstruktionen für Bauwerke – Schutznetze (Sicherheitsnetze) – Teil 2: Sicherheitstechnische Anforderungen für die Errichtung von Schutznetzen
DIN EN 13374	Temporäre Seitenschutzsysteme – Produktfestlegungen – Prüfverfahren
DIN EN 12810-1	Fassadengerüste aus vorgefertigten Bauteilen – Teil 1: Produktfestlegungen
DIN EN 12810-2	Fassadengerüste aus vorgefertigten Bauteilen – Teil 2: Besondere Bemessungsverfahren und Nachweise
DIN EN 12811-1	Temporäre Konstruktionen für Bauwerke – Teil 1: Arbeitsgerüste – Leistungsanforderungen, Entwurf, Konstruktion und Bemessung
DIN EN 12811-2	Temporäre Konstruktionen für Bauwerke – Teil 2: Informationen zu den Werkstoffen
DIN EN 12811-3	Temporäre Konstruktionen für Bauwerke – Teil 3: Versuche zum Tragverhalten
DIN EN 12811-3 Berichtigung 1:2004-02	Berichtigungen zu DIN EN 12811-3:2003-02
DIN 4420-1	Arbeits- und Schutzgerüste – Teil 1: Schutzgerüste – Leistungsanforderungen, Entwurf, Konstruktion und Bemessung
DIN 4420-3	Arbeits- und Schutzgerüste – Teil 3: Ausgewählte Gerüstbauarten und ihre Regelausführungen

DIN 4426	Einrichtungen zur Instandhaltung baulicher Anlagen – Sicherheitstechnische Anforderungen an Arbeitsplätze und Verkehrswege; Planung und Ausführung
DIN 4567	Leitern – Bemessungsgrundlagen für Leitern für den besonderen beruflichen Gebrauch
DIN EN ISO 14122-1	Sicherheit von Maschinen – Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen – Teil 1: Wahl eines ortsfesten Zugangs zwischen zwei Ebenen
DIN EN ISO 14122-1/A1	Sicherheit von Maschinen – Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen – Teil 1: Wahl eines ortsfesten Zugangs zwischen zwei Ebenen – Änderung 1
DIN EN ISO 14122-2	Sicherheit von Maschinen – Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen – Teil 2: Arbeitsbühnen und Laufstege
DIN EN ISO 14122-2/A1	Sicherheit von Maschinen – Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen – Teil 2: Arbeitsbühnen und Laufstege – Änderung 1
DIN EN ISO 14122-3	Sicherheit von Maschinen – Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen – Teil 3: Treppen, Treppenleitern und Geländer
DIN EN ISO 14122-3/A1	Sicherheit von Maschinen – Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen – Teil 3: Treppen, Treppenleitern und Geländer – Änderung 1
DIN EN ISO 14122-4	Sicherheit von Maschinen – Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen – Teil 4: Ortsfeste Steigleitern
DIN 18065	Gebäudetreppen – Begriffe, Messregeln, Hauptmaße
DIN 18160-5	Abgasanlagen – Teil 5: Einrichtungen für Schornsteinfegerarbeiten – Anforderungen, Planung und Ausführung
DIN 18799-1	Ortsfeste Steigleitern an baulichen Anlagen – Teil 1: Steigleitern mit Seitenholmen, sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen
DIN 18799-2	Ortsfeste Steigleitern an baulichen Anlagen – Teil 2: Steigleitern mit Mittelholm, sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen
DIN 28017-1	Ortsfeste Zugänge zu verfahrenstechnischen Apparaten – Teil 1: Bühnen
DIN 28017-2	Ortsfeste Zugänge zu verfahrenstechnischen Apparaten – Teil 2: Geländer für Bühnen
DIN 28017-3	Ortsfeste Zugänge zu verfahrenstechnischen Apparaten – Teil 3: Steigleitern
DIN 28017-4	Ortsfeste Zugänge zu verfahrenstechnischen Apparaten – Teil 4: Abstiegsicherungen
DIN 28017-5	Ortsfeste Zugänge zu verfahrenstechnischen Apparaten – Teil 5: Treppen (Norm-Entwurf)
DGUV Regel 101-002 (bisher BGR 113)	Regeln für die Sicherheit von Treppen bei Bauarbeiten

DGUV Regel 101-011 (bisher BGR/GUV-R 179)	Einsatz von Schutznetzen
DGUV Regel 101-016 (bisher BGR 203)	Dacharbeiten
DGUV Regel 101-020 (bisher BGR 214)	Zimmer- und Holzbauarbeiten
DGUV Regel 101-021 (bisher BGR 218)	Schornsteinfegerarbeiten
DGUV Regel 103-008 (bisher GUV-R 177)	Steiggänge für Behälter und umschlossene Räume
DGUV Regel 112-198 (bisher BGR/GUV-R 198)	Benutzung von persönlichen Schutzausrüstungen gegen Absturz
DGUV Regel 112-199 (bisher BGR/GUV-R 199)	Retten aus Höhen und Tiefen mit persönlichen Absturzsutzausrüstungen
DGUV Information 201-010 (bisher BGI 662)	Handlungsanleitung für den Umgang mit Arbeitsplattformnetzen
DGUV Information 201-011 (bisher BGI/GUV-I 663)	Handlungsanleitung für den Umgang mit Arbeits- und Schutzgerüsten
DGUV Information 201-023 (bisher BGI 807)	Sicherheit von Seitenschutz, Randsicherungen und Dachschutzwänden als Absturzsicherungen bei Bauarbeiten
DGUV Information 208-005 (bisher BGI/GUV-I 561)	Treppen
DGUV Information 208-012 (bisher GUV-I 637)	Podestleitern
DGUV Information 208-016 (bisher BGI 694)	Handlungsanleitung für den Umgang mit Leitern und Tritten
DGUV Information 208-017 (bisher GUV-I 694)	Handlungsanleitung für den Umgang mit Leitern und Tritten
DGUV Information 240-410 (bisher BGI/GUV-I 504-41)	Handlungsanleitung für die arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 41 „Arbeiten mit Absturzgefahr“

1.6.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

- Haben hochgelegene Arbeitsplätze oder Verkehrswege Absturzsicherungen, die verhindern, dass Personen abstürzen können?
- Haben Arbeitsplätze oder Verkehrswege an oder über Wasser oder anderen festen oder flüssigen Stoffen, in denen man versinken kann, unabhängig von der Absturzhöhe Absturzsicherungen, die verhindern, dass Personen hineinfallen können?
- Sind die Umwehrungen so ausgeführt und bemessen, dass sie die zu erwartenden Kräfte aufnehmen und ableiten können?
- Sind die Absturzsicherungen so gestaltet, dass Personen nicht hindurchfallen können?

Prüffragen

- Sind vorhandene Öffnungen, z. B. Luken, Schächte, Rutschen, Gruben, Falltüren durch Geländer, Umwehrungen oder durch Abdeckungen gesichert?
- Ist bei Arbeitsplätzen, die eine Absturzsicherung nicht zulassen, gesichert, dass der Schutz vor Absturz auf andere Weise gewährleistet wird (z. B. Auffangeinrichtungen)?
- Ist das Objekt, auf dem sich hochgelegene Arbeitsplätze oder Verkehrswege befinden, ausreichend tragfähig und standsicher?
- Sind Zugänge (z. B. Treppen, Leitern) und deren Anwendung sicher?

festgestellte Gefährdungen/Mängel

- Tragfähigkeit unzureichend ... (z. B. Leiter, Dach, Gerüst)
- Standsicherheit unzureichend ...
- ungesicherte Absturzkante ...
- ungesicherte Öffnung ...
- Arbeiten auf „nichtbegehbaren Flächen“ (Gefahr des Absturzes ins Gebäudeinnere) ...
- Umwehrung unzureichend ... (z. B. fehlende oder unzureichend befestigte Teile)
- Abdeckung unzureichend ... (z. B. Stolperstellen, ungenügende Festigkeit)
- Gerüste weisen Mängel auf ... (z. B. nicht ordnungsgemäßer Seitenschutz, Abstand Wand-Gerüst zu groß, Belag nicht vollständig ausgelegt, ungenügende Verankerung)
- Anschlagpunkte für PSA gegen Absturz unzureichend ...
- bei PSA gegen Absturz Auffangsysteme fehlerhaft zusammengestellt ..., PSA falsch angelegt

Maßnahmen

- Tragfähigkeit verbessern/wiederherstellen durch ...
- Standsicherheit verbessern/wiederherstellen durch ... (z. B. sachgerechtes Aufstellen von Leitern, Gerüsten)
- Absturzkante sichern durch ... (z. B. 3-teiliger Seitenschutz, Fanggerüste, PSA gegen Absturz)
- Öffnung sichern durch ... (z. B. Umwehren, Abdecken)
- Auffangeinrichtungen im Gebäudeinneren vorsehen ... (z. B. Schutznetze)
- Umwehrung in ordnungsgemäßen Zustand versetzen ...
- Abdeckung in ordnungsgemäßen Zustand versetzen ...
- sicherheitsgerechten Zustand (wieder-)herstellen ...
- geeignete Anschlagpunkte vorsehen ...
- bei PSA gegen Absturz geeignete Kombinationen auswählen ..., Beschäftigte unterweisen ...



2

Elektrische Gefährdungen

2 Elektrische Gefährdungen

Elektrische Gefährdungen können gesundheitliche Schädigungen von Menschen oder Tieren verursachen. Außerdem kann die Elektrizität die Ursache von Bränden und Explosionen sein. In diesem Kapitel werden nur solche elektrischen Gefährdungen betrachtet, die zur Gefährdung von Menschen führen.

Elektrische Gefährdungen durch elektrischen Schlag oder Lichtbogen können entstehen bei Anwendung der Elektrizität bei der Arbeit (z. B. Verwendung von elektrischen Betriebsmitteln) oder bei der Durchführung von nicht elektrischen Arbeiten in der Nähe von unter Spannung stehenden Betriebsmitteln. Wenn ein Lichtbogen unerwünscht infolge eines Defekts oder einer Schaltheandlung entsteht, spricht man von einem Störlichtbogen.

Beide Gefährdungen können entweder zugleich auftreten oder die Art der Gefährdung wird durch die Höhe der Spannung bestimmt. Im Bereich der Spannungen bis 1000 V AC dominiert die Gefährdung des elektrischen Schlages und bei Spannungen über 1000 V AC die Gefährdung durch den Störlichtbogen. Aus diesem Grund sind die Bewertungskriterien und die anzuwendenden Maßnahmen des Arbeitsschutzes schwer voneinander zu trennen. Deshalb werden sie für elektrischen Schlag und Störlichtbogen zusammen behandelt.

2.1 Elektrischer Schlag und Störlichtbogen

Autoren:

Dr.-Ing. P. Lange

Dr.-Ing. J. Nagel

Ansprechpartnerin:

Dipl.-Ing. B. Kasper

BAuA

Bearbeitungsstand: Januar 2012

Mit einer Gefährdung durch elektrischen Schlag oder Störlichtbogeneinwirkung ist zu rechnen, wenn aktive Teile berührt oder unterschiedliche Potenziale überbrückt werden können oder bei einer Annäherung an aktive Teile die Isolationsfestigkeit unterschritten werden kann.

2.1.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen

Gesundheitliche Schädigungen durch die Wirkung des elektrischen Stromes können entstehen:

– durch einen elektrischen Schlag, wenn der Strom durch den menschlichen Körper in Abhängigkeit der Widerstände im Unfallstromkreis und der treibenden Spannung eine gefährliche Größe annimmt. Der elektrische Schlag kann erfolgen:

- bei direkter Berührung von unter Spannung stehenden Teilen unterschiedlichen Potentials,
- bei der unzulässigen Näherung im Hochspannungsbereich, wenn die Luftstrecke innerhalb der Gefahrenzone (siehe Abbildung 2.1–1 und Anlage 1) durch einen Vorlichtbogen zwischen dem unter Spannung stehenden Teil und Mensch überbrückt wird.

Dabei können Strommarken an den Berührungspunkten, innere Verbrennungen, Verkochung der Blutbahn oder Herzkammerflimmern entstehen.

Störlichtbögen

– durch Störlichtbögen und deren thermische, dynamische und toxische Wirkungen auf den Menschen:

- Thermische Wirkungen:
Verbrennungen 1. bis 4. Grades durch erhitzte Gase oder Metallteile
- Dynamische Wirkungen:
Verletzungen durch bewegte Teile infolge des Druckaufbaus in geschlossenen Räumen mit anschließendem Zerbersten der Kapselung
- Toxische Wirkungen:
Vergiftungen durch Gase oder Stäube, z. B. durch Ozon oder die Zersetzungsprodukte von Schwefelhexafluorid SF₆
- Lichtwirkung:
Verblitzen der Augen

2.1.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

Eine Gefährdung durch den elektrischen Schlag und/oder Störlichtbogen liegt vor, wenn

- die Spannung zwischen einem aktiven Teil und Erde oder die Spannung zwischen aktiven Teilen höher als 25 V Wechselspannung (Effektivwert) oder 60 V Gleichspannung (oberschwingungsfrei) ist (DIN VDE 0100-410) und der Kurzschlussstrom an der Arbeitsstelle größer 3 mA Wechselstrom (Effektivwert) oder 12 mA Gleichstrom beträgt;
- die Energie mehr als 350 mJ (Ladung 50 µC) ist (TRBS 2153; BGV A3 DA zu § 8 Nr. 1).
- Störlichtbögen mit einer Lichtbogenarbeit größer 250 kW entstehen. Dabei sind Verbrennungen der Haut bei normaler Arbeitsbekleidung möglich. (Auf der Grundlage von Untersuchungen der BG Feinmechanik und Elektrotechnik und des Prüffeldes für elektrische Hochleistungstechnik in Berlin festgelegter Grenzwert in TGL 200-0606/05).
- bei Annäherung an direkt berührbare aktive Teile die Schutzabstände der Tabelle aus Anlage 1 „Annäherungszone für nicht elektrotechnische Arbeiten“ unterschritten werden.

Elektrische Betriebsmittel mit einer Nennspannung zwischen 50 V und 1000 V für Wechselstrom und zwischen 75 V und 1500 V für Gleichstrom müssen den Sicherheitsgrundsätzen der 1. Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (1. ProdSV) entsprechend beschaffen sein.

2.1.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

Pflichten des Arbeitgebers bei Arbeiten an elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln:

- Der Unternehmer hat unter Berücksichtigung des § 4 ArbSchG und § 3 BetrSichV dafür zu sorgen, dass elektrische Gefährdungen, denen Beschäftigte bei der Bereitstellung und Benutzung von elektrischen Betriebsmitteln, beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen sowie bei Arbeiten an elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln ausgesetzt sind, ausgeschlossen oder hinreichend begrenzt werden.
- Nach BGV A3 hat der Unternehmer dafür zu sorgen, dass Arbeiten an elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln (Herstellen, Errichten, Ändern und Instandsetzen) nur von der Elektrofachkraft oder unter Leitung und Aufsicht der Elektrofachkraft durchgeführt werden.
- Der Unternehmer kann zu den Arbeitsaufgaben und den Arbeitsbereichen eine Pflichtenübertragung nach § 13 BGV A1 durchführen.
- Der Unternehmer hat dafür zu sorgen, dass elektrische Anlagen und Betriebsmittel auf ihren ordnungsgemäßen Zustand geprüft werden (§ 10 BetrSichV). Die Prüfungen nach § 10 der BetrSichV dürfen nur von hierzu befähigten Personen (TRBS 1203) durchgeführt werden. Die Ergebnisse der Prüfungen nach § 10 der BetrSichV sind aufzuzeichnen und über einen angemessenen Zeitraum aufzubewahren.

Arbeitsschutzmaßnahmen im Rahmen der Fach- und Aufsichtsverantwortung der Elektrofachkraft:

- Sicherstellen des spannungsfreien Zustandes durch Einhaltung der fünf Sicherheitsregeln (BGV A3, DIN VDE 0105-100):
 - freischalten
 - gegen Wiedereinschalten sichern
 - Spannungsfreiheit feststellen
 - erden und kurzschließen
 - benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken

Spannung

Kurzschlussstrom/
Energie

Lichtbogenarbeit

Sicherheitsabstand

allgemeine
Beschaffenheits-
anforderung

Arbeitgeberpflichten

Arbeitsschutzmaßnahmen
Arbeiten im spannungs-
freien Zustand

Arbeiten in der Nähe spannungsführender Teile

- In der Nähe unter Spannung stehender Teile, die nicht gegen direktes Berühren geschützt sind (z. B. Stromschienen, Freileitungen, Verteiler), darf gearbeitet werden, wenn der Schutz gegen zufälliges Berühren durch isolierende Schutzeinrichtungen (z. B. Abdeckungen) sichergestellt oder die zulässige Annäherung durch z. B. Personen, Werkzeuge, Maschinen nicht unterschritten werden. Als zulässige Schutzabstände gelten:
 - die äußere Grenze der Annäherungszone für nicht elektrotechnische Arbeiten (DV) (Anlage 1) Anlage 1: Annäherungszone für nicht elektrotechnische Arbeiten
 - die äußere Grenze der Annäherungszone für spezielle Arbeiten (Ausführung der Arbeiten durch Elektrofachkräfte oder unter deren Aufsichtsführung) Anlage 2: Annäherungszone für spezielle Arbeiten

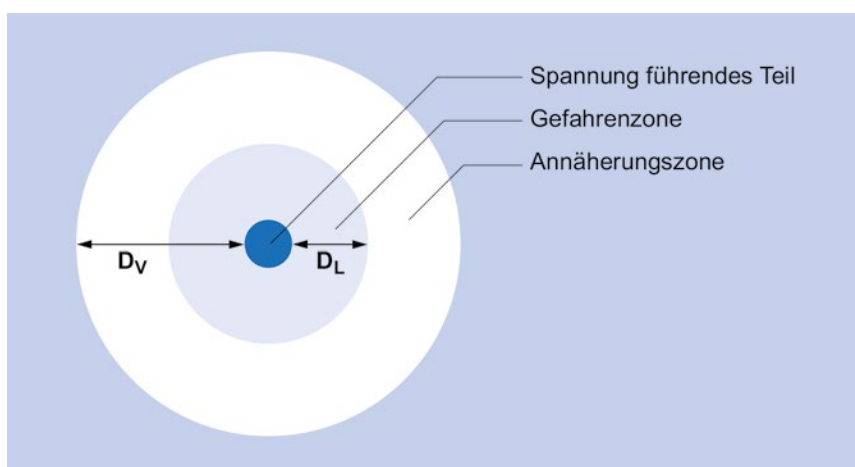


Abb. 2.1–1 Abstände in Luft und Zonen für Arbeiten

Arbeiten unter Spannung

- In Fällen, in denen der spannungsfreie Zustand der aktiven Teile nicht sichergestellt werden kann oder die äußere Grenze der Gefahrenzone unterschritten wird, kann die Arbeitsmethode „Arbeiten unter Spannung“ für die Durchführung von notwendigen Arbeiten angewendet werden. Innerhalb der Gefahrenzone (D_L) besteht akute Lebensgefahr, wenn keine speziellen Arbeitsschutzmaßnahmen angewendet werden.

Anlage 3: Gefahrenzone

- Arbeiten unter Spannung müssen nach national erprobten sicheren Verfahren ausgeführt werden. Bedingungen und Regelungen dazu sind in BGR A3 und DIN VDE 0105-100 angegeben.

NH-Sicherungen

- Beim Betätigen von spannungsführenden NH-Sicherungen sollte der Sicherungsaufsteckgriff mit Stulpe und Gesichtsschutz verwendet werden, wenn kein Berührungsschutz und keine Schottungen zwischen den NH-Sicherungsunterteilen vorhanden sind. Unterweisungen und Training für das Betätigen von NH-Sicherungen werden empfohlen.

Prüfungspflicht

- Pflicht für die Durchführung von Erst- und Wiederholungsprüfungen folgt aus den §§ 3 und 10 der BetrSichV sowie DIN EN 50110-1 (DIN VDE 0105-100). Regelungen für die Prüfung elektrischer Anlagen und Betriebsmittel (Erst- und Wiederholungsprüfungen) sind in TRBS 1201 sowie in DIN VDE 0100-600, DIN VDE 0701-0702 angegeben. Weitere spezielle Prüfungen sind im Technischen Regelwerk enthalten.

Prüffristen

- Gemäß § 10 der BetrSichV sind elektrische Anlagen und Betriebsmittel in ordnungsgemäßem Zustand zu erhalten. Der ordnungsgemäße Zustand ist nach der Montage und vor der ersten Inbetriebnahme bzw. nach Änderungen oder Instandsetzungen vor der Wiederinbetriebnahme durch Prüfungen nachzuweisen.

Unterliegen Arbeitsmittel Schäden verursachenden Einflüssen, die zu gefährlichen Situationen führen können, so sind im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung (TRBS 1111) wiederkehrende Prüfungen vorzusehen. Für wiederkehrende Prüfungen sind die Fristen so zu bemessen, dass entstehende Mängel, mit denen gerechnet werden muss, rechtzeitig festgestellt werden. Die Beispiele für die Ermittlung der Fristen für Wiederholungsprüfungen an elektrischen Betriebsmitteln sind in der TRBS 1201 Pkt. 3.5.2 gegeben.

Um die elektrische Sicherheit von Betriebsmitteln zu gewährleisten, müssen die Maßnahmen, die diese Sicherheit realisieren (Basisschutz, Fehlerschutz und Zusatzschutz sowie Lichtbogenschutz), im ordnungsgemäßen Zustand erhalten bleiben:

Erhalten des ordnungsgemäßen Zustandes

– Schutzmaßnahmen gegen das Berühren betriebsmäßig spannungsführender Teile:

Austausch von

- unzureichenden oder beschädigten Isolierungen
- defekten Isolierplatten, Abdeckungen, Gehäusen oder Kapselungen
- beschädigten oder unzulässigen Steckverbindungen
- Anschluss- oder Verlängerungsleitungen ohne Zugentlastung
- bzw. Beseitigung äußerlich erkennbarer Schäden und Mängel

– Schutzmaßnahmen beim Berühren von Teilen, die im Fehlerfall eine gefährliche Spannung annehmen können:

Fehlerschutz

- Überprüfen, ob die in DIN VDE 0100-410 beschriebenen Schutzmaßnahmen vorhanden bzw. wirksam sind
- Durchführung von wiederkehrenden Prüfungen nach § 10 BetrSichV (TRBS 1201) durch befähigte Person (TRBS 1203)

– Der Zusatzschutz ist nur als Ergänzung des Basisschutzes einzusetzen. Er wird realisiert mit RCDs (früher Fehlerstrom-Schutzschaltern) mit $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ oder mit FI/LS- bzw. DI/LS-Schalter (bedingt zulässig). Der Zusatzschutz wird besonders dort gefordert, wo robuste Bedingungen den Basisschutz unwirksam machen können, z. B. in Räumen nach DIN VDE 0100 Gruppe 700 wie Räume mit Badewanne oder Dusche, Schwimmhallen, Baustellen, landwirtschaftliche Betriebsstätten.

Zusatzschutz

– Schutzmaßnahmen gegen das Auftreten bzw. gegen die Wirkungen von Störlichtbögen:

Störlichtbogenschutz

- Auswahl und Einsatz von lichtbogeengeprüften Schalt- und Verteilungsanlagen
- Bescheinigung des Errichters der Anlage zur Gewährleistung des Lichtbogenschutzes
- Durchführen von Funktionsprüfungen der Lichtbogenschutzeinrichtungen nach Angaben des Herstellers
- Realisieren der technischen Maßnahmen nach DIN VDE 0101, Abschnitt 7.4
- Benutzung von geeigneten PSA
- Einhalten der vorgeschriebenen klimatischen Bedingungen

2.1.4 Vorschriften, Regelwerk (Auswahl), Literatur

Gesetze, Verordnungen

BetrSichV	Betriebssicherheitsverordnung
1. ProdSV	Erste Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Verordnung über die Bereitstellung elektrischer Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen auf dem Markt)

Technische Regelwerke zu den Arbeitsschutzverordnungen

TRBS 1111	Gefährdungsbeurteilung und sicherheitstechnische Bewertung
TRBS 1201	Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen
TRBS 1203	Befähigte Person

Vorschriften der Berufsgenossenschaften

BGV A1	Grundsätze der Prävention
BGV A3 (VBG 4)	Elektrische Anlagen und Betriebsmittel, mit Durchführungsanweisungen und Anhang
BGR A3	Arbeiten unter Spannung an elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln

Weitere Regeln der Technik

DIN IEC/TC 60479-1 (VDE V 0140-479-1)	Wirkungen des elektrischen Stromes auf Menschen und Nutztiere – Teil 1: Allgemeine Aspekte
DIN EN 61140 (VDE 0140-1) (IEC 61140 + A1)	Schutz gegen elektrischen Schlag: Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel
DIN VDE 0100-410 (IEC 60364-4-41, modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-4-41	Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4–41: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag
DIN VDE 0105-100 + A1 (DIN EN 50110-1 modifiziert)	Betrieb von elektrischen Anlagen – Teil 100: Allgemeine Festlegungen
DIN VDE 0100-100 (IEC 60364-1, modifiziert); Deutsche Fassung HD 384.1 S2	Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 100: Anwendungsbereich, Zweck und Grundsätze

DIN VDE 0100-739	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V: Zusätzlicher Schutz bei direktem Berühren in Wohnungen durch Schutzeinrichtungen mit $I\Delta n \leq 30 \text{ mA}$ in TN- und TT-Netzen
DIN IEC 60364-5-54 (VDE 0100-540 (IEC 60364-5-54, modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-5-54)	Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5–54: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Erdungsanlagen, Schutzleiter und Schutzpotenzialausgleichsleiter
DIN EN 50310 (VDE 0800-2-310); Deutsche Fassung EN 50310	Anwendung von Maßnahmen für Erdung und Potenzialausgleich in Gebäuden mit Einrichtungen der Informationstechnik
DIN VDE 0100-550	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel; Steckvorrichtungen, Schalter, Installationsgeräte
DIN VDE 0100-600 (IEC 60364-6, modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-6	Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 6: Prüfungen
DIN VDE 0701-0702	Prüfung nach Instandsetzung, Änderung elektrischer Geräte – Wiederholungsprüfung elektrischer Geräte – Allgemeine Anforderungen für die elektrische Sicherheit
DIN VDE 0100-704 (IEC 60364-7-704, modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-7-704 + Cor. 1	Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 7–704: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Baustellen
DIN VDE 0100-705 (IEC 60364-7-705 modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-7-705 + Corrigendum 1	Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 7–705: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Elektrische Anlagen von landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Betriebsstätten
DIN VDE 0101; Deutsche Fassung HD 637 S1	Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV
DIN EN 50191 (VDE 0104)	Errichten und Betreiben elektrischer Prüfanlagen
DIN VDE 0105-112	Betrieb von elektrischen Anlagen – Teil 112: Besondere Festlegungen für das Experimentieren mit elektrischer Energie in Unterrichtsräumen oder in dafür vorgesehenen Bereichen
DIN VDE 0100-710	Errichten von Niederspannungsanlagen – Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Teil 710: Medizinisch genutzte Bereiche
DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1) + A1 (IEC 60204-1, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60204-1	Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen

2.1.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

- Prüffragen**
- Ist gewährleistet, dass betriebsmäßig unter Spannung stehende Teile nicht berührt werden können?
 - Werden elektrische Anlagen und Betriebsmittel nur von Elektrofachkräften oder unter deren Leitung und Aufsicht von elektrotechnisch unterwiesenen Personen errichtet und betrieben?
 - Werden in regelmäßigen Abständen Wiederholungsprüfungen zum Erhalten des ordnungsgemäßen Zustandes durchgeführt? (TRBS 1201)
 - Werden besonders vor Arbeitsbeginn Unterweisungen über mögliche Gefährdungen durch elektrischen Strom durchgeführt einschließlich für elektrotechnische Laien (Bagger-, Kranführer und Bauarbeiter)?
 - Wie wird abgesichert, dass die vorgeschriebenen Schutzabstände nicht unterschritten werden?
 - Werden defekte elektrische Betriebsmittel (z. B. handgeführte Elektrowerkzeuge, Kabelroller, Verlängerungsleitungen, Steckvorrichtungen) unverzüglich außer Betrieb genommen?

- festgestellte Gefährdungen/Mängel**
- Arbeiten an oder Eingriff in elektrische Anlagen durch Fachkundige (Laien)
 - Durchführung von Arbeiten unter Spannung von ungeschulten Personen (BGR A3 – Arbeiten unter Spannung an elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln)
 - sichtbare Schäden an elektrischen Betriebsmitteln (z. B. beschädigte Isolierungen, unzulässige Steckverbindungen oder Verlängerungsleitungen)
 - Unterschreiten von vorgeschriebenen Schutzabständen durch Unkenntnis
 - fehlender Berührungsschutz (Abstand, Abdeckung, Umhüllung, Kapselung)
 - nicht bestimmungsgemäßer Gebrauch von elektrischen Betriebsmitteln (z. B. elektrische Handwerkzeuge für innen bei Regen im Freien)
 - Nichtbeachten der 5 Sicherheitsregeln (z. B. unterlassene Erdung an der Arbeitsstelle)

- Maßnahmen**
- Arbeiten an elektrischen Anlagen nur durch Elektrofachkräfte und elektrotechnisch unterwiesene Personen
 - Mängel durch die Elektrofachkraft beseitigen ...
 - über Schutzabstände, Schutzmaßnahmen und bestimmungsgemäßen Gebrauch elektrischer Betriebsmittel unterweisen ...
 - fünf Sicherheitsregeln konsequent einhalten
 - Wiederholungsprüfungen durchführen ...
 - elektrische Anlagen und Betriebsmittel entsprechend den elektrotechnischen Regeln (Anhang BGV A3) betreiben ...

2.2 Statische Elektrizität

Autoren:

Dr.-Ing. P. Lange

Dr.-Ing. J. Nagel

Bearbeitungsstand: Januar 2012

In diesem Kapitel werden die Gefährdungen durch statische Elektrizität für Personen betrachtet.

Im Gegensatz zu Gefährdungen durch elektrischen Schlag oder Störlichtbogen kann eine Gefährdung durch statische Elektrizität auch ohne das Vorhandensein einer Stromquelle entstehen. Unter statischer Elektrizität wird eine Ansammlung von elektrischen Ladungen infolge von mechanischer Trennung gleichartiger oder verschiedener Stoffe auf den getrennten Teilen oder auf anderen leitfähigen Gegenständen infolge von Influenz verstanden. Während des Arbeitsprozesses kann dies bei Vorgängen wie Reiben, Zersplittern, Zerreißen, Zerstäuben, Ausschütten von festen Stoffen oder beim Strömen von Flüssigkeiten bzw. von aerosolbeladenen Gasen erfolgen. Auch Menschen können z. B. beim Gehen aufgeladen werden, wenn sie isolierende Bekleidung oder isolierendes Schuhwerk tragen (siehe TRBS 2153 [ehemals BGR 132]).

Entstehung statischer
Elektrizität

Bei der Entladung elektrostatischer Ladungen entstehen außer Gefährdungen von Personen folgende Gefahren bzw. Störungen, die in diesem Kapitel **nicht** betrachtet werden:

- Beschädigungen bzw. Zerstörung von elektrostatisch gefährdeten Bauelementen
- ESD (electrostatic discharge) – elektrostatische Entladung, die u. a. transiente elektromagnetische Einkopplungen (EMV) in die Strombahnen der elektronischen Bauelemente, Geräte und Systeme bewirken
- Vorbelichtung fotografischer Emulsion (z. B. Röntgenfilm)
- Entzündung brennbarer Stoffe (Explosions- und Brandgefahr) (siehe Kapitel 5 „Brand- und Explosionsgefährdungen“)

2.2.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen

Die elektrostatische Aufladung kann entstehen, wenn bei Vorgängen die miteinander (auch kurzfristig) kontaktierenden Oberflächen mit unterschiedlicher Leitfähigkeit getrennt werden (Trennprozesse). Elektrostatische Aufladung durch Influenz kann erfolgen, wenn nicht geerdete Gegenstände oder Menschen in die Nähe von aufgeladenen Teilen kommen.

Entstehung der
Gefährdung

Personengefährdungen können auftreten:

- infolge eines elektrischen Schlages bei der Entladung zwischen
 - geerdetem Menschen und aufgeladenem Leiter oder Nichtleiter
 - aufgeladenem Menschen und geerdetem Leiter
 - aufgeladenem Menschen und isoliertem (geladenem) Leiter
- durch eine Schreckreaktion infolge einer Entladung, die einen sekundären Unfall provoziert
- bei Angst vor neuen Schlägen, wobei die Unsicherheit zu Fehlhandlungen führen kann
- bei ständiger Aufladung von Personen als allgemeine gesundheitliche Beeinträchtigung

elektrischer Schlag

Schreckreaktion
Fehlhandlungen
gesundheitliche
Beeinträchtigung

2.2.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

Spürbarkeit

Eine Gefährdung von Menschen liegt vor, wenn die entstandene elektrostatische Ladung über den menschlichen Körper entladen wird.

Bei Ladungspotenzialen oberhalb etwa 1 kV kommt es zu Funkenüberschlägen, die für den Menschen ab etwa 2 kV (0,5 mJ) spürbar werden. Mit höheren Potenzialen wird der verspürte elektrische Schlag zunehmend unangenehmer und ab etwa 10 kV als schmerzhaft empfunden.

Achtung!

Beim Vorhandensein von Explosionsgefährdung kann die Entladung von 0,5 mJ zündwirksam sein (TRBS 2153 „Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen“)!

gesundheitliche Schädigungen

Gesundheitliche Schädigungen durch die Wirkung der elektrostatischen Entladung entstehen, wenn die über den menschlichen Körper übertragene Ladung 50 μC oder die Energie 350 mJ überschreitet (TRBS 2153).

2.2.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

Arbeitgeber- pflichten

Der Arbeitgeber hat unter Berücksichtigung des § 4 ArbSchG und § 3 BetrSichV dafür zu sorgen, dass Gefährdungen durch elektrostatische Aufladungen, denen Beschäftigte bei der Bereitstellung und Benutzung von Arbeitsmitteln oder beim Betrieb von Anlagen ausgesetzt sind, ausgeschlossen oder hinreichend begrenzt werden.

Der Arbeitgeber hat nach § 3 ArbStättV die Arbeitsstätten so zu errichten und zu betreiben, dass von ihnen keine Gefährdungen für die Sicherheit und die Gesundheit der Beschäftigten ausgehen.

allgemeine Maßnahmen zur Verhinderung der elektrostatischen Aufladung

Die folgenden Maßnahmen dienen dem Schutz vor Gefährdungen, die von elektrostatischen Aufladungen ausgehen können (Auswahl):

- Gebrauch von Gegenständen oder Einrichtungen aus isolierenden Materialien vermeiden
- Leitfähigkeit bzw. Ableitfähigkeit der Medien erhöhen (leitfähige oder ableitfähige Beschichtungen, leitfähige Fäden in Textilien, Additive in Flüssigkeiten, Beschichtung des Schüttgutes)
- Begrenzung der Abmessungen von isolierenden Oberflächen
- Erdung von leitfähigen und ableitfähigen Gegenständen oder Einrichtungen
- Erhöhung der Luftfeuchtigkeit durch Befeuchtung
- Ionisierung der Luft
- die Bewegungsgeschwindigkeit von Schüttgütern und Flüssigkeiten in den Rohrleitungen und Behältern begrenzen (Strömungs-, Füll-, Rührgeschwindigkeit)
- leitfähige Behälter verwenden
- Vermeiden von verspritzender Flüssigkeit und Gasblasen
- Unterteilung der Volumina, wo Schüttgut, Staubmaterial, verschmutzte Gase untergebracht sind, mittels geerdeter Gegenstände (Stäbe, Gitter)
- Vermeidung von Ladungstrennung (Riemenantriebe, Förderbänder, Folien- oder Papierbahnen, Körper mit gleichen Oberflächen verwenden)

Maßnahmen zum Schutz von Personen

- leitfähige oder ableitfähige Kleidung und Schuhwerk tragen
- Personenerdung
- geeignete Gestaltung von Arbeitsmitteln (Vermeidung von Feldverzerrung durch Arbeitsmittel)
- PSA

2.2.4 Vorschriften, Regelwerk (Auswahl), Literatur

Gesetze, Verordnungen

BetrSichV	Betriebssicherheitsverordnung
-----------	-------------------------------

Technische Regelwerke zu den Arbeitsschutzverordnungen

TRBS 1111	Gefährdungsbeurteilung und sicherheitstechnische Bewertung
TRBS 1201	Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen
TRBS 1203	Befähigte Person
TRBS 2152	Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines
TRBS 2152 Teil 1	Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Beurteilung der Explosionsgefährdung
TRBS 2152 Teil 2	Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre
TRBS 2152 Teil 4	Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes, welche die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken
TRBS 2153	Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen

Vorschriften der Berufsgenossenschaften

BGV A1	Grundsätze der Prävention
--------	---------------------------

Weitere Regeln der Technik

DIN IEC/TC 60479-1 (VDE V 0140-479-1)	Wirkungen des elektrischen Stromes auf Menschen und Nutztiere – Teil 1: Allgemeine Aspekte
DIN EN 61140 (VDE 0140-1) (IEC 61140+A1)	Schutz gegen elektrischen Schlag: Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel
DIN VDE 0100-410 (IEC 60364-4-41, modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-4-41	Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-41: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag
DIN VDE 0105-100 + A1 (DIN EN 50110-1 modifiziert)	Betrieb von elektrischen Anlagen – Teil 100: Allgemeine Festlegungen

DIN IEC 60364-5-54 (VDE 0100-540 (IEC 60364-5-54, modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-5-54)	Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5–54: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Erdungsanlagen, Schutzleiter und Schutzpotenzialausgleichsleiter
DIN EN 50310 (VDE 0800-2-310); Deutsche Fassung EN 50310	Anwendung von Maßnahmen für Erdung und Potenzialausgleich in Gebäuden mit Einrichtungen der Informationstechnik
DIN VDE 0100-600 (IEC 60364-6, modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-6	Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 6: Prüfungen
DIN VDE 0701-0702	Prüfung nach Instandsetzung, Änderung elektrischer Geräte – Wiederholungsprüfung elektrischer Geräte – Allgemeine Anforderungen für die elektrische Sicherheit
DIN VDE 0105-112	Betrieb von elektrischen Anlagen – Teil 112: Besondere Festlegungen für das Experimentieren mit elektrischer Energie in Unterrichtsräumen oder in dafür vorgesehenen Bereichen
DIN VDE 0100-710	Errichten von Niederspannungsanlagen – Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Teil 710: Medizinisch genutzte Bereiche
DIN VDE 0132	Brandbekämpfung und Hilfeleistung im Bereich elektrischer Anlagen
DIN V VDE V 0166	Errichten elektrischer Anlagen in durch explosionsgefährliche Stoffe gefährdeten Bereichen
DIN EN 60079-0 (VDE 0170-1) (IEC 60079-0, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60079-0	Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche – Teil 0: Allgemeine Anforderungen
DIN EN 60079-17 (VDE 0165-10-1)(IEC 60079-17); Deutsche Fassung EN 60079-17	Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 17: Prüfung und Instandhaltung elektrischer Anlagen
DIN EN 60079-14 (VDE 0165-1)(IEC 60079-14); Deutsche Fassung EN 60079-14	Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche – Teil 14: Elektrische Anlagen für gefährdete Bereiche (ausgenommen Grubenbaue)
DIN EN 61241-10 (VDE 0165-102)(IEC 61241-10); Deutsche Fassung EN 61241-10	Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in Bereichen mit brennbarem Staub – Teil 10: Einteilung von staubexplosionsgefährdeten Bereichen
DIN EN 61241-14 (VDE 0165-2)(IEC 61241-14); Deutsche Fassung EN 61241-14	Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in Bereichen mit brennbarem Staub – Teil 14: Auswahl und Errichten

2.2.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

- Werden Technologien angewendet, die die Entstehung von statischer Aufladung begünstigen?
- Begünstigt die Arbeitsstätte die Entstehung von statischer Aufladung (Leitfähigkeit der Fußböden, Luftfeuchtigkeit im Raum)?
- Sind die Arbeitnehmer über die Gefährdungen der statischen Elektrizität informiert?
- Sind die Arbeitnehmer über die persönlichen Schutzmaßnahmen informiert?

Prüffragen

- statische Aufladung von Arbeitsmitteln durch rotierende Bewegungen...
- Verwendung von Arbeitsmitteln aus isolierendem Material...
- Fußbodenleitfähigkeit zu gering...
- Luftfeuchtigkeit zu gering...
- ungeeignete Arbeitskleidung...
- ungeeignete Arbeitsschuhe...

festgestellte
Gefährdungen/Mängel

- Verhinderung von Aufladung, z. B. durch konstruktive Gestaltung von Behältnissen
- Gebrauch von Gegenständen und Einrichtungen aus elektrostatisch ableitfähigem oder leitfähigem Material, die mit Erdpotenzial verbunden sind
- Erhöhung der relativen Luftfeuchte auf mehr als 50 %
- Ionisierung der Luft
- elektrische Abschirmung
- Schutz gegen Berührung eines aufgeladenen Gegenstandes oder Produktes
- Abwarten der Entladezeiten (Relaxationszeit)
- Benutzung von elektrostatisch ableitfähigem Schuhwerk (Durchgangswiderstand nicht größer als 100 k Ω)
- Benutzen von elektrostatisch ableitfähigen Handschuhen
- Einsatz von Handgelenks-Erdungsarmbändern

Maßnahmen

ANLAGE 1

Annäherungszone für nicht elektrotechnische Arbeiten

Nach DIN VDE 0105-100

Annäherungszone ist ein begrenzter Bereich, der sich an die Gefahrenzone anschließt und außen durch den Abstand D_v begrenzt wird.

Arbeiten in der Nähe unter Spannung stehender Teile

Für Bauarbeiten und nicht elektrotechnische Arbeiten, auch wenn sie von elektrotechnischen Laien ausgeführt werden, gelten folgende Abstände. Sie sind angegeben in **DIN VDE 0105-100**, Tab. 103.

Annäherungszone, Schutzabstände

Netz-Nennspannung U_n (Effektivwert)		Äußere Grenze der Annäherungszone D_v ; Schutzabstand (Abstand in Luft von ungeschütz- ten unter Spannung stehenden Teilen)
kV		m
	bis 1	1,0
über	1 bis 110	3,0
über	110 bis 220	4,0
über	220 bis 380	5,0

Diese Abstände gelten für Bauarbeiten und sonstige nichtelektrotechnische Arbeiten, z. B.:

- Gerüstbau
- Arbeiten mit Hebezeugen, Baumaschinen
- Montagearbeiten
- Anstrich- und Ausbesserungsarbeiten
- Bewegen von sonstigen Geräten und Bauhilfen
- Transportarbeiten

ANLAGE 2

Annäherungszone für spezielle Arbeiten

Nach DIN VDE 0105-100

Annäherungszone ist ein begrenzter Bereich, der sich an die Gefahrenzone anschließt und außen durch den Abstand D_v begrenzt wird.

Schutz durch Abstand und Aufsichtsführung

Wenn Schutz durch Abstand und Aufsichtsführung angewandt werden soll, müssen für diese Methode festgelegte Abstände eingehalten werden. Diese Abstände sind festgelegt in DIN VDE 0105-100, Tab. 102 oder BGV A3 Tabelle 3.

Schutzabstände bei speziellen Arbeiten

Netz-Nennspannung U_n (Effektivwert)		Schutzabstand (Abstand in Luft von ungeschützten unter Spannung stehenden Teilen)
kV		m
	bis 1	0,5
über	1 bis 30	1,5
über	30 bis 110	2,0
über	110 bis 220	3,0
über	220 bis 380	4,0

Diese Arbeiten müssen von Elektrofachkräften oder elektrotechnisch unterwiesenen Personen oder unter entsprechender Aufsicht durchgeführt werden.

Spezielle Arbeiten, z. B.:

- Bewegen von Leitern
- Arbeiten an Freileitungen (mehrerer Stromkreise), Hochziehen, Herablassen von Werkzeugen oder Material
- Anstrich- und Ausbesserungsarbeiten

ANLAGE 3

Gefahrenzone

Nach DIN VDE 0105-100

Gefahrenzone ist ein Bereich um unter Spannung stehende Teile, in dem der erforderliche Isolationspegel nicht sichergestellt ist. Beim Eindringen in diesen Bereich besteht Gefährdung durch Körperdurchströmung und/oder Lichtbogenbildung. Alle Arbeiten innerhalb der Gefahrenzone müssen entsprechend den Bedingungen für Arbeit unter Spannung ausgeführt werden.

Gefahrenzone: DIN VDE 0105-100

Netz-Nennspannung U_n (Effektivwert)	Äußere Grenze der Gefahrenzone		Bemessungs-Steh-Blitz-/ Schalt-Stoßspannung U_{imp} (Scheitelwert)
	Innenraumanlage Freiluftanlage DL ¹ (Abstand in Luft)		
kV	mm		kV
<1	keine Berührung		4
3	60	120	40
6	90	120	60
10	120	120	75
15	160		95
20	220		125
30	320		170
36	380		200
45	480		250
66	630		325
70	750		380
110	1100		550
132	1300		650
150	1500		750
220	2100		1050
275	2400		850
380	2900/3400		950/10050
480	4100		1175
700	6400		1550

¹ Werte DL sind für die höchste Bemessungs-Stehstoßspannung (Blitz- oder Schaltstoßspannung) angegeben; weitere Werte für niedrige Bemessungsspannungen siehe DIN VDE 0101



3 Gefahrstoffe

3 Gefahrstoffe

Die Forderung des Arbeitsschutzgesetzes, eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen, ist für Gefahrstoffe in der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) verankert. Beurteilt werden Gefährdungen durch Einatmen, Hautkontakt und durch Brand und Explosionen. Die Gefährdungsbeurteilung ist abgeschlossen, wenn Ersatzlösungen geprüft, die erforderlichen betrieblichen Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten und Dritter sowie das Verfahren zur Wirksamkeitsüberprüfung festgelegt sind. Das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung ist zu dokumentieren. Konkretisiert wird die Vorgehensweise zur Ableitung der Gefährdung und der daraus resultierenden Maßnahmen in der Technischen Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 400 „Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“.

Grundlage der Gefährdungsbeurteilung

Die Gefährdungsbeurteilung muss von einer fachkundigen Person durchgeführt werden. Diese muss

Fachkunde

- ausreichende Kenntnisse über die gefährlichen Eigenschaften der verwendeten Gefahrstoffe besitzen,
- mit den Arbeitsabläufen und den auszuübenden Tätigkeiten vertraut sein,
- die Vorschriften kennen,
- die Arbeitsbedingungen beurteilen können,
- die festgelegten Schutzmaßnahmen während einer Tätigkeit bewerten können.

Muss der Arbeitgeber nach der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (§ 4 und 5 ArbMed-VV) Vorsorgeuntersuchungen anbieten oder veranlassen, sind besondere arbeitsmedizinische Kenntnisse erforderlich. Umfang und Tiefe der notwendigen Kenntnisse sind abhängig von der zu beurteilenden Tätigkeit und können daher unterschiedlich sein. Die Kenntnisse sollen durch spezifische Fortbildungen regelmäßig vertieft werden, wie sie etwa von den Unfallversicherungsträgern, der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Verbänden, TÜV-Akademien, Industrie- und Handelskammern oder anderen Beratungsunternehmen regelmäßig angeboten werden.

Oftmals ist die Fachkunde von mehreren Personen zur Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung erforderlich. Im Betrieb sind es in der Regel Sicherheitsfachkraft gemeinsam mit dem Betriebsarzt. Der Arbeitgeber kann aber auch einen externen fachkundigen Beratungsdienst beauftragen.

Für die Beurteilung von Gefährdungen ist es notwendig, dass eine fachkundige Person erkennt, ab wann weitere Hilfestellung erforderlich ist. Gerade bei der Planung von geschlossenen Anlagen oder technischen Maßnahmen sowie bei Tätigkeiten mit besonders hohen Risiken kann das der Fall sein. Zur Umsetzung und Planung von raumlufttechnischen Anlagen und Absaugungen ist es empfehlenswert, einen Lüftungstechniker mit einzubeziehen. Geschlossene Anlagen sollten zusammen mit der Expertise eines Anlagenbauers geplant und umgesetzt werden. Beratend tätig sind in vielen Fragen die Unfallversicherungsträger und die staatlichen Aufsichtsbehörden.

Die Gefährdungsbeurteilung wird vor Aufnahme einer Tätigkeit durchgeführt. Sie ist zu aktualisieren, wenn

Zeitpunkt der Durchführung

- neue Gefahrstoffe eingeführt werden,
- Tätigkeiten, Arbeitsverfahren oder Schutzmaßnahmen geändert werden,
- Ergebnisse der Wirksamkeitsüberprüfung weitere Maßnahmen erfordern,
- die Gefahrstoffverordnung oder das technische Regelwerk geändert werden,
- neue Erkenntnisse zu den gefährlichen Stoffeigenschaften oder Erkenntnisse aus der arbeitsmedizinischen Vorsorge vorliegen.

Substitutionsprüfung

Die Gefährdungsbeurteilung beginnt immer mit einer Substitutionsprüfung. Die entsprechende Technische Regel ist die TRGS 600 – Substitution. In dieser Regel ist im Anhang das Spaltenmodell enthalten, welches die Suche nach einem Ersatzstoff erleichtert. Zusätzlich ist im Anhang eine Tabelle mit Abwägungsgründen für den Einsatz von Ersatzlösungen enthalten.

Bei einer Substitutionsprüfung sind alle Stoffeigenschaften zu beachten. Diese Forderung erfüllt das Spaltenmodell. Gesundheitsgefahren, Umweltgefahren, Brand- und Explosionsgefahren, Gefahren durch das Freisetzungsverhalten und Gefahren durch das Arbeitsverfahren selbst können beschrieben und in ihrer Gesamtheit bewertet werden.

Zur Prüfung der technischen Eignung von Ersatzlösungen können Produkt- oder Brancheninformationen hilfreich sein. Die Technischen Regeln der 600er-Reihe beschreiben Ersatzmöglichkeiten nach dem Stand der Technik für verschiedene Tätigkeiten mit Gefahrstoffen.

Darüber hinaus ist es aber nicht sinnvoll, Gefahrstoffe mit bekannten gefährlichen Eigenschaften durch Produkte mit unbekanntem Gefahren zu ersetzen. Daher sollte eine Plausibilitätsprüfung des Sicherheitsdatenblattes mit allen zur Auswahl stehenden Gefahrstoffen durchgeführt werden.

Informationsermittlung

Die Grundlagen für die Gefährdungsbeurteilung sind leicht zugänglich. An erster Stelle ist das Sicherheitsdatenblatt zu beachten. Weitere wichtige Informationsquellen sind nach TRGS 400:

- Technische Regeln für Gefahrstoffe und Bekanntmachungen für Gefahrstoffe (www.baua.de/trgs),
- Angaben auf der Verpackung, Gebrauchsanweisungen, Technische Merkblätter, die aus Melde-, Risikobewertungs- oder Zulassungsverfahren gewonnene Erkenntnisse beschreiben,
- branchen- oder tätigkeitsspezifische Hilfestellungen (z. B. Regeln und Informationen der Unfallversicherungsträger, Handlungsanleitungen zur guten Arbeitspraxis, Schutzleitfäden),
- branchenbezogene Gefahrstoff- und Produktbewertungen der Unfallversicherungsträger (z. B. GISBAU – Gefahrstoffinformationssystem der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, GisChem – Gefahrstoffinformationssystem der Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie),
- Stoffinformationen der Bundesländer und der Unfallversicherungsträger (z. B. Gefahrstoffdatenbank der Länder (GDL), GESTIS – Stoffdatenbank des Institutes für Arbeitsschutz (IFA) der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV), Informationssystem für gefährliche Stoffe (IGS) des Landes Nordrhein-Westfalen),
- Einfaches Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe (EMKG) der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin,
- Einstufungs- und Kennzeichnungsverzeichnis gemäß CLP-Verordnung.

Dokumentation

Ziel der Dokumentation ist es, die Vorgehensweise zur Festlegung, Umsetzung und Wirksamkeit von Maßnahmen für Dritte, besonders für die Aufsichtsbehörden, nachvollziehbar zu machen. Die Form der Dokumentation ist dabei freigestellt. Folgende Angaben müssen in der Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung mindestens enthalten sein:

- Wer hat wann die Gefährdungsbeurteilung durchgeführt?
- In welchen Arbeitsbereichen und bei welchen Tätigkeiten werden Gefahrstoffe verwendet?
- Welche Gefährdungen können während der Tätigkeit durch Einatmen, bei Hautkontakt oder durch die physikalisch-chemischen Eigenschaften des Gefahrstoffes auftreten?
- Wie häufig und wie lange wird die Tätigkeit durchgeführt?
- Gibt es Einflussfaktoren, welche die Aufnahme des Gefahrstoffes in den Körper erhöhen?
- Welche technischen, organisatorischen und persönlichen Schutzmaßnahmen sind zu ergreifen?

- Sind die getroffenen Maßnahmen wirksam?
- Wurden Möglichkeiten zur Substitution des Gefahrstoffes geprüft? Mit welchem Ergebnis?

Zusätzlich wird empfohlen, in der Dokumentation zuständige Personen sowie die Umsetzungs- und Prüffristen festzuhalten.

Bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden, erbgutverändernden oder fruchtbarkeitsgefährdenden Gefahrstoffen der Kategorien 1 oder 2 müssen Höhe und Dauer der Belastungen für die Beschäftigten aufgezeichnet werden. Das Verzeichnis ist bis 40 Jahre nach der Exposition aufzubewahren, bei Beendigung des Arbeitsverhältnisses ist es den Beschäftigten auszuhändigen, wobei eine Kopie dieses Verzeichnisses und die Personalunterlagen weiterhin aufzubewahren sind.

Aufbewahrungspflichten

Bis Juni 2015 ist es freigestellt, bei der Gefährdungsbeurteilung die Einstufung und Kennzeichnung nach der Stoffrichtlinie (67/548/EWG) bzw. Zubereitungsrichtlinie (1999/45/EWG) oder nach CLP-Verordnung (Regulation on Classification, Labelling and Packaging of Substances and Mixtures) – Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 zu berücksichtigen. Ein Teil der gesundheitsschädlichen Gefahrstoffe können nach den neuen Kriterien als giftig, reizende Zubereitungen können als ätzend eingestuft werden, ohne dass sich die Stoffeigenschaften ändern. Welche Auswirkungen das auf die Gefährdungsbeurteilung hat, ist noch nicht absehbar. Deshalb ist es empfehlenswert, die neue Einstufung zusätzlich ins Gefahrstoffverzeichnis aufzunehmen und bei einer abweichenden Einstufung dies zu vermerken.

Einfluss der CLP-Verordnung

In der Übergangszeit werden zunehmend Produkte mit CLP-Kennzeichnung an die Arbeitsplätze gelangen. Deshalb sind die Beschäftigten entsprechend zu unterweisen. Existieren beide Kennzeichnungssysteme im Betrieb, ist die Betriebsanweisung für die alte und neue Einstufung zu erstellen. Weitere Empfehlungen zur Integration der CLP-Verordnung enthält die Bekanntmachung 408 – Anwendung der GefStoffV und TRGS mit dem Inkrafttreten der CLP-Verordnung. Weitere Handlungshilfen für die Unterweisung wie z. B. die Memocard kompakt sind unter www.baua.de/ghs zu finden.

Unterweisungshilfe Memocard



Abb. 3.0-1 Die GHS-Memocard „Gefahrstoffe kompakt“ der BAuA erläutert kurz und auch für Laien verständlich die neuen GHS-Piktogramme.

Zusätzliche Informationen durch REACH

Die REACH-Verordnung regelt die Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung von Stoffen mit einer Jahresproduktion oberhalb einer Tonne. In drei Registrierungsphasen werden diese bis 2018, in Abhängigkeit von Produktionsvolumen und Gefährdungspotenzial, bei der Europäischen Agentur für chemische Stoffe (ECHA) registriert. Nach dem Prinzip „Keine Daten, kein Markt!“ können Stoffe erst nach ihrer Registrierung vermarktet werden. Nicht registrierte Stoffe dürfen nicht vermarktet werden. Schon in der Registrierungsphase sind umfangreiche Daten zu physikalischen und chemischen Eigenschaften, zur toxikologischen Wirkung und zur Umwelttoxizität zu liefern. Diese Daten fließen in die Einstufung des Stoffes und in die Ableitung von Grenzwerten ein und werden Bestandteil des Sicherheitsdatenblattes. Neu im Sicherheitsdatenblatt sind die im Abschnitt 1 enthaltenen Angaben zu möglichst sicheren und nicht ratsamen Verwendungen. Für gefährliche Stoffe ab einer Produktionsmenge von 10 Tonnen pro Jahr wird ein Stoffsicherheitsbericht erstellt. Darin wird die von dem Stoff ausgehende Gefahr für Mensch und Umwelt beurteilt. Gegebenenfalls müssen sichere Expositionsszenarien entwickelt und dem Sicherheitsdatenblatt angefügt werden. REACH fordert keine Expositionsszenarien für Gemische, die Expositionsszenarien der Einzelstoffe müssen bei der Ableitung von Schutzmaßnahmen berücksichtigt werden.

standardisierte Arbeitsverfahren

Für viele Branchen, Produkte und Stoffe gibt es branchen- oder tätigkeitspezifische Hilfestellungen. Diese werden von Fachgremien erarbeitet und geben konkret auf bestimmte Tätigkeiten, Verfahren und Gefahrstoffe abgestimmte Empfehlungen zu Schutzmaßnahmen. Hierzu zählen neben den Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), die berufsgenossenschaftlichen Regeln (BGR) und Informationen (BGI) der Unfallversicherungsträger sowie Handlungsanleitungen zur guten Arbeitspraxis (Bundesländer, BAuA). Eine umfangreiche Sammlung von Handlungsanleitungen der Unfallversicherungsträger stellen die Deutsche gesetzliche Unfallversicherung unter www.dguv.de/publikationen und das Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung im Internet unter www.dguv.de/ifa ► Gefahrstoffdatenbanken ► GESTIS-Stoffdatenbank zur Verfügung. In der TRGS 400 bezeichnet man diese Empfehlungen als standardisierte Arbeitsverfahren.

Expositionsszenario und mitgelieferte Gefährdungsbeurteilung

Liefert der Hersteller oder Inverkehrbringer ein Expositionsszenario in der Anlage eines erweiterten Sicherheitsdatenblattes nach REACH-Verordnung oder eine „mitgelieferte Gefährdungsbeurteilung“ nach § 6 Abs. 7 Gefahrstoffverordnung, so können diese als standardisiertes Arbeitsverfahren umgesetzt werden. Voraussetzung ist auch hier, dass die Tätigkeit den Hersteller- oder Inverkehrbringerangaben entspricht.

Qualitätsprüfung

Bevor die Maßnahmen eines standardisierten Arbeitsverfahrens umgesetzt werden können ist zu prüfen, ob die Schutzmaßnahmen konkret beschrieben und die Qualitätsanforderungen der Anlage 2, Ziffer 1 und 2a bis e der TRGS 400 (www.baua.de ► Suchbegriff „TRGS 400“) erfüllt sind. Fehlen Aussagen z. B. zu Gefährdungen durch Brand- und Explosion oder zu Gefährdungen durch Hautkontakt, sind diese zusätzlich zu beurteilen und zu ergänzen.

Wirksamkeitsüberprüfung

Bei branchen- oder tätigkeitspezifischen Hilfestellungen, Expositionsszenarien nach REACH oder mitgelieferten Gefährdungsbeurteilungen ist die Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen grundsätzlich zu prüfen. Sind Aussagen zur Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen enthalten oder sind Abschätzungen der Belastungshöhe in Form von Arbeitsplatzmessungen an vergleichbaren Arbeitsplätzen oder anderen anerkannten nichtmesstechnischen Ermittlungsmethoden vorhanden, so können diese in die Wirksamkeitsüberprüfung einfließen.

Eine Überprüfung der Wirksamkeit der abgeleiteten Schutzmaßnahmen kann entfallen, wenn eine stoff- oder tätigkeitsbezogene TRGS oder verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) angewendet werden. Deren Vorgaben berücksichtigen die Anforderungen der GefStoffV in vollem Umfang.

Die Anwendung eines standardisierten Arbeitsverfahrens entbindet nicht

- vom Führen eines Gefahrstoffverzeichnis und der Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung,
- von den Unterweisungspflichten und der arbeitsmedizinisch-toxikologischen Beratung,
- von den erforderlichen Maßnahmen bei Unfällen, Stör- und Notfällen,
- von der arbeitsmedizinischen Vorsorge und der Festlegung und Durchführung der Wirksamkeitsüberprüfung.

weitergehende Pflichten

Die im Folgenden beschriebenen Rubriken

- Mangelnde Hygiene beim Umgang mit Gefahrstoffen,
- Einatmen von Gefahrstoffen und
- Hautkontakt mit Gefahrstoffen

Einfaches
Maßnahmenkonzept
Gefahrstoffe

orientieren sich am Einfachen Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe (EMKG), einer Handlungsanleitung zur Gefährdungsbeurteilung. Ein großer Vorteil des EMKG liegt darin, dass es im Anschluss an die Substitutionsprüfung einen systematischen Einstieg in die Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen ermöglicht. **Die Gefährdung wird systematisch in acht Schritten abgeleitet und einer von vier Maßnahmenstufen zugeordnet.** Dadurch sind nicht tolerierbare Gefährdungen und Handlungsprioritäten sofort erkennbar. Das ermöglicht ein schnelles, präventives Handeln, unabhängig vom Kenntnis- und Ausbildungsstand der beurteilenden Person. Der daraus resultierende Handlungsbedarf ist in allgemeine Schutzmaßnahmen nach § 8 GefStoffV und darauf aufbauend in zusätzliche Schutzmaßnahmen nach §§ 9 und 10 GefStoffV unterteilt. Hierzu werden leicht zugängliche Informationen aus Sicherheitsdatenblättern und Betriebsbegehungen genutzt.

In der Rubrik „Physikalisch-chemische Gefährdungen“ werden Gefährdungen beurteilt, die durch thermische Zersetzung, oxidative Selbstentzündungen, chemische Reaktionen oder durch Störungen im Betriebslauf entstehen können.

Bei werdenden Müttern und Jugendlichen unter 18 Jahren ist zusätzlich das Mutterschutzgesetz, die Verordnung zum Schutze der Mütter am Arbeitsplatz und das Jugendarbeitsschutzgesetz bei der Ableitung von Maßnahmen zu berücksichtigen.

Mutterschutz- und
Jugendarbeitsschutz-
gesetz

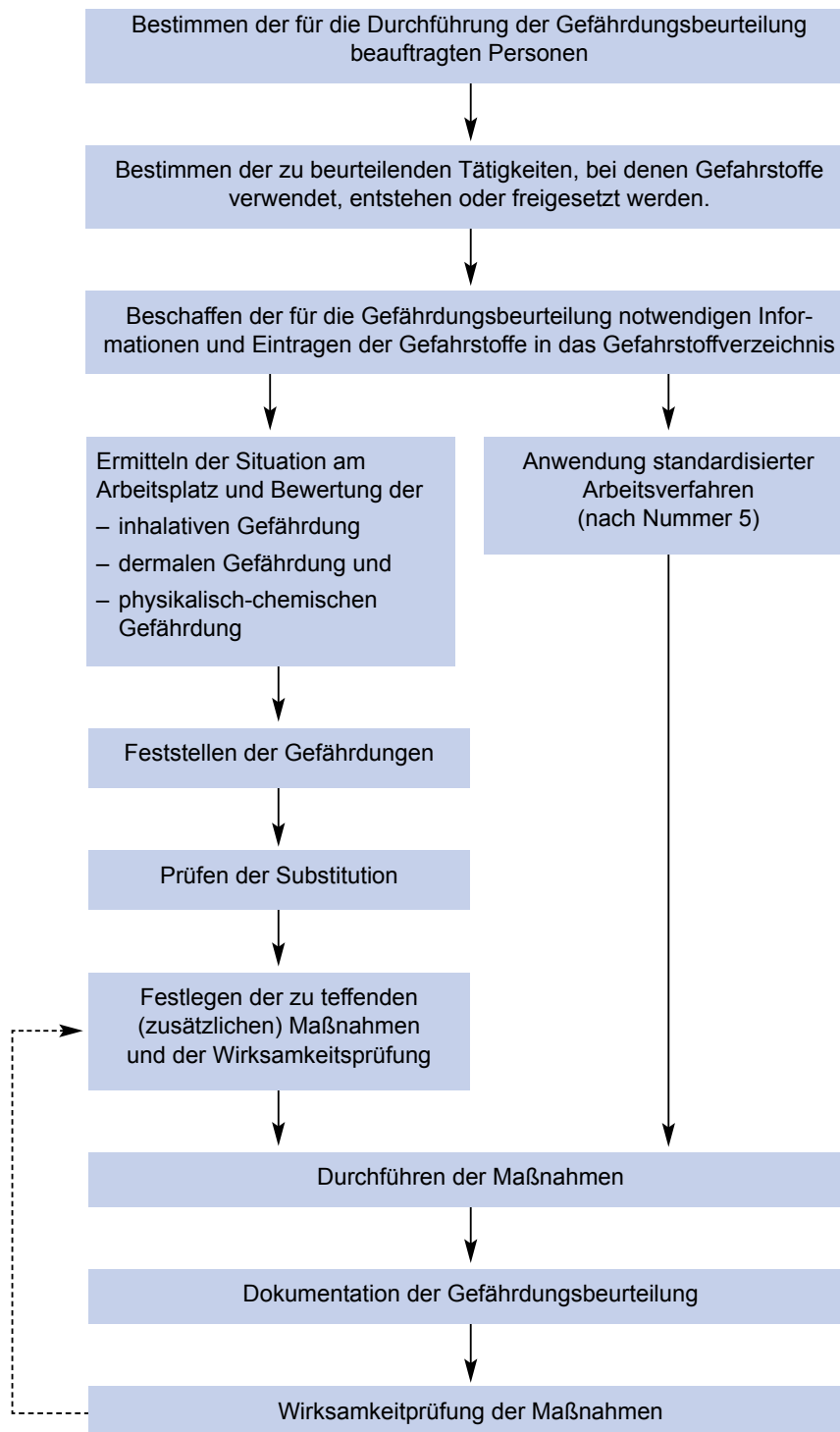


Abb. 3.0-2 Betriebliches Vorgehen bei der Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen

3.1 Mangelnde Hygiene beim Umgang mit Gefahrstoffen

Autorin:

Dipl.-Ing. A. Wilmes

Ansprechpartnerin:

Dipl.-Ing. A. Wilmes

BAuA

Bearbeitungsstand: Juli 2012

Hygienestandards und eine gute Arbeitspraxis sind immer bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen umzusetzen. Denn durch mangelnde Hygiene können Gefahrstoffe z. B. über die Hände ins Gesicht gelangen und verschluckt werden. Das Verschlucken von Gefahrstoffen spielt aber auch dann eine Rolle, wenn am Arbeitsplatz gegessen und getrunken wird oder Lebensmittel am Arbeitsplatz aufbewahrt werden. Eine weitere Gefährdung ist das Abfüllen und Lagern von Gefahrstoffen in Getränkeflaschen oder Lebensmittelbehältern. Darüber hinaus können Arbeitsstoffe in andere Bereiche verschleppt werden (z. B. in Privatbereiche), wo eigentlich nicht mit gefährlichen Stoffen gerechnet und deshalb auch keine Schutzmaßnahmen ergriffen werden.

Hygienestandards und gute Arbeitspraxis

3.1.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen

Eine gute Arbeitspraxis vermeidet unnötig hohe Stoffbelastungen am Arbeitsplatz. Sie ist eine solide Grundlage für das Funktionieren technischer Maßnahmen, denn selbst eine Absauganlage mit hoher Absaugleistung wird durch Staubansammlungen und offene Behälter mit Lösemitteln in ihrer Wirkung zumindest stark beeinträchtigt.

Weitere technische, organisatorische und personenbezogene Schutzmaßnahmen bauen auf gut organisierten Hygienemaßnahmen und einer guten Arbeitspraxis auf.

Ein Beschäftigter kann einer geringen Gefährdung ausgesetzt sein, wenn

- die verwendete Stoffmenge gering ist,
- die Dauer und Häufigkeit der Belastung niedrig ist,
- bei Feststoffen staubarme Verwendungsformen wie z. B. Pasten, Wachse, Granulate verwendet werden,
- kein Hautkontakt mit einem ätzenden Stoff besteht und
- der Gefahrstoff nicht mit dem Gefahrensymbol giftig oder sehr giftig gekennzeichnet ist.

geringe Gefährdung

Es gibt nur wenige Tätigkeiten mit Gefahrstoffen, bei denen die Beschäftigten gering gefährdet sind. Beispiele:

- Haushaltsprodukte, wenn sie unter im Haushalt üblichen Bedingungen verwendet werden
- Ausbesserung kleiner Lackschäden
- Verwendung und Aufbewahrung haushaltsüblicher Mengen von Klebstoffen

Entspricht die Tätigkeit den oben genannten Bedingungen, entfällt die Pflicht, ein Gefahrstoffverzeichnis zu führen, Betriebsanweisungen zu erstellen, die Beschäftigten arbeitsmedizinisch-toxikologisch zu beraten und die arbeitsmedizinische Vorsorge umzusetzen. Eine detaillierte Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung ist nicht erforderlich. Die Festlegung einer „geringen Gefährdung“ sollte aber nachvollziehbar dokumentiert sein.

Gefahrstoffverzeichnis

3.1.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

Schutzleitfäden der Reihe 100

Die Beurteilung, ob die Hygienestandards im Betrieb, an den Arbeitsplätzen und während der Tätigkeit umgesetzt sind, kann mit den Schutzleitfäden der Reihe 100 erfolgen. Die Schutzleitfäden sind wie Checklisten aufgebaut und bieten somit auch eine Möglichkeit zur Dokumentation. Die Überprüfung der Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen ist im Schutzleitfaden integriert.

Die Schutzleitfäden [2] entwickelte die BAuA gemeinsam mit der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie. Sie sind ebenfalls unter www.baua.de/emkg abrufbar.

3.1.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

Schutzleitfäden der Reihe 100

Schutzleitfäden der Reihe 100 sind: [2]

- 100 – Allgemeine Lüftung – Mindestanforderungen
- 101 – Allgemeine Lagerung – Mindestanforderungen
- 102 – Lagerung von Schüttgütern
- 110 – Organisations- und Hygienemaßnahmen „Einatmen“
- 120 – Organisations- und Hygienemaßnahmen „Haut“

Grundlegend und immer anwendbar ist der Schutzleitfaden 110 Organisations- und Hygienemaßnahmen – „Einatmen“. Der Schutzleitfaden 120 Organisations- und Hygienemaßnahmen – „Haut“ ist nur anzuwenden, wenn eine Gefährdung durch Hautkontakt zu erwarten ist (siehe Kapitel 3.3).

Bei staubenden Arbeitsstoffen ist zusätzlich der Schutzleitfaden 240 – Staubarbeitsplätze anzuwenden.

3.1.4 Vorschriften, Regelwerk, Literatur

Gesetze, Verordnungen

ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
GefStoffV	Gefahrstoffverordnung
ArbMedVV	Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge
MuSchG	Mutterschutzgesetz
MuSchArbV	Verordnung zum Schutze der Mütter am Arbeitsplatz
JArbSchG	Jugendarbeitsschutzgesetz

Technische Regelwerke zu den Arbeitsschutzverordnungen

TRGS 400	Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
TRGS 500	Schutzmaßnahmen
TRGS 600	Substitution

Vollständige Übersicht der TRGS unter: www.baua.de/trgs [Zugriff am 20.11.2015]

Internetangebote /Links

- **Einfaches Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe (EMKG)** Version 2.2. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 10/2011. www.baua.de/emkg [Zugriff am 20.11.2015]
- **Schutzleitfäden für häufige Tätigkeiten mit Gefahrstoffen in chemischen Betrieben.** Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. www.baua.de/emkg ► Schutzleitfäden für häufige Tätigkeiten mit Gefahrstoffen in chemischen Betrieben [Zugriff am 20.11.2015]
- **Aktuelle Einstufung und Kennzeichnung CLP/GHS**
www.reach-clp-biozid-helpdesk.de [Zugriff am 20.11.2015]
- **Publikationen. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV).**
<http://publikationen.dguv.de/dguv/> [Zugriff am 20.11.2015]

3.1.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

Prüfungen

Sind chemische Arbeitsstoffe im Betrieb mit einem Gefahrensymbol gemäß der RL 67/548/EWG (Stoff-RL) bzw. RL 1999/45/EG (Zubereitungs-RL) oder mit einem Gefahrenpiktogramm gemäß der neuen CLP-Verordnung gekennzeichnet?

Altes Recht (RL 67/548/EWG)				
Gefahrensymbol				
Gefahrenbezeichnung	explosionsgefährlich	leichtentzündlich hochentzündlich	brandfördernd	sehr giftig giftig
Gefahrensymbol				
Gefahrenbezeichnung	gesundheits-schädlich reizend	ätzend	umweltgefährlich	

Abb. 3.1–1 Kennzeichnung chemischer Arbeitsstoffe mit einem Gefahrensymbol gemäß der RL 67/548/EWG bzw. RL 1999/45/EG (Altes Recht)





Neues Recht (CLP-Verordnung)					
Gefahrenpiktogramm					
Bezeichnung	explodierende Bombe	Flamme	Flamme über einem Kreis	Totenkopf	Gesundheits- gefahr
Gefahrenpiktogramm					
Bezeichnung	Ätzwirkung	Ausrufe- zeichen	Gasflasche	umwelt- gefährlich	

Abb. 3.1–2 Kennzeichnung chemischer Arbeitsstoffe mit einem Gefahrenpiktogramm gemäß der neuen CLP-Verordnung (Neues Recht)

Entstehen im Produktionsprozess Stoffe, Zubereitungen oder Zwischenprodukte, die als gefährlich gekennzeichnet sind oder durch andere Eigenschaften die Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten gefährden?

Sind Stoffe oder Inhaltsstoffe der eingesetzten Zubereitungen bekannt, die mit einem Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) in der TRGS 900 oder einem Biologischen Grenzwert (BGW) in der TRGS 903 aufgeführt sind?

Werden bei den Tätigkeiten Stäube, Gase, Dämpfe oder Nebel freigesetzt?

Werden Tabakerzeugnisse, kosmetische Mittel, Lebensmittel und -zusatzstoffe, Futtermittel und -zusatzstoffe, Arzneimittel, Medizinprodukte, Abfälle, Altöle oder Abwässer im Betrieb eingesetzt?

Gibt es nicht als gefährlich eingestufte chemische Arbeitsstoffe, die die Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten gefährden? z. B.:

- tiefkalte und heiße Flüssigkeiten, Gase oder Dämpfe
- erstickende und narkotisierende Gase
- Tätigkeiten, die zu Gefährdungen durch Hautkontakt führen
- Arbeitsstoffe, die eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre bilden (z. B. aufgewirbelte brennbare Stäube)

Wenn eine oder mehrere Fragen mit „ja“ beantwortet werden können, dann ist eine Beurteilung der Gefährdung durch Gefahrstoffe erforderlich. Die Überprüfung und Umsetzung der Hygiene und Arbeitspraxis mithilfe von Schutzleitfäden der Reihe 100 ermöglichen den Einstieg in die Gefährdungsbeurteilung. Weitere Maßnahmen können mit einem standardisierten Arbeitsverfahren oder dem Einfachen Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe abgeleitet werden.

3.2 Einatmen von Gefahrstoffen

Autorin:
Dipl.-Ing. A. Wilmes

Ansprechpartnerin:
Dipl.-Ing. A. Wilmes
BAuA

Bearbeitungsstand: Juli 2012

Wirkung eines Gefahrstoffes

Viele Gefahrstoffe werden über die Atemluft von den Beschäftigten aufgenommen. Die Wirkung eines Gefahrstoffes und die daraus resultierende Gefährdung hängen von den gefährlichen Stoffeigenschaften und von der Stoffbelastung (Exposition) am Arbeitsplatz ab. Schutzmaßnahmen sollen die Gefährdung des Beschäftigten auf ein Minimum reduzieren. Die Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) verlangt die Überprüfung der Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen und eine Anpassung an den Stand der Technik.

3.2.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen

Gefährlichkeitspotenzial bestimmen

Das Gefährlichkeitspotenzial des Gefahrstoffes wird im Einfachen Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe (EMKG) für Stoffe ohne Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) und Zubereitungen über die Einstufung und Kennzeichnung abgeleitet. Für Stoffe mit AGW wird das Gefährdungspotenzial über den AGW bestimmt [1].

Die Bestimmung der betrieblichen Expositionsbedingungen ergibt sich aus der während einer Tätigkeit üblicherweise gehandhabten Menge und der Freisetzungsguppe. Zur Abschätzung des Gefährdungspotenzials des Gefahrstoffes wird das Sicherheitsdatenblatt benötigt. Die tätigkeitsbezogenen Angaben können bei einer Betriebsbegehung erhoben werden.

Gefährlichkeitsgruppe

Für Gefahrstoffe ohne AGW und Zubereitungen wird das Gefährdungspotenzial des Gefahrstoffes über die Kennzeichnung bestimmt. Einstiegsparameter sind die Risiko-Sätze (R-Sätze) des Stoffes oder der Zubereitung im Abschnitt 2 des Sicherheitsdatenblattes.

Mit der Einführung der neuen CLP-Verordnung ist für die Betriebe bis spätestens 2015 eine Anpassung der Gefährdungsbeurteilung an die neue Einstufung und Kennzeichnung erforderlich. Ein Modul zur Ableitung der Gefährlichkeitsgruppe nach CLP-Verordnung ist schon jetzt auf der EMKG-Internetseite veröffentlicht. Die Zuordnung der H-Sätze zu den R-Sätzen erfolgt in diesem Modul auf Grundlage der Umwandlungstabelle nach Anhang VII der CLP-Verordnung und kann bei einer abweichenden Einstufung zu einer höheren Gefährlichkeitsgruppe und häufig zu einer anderen Maßnahmenstufe führen (s. Kap. 3.0). In der Übergangszeit wird im Abschnitt 2 des Sicherheitsdatenblattes die Einstufung nach altem und neuem Recht angegeben.

Auch nach der Einführung der CLP-Verordnung (Regulation on Classification, Labelling and Packaging of Substances and Mixtures) zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien und deren Zubereitungen in der Europäischen Union wird für Stoffe bis zum 1.12.2010 und für Zubereitungen bis zum 1.6.2015 die Einstufung nach altem Recht in Kapitel 2 des Sicherheitsdatenblattes zusätzlich aufgeführt.

Anhand der R-Sätze erfolgt eine Zuordnung zu fünf Gefährlichkeitsgruppen, wobei die Gefährlichkeitsgruppe A für weniger kritische R-Sätze und die Gefährlichkeitsgruppe E für die kritischsten R-Sätze steht.

Gefährlichkeitsgruppe	zugeordnete R-Sätze
A	Kein gesundheitsbezogener R-Satz, R36, R37, R65, R67
B	R20, R22, R41, R68/20, R68/22
C	R23, R25, R29, R31, R34, R35, R40, R42, R62, R63, R68, R39/23, R39/25, R48/20, R48/22, TRGS 907
D	R26, R46, R32, R61, R39/26, R39/28, R48/23, R48/25
E	R45, R46, R49, R60, TRGS 905, TRGS 906

Abb. 3.2–1 Einstiegsparameter R-Sätze

Die fünf Gefährlichkeitsgruppen sind mit Luftkonzentrationsbereichen verknüpft. Liegt nach TRGS 900 für den Stoff ein AGW vor, erfolgt die Eingruppierung in die Gefährlichkeitsgruppe über den AGW. Der AGW wird über den entsprechenden Luftkonzentrationsbereich der Gefährlichkeitsgruppe zugeordnet.

Gefährlichkeitsgruppe	Luftkonzentrationsbereiche	
	Feststoffe (mg/m ³)	Flüssigkeiten (ppm)
A	1 < c = 10	50 < c = 500
B	0,1 < c = 1	5 < c = 50 ¹
C	0,01 < c = 0,1	0,5 < c = 5 ²
D	0,001 < c = 0,01	0,05 < c = 0,5
E	c = 0,001	c = 0,05 ³

¹ Beispiel 1: **Acetaldehyd**, AGW: 50 ppm (flüssig)

² Beispiel 2: **Triethylamin**, AGW: 1 ppm (flüssig)

³ Beispiel 3: **Bis(tributylzinn)oxyd**, AGW: 0,0021 ppm (flüssig)

Abb. 3.2–2 Gefährlichkeitsgruppen und Luftkonzentrationsbereiche. Im Anhang 4 des EMKG sind alle Gefahrstoffe mit AGW (TRGS 900), mit der abgeleiteten Gefährlichkeitsgruppe „Einatmen“ gelistet.

Die Bestimmung der betrieblichen Expositionsbedingungen ist für Zubereitungen, Stoffe ohne AGW und mit AGW gleich. Die Mengengruppe ergibt sich aus der während einer Tätigkeit üblicherweise gehandhabten Menge.

Mengengruppen

Mengengruppe	Feststoffe	Flüssigkeiten
gering:	g-Bereich	ml-Bereich
mittel:	kg-Bereich	l-Bereich
hoch:	t-Bereich	m ³ -Bereich

Abb. 3.2–3 Einstiegsparameter Menge

Freisetzungsgruppe

Die Freisetzungsgruppe für Flüssigkeiten wird aus dem Siedepunkt oder Dampfdruck bestimmt. Diese Angaben sind im Sicherheitsdatenblatt unter Abschnitt 9 „Physikalische und chemische Eigenschaften“ enthalten. Ist ein Siedebereich angegeben, so wird der niedrigste Wert als Einstiegsgröße gewählt. Wässrige Lösungen werden der Freisetzungsgruppe „niedrig“ zugeordnet, wenn die gelösten Komponenten (z. B. Salze) eine geringe Flüchtigkeit aufweisen.

Flüssigkeiten	Siedepunkt		Dampfdruck
niedrig:	> 150 °C	oder	< 0,5 kPa
mittel:	50–150 °C		0,5–25 kPa
hoch:	< 50 °C		> 25 kPa
Feststoff			
niedrig:	Es entsteht nur sehr wenig Staub (z. B. bei einem Granulat, Pellet oder Wachs)		
mittel:	Staub setzt sich nach kurzer Zeit wieder ab (z. B. bei kristallinen Substanzen)		
hoch:	Staubwolke, die einige Minuten in der Luft bleibt (z. B. bei Mehl oder Toner)		

Abb. 3.2–4 Einstiegsparameter Freisetzungsgruppe

Wie bei Flüssigkeiten, werden bei Feststoffen die Kategorien niedrig, mittel oder hoch gewählt. Die Zuordnung erfolgt über das Staubungsverhalten des Gefahrstoffes. Im Zweifelsfall ist die kritische Kategorie zu wählen.

3.2.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

Beurteilungskriterien nach EMKG: [1]

- Gefährlichkeitsgruppe „Einatmen“
- Mengengruppe
- Freisetzungsgruppe

Der Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)

Arbeitsplatzgrenzwert

- ist der Grenzwert für die zeitlich gewichtete durchschnittliche Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz in Bezug auf einen gegebenen Referenzzeitraum. Er gibt an, bei welcher Konzentration eines Stoffes akute oder chronische schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit im Allgemeinen nicht zu erwarten sind.

Der „biologische Grenzwert“ (BGW)

- ist der Grenzwert für die toxikologisch-arbeitsmedizinisch abgeleitete Konzentration eines Stoffes, seines Metaboliten oder eines Beanspruchungsindikators im entsprechenden biologischen Material, bei dem im Allgemeinen die Gesundheit eines Beschäftigten nicht beeinträchtigt wird.

biologischer Grenzwert

Im EMKG als Beurteilungskriterien integriert sind folgende technischen Regeln:

- TRGS 900 – Arbeitsplatzgrenzwerte
- TRGS 905 – Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe
- TRGS 906 – Verzeichnis krebserzeugender Tätigkeiten oder Verfahren nach §3 Abs. 2 Nr. 3 GefStoffV
- TRGS 907 – Verzeichnis sensibilisierender Stoffe
- TRGS 402 – Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition

technische Regeln

3.2.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

Mit den Eingangsparametern:

- Gefährlichkeitsgruppe „Einatmen“
- Mengengruppe
- Freisetzungsguppe

wird anhand der nachfolgenden Entscheidungstabelle der Schutz abgeleitet, der beim Einatmen des Gefahrstoffes notwendig ist.

Maßnahmenempfehlungen nach EMKG

Maßnahmenempfehlungen nach EMKG sind:

Reihe 100 = Maßnahmenstufe 1 = Schutzleitfäden 1xx

Die Maßnahmen der Schutzstufen bauen aufeinander auf. Deshalb sind die Maßnahmen der Schutzstufe 1 immer umzusetzen. Die Maßnahmen und die zugehörigen Schutzleitfäden sind ausführlich in Kapitel 3.1 beschrieben.

Schutzleitfäden
Maßnahmenstufe 1

Empfeht das EMKG Maßnahmen der Stufe 1, ist die konsequente Anwendung der Schutzleitfäden der Reihe 100 ausreichend. Sie beschreiben die wesentlichen technischen, organisatorischen und persönlichen Maßnahmen. Liegt ein fester Gefahrstoff der Freisetzungsguppe „mittel“ oder „hoch“ vor, sollte auch der Schutzleitfaden 240 „Staubarbeitsplätze“ beachtet werden. Alle weiteren Maßnahmen bauen auf dieser Maßnahmenstufe auf und sind zusätzlich umzusetzen.

Reihe 200 = Maßnahmenstufe 2 = Schutzleitfäden 2xx

Hier muss die Freisetzung von Gefahrstoffen möglichst an der Entstehungsstelle begrenzt werden. Eine Hilfestellung zur Auswahl von emissionsmindernden technischen Maßnahmen bieten die Schutzleitfäden 2xx. Sie beschreiben technische Maßnahmen für typische Arbeitsabläufe, wie z. B. Wiegen, Ab- und Umfüllen, Entleeren, Mischen, Beschichten sowie Laminieren. Die Schutzleitfäden sind Checklisten und können als Dokumentationshilfe bei der Umsetzung und Überprüfung der Maßnahmen genutzt werden [2].

Maßnahmenstufe 2

Reihe 300 = Maßnahmenstufe 3 = Schutzleitfäden 3xx

Ergänzende Maßnahmen der Schutzstufe 3 sind Tätigkeiten im geschlossenen System. Diese Arbeitsverfahren werden in den Schutzleitfäden 3xx beschrieben. Neben dem allgemeinen Leitfaden 300 „Geschlossenes System“ liegen weitere spezielle Schutzleitfäden, z. B. zum Entleeren und Befüllen von Fässern, IBC-Containern sowie Umpumpen von Flüssigkeiten vor. Integrierte Absaugungen werden aufgrund ihrer hohen Wirksamkeit den geschlossenen Systemen zugeordnet [2].

Maßnahmenstufe 3

Beratung**Beratung**

Empfeht das EMKG bei einer sehr hohen Gefährdung eine Beratung, kann in vielen Fällen auf das technische Regelwerk oder andere Informationen der Unfallversicherungsträger und Länder zurückgegriffen werden. Wenn keine Technische Regel oder Informationen vorliegen, ist hier eine der Gefährdung angepasste technische Beratung, ergänzt durch eine organisatorische und allgemeine arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung, notwendig.

Gefährlichkeits- gruppe	Mengen- gruppe	Freisetzungsmenge		
		Niedrig	Mittel	Hoch
A	Gering	Reihe 100	Reihe 100	Reihe 100
	Mittel	Reihe 100	Reihe 100	Reihe 200
	Hoch	Reihe 100	Reihe 100 (Flüssigkeiten) Reihe 200 (Feststoffe)	Reihe 200
B	Gering	Reihe 100	Reihe 100	Reihe 100
	Mittel	Reihe 100	Reihe 200	Reihe 200
	Hoch	Reihe 100	Reihe 200 (Flüssigkeiten) Reihe 300 (Feststoffe)	Reihe 300
C	Gering	Reihe 100	Reihe 100 (Flüssigkeiten) Reihe 200 (Feststoffe)	Reihe 200
	Mittel	Reihe 200	Reihe 300	Reihe 300
	Hoch	Reihe 300	Reihe 300	Reihe 300
D	Gering	Reihe 200	Reihe 200 (Flüssigkeiten) Reihe 300 (Feststoffe)	Reihe 300
	Mittel	Reihe 300	Beratung	Beratung
	Hoch	Reihe 300	Beratung	Beratung
E		Beratung		

Reihe 100 = Maßnahmenstufe 1 = Schutzleitfäden 1XX

Reihe 200 = Maßnahmenstufe 2 = Schutzleitfäden 2XX

Reihe 300 = Maßnahmenstufe 3 = Schutzleitfäden 3XX

Abb. 3.2–5 Entscheidungstabelle für den Maßnahmenbedarf „Einatmen“ nach EMKG [1]

Tab. 3.2–1 Schutzleitfäden der Reihe 2xx

Nummer	Bezeichnung
200	Örtliche Absaugung (Punktabsaugung)
201	Abzugsschränke
203	Absaugschrank
204	Staubentnahme aus Abscheidesystem
205	Transport über Förderband
206	Befüllen von Säcken
208	Entleeren von Säcken
210	Beschicken von Kesseln aus Säcken oder Kleingebinden
211	Befüllung und Entleerung von Containern (IBC) (Feststoffe)
212	Befüllen von Fässern
213	Entleeren von Fässern mittels Fasspumpe
214	Wiegen von Feststoffen
215	Mischen von Feststoffen mit anderen Feststoffen oder Flüssigkeiten
217	Mischen von Flüssigkeiten mit anderen Flüssigkeiten oder Feststoffen in Fässern o. ä.
222	Pulverbeschichtung
223	Laminieren
228	Trockenschrank (Horden- oder Tellerrockner)
230	Herstellen von Pellets
240	Grundsätze Staubarbeitsplätze

Tab. 3.2–2 Schutzleitfäden der Reihe 3xx

Nummer	Bezeichnung
300	Geschlossenes System
301	Handschuhkasten (glove box)
305	Fassbefüllung
306	Fassentleerung
307	Befüllung und Entleerung von IBC-Containern (Feststoffe)
308	Befüllung und Entleerung von IBC-Containern (Flüssigkeiten)
310	Befüllen und Entleeren von Tankfahrzeugen
312	Umpumpen von Flüssigkeiten

Wirksamkeitsprüfung

Ein zentraler Punkt der Gefährdungsbeurteilung ist die Überprüfung der Wirksamkeit von festgelegten Schutzmaßnahmen.

Die Überprüfung der immer anzuwendenden Maßnahmenstufe 1 (siehe Kapitel 3.1) kann mit den Schutzleitfäden der Reihe 100 vorgenommen werden [2].

Funktion und Wirksamkeit von technischen Schutzeinrichtungen sind regelmäßig zu prüfen. Hierzu gehört die Überwachung von Lüftungstechnischen Kontrollgrößen nach Angaben des Herstellers (z. B. ein Maß für die Qualität der Erfassung ist der Erfassungsgrad, der das Verhältnis des erfassten Stoffstroms zum freigesetzten Stoffstrom angibt und messtechnisch bestimmt werden kann). Die Überprüfung von technischen Einrichtungen muss regelmäßig, mindestens jedoch alle drei Jahre erfolgen. Einrichtungen zum Abscheiden, Erfassen und Niederschlagen von Stäuben sind mindestens jährlich zu prüfen.

Die Funktion einer technischen Anlage sollte möglichst täglich geprüft werden. Zu achten ist auf sicht- oder hörbare Veränderungen.

Für Stoffe ohne AGW und Zubereitungen mit Inhaltsstoffen ohne AGW ist das EMKG in Kombination mit den Schutzleitfäden oder anderen branchen- oder tätigkeitsspezifischen Hilfestellungen eine nichtmesstechnische Ermittlungsmethode. Die Umsetzung der gewählten Schutzmaßnahmen ist zu dokumentieren.

Das EMKG kann auch als nichtmesstechnische Ermittlungsmethode für Stoffe mit AGW oder Zubereitungen mit Stoffen mit AGW gelten.

Hierzu werden bei Stoffen mit AGW die Gefährlichkeitsgruppen eine Kategorie strenger gewählt, als durch den Arbeitsplatzgrenzwert vorgegeben.

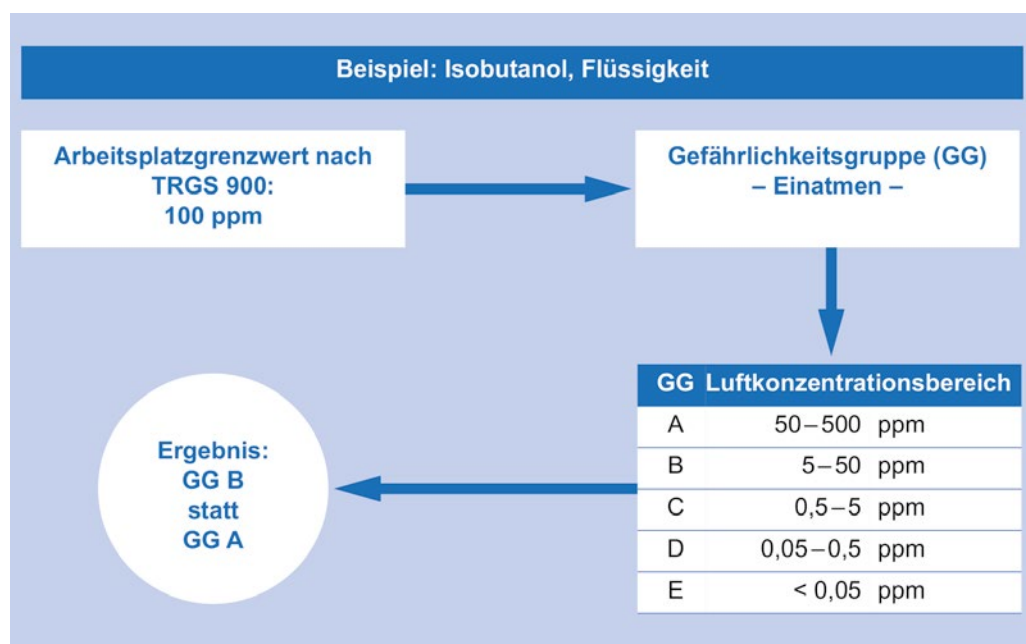


Abb. 3.2–6 EMKG als nichtmesstechnische Ermittlungsmethode

Auch bei Zubereitungen, die Inhaltsstoffe mit AGW enthalten, kann das EMKG als nichtmess-technische Ermittlungsmethode gelten, wenn die Gefährlichkeitsgruppe aus der Einstufung eine Kategorie strenger ist, als die höchste Gefährlichkeitsgruppe aus den AGW der Inhaltsstoffe der Zubereitung.

3.2.4 Vorschriften, Regelwerk, Literatur

Gesetze, Verordnungen

ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
GefStoffV	Gefahrstoffverordnung
ArbMedVV	Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge

Technische Regelwerke zu den Arbeitsschutzverordnungen

TRGS 400	Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
TRGS 402	Ermitteln und Beurteilen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition

Vollständige Übersicht der TRGS unter: www.baua.de/trgs [Zugriff am 2.3.2009]

Geltendes EU-Recht

Richtlinie 67/548/EWG des Rates zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe

Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (CLP-Verordnung)

Richtlinie 1999/45/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 31. Mai 1999 (EG-Amtsblatt Nr. L 200 S. 1) zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Zubereitungen

Internetangebote/Links

- [1] Einfaches Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe (EMKG) Version 2.2. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 10/2011. www.baua.de/emkg [Zugriff am 27.07.2012]
- [2] Schutzleitfäden für häufige Tätigkeiten mit Gefahrstoffen in chemischen Betrieben. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. www.baua.de/emkg ► Schutzleitfäden für häufige Tätigkeiten mit Gefahrstoffen in chemischen Betrieben [Zugriff am 27.07.2012]

3.2.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

Prüffragen

- Wurde für alle Gefahrstoffe geprüft, ob es eine Ersatzlösung durch den Einsatz von weniger gefährlichen Produkten oder emissionsarme Verfahren gibt?
- Werden emissionsarme Verwendungsformen bevorzugt (staubfreie Granulate, Perlen, Pasten, Lösungen, Suspensionen)?
- Sind die für die Gefährdungen abgeleiteten Maßnahmen umgesetzt und auf ihre Wirksamkeit überprüft?
- Sind die Beschäftigten zu möglichen Gefährdungen unterwiesen und arbeitsmedizinisch-toxikologisch beraten?
- Werden zusätzliche Schutzmaßnahmen ergriffen (z. B. persönliche Schutzausrüstung), wenn ein Arbeitsplatzgrenzwert nicht eingehalten werden kann? Existiert ein Konzept, das die Einhaltung zukünftig gewährleisten kann?
- Ist die persönliche Schutzausrüstung auf den Gefahrstoff und die auszuübende Tätigkeit abgestimmt?
- Sind die Beschäftigungsverbote (für Jugendliche, werdende und stillende Mütter, Arbeitnehmerinnen im gebärfähigen Alter) eingehalten?
- Werden Fremdfirmen rechtzeitig über mögliche Gefahren informiert? Werden Schutzmaßnahmen vereinbart und schriftlich festgelegt? Wird, wenn erforderlich, ein Koordinator eingesetzt?
- Sind Vorsorgemaßnahmen bei Betriebsstörungen und Unfällen festgelegt (Erste Hilfe, Alarmplan, Alarmübungen, Notduschen, Augenduschen, Verhaltensanforderungen) und erforderlichenfalls mit den Beschäftigten eingeübt?
- Ist die sachgerechte Beschaffung, Lagerung und Wartung Persönlicher Schutzausrüstungen gewährleistet?
- Werden die vom Hersteller angegebenen Tragezeiten von Persönlicher Schutzausrüstung beachtet?

Maßnahmen

Die in den Prüffragen aufgelisteten Maßnahmen sind zusätzlich zu prüfen, wenn das Einfache Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe in Kombination mit den zugehörigen Schutzleitfäden angewendet wird.

3.3 Hautkontakt mit Gefahrstoffen

Autorin:

Dipl.-Ing. A. Wilmes

Ansprechpartnerin:

Dipl.-Ing. A. Wilmes

BAuA

Bearbeitungsstand: Juli 2012

Die Gefährdung der Beschäftigten durch Hautkontakt wird über das Gefährdungspotenzial des Gefahrstoffes und über die Expositionsparameter Wirkfläche und Wirkdauer bestimmt. Wird ein Hautkontakt ausgeschlossen, besteht kein zusätzlicher Handlungsbedarf.

3.3.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen

Hautgefährdende Stoffe sind ätzende, reizende oder sensibilisierende Stoffe und Zubereitungen. Häufig führen hautgefährdende Stoffe, wie z. B. Seifen, Säuren und Laugen, Wasch- und Reinigungsmittel, zu einer Entfettung der Haut und zu einer Schädigung der oberen Hautschicht, die natürliche Schutzbarriere der Haut. Neben der Gefährdung durch Chemikalien kann diese Schutzschicht auch durch mechanische Beanspruchung oder Feuchtarbeit beschädigt werden [1].

hautgefährdende Stoffe

Ein Feuchtarbeitsplatz liegt vor, wenn der Beschäftigte

- mehr als 2 Stunden im feuchten Milieu tätig ist (z. B. Friseur, Reinigungskräfte, Köche),
- mehr als 2 Stunden flüssigkeitsdichte Schutzhandschuhe trägt oder
- häufig und intensiv seine Hände reinigt bzw. desinfiziert (z. B. medizinischer Bereich).

Feuchtarbeitsplatz

Die wiederholt chronische Schädigung der Hautschutzschicht kann über einen längeren Zeitraum zu einem toxisch-degenerativen Kontaktekzem führen. Ein typisches Beispiel sind die sogenannten Waschfrauenhände. Die Hände sind häufig geschwollen, die Haut ist schuppig und es bilden sich Risse, Rötungen und Schwellungen.

Bei der Einwirkung von stark reizenden oder hoch konzentrierten Substanzen, wie z. B. Säuren und Laugen, kommt es in Abhängigkeit von der Konzentration und Einwirkzeit zu einer sofortigen Hautschädigung. Das toxische Kontaktekzem entsteht an der Kontaktstelle und heilt in der Regel nach Ende des Kontakts wieder ab [1].

Ist ein Stoff oder eine Zubereitung hautsensibilisierend, können allergische Hautkzeme auftreten. Typische Allergene sind z. B. Epoxidharze oder Metalle, wie Chrom, Nickel und Kobalt. In vielen Fällen tritt ein allergisches Kontaktekzem erst nach jahrelangem Kontakt auf.

hautsensibilisierende Stoffe

Individuelle Unterschiede bedingen unterschiedliche Risiken, an einer Hautallergie zu erkranken. Ein weiterer allergiefördernder Einflussfaktor ist eine bereits vorgeschädigte Hautschutzschicht [1].

Hautresorptive Stoffe gelangen über die Haut direkt in den Körper. Ein giftiger Stoff kann dort direkt zu akuten Gesundheitsschäden führen. Eine hohe Gefährdung geht jedoch auch von hautresorptiven Stoffen mit einer krebserzeugenden, erbgutverändernden, fruchtbarkeitsgefährdenden Wirkung aus [1].

hautresorptive Stoffe

Ein Stoff ist hautresorptiv, wenn er

- als gesundheitsschädlich, giftig oder sehr giftig bei Berührungen mit der Haut gekennzeichnet ist (R21, R24, R27),
- in der TRGS 900 – Arbeitsplatzgrenzwerte, in der TRGS 905 – „Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe“ oder in der MAK- und BAT-Werte Liste der DFG [2], mit „H“ gekennzeichnet ist,
- in der TRGS 401 – Anlage 3 aufgeführt ist oder
- in Kapitel 8 oder 11 im Sicherheitsdatenblatt eine Angabe zur hautresorptiven Wirkung vorliegt.

Anhand des Gefährdungspotenzials des Gefahrstoffes, der Wirkfläche und der Wirkdauer leitet das EMKG den zusätzlichen Handlungsbedarf für die Gefährdungen durch Hautkontakt ab.

Gefährlichkeitsgruppe „Haut“

Die Bestimmung der Gefährlichkeitsgruppe erfolgt auch hier über die R-Sätze. Die hautrelevanten R-Sätze werden 5 Gefährlichkeitsgruppen „HA – HE“ zugeordnet, wobei hier das Band „HA“ für weniger kritische R-Sätze und das Band „HE“ für die kritischsten R-Sätze steht.

Gefährlichkeitsgruppe	zugeordnete R-Sätze
HA	R66
HB	R38
HC	R21*, R43, R48/21, R68/21, TRGS 907
HD	R24, R34, R40*, R39/24, R48/24, R62*, R63*,
HE	R24 UND R34, R27*, R35, R39/27, R45*, R46*, R60*, R61*, TRGS 905*, TRGS 906*

* Hinweis: Ist dieser Stoff NICHT hautresorptiv, kann die Zuordnung zur Gefährlichkeitsgruppe entfallen. Stoffe mit Carrier-Effekt können auch nicht hautresorptive Stoffe durch die Haut transportieren. Beispiele hierfür sind Dimethylsulfoxid (DMSO), N,N-Dimethylformamid (DMF) und Glykolverbindungen.

Abb. 3.3–1 Gefährlichkeitsgruppe Haut

Ein Modul zur Ableitung der Gefährlichkeitsgruppe nach CLP-Verordnung ist schon jetzt auf der EMKG Internetseite veröffentlicht. Die Zuordnung der H-Sätze zu den R-Sätzen erfolgt in diesem Modul auf Grundlage der Umwandlungstabelle nach Anhang VII der CLP-Verordnung.

Wirkfläche

Es wird zwischen einer groß- und kleinflächigen Benetzung der Hautfläche unterschieden. Die Wirkfläche ist klein, wenn der Beschäftigte nur mit wenigen Spritzern kontaminiert ist. Eine große Wirkfläche liegt vor, wenn z. B. die Hand benetzt ist.

Gerade bei der Bestimmung der Wirkfläche erschweren unterschiedliche Arbeitsweisen und das persönliche Verhalten die Abschätzung. Im Zweifelsfall ist die kritischste Größe anzunehmen. Schutzhandschuhe oder andere persönliche Schutzausrüstung sind bei der Abschätzung außer Acht zu lassen.

Wirkdauer

Bei einer kurzen Wirkdauer ist der Hautkontakt unter 15 Minuten/Tag und bei einer langen Wirkdauer über 15 Minuten/Tag. Die Dauer des Hautkontaktes endet mit der Entfernung des Gefahrstoffes.

3.3.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

Beurteilungskriterien nach EMKG [4]:

- Gefährlichkeitsgruppe „Haut“
- Wirkfläche
- Wirkdauer

3.3.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

Mit den Eingangsparametern:

- Gefährlichkeitsgruppe „Haut“
- Wirkfläche
- Wirkdauer

wird anhand der nachfolgenden Entscheidungstabelle der Schutz abgeleitet, der bei Hautkontakt notwendig ist.

Beim Einsatz eines Gefahrstoffes in geschlossenen Anlagensystemen kann ein Hautkontakt nahezu ausgeschlossen werden. Schutzmaßnahmen müssen in der Regel nur bei Reinigungs- und Wartungsarbeiten getroffen werden. Das Ergebnis kann ein geringer, erweiterter oder hoher Maßnahmenbedarf sein.

Geringer Maßnahmenbedarf

Erste Warnung für eine Hautschädigung ist eine trockene Haut. Die Beschäftigten stärken durch die Verwendung geeigneter Hautschutzmittel die Widerstandsfähigkeit der Haut. Hautschutzmittel verhindern den Kontakt zwischen dem einwirkenden Schadstoff und der Haut.

Die Umsetzung der notwendigen Maßnahmen können mithilfe des Schutzleitfadens 120 – Organisations- und Hygienemaßnahmen „Haut“ überprüft und dokumentiert werden.

Erweiterter Maßnahmenbedarf

Das Ergebnis erweiterter Maßnahmenbedarf bedeutet, diese Gefährdung ist zu beseitigen oder auf ein Minimum zu reduzieren. Eine Möglichkeit sind technische Lösungen, wie der Einsatz von geeigneten Werkzeugen, Instrumenten, Arbeitsvorrichtungen oder -techniken. In der Anlage 6 der TRGS 401 sind beispielhafte technische und organisatorische Lösungen angegeben, die den Hautkontakt verhindern oder verringern.

Sind technische und organisatorische Schutzmaßnahmen nicht ausreichend, muss der Beschäftigte durch geeignete PSA (Chemikalienschutzhandschuhe, -schürzen, -anzüge) geschützt werden. Durch geeignete Schutzkleidung kann der Hautkontakt minimiert, aber in der Regel nicht ausgeschlossen werden.

Hinweis zur Auswahl von Schutzhandschuhen:

Genauere Angaben zu Material, Durchdringzeit und Tragedauer von Schutzhandschuhen enthält Kapitel 8 des Sicherheitsdatenblattes. Liegen diese Informationen im Sicherheitsdatenblatt nicht vor, sollten diese Informationen vom Hersteller oder Inverkehrbringer des Produktes eingefordert werden. Informationen zu geeigneten Schutzhandschuhen liegen auch direkt beim Hersteller oder Vertreiber von Schutzhandschuhen vor.

**Schutzleitfaden 120 –
Organisations- und
Hygienemaßnahmen
„Haut“**

Schutzhandschuhe

In Ausnahmefällen kann das Tragen von Schutzhandschuhen eine höhere Belastung darstellen als ein kleinflächiger, kurzzeitiger Hautkontakt. In diesem Fall ist der Betriebsarzt zur Beurteilung hinzuzuziehen und der Verzicht in der Gefährdungsbeurteilung zu begründen.

Schutzleitfaden 250 – Erweiterter Maßnahmen- bedarf – Haut

Die Umsetzung der notwendigen Maßnahmen kann mithilfe des Schutzleitfadens 250 – „Erweiterter Maßnahmenbedarf – Haut“ geprüft werden. Zusätzliche Schutzmaßnahmen beim Einsatz von sensibilisierenden Stoffen oder bei Feuchtarbeitsplätzen sind im Schutzleitfaden integriert.

Hoher Maßnahmenbedarf

Das Ergebnis „hoher Maßnahmenbedarf“ fordert eine Überprüfung, ob der Hautkontakt durch ein geschlossenes System vollständig ausgeschlossen werden kann. Ist dies der Fall, sind keine weiteren Maßnahmen erforderlich.

Kann ein Hautkontakt nicht ausgeschlossen werden, sollten die Sicherheitsfachkraft gemeinsam mit dem Betriebsarzt Schutzmaßnahmen auswählen. In der arbeitsmedizinisch-toxikologischen Beratung des Betriebsarztes sollte der Beschäftigte auf mögliche Hautveränderungen und auf mögliche Symptome einer Hauterkrankung hingewiesen werden.

Gefährlichkeitsgruppe	Wirkfläche	Wirkdauer	Maßnahmenbedarf
HA	Klein	Kurz	Gering
	Klein	Lang	Gering
	Groß	Kurz	Gering
	Groß	Lang	Erweitert
HB	Klein	Kurz	Gering
	Klein	Lang	Erweitert
	Groß	Kurz	Erweitert
	Groß	Lang	Erweitert
HC	Klein	Kurz	Gering
	Klein	Lang	Erweitert
	Groß	Kurz	Erweitert
	Groß	Lang	Hoch
HD	Klein	Kurz	Erweitert
	Klein	Lang	Erweitert
	Groß	Kurz	Erweitert
	Groß	Lang	Hoch
HE	Klein	Kurz	Hoch
	Klein	Lang	Hoch
	Groß	Kurz	Hoch
	Groß	Lang	Hoch
Beispiel: Xylol			
R-Sätze 10-20/21-38	Wirkfläche:	Wirkdauer:	Maßnahmenbedarf:
Gefährlichkeitsgruppe:	Groß	Kurz	Erweitert
HC			

Abb. 3.3–2 Entscheidungstabelle für den Maßnahmenbedarf Haut

Tab. 3.3–1 Schutzleitfäden

Nummer	Bezeichnung
120	Organisations- und Hygienemaßnahmen „Haut“
250	Erweiterter Maßnahmenbedarf „Haut“

Wirksamkeit der Maßnahme überprüfen

Der Arbeitgeber ist verpflichtet, die Umsetzung der getroffenen Schutzmaßnahmen und die Nutzung von persönlicher Schutzausrüstung und Hautmittel zu prüfen. Werden technische Schutzmaßnahmen angewendet, müssen diese regelmäßig geprüft und gewartet werden.

Wirksamkeits-
überprüfung

Die verwendete Schutzausrüstung muss vor Beginn der Arbeit auf Funktionsfähigkeit geprüft werden (z. B. auf schadhafte Stellen oder innenseitige Verschmutzungen von Schutzhandschuhen). Bei Hautmitteln sollte regelmäßig geprüft werden, ob das Verfallsdatum überschritten ist.

3.3.4 Gesetze, Verordnungen, Literatur

ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
GefStoffV	Gefahrstoffverordnung
ArbMedVV	Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge

Technische Regelwerke zu den Arbeitsschutzverordnungen

TRGS 400	Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
TRGS 401	Gefährdungen durch Hautkontakt, Ermitteln – Beurteilen – Maßnahmen

Vollständige Übersicht der TRGS unter: www.baua.de/trgs [Zugriff am 2.3.2009]

Weitere Regeln der Technik

BGR 189	Benutzung von Schutzbekleidung
BGR 192	Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz
BGR 195	Benutzung von Schutzhandschuhen

Literatur

- [1] **Eisenacher-Abelein, I.; Michels, P. E.:** Hautschutz im Beruf. Köln: Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse. Verfügbar unter: www.bgetem.de/share/wbt_hautschutz/pdf/mb_03_a06-2007.pdf [Zugriff am 20.11.2015]
- [2] **Pflaumbaum, W.; Blome, H.; Kleine, H.; et. al.:** Grenzwertliste 2015 – Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz. Berlin: DGUV 2015. (IFA-Report 4/2015), verfügbar unter: www.dguv.de/ifa/Publikationen/Reports-Download/Reports-2015/IFA-Report-4-2015/index.jsp [Zugriff am 20.11.2015]
- [3] **Deutsche gesetzliche Unfallversicherung:** Chemikalienschutzhandschuhe. (DGUV Information 212-007, bisher: BGI/GUV-I 868, Juni 2009), verfügbar unter: <http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/i-868.pdf> [Zugriff am 20.11.2015]

Internetangebote/Links

- **Einfaches Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe (EMKG)** Version 2.2, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), 7/2015. www.baua.de/emkg [Zugriff am 20.11.2015]
- **Schutzleitfäden für häufige Tätigkeiten mit Gefahrstoffen in chemischen Betrieben.** Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/EMKG/Schutzleitfaeden.html [Zugriff am 20.11.2015]
- **Allgemeine Präventionsleitlinie „Hautschutz“.** Auswahl, Bereitstellung und Benutzung. Fachausschuss „Persönliche Schutzausrüstungen“ der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung. www.dguv.de/medien/fb-psa/de/regelwerk/leitlinien/praeveleit_haut.pdf [Zugriff am 20.11.2015]
- **Allergene in Schutzhandschuhen.** www.bgbau.de/gisbau/service/allergene [Zugriff am 20.11.2015]

3.3.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

Prüffragen

Die Prüffragen gehen über die beschriebenen Schritte zur Ableitung von Maßnahmen nach dem Einfachen Maßnahmenkonzept hinaus und sind zusätzlich zu prüfen.

- Können nicht eingestufte Stoffe (z. B. Altöle, Kühlschmierstoffe, Lösungsmittel, Kleber) zu einer Hautgefährdung führen?
- Werden die Hände mechanisch so stark beansprucht, dass Mikroverletzungen entstehen können?
- Werden die Hände durch die Tätigkeit stark verschmutzt?
- Werden im Betrieb hautsensibilisierende Gefahrstoffe eingesetzt, die nicht mit einem R43 „Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich“ gekennzeichnet sind?
- Liegt ein Feuchtarbeitsplatz vor?
- Wenn außer den Händen andere Körperstellen exponiert sind (z. B. beim Fliesenleger die Knie), werden dann zusätzliche Schutzmaßnahmen ergriffen?
- Sind arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen notwendig?

Maßnahmen

- Schutzleitfaden 250 „Erweiterter Maßnahmenbedarf Haut“

3.4 Physikalisch-chemische Gefährdungen

Der Gefährdungsfaktor Physikalisch-chemische Gefährdungen (z. B. Brand und Explosionsgefährdungen, unkontrollierte chemische Reaktionen) wird nicht im Rahmen dieses Ratgebers behandelt.



4 Biologische Arbeitsstoffe

4 Biologische Arbeitsstoffe

Derzeit sind mehr als 6.000 biologische Arbeitsstoffe in Risikogruppen eingestuft. Sie haben sehr unterschiedliche Eigenschaften und sind im Normalfall nicht mit den Sinnesorganen erfassbar. Bei Schimmelpilzen kann ein muffiger Geruch und auch ein sichtbarer Befall von Gegenständen oder der Arbeitsumgebung auf ihr Vorhandensein aufmerksam machen. Jedoch ist ein Fehlen dieses Geruchs oder des sichtbaren Befalls kein Kriterium, dass sie nicht vorhanden sind.

mit Sinnesorganen meist
nicht zu erfassen

Messmethoden haben bei biologischen Arbeitsstoffen ihre Grenzen, da sie nur immer einzelne biologische Arbeitsstoffe nachweisen, sodass bei den häufig vorkommenden komplexen biologischen Belastungen kein belastbares Gefährdungspotenzial ermittelt werden kann. Außerdem benötigen die einzelnen biologischen Arbeitsstoffe sehr unterschiedliche Lebens- und Nährstoffbedingungen für ihr Wachstum. Messmethoden können daher nur orientierend bzw. zur Überprüfung der Effektivität der Schutzmaßnahmen sinnvoll sein.

Messung schwierig

Die Einschätzung, ob ein biologischer Arbeitsstoff vorkommen kann, ergibt sich aus wissenschaftlichen Erkenntnissen über Epidemiologie, Überlebenswahrscheinlichkeiten oder Erfahrungswerten.

Einschätzung des
Vorhandenseins

Die wichtigsten Handlungsanleitungen für die Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen sind die Technische Regel für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA) 400 sowie branchenspezifische TRBA.

Gefährdungsbeurteilung

Die einzige Eigenschaft, die alle biologischen Arbeitsstoffe innehaben, ist das Infektionspotenzial. Nach diesem sind sie auch in Risikogruppen eingestuft. Eine tabellarische Übersicht von mehr als 6.000 biologischen Arbeitsstoffen hier in diesem Ratgeber zu veröffentlichen, übersteigt die gebotene Übersichtlichkeit. Es wird daher auf die TRBA 460, 462, 464 und 466 sowie die Richtlinie 2000/54 EU mit ihren Anhängen verwiesen.

Infektionspotenzial

Einige Bakterien und Pilze haben sensibilisierende Wirkungen. Sie sind in den oben genannten Listen entsprechend gekennzeichnet. Ebenso werden toxische Eigenschaften gesondert gekennzeichnet.

sensibilisierende und
toxische Eigenschaften

Hinweis

Liebe Nutzerinnen und Nutzer des Bereiches „Biologische Arbeitsstoffe“, aufgrund der Novellierung der Biostoffverordnung und der damit einhergehenden Anpassungen des Technischen Regelwerkes werden die Texte derzeit auf ihre Aktualität überprüft und überarbeitet. Wir bitten daher um Ihr Verständnis, wenn entsprechende Links und Zuordnungen von Inhalten und Paragraphen noch nicht aktuell sein sollten.

Tab. 4.0-1 Einige Beispiele für biologische Arbeitsstoffe

Risikogruppe	Bakterien	Pilze	Viren	Parasiten
1	Bacillus subtilis E. coli K 12	Saccharomyces cerevisiae Aspergillus niger	Poliovirus-Vaccine	Trypanosoma lewisi
2	Staphylococcus aureus E. coli	Aspergillus fumigatus Candida albicans	Polio virus HAV	Leishmania major Plasmodium spp.
3	Shigella dysenteriae Salmonella typhi Chlamydia psittaci Mycobacterium tuberculosis	Coccidioides immitis Blastomyces dermatitidis	HBV HCV HIV Gelbfiebervirus Affenpockenvirus	Echinococcus granulosus Plasmodium falciparum Trypanosoma cruzi
4	–	–	Lassavirus Variola major-Virus	–

4.1 Infektionen

Autoren:

R. Schöneich

Dr. med. R. Jäckel

Ansprechpartner:

Dr. U. Jäckel

BAuA

Bearbeitungsstand: Februar 2012

Biologische Arbeitsstoffe sind Mikroorganismen, einschließlich gentechnisch veränderter Mikroorganismen, Zellkulturen und humanpathogener Endoparasiten. Ein biologischer Arbeitsstoff im Sinne der Biostoffverordnung ist auch ein mit transmissibler spongiformer Enzephalopathie assoziiertes Agens, das beim Menschen eine Infektion oder eine übertragbare Krankheit verursachen kann.

Definition
biologischer
Arbeitsstoffe

Mikroorganismen sind alle zellularen oder nichtzellularen mikrobiologischen Einheiten, die zur Vermehrung oder zur Weitergabe von genetischem Material fähig sind.

Mikroorganismen

Zellkulturen sind In-vitro-Vermehrungen von aus vielzelligen Organismen isolierten Zellen.

Zellkulturen

4.1.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen

Mikroorganismen wie z. B. Bakterien, Viren oder Pilze treten je nach Verwendungsart auch als luftgetragene Partikel, oft an Staubpartikel gebunden, auf (Bioaerosole). Des Weiteren können sie als Verunreinigungen in Arbeitsstoffen, Zellkulturen, Proben von Körperflüssigkeiten, Abwasser usw. oder als Anhaftungen an Werkzeugen und Geräten oder Ähnlichem vorkommen.

Vorkommen

Die Aufnahme von biologischen Arbeitsstoffen mit Gefährdungspotenzial kann bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen durch Einatmen, durch Verschlucken, durch Kontakt mit der unverletzten oder verletzten Haut bzw. Schleimhaut sowie durch Stiche oder Bisse erfolgen.

Aufnahme

Dadurch können beim Menschen Infektionen, sensibilisierende oder toxische Wirkungen hervorgerufen werden.

Wirkungen

Tätigkeiten sind das Herstellen und Verwenden von biologischen Arbeitsstoffen sowie der berufliche Umgang mit Menschen, Tieren, Pflanzen, biologischen Produkten und Gegenständen, wenn dabei biologische Arbeitsstoffe freigesetzt werden können und Beschäftigte mit den biologischen Arbeitsstoffen direkt in Kontakt kommen können.

Herstellen und
Verwenden von
biologischen
Arbeitsstoffen

Zur Ermittlung der Gefährdung ist zu unterscheiden zwischen gezielten Tätigkeiten und nicht gezielten Tätigkeiten.

Gezielte Tätigkeiten liegen vor, wenn

- der biologische Arbeitsstoff mindestens der Spezies nach bekannt ist,
- die Tätigkeiten auf einen oder mehrere biologische Arbeitsstoffe unmittelbar ausgerichtet sind,
- die Exposition der Beschäftigten im Normalbetrieb hinreichend bekannt oder abschätzbar ist.

Gefährdungsbeurteilung
bei gezielten Tätigkeiten

Gezielte Tätigkeiten liegen typischerweise bei der Forschung und der industriellen Nutzung von biologischen Arbeitsstoffen (Biotechnologie) vor.

Gefährdungsbeurteilung bei nicht gezielten Tätigkeiten

Bei nicht gezielten Tätigkeiten ist eine Exposition gegenüber biologischen Arbeitsstoffen möglich, die Handhabung dieser Stoffe aber nicht Zweck der Tätigkeit. Typisch für nicht gezielte Tätigkeiten ist eine Exposition gegenüber einer Vielzahl von biologischen Arbeitsstoffen, bei der die einzelnen Komponenten oft nicht bekannt sind.

Nicht gezielte Tätigkeiten können beispielsweise vorliegen im Rahmen von:

- Arbeiten in Nahrungsmittelproduktionsanlagen
- Arbeiten in der Land- und Forstwirtschaft
- Tätigkeiten, bei denen Kontakt mit Tieren bzw. Erzeugnissen tierischen Ursprungs besteht
- Arbeiten im Gesundheitswesen und in der Wohlfahrtspflege
- Arbeiten zur Abfallentsorgung und
- Arbeiten in Abwasserkläranlagen

4.1.2 Beurteilungskriterien

Risikogruppen (§ 3 BioStoffV)

Risikogruppen

Die Einstufung biologischer Arbeitsstoffe beruht auf dem Infektionsrisiko für den Menschen. Dazu werden biologische Arbeitsstoffe in vier Risikogruppen eingeteilt:

- Biologische Arbeitsstoffe der Gruppe 1 sind Stoffe, bei denen es unwahrscheinlich ist, dass sie beim Menschen eine Krankheit verursachen.
- Biologische Arbeitsstoffe der Gruppe 2 sind Stoffe, die eine Krankheit beim Menschen hervorrufen können und eine Gefahr für Arbeitnehmer darstellen könnten; eine Verbreitung des Stoffes in der Bevölkerung ist unwahrscheinlich; eine wirksame Vorbeugung oder Behandlung ist normalerweise möglich.
- Biologische Arbeitsstoffe der Gruppe 3 sind Stoffe, die eine schwere Krankheit beim Menschen hervorrufen und eine ernste Gefahr für Arbeitnehmer darstellen können; die Gefahr einer Verbreitung in der Bevölkerung kann bestehen, doch ist normalerweise eine wirksame Vorbeugung oder Behandlung möglich.
- Biologische Arbeitsstoffe der Gruppe 4 sind Stoffe, die eine schwere Krankheit beim Menschen hervorrufen und eine ernste Gefahr für Arbeitnehmer darstellen; die Gefahr einer Verbreitung in der Bevölkerung ist unter Umständen groß; normalerweise ist eine wirksame Vorbeugung oder Behandlung nicht möglich.

Einstufung (§ 4 BioStoffV)

Einstufungslisten für Viren, Pilze, Bakterien, Parasiten

Die Einstufungslisten sind nach den bisher eingestuften Organismengruppen Viren, Pilze, Bakterien und Parasiten getrennt.

Eine Auflistung der eingestuften biologischen Arbeitsstoffe der Risikogruppen 2 bis 4 (Krankheitserreger) enthält die EG-Richtlinie 2000/54/EG. Die Einstufungen werden durch Technische Regeln für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA) leichter zugänglich gemacht und um zusätzliche Mikroorganismen ergänzt. Die mit den TRBA bekannt gemachten Listen entsprechen den Einstufungslisten der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie (in Anwendung des Kooperationsmodells werden die Einstufungslisten der BGI in die entsprechenden TRBA aufgenommen).

sensibilisierende und toxische Wirkungen

Sensibilisierende und toxische Wirkungen biologischer Arbeitsstoffe werden bei der Einstufung in Risikogruppen nicht berücksichtigt. Sie können aber für die Gefährdungsbeurteilung relevant sein, sodass ggf. spezifische Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten ergriffen werden müssen.

Daher enthalten die Einstufungslisten organismenspezifische Hinweise auf diese Wirkungen. Eine ausführliche Darstellung der sensibilisierenden Wirkungen von biologischen Arbeitsstoffen enthält die TRBA/TRGS 406.

Wissenschaftlich begründete, verbindliche Grenzwerte liegen für Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen nicht vor. Aus diesem Grund haben Messungen von biologischen Arbeitsstoffen bei der Umsetzung der Anforderungen der BioStoffV nur eine untergeordnete Bedeutung. Sie können jedoch zur Orientierung im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung, z. B. beim Einsatz neuer Verfahren oder zur Kontrolle der Wirksamkeit technischer Schutzmaßnahmen (TRBA 405 „Anwendung von Messverfahren und technischen Kontrollwerten für luftgetragene Biologische Arbeitsstoffe“), herangezogen werden.

Grenzwerte

Informationsbeschaffung (§ 5 BioStoffV)

Der Arbeitgeber ist verpflichtet festzustellen, ob und mit welchen biologischen Arbeitsstoffen Tätigkeiten in seinem Betrieb durchgeführt werden. Dabei sind zu berücksichtigen:

Entscheidung über die Art der Tätigkeit

- Identität, Einstufung, Infektionspotenzial, sensibilisierende und toxische Wirkungen der biologischen Arbeitsstoffe
- tätigkeitsbezogene Informationen über Betriebsabläufe und Arbeitsverfahren
- Art und Dauer der Tätigkeiten, damit verbundene mögliche Übertragungswege und Informationen über eine Exposition der Beschäftigten sowie
- Erfahrungen aus vergleichbaren Tätigkeiten, Belastungs- und Expositionssituationen und über bekannte tätigkeitsbezogene Erkrankungen sowie die ergriffenen Gegenmaßnahmen

Ausgehend von den Informationen muss entschieden werden, ob es sich um gezielte oder nicht gezielte Tätigkeiten handelt.

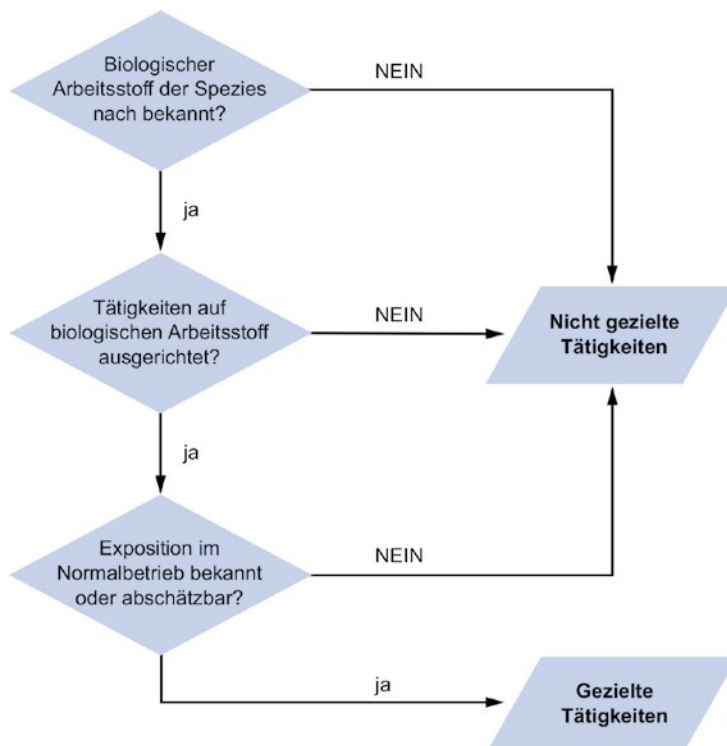


Abb. 4.1-1 Ablauf des Entscheidungsprozesses

Diese Entscheidung hat keinen Einfluss auf das Schutzniveau, obwohl sich die Gefährdungsbeurteilung und die Festlegung der Schutzmaßnahmen bei gezielten und nicht gezielten Tätigkeiten unterscheiden.

Gefährdungsbeurteilung bei gezielten Tätigkeiten (§ 6 BioStoffV)

Zuordnung zu einer Schutzstufe

Auf Grundlage der beschafften Informationen hat der Arbeitgeber eine Gefährdungsbeurteilung bei gezielten Tätigkeiten durchzuführen. In Gemischen von biologischen Arbeitsstoffen sind die einzelnen biologischen Arbeitsstoffe für sich zu bewerten.

Umfasst eine Tätigkeit mehrere biologische Arbeitsstoffe verschiedener Risikogruppen, ist für die Festlegung die Risikogruppe des biologischen Arbeitsstoffes mit dem höchsten Gefährdungsgrad maßgebend.

Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung sind für alle gezielten Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen mindestens die allgemeinen Hygienemaßnahmen der Schutzstufe 1 nach Anhang II oder III festzulegen.

Sicherheitsmaßnahmen

Zusätzlich sind für biologische Arbeitsstoffe

- der Risikogruppe 2 die Sicherheitsmaßnahmen der Schutzstufe 2,
- der Risikogruppe 3 die Sicherheitsmaßnahmen der Schutzstufe 3,
- der Risikogruppe 4 die Sicherheitsmaßnahmen der Schutzstufe 4 nach Anhang II oder III festzulegen.

Die in den Anhängen II und III der BioStoffV als empfohlen bezeichneten Sicherheitsmaßnahmen sind festzulegen, wenn dadurch die Gefährdung der Beschäftigten verringert werden kann. Konkretisierungen zu den Anhängen II und III finden sich in spezifischen Schutzmaßnahmen-TRBA.

Zuordnung zu einer Schutzstufe

Neben der Infektionsgefährdung müssen die toxischen und sensibilisierenden Wirkungen der biologischen Arbeitsstoffe bei der Beurteilung zusätzlich berücksichtigt werden. Diese Wirkungen haben keinen Einfluss auf die Zuordnung zu einer Schutzstufe, erfordern aber ggf. weitergehende Schutzmaßnahmen.

Gefährdungsbeurteilung bei nicht gezielten Tätigkeiten (§ 7 BioStoffV)

Auf Grundlage der beschafften Informationen hat der Arbeitgeber eine Gefährdungsbeurteilung bei nicht gezielten Tätigkeiten durchzuführen.

Der Arbeitgeber prüft, ob die beschafften Informationen eine abschließende Gefährdungsbeurteilung und die Zuordnung der Tätigkeit zu einer Schutzstufe nach Anhang II oder III der BioStoffV ermöglichen.

In der Regel können nicht gezielte Tätigkeiten einer Schutzstufe zugeordnet werden, weil einschlägige Erkenntnisse bzw. ausreichendes Wissen und langjährige Erfahrungen vorliegen. Die Zuordnung einer Tätigkeit zu einer Schutzstufe erfolgt in Abhängigkeit der Höhe der Infektionsgefährdung.

Die Höhe der Infektionsgefährdung wird in Form einer plausiblen, nachvollziehbaren Abschätzung auf der Grundlage der zuvor ermittelten Informationen beurteilt und wird insbesondere bestimmt durch

- das Infektionspotenzial der relevanten Mikroorganismen oder Mikroorganismengruppen, das sich in deren Einstufung widerspiegelt,

- die Wahrscheinlichkeit des Auftretens dieser Mikroorganismen oder -gruppen sowie deren Menge oder Konzentration und
- die zu erwartende Expositionssituation bei der zu beurteilenden Tätigkeit.

Nicht gezielte Tätigkeiten

- mit biologischen Arbeitsstoffen, bei denen keine Infektionsgefährdung besteht bzw. diese unwahrscheinlich ist, sind vergleichbar mit gezielten Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppe 1 und somit der Schutzstufe 1 zuzuordnen,
- bei denen die Gefährdung maßgeblich durch biologische Arbeitsstoffe der Risikogruppe 2 bestimmt wird, sind in der Regel der Schutzstufe 2 zuzuordnen,
- bei denen aufgrund der Expositionssituation eine hohe Infektionsgefährdung durch biologische Arbeitsstoffe der Risikogruppe 3 besteht, sind der Schutzstufe 3 zuzuordnen.

Ist mit einer Exposition gegenüber biologischen Arbeitsstoffen unterschiedlicher Risikogruppen zu rechnen und wird die Höhe der Infektionsgefährdungen durch die biologischen Arbeitsstoffe der niedrigeren Risikogruppe bestimmt, können diese Tätigkeiten der niedrigeren Schutzstufe zugeordnet werden.

komplexe Belastungen

Ist aufgrund der Expositionssituation von einer geringen Infektionsgefährdung auszugehen, kann auch bei nicht gezielten Tätigkeiten, bei denen biologische Arbeitsstoffe der Risikogruppe 3 vorkommen, die Zuordnung zur Schutzstufe 2 erfolgen. Entsprechend kann auch eine Zuordnung zur Schutzstufe 1 erfolgen, wenn bei nicht gezielten Tätigkeiten biologische Arbeitsstoffe der Risikogruppe 2 vorkommen, eine Gefährdung aufgrund der Expositionssituation jedoch unwahrscheinlich ist.

Zuordnung bei geringer Infektionsgefährdung

Die Schutzstufen und die zugehörigen Hygiene- und Sicherheitsmaßnahmen sind in den Anhängen II und III der BioStoffV aufgeführt.

Liegen keine ausreichenden Informationen und Erkenntnisse zu einer nicht gezielten Tätigkeit vor, sodass keine Zuordnung zu einer Schutzstufe vorgenommen werden kann, ist entsprechend § 7 Abs. 3 BioStoffV zu verfahren. Dies kann z. B. bei neuen Verfahren und Techniken der Fall sein. Das Vorgehen bei der Gefährdungsbeurteilung ist hier vom konkreten Einzelfall abhängig und erfordert vom Arbeitgeber einen erhöhten Aufwand bei der Beschaffung der Informationen sowie bei der Festlegung der erforderlichen Schutzmaßnahmen.

Zuordnung bei nicht ausreichenden Erkenntnissen

Neben der Infektionsgefährdung müssen die toxischen und sensibilisierenden Wirkungen der biologischen Arbeitsstoffe bei der Beurteilung zusätzlich berücksichtigt werden. Diese Wirkungen haben keinen Einfluss auf die Zuordnung zu einer Schutzstufe, erfordern aber ggf. weitergehende Schutzmaßnahmen.

Durchführung der Gefährdungsbeurteilung (§ 8 BioStoffV)

Eine Gefährdungsbeurteilung ist vor Aufnahme der Tätigkeiten durchzuführen und danach zu wiederholen

- bei maßgeblichen Änderungen der Arbeitsbedingungen, die zu einer erhöhten Gefährdung der Beschäftigten führen könnten,
- bei der Feststellung einer Kontamination des Arbeitsplatzes,
- im Falle, dass sich ein Beschäftigter im Rahmen der Tätigkeit eine Infektion oder Erkrankung zugezogen hat,
- auf Empfehlung des Arztes, wenn die Gesundheit des untersuchten Beschäftigten infolge der Arbeitsbedingungen gefährdet erscheint.

Anlässe für die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung

Dokumentation In Erweiterung von § 6 ArbSchG müssen auch in Betrieben mit zehn oder weniger Beschäftigten die geforderten Unterlagen zum Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung und der festgelegten Maßnahmen vorliegen, wenn dort nicht ausschließlich gezielte Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppe 1 ohne sensibilisierende und toxische Wirkungen oder hinsichtlich der Gefährdung vergleichbare nicht gezielte Tätigkeiten durchgeführt werden.

Die Unterlagen müssen bei gezielten Tätigkeiten ein Verzeichnis der biologischen Arbeitsstoffe enthalten. Bei nicht gezielten Tätigkeiten sollte dieses Verzeichnis die relevanten Mikroorganismen oder Mikroorganismengruppen enthalten, soweit diese für die Gefährdungsbeurteilung maßgeblich sind.

Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppe 1 (§ 9 BioStoffV)

Risikogruppe 1 Für gezielte Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppe 1 ohne sensibilisierende oder toxische Wirkungen sowie für vergleichbare nicht gezielte Tätigkeiten gelten die allgemeinen Hygienemaßnahmen der Schutzstufe 1 nach Anhang II oder III, die in der TRBA 500 und weiteren TRBA konkretisiert sind. Auch dürfen in Heimarbeit nur solche biologischen Arbeitsstoffe verwendet werden. Weitergehende Pflichten nach den §§ 11 bis 16 BioStoffV bestehen nicht.

Spezielle Rechtsbereiche

Gentechnik Soweit nach dem Gentechnikrecht gleichwertige oder strengere Regelungen bestehen, sind diese anzuwenden.

4.1.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

Allgemeine und spezifische Schutzmaßnahmen (§ 10 Abs. 1, 4 und 6, Anhang II und III BioStoffV)

Der Arbeitgeber hat die erforderlichen Schutzmaßnahmen entsprechend dem Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung zu treffen.

Für die Schutzmaßnahmen gilt die nachstehende Rangfolge:

- Freisetzung vermeiden** – Arbeitsverfahren und technische Schutzmaßnahmen sind so zu gestalten, dass biologische Arbeitsstoffe nicht frei werden.
- Schutzmaßnahmen treffen** – Ist dies nicht möglich oder werden biologische Arbeitsstoffe bestimmungsgemäß freigesetzt, sind Schutzmaßnahmen zu treffen, um die Exposition der Beschäftigten so gering wie möglich zu halten. Dabei hat die Anwendung technischer Schutzmaßnahmen grundsätzlich Vorrang vor organisatorischen Maßnahmen und persönlicher Schutzausrüstung. Weitergehende persönliche Schutzausrüstung, wie z. B. Atemschutz, ist nur dann zur Verfügung zu stellen, wenn technische und organisatorische Schutzmaßnahmen allein nicht zur Erreichung des Schutzzieles ausreichen. Darüber hinaus ist die Zahl der exponierten Beschäftigten, die Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppe 2 und höher ausüben, auf ein Mindestmaß zu begrenzen.
- Grundsätzlich sind die allgemeinen Hygienemaßnahmen nach TRBA 100 für den Laborbereich bzw. nach TRBA 500 „Allgemeine Hygienemaßnahmen: Mindestanforderungen“ bezogen auf die konkrete Tätigkeit festzulegen. Zusätzliche Maßnahmen sind bei gezielten Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppe 1 ohne sensibilisierende oder toxische Wirkung oder vergleichbaren nicht gezielten Tätigkeiten nicht erforderlich.

Für Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen ab Risikogruppe 2 sind folgende zusätzliche Maßnahmen zu ergreifen:

- Sicherheitsmaßnahmen der Anhänge II oder III BioStoffV:
 - bei gezielten Tätigkeiten: Zusätzlich zu den verbindlichen Maßnahmen der Anhänge müssen die als empfohlen ausgewiesenen Sicherheitsmaßnahmen ergriffen werden, wenn dadurch die Gefährdung der Beschäftigten verringert werden kann.
 - bei nicht gezielten Tätigkeiten: Aus Anhang II oder III der BioStoffV sind die Sicherheitsmaßnahmen auszuwählen und festzulegen, die erforderlich sind, um die Gefährdung der Beschäftigten zu minimieren.
- Andere bzw. weitergehende geeignete Schutzmaßnahmen hat der Arbeitgeber festzulegen, wenn Sicherheitsmaßnahmen der Anhänge II oder III nicht anwendbar oder angemessen sind oder die auszuwählenden nicht ausreichen, um die Sicherheit der Beschäftigten zu gewährleisten.
- Schutzmaßnahmen, die in der Verordnung direkt gefordert werden, wie z. B. Kennzeichnung der Arbeitsplätze und Gefahrenbereiche sowie
- sonstige Schutzmaßnahmen, die anhand der Beurteilung der konkreten Tätigkeiten erforderlich sind.

**Schutzmaßnahmen
ab Risikogruppe 2**

Haben die biologischen Arbeitsstoffe auch toxische oder sensibilisierende Eigenschaften, ist zu prüfen, ob hierfür noch weitere Schutzmaßnahmen erforderlich sind, oder ob die bereits aufgrund des Infektionspotenzials ermittelten Maßnahmen ausreichend sind. Gegebenenfalls kann auf Regelungen aus dem Gefahrstoffrecht zurückgegriffen werden. Die für den Umgang mit toxischen bzw. sensibilisierenden biologischen Arbeitsstoffen notwendigen Schutzmaßnahmen unterscheiden sich in der Regel nicht von denen, die bei Tätigkeiten mit sensibilisierenden und toxischen Gefahrstoffen notwendig sind. Spezielle Schutzmaßnahmen für einzelne Bereiche sind in der TRBA/TRGS 406 aufgeführt.

**Schutzmaßnahmen
bei sensibilisierenden
Stoffen**

Konkretisierungen zu den Anhängen II und III finden sich in spezifischen Schutzmaßnahmen-TRBA und Beschlüssen des Ausschusses für Biologische Arbeitsstoffe (siehe TRBA 100 bis TRBA 250, Beschlüsse 602 bis 605).

**Konkretisierung
durch TRBA**

Ersetzungspflicht (§ 10 Abs. 2 BioStoffV)

Biologische Arbeitsstoffe, die eine Gesundheitsgefahr für Beschäftigte darstellen, sind, soweit dies zumutbar und nach dem Stand der Technik möglich ist, durch biologische Arbeitsstoffe zu ersetzen, die nicht oder weniger gefährlich sind (z. B. Auswahl von weniger infektiösen Laborstämmen, Auswahl von geeigneten Stämmen der Risikogruppe 1 für die Bodensanierung sowie als Futtermittelzusatzstoffe).

**Ersatz gefährlicher
biologischer
Arbeitsstoffe**

Hygienemaßnahmen, Schutzausrüstung (§ 11 BioStoffV)

Der Arbeitgeber hat Maßnahmen zur Desinfektion und Dekontamination zu treffen und persönliche Schutzausrüstung zur Verfügung zu stellen. Persönliche Schutzausrüstung muss getrennt von anderen Kleidungsstücken gelagert und in gebrauchsfähigem Zustand gehalten werden.

**Hygiene, persönliche
Schutzausrüstung**

Beschäftigte dürfen bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen keine Nahrungs- oder Genussmittel zu sich nehmen. Hierfür sind gesonderte Bereiche einzurichten. Vor Betreten dieser gesonderten Bereiche ist die Schutz-/Arbeitskleidung abzulegen und sind mindestens die Hände zu waschen, ggf. sind weitere Hygienemaßnahmen erforderlich (TRBA 500 Nr. 5.3).

Betriebsanweisung, Unterrichtung (§ 12 Abs. 1 und 2 BioStoffV)**Unterweisung**

Bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen sind vom Arbeitgeber arbeitsbereichs- und stoffbezogene Betriebsanweisungen zu erstellen, die Angaben zu

- Gefahren für die Beschäftigten,
- erforderlichen Schutzmaßnahmen,
- Verhaltensregeln bei Unfällen und Betriebsstörungen und
- Erste-Hilfe-Maßnahmen

enthalten müssen.

Die Betriebsanweisung ist in verständlicher Form in der Sprache der Beschäftigten abzufassen und an geeigneter Stelle in der Arbeitsstätte bekannt zu machen.

Eine ausführliche Darstellung einschließlich einer Zusammenstellung beispielhafter Betriebsanweisungen enthält die BGI 853 „Betriebsanweisungen nach der Biostoffverordnung“.

Der Arbeitgeber hat die Beschäftigten anhand der Betriebsanweisung über die auftretenden Gefahren und über die Schutzmaßnahmen zu unterweisen. Die Unterweisung ist vor Aufnahme der Tätigkeiten mündlich und arbeitsplatzbezogen durchzuführen und in den Fällen des § 8 zu wiederholen. Inhalt und Zeitpunkt der Unterweisungen sind schriftlich festzuhalten und von den Unterwiesenen durch Unterschrift zu bestätigen.

**allgemeine
arbeitsmedizinische
Beratung**

Der Arbeitgeber hat sicherzustellen, dass für alle Beschäftigten, die Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen durchführen, eine allgemeine arbeitsmedizinische Beratung durchgeführt wird. Diese Beratung soll im Rahmen der o. g. Unterweisung erfolgen.

**Arbeitsanweisungen, Vorsorge gegen Betriebsstörungen und Unfälle
(§ 10 Abs. 5, § 12 Abs. 3 und 4 BioStoffV)****Fachkunde**

Für Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppen 3 und 4 (mäßiges bis hohes Risiko) müssen Beschäftigte eine ausreichende Fachkunde und eine arbeitsplatzbezogene Einweisung haben. Arbeitgeber müssen sich fachkundig beraten lassen.

Arbeitsanweisungen

Der Arbeitgeber hat Arbeitsanweisungen bereitzustellen für:

- Tätigkeiten mit erhöhter Unfallgefahr
- Verfahren für die Handhabung von Proben menschlichen oder tierischen Ursprungs
- Instandsetzungs-, Reinigungs-, Änderungs- oder Abbrucharbeiten in oder an kontaminierten Anlagen und Geräten

Beschäftigte und ihre Vertreter sind über Betriebsstörungen und Unfälle zu unterrichten, soweit die Sicherheit und die Gesundheit der Beschäftigten gefährdet sind.

Verzeichnis exponierter Beschäftigter (§ 13 Abs. 3 BioStoffV)**Verzeichnis exponierter
Beschäftigter**

Der Arbeitgeber hat Beschäftigte, die gezielte Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppen 3 und 4 durchführen, in einem Verzeichnis zu erfassen, in dem die Art der Tätigkeiten, der verwendete biologische Arbeitsstoff und etwaige Unfälle oder Betriebsstörungen anzugeben sind. Gleiches gilt für nicht gezielte Tätigkeiten mit vergleichbarer Gefährdung.

Arbeitsmedizinische Vorsorge (Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge ArbMedVV)

Zum Schutz der Beschäftigten vor einer tätigkeitsbedingten Infektionsgefährdung sind vorrangig technische und organisatorische Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik zu treffen. Die arbeitsmedizinische Vorsorge ergänzt, soweit erforderlich, diese Maßnahmen.

Der Arbeitgeber hat für eine der Gefährdung angemessene arbeitsmedizinische Vorsorge zu sorgen. Dazu gehören neben den Vorsorgeuntersuchungen auch die arbeitsmedizinische Beurteilung tätigkeitsbedingter Gesundheitsgefährdungen einschließlich der Empfehlung geeigneter Schutzmaßnahmen, arbeitsmedizinisch begründete Empfehlungen zur Überprüfung der Arbeitsplätze und die Fortentwicklung des betrieblichen Gesundheitsschutzes auf Grundlage gewonnener Erkenntnisse.

Die Anlässe für die speziellen Untersuchungen, die aufgrund einer beruflich bedingten erhöhten Gefährdung als erforderlich angesehen werden, sind im Anhang Teil 2 der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge abschließend aufgeführt und werden unterschieden in Untersuchungen, die der Arbeitgeber zu veranlassen hat (sog. Pflichtuntersuchungen nach § 4 ArbMedVV) und solche, die den Beschäftigten anzubieten sind (sog. Angebotsuntersuchungen nach § 5 ArbMedVV).

Pflichtuntersuchungen

Diese Untersuchungen müssen vor Aufnahme von Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen erfolgen und sind in regelmäßigen Abständen zu wiederholen sowie am Ende der Beschäftigung anzubieten. Bei gesundheitlichen Bedenken sind kürzere Zeitabstände anzuordnen.

Vor Aufnahme der Tätigkeiten und danach in regelmäßigen Abständen sind arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen anzubieten:

Angebotsuntersuchungen

- bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppe 3 und
- bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppe 2, es sei denn, aufgrund der Gefährdungsbeurteilung und der getroffenen Schutzmaßnahmen ist nicht mit einem Gesundheitsschaden zu rechnen.
- Beschäftigten, die sich eine Infektion oder Erkrankung zugezogen haben, die auf Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen zurückgeführt werden, sind unverzüglich Untersuchungen anzubieten. Dieses Angebot gilt auch für alle Beschäftigten des gleichen Tätigkeitsbereichs, es sei denn, die Infektion oder die Erkrankung ist auf eine personenbezogene Schädigung (z. B. Stich- oder Schnittverletzung) zurückzuführen und eine Übertragung auf andere Beschäftigte ist auszuschließen.

Ein spezieller Anspruch auf eine Impfung der Beschäftigten besteht aufgrund eines erhöhten beruflichen Risikos. Dies setzt voraus, dass die Beschäftigten in ihrem Tätigkeitsbereich und bei ihren Tätigkeiten einem höheren Risiko als die Allgemeinbevölkerung ausgesetzt sind, sich durch impfpräventable biologische Arbeitsstoffe zu infizieren. Dabei sind insbesondere die Wahrscheinlichkeit des Auftretens dieser biologischen Arbeitsstoffe, die Übertragungswege sowie die Art der Tätigkeiten einschließlich Art, Dauer und Ausmaß einer möglichen Exposition zu beurteilen.

Impfungen

Die als relevant beurteilten Tätigkeiten wurden in den Teil 2 des Anhangs der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge aufgenommen.

Empfehlungen der STIKO sind nur bedingt anwendbar, da in diesen Empfehlungen unter beruflicher Indikation nicht nur Arbeitsschutzbelange, sondern auch Fragen des Drittschutzes und des Schutzes anderer, besonders zu schützender Personengruppen subsumiert werden.

Arbeitgeberpflichten Der Arbeitgeber hat dem Arzt die zur Durchführung der Vorsorgeuntersuchungen erforderlichen Auskünfte über die Arbeitsplatzverhältnisse zu erteilen und eine Besichtigung des Arbeitsplatzes zu ermöglichen.

Pflichten des Arztes Der Arzt hat

- den Untersuchungsbefund schriftlich festzuhalten,
- den untersuchten Beschäftigten arbeitsmedizinisch zu beraten und
- ihm eine Bescheinigung über das Untersuchungsergebnis auszustellen. Nur bei Pflichtuntersuchungen übermittelt der Arzt eine Kopie der Bescheinigung über das Untersuchungsergebnis dem Arbeitgeber.

Bei gesundheitlichen Bedenken hat der Arzt dem Arbeitgeber zu empfehlen, die Gefährdungsbeurteilung zu überprüfen, wenn die Gesundheit des untersuchten Beschäftigten infolge der Arbeitsbedingungen gefährdet erscheint.

Ärztliche Aufzeichnungen über Vorsorgeuntersuchungen sind so aufzubewahren, dass Unbefugte keinen Zugang haben.

4.1.4 Vorschriften, Regelwerk, Literatur

Gesetze, Verordnungen

BioStoffV	Biostoffverordnung
GefStoffV	Gefahrstoffverordnung
GenTG	Gentechnikgesetz
GenTSV	Gentechnik-Sicherheitsverordnung
ArbMedVV	Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge
JArbSchG	Jugendarbeitsschutzgesetz
MuSchArbV	Verordnung zum Schutz der Mütter am Arbeitsplatz

Technische Regelwerke zu den Arbeitsschutzverordnungen

TRBA 001	Allgemeines und Aufbau des Technischen Regelwerkes zur Biostoffverordnung, Anwendung von Technischen Regeln für Biologische Arbeitsstoffe
TRBA 100	Schutzmaßnahmen für gezielte und nicht gezielte Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen
TRBA 120	Versuchstierhaltung
TRBA 212	Thermische Abfallbehandlung: Schutzmaßnahmen
TRBA 213	Abfallsammlung: Schutzmaßnahmen
TRBA 214	Abfallbehandlungsanlagen einschließlich Sortieranlagen in der Abfallwirtschaft
TRBA 220	Sicherheit und Gesundheit bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in abwassertechnischen Anlagen

TRBA 230	Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in der Land- und Forstwirtschaft und bei vergleichbaren Tätigkeiten
TRBA 240	Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit mikrobiell kontaminiertem Archivgut
TRBA 250	Biologische Arbeitsstoffe im Gesundheitswesen und in der Wohlfahrtspflege
TRBA 400	Handlungsanleitung zur Gefährdungsbeurteilung und für die Unterrichtung der Beschäftigten bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen
TRBA 405	Anwendung von Messverfahren und technischen Kontrollwerten für luftgetragene Biologische Arbeitsstoffe
TRBA/TRGS 406	Sensibilisierende Stoffe für die Atemwege
TRBA 450	Einstufungskriterien für Biologische Arbeitsstoffe
TRBA 460	Einstufung von Pilzen in Risikogruppen
TRBA 462	Einstufung von Viren in Risikogruppen
TRBA 464	Einstufung von Parasiten in Risikogruppen
TRBA 466	Einstufung von Bakterien (Bacteria) und Archaeabakterien (Archaea) in Risikogruppen
TRBA 500	Allgemeine Hygienemaßnahmen: Mindestanforderungen
Beschluss 602	Spezielle Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten vor Infektionen durch BSE/TSE-Erreger
Beschluss 603	Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Transmissibler Spongiformer Enzephalopathie (TSE) assoziierten Agenzien in TSE-Laboratorien
Beschluss 604	Sicherheitstechnische Anforderungen bei der Milzbranddiagnostik
Beschluss 605	Tätigkeiten mit poliovirus-infiziertem und/oder potenziell infektiösem Material einschließlich der sicheren Lagerung von Polioviren in Laboratorien
Beschluss 608	Empfehlung spezieller Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten vor Infektionen durch hochpathogene aviäre Influenzaviren
Beschluss 609	Arbeitsschutz beim Auftreten nicht impfpräventabler Influenza unter besonderer Berücksichtigung des Atemschutzes

Vollständige Übersicht der Technischen Regeln für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA) und Beschlüsse des Ausschusses für Biologische Arbeitsstoffe:

www.baua.de/trba [Zugriff am 16.02.2012]

BG-Informationen

BGI 583	Biologische Arbeitsstoffe bei der Bodensanierung
BGI 631	Sichere Biotechnologie, Eingruppierung biologischer Agenzien: Viren (Merkblatt B 004)
BGI 632	Sichere Biotechnologie, Einstufung biologischer Arbeitsstoffe: Parasiten – Besondere Schutzmaßnahmen für Tätigkeiten mit Parasiten (Merkblatt B 005)
BGI 633	Sichere Biotechnologie, Einstufung biologischer Arbeitsstoffe: Bakterien (Merkblatt B 006)
BGI 634	Sichere Biotechnologie, Einstufung biologischer Arbeitsstoffe: Pilze (Merkblatt B 007)
BGI 636	Sichere Biotechnologie, Eingruppierung biologischer Agenzien: Zellkulturen (Merkblatt B 009)
BGI 762	Keimbelastung wassergemischter Kühlschmierstoffe, Handlungshilfe nach Biostoffverordnung
BGI 775	Zahntechnische Laboratorien – Schutz vor Infektionsgefahren
BGI 805	Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in der Metallindustrie
BGI 853	Betriebsanweisungen nach der Biostoffverordnung
BGI 858	Gesundheitsgefährdung durch biologische Arbeitsstoffe bei der Gebäudesanierung – Handlungsanleitung zur Gefährdungsbeurteilung nach der Biostoffverordnung (BioStoffV)
BGI 892	Gesundheitsgefährdungen durch Taubenkot – Handlungsanleitung zur Gefährdungsbeurteilung nach Biostoffverordnung
BGI 893	Handlungsanleitung – Gefährdungsbeurteilung für biologische Arbeitsstoffe bei Arbeiten auf Deponien
BGI 5026	Biologische Arbeitsstoffe beim Umgang mit Verstorbenen
BGI 5068	Handlungshilfe zur Gefährdungsbeurteilung bei der Bereitstellung und Reinigung mobiler Miettoiletten

Geltendes EU Recht

Richtlinie 2000/54/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch biologische Arbeitsstoffe bei der Arbeit (Siebte Einzelrichtlinie im Sinne von Artikel 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG), verfügbar unter: http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/site/de/oj/2000/l_262/l_26220001017de00210045.pdf [Zugriff am 16.02.2012]

Literatur

- [1] **Adelmann, S.; Schulze-Halberg, H. (Hrsg.):** Arbeitsschutz in Biotechnologie und Gentechnik. Berlin: Springer 1996
- [2] **Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg.):** Biostoffverordnung – Rechtsverordnung, gemeinschaftliche Einstufung, ausgewählte technische Regeln. Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW 1999. (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Regelwerke, Rw 29)
- [3] **Buschhausen-Denker, G.; Höfer, U.:** Pflichtenheft biologische Arbeitsstoffe: Überblick über Pflichten und Verantwortungen bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen. Landsberg/Lech: ecomed Sicherheit 2006
- [4] **Hüsing, B.; Knorr, Chr.; Menrad, K.; Strauß, E.:** Erhebung des Standes der Technik beim nicht beabsichtigten Umgang mit bestimmten biologischen Arbeitsstoffen aus der Sicht des Arbeitsschutzes. Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW 1995. (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz: Forschung, Fb 725)
- [5] **Hofmann, F.; Jäckel, R. (Hrsg.):** Merkblätter Biologische Arbeitsstoffe. Landsberg/Lech: ecomed. Losebl.-Ausg. in 2 Bänden. Grundwerk 2000
- [6] **Simon, R.; Tichy, H.-V.:** Erhebung des Standes der Technik beim absichtlichen Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen aus der Sicht des Arbeitsschutzes. Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW 1998. (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Forschung, Fb 790)

4.1.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

- Sind alle Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen erfasst worden?
- Welcher Übertragungsweg besteht? Ergeben sich aus der Tätigkeit spezielle Übertragungswege?
- Welche biologischen Arbeitsstoffe kommen vor?
- Welches Mikroorganismenspektrum ist bei einer komplexen biologischen Belastung arbeitsschutzrelevant?
- Welcher Risikogruppe sind die biologischen Arbeitsstoffe zuzuordnen?
- Wurde geprüft, ob sich biologische Arbeitsstoffe mit geringerer Risikogruppe einsetzen lassen?
- Gibt es bei biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppe 1 Gefährdungen für besondere Personengruppen?
- Wurden sensibilisierende und toxische Wirkungen biologischer Arbeitsstoffe bei der Festlegung von Schutzmaßnahmen mitberücksichtigt?
- Wurden für Tätigkeiten in Laboratorien und Räumen zur Haltung von Labortieren spezifische Schutzmaßnahmen gem. Anhang II BioStoffV festgelegt?
- Wurden für industrielle Verfahren (Biotechnologie) spezifische Schutzmaßnahmen festgelegt?
- Ist sichergestellt, dass nur fachkundige und eingewiesene Beschäftigte mit biologischen Arbeitsstoffen umgehen?
- Wird die Freisetzung biologischer Arbeitsstoffe durch vorrangig technische und durch organisatorische Maßnahmen vermieden bzw. minimiert?
- Wurden geeignete Hygienemaßnahmen getroffen?
- Wurden geeignete persönliche Schutzausrüstungen bereitgestellt?
- Liegen Betriebsanweisungen vor?

Prüffragen

- Liegt ein Verzeichnis aller Beschäftigten, die gezielte Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppen 3 und 4 durchführen, vor?
- Wurden die vorgeschriebenen arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen durchgeführt und wurden die Beschäftigten über weitere Angebotsuntersuchungen informiert?

**festgestellte
Gefährdungen/Mängel**

- gezielter oder nicht gezielter Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen: ...
- Durchführung gentechnischer Arbeiten: ...

Maßnahmen

- biologische Arbeitsstoffe mit geringerem Gefährdungspotenzial einsetzen: ...
- Lüftungstechnische Beratung veranlassen: ...
- Arbeitsbereiche mit Warnzeichen „Biogefährdung“ kennzeichnen: ...
- Betriebsanweisung erstellen und Einhaltung kontrollieren: ...
- Unterweisungen durchführen: ...
- Aerosole vermeiden: ...
- Hautkontakt vermeiden: ...
- Verletzungen vermeiden: ...
- Schutzkleidung tragen: ...
- arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen durchführen: ...
- Hygieneplan erstellen und Einhaltung kontrollieren: ...
- arbeitstätigkeitsbezogene Qualifizierung veranlassen: ...
- Zahl exponierter Beschäftigter begrenzen: ...
- Notfallplan (bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppen 3 und 4): ...
- Maßnahmen zur Desinfektion und Dekontamination: ...
- Ess- und Trinkverbot am Arbeitsplatz einhalten/kontrollieren: ...

4.2 Sensibilisierende Wirkungen

Autoren:

R. Schöneich

Dr. med. R. Jäckel

Ansprechpartner:

Dr. U. Jäckel

BAuA

Bearbeitungsstand: Februar 2012

Einige Bakterien (u. a. thermophile Actinomyceten) sowie Pilze und wenige Parasiten können am Arbeitsplatz allergische Atemwegserkrankungen auslösen. Auch nicht lebensfähige Bakterien, Pilze (abgestorbene Zellen, Bruchstücke oder Sporen) und Parasiten oder ihre Bestandteile (z. B. Proteine) können atemwegssensibilisierend wirken. Erfahrungsgemäß führt erst längerfristige Exposition gegenüber atemwegssensibilisierenden biologischen Arbeitsstoffen in hoher Konzentration zu einer Sensibilisierung bis hin zu schwerwiegenden allergischen Erkrankungen.

[allergische Atemwegserkrankungen](#)

Diese Bakterien, Pilze und Parasiten sind in der TRBA/TRGS 406 aufgelistet und auch in den Listen der Infektionserreger (TRBA 460, 464 und 466) entsprechend gekennzeichnet. Da sie sensibilisierend auf den Atemtrakt wirken, sind insbesondere Tätigkeiten zu beachten, bei denen Aerosole entstehen.

[Risiko Aerosole](#)

Eine Zuordnung zu einer Schutzstufe nach BioStoffV allein aufgrund der atemwegssensibilisierenden Wirkungen ist nicht hinreichend.

Wichtiger Hinweis: Die Einschätzung der sensibilisierenden Wirkung ist Bestandteil der Gefährdungsbeurteilung biologischer Arbeitsstoffe insgesamt und kann nicht losgelöst von der infektiösen Wirkung erfolgen.

Sensibilisierende Arbeitsstoffe sind, soweit zumutbar und nach dem Stand der Technik möglich, durch weniger gefährliche Arbeitsstoffe oder Verfahren zu ersetzen (§ 10 Abs. 2 BioStoffV). Die Exposition ist nach den Vorgaben des § 10 Abs. 6 BioStoffV zu minimieren. Die allgemeinen Schutzmaßnahmen der TRBA 500 sind grundsätzlich einzuhalten.

Technische Schutzmaßnahmen

Bei Gefährdung durch atemwegssensibilisierende Arbeitsstoffe müssen geeignete Be- und Entlüftungsmaßnahmen ergriffen werden. Die Arbeitsstoffe sind möglichst an der Entstehungsstelle zu erfassen und ohne Gefährdung für Mensch und Umwelt abzuführen. Wenn dies nicht ausreicht, sind weitergehende lufttechnische Maßnahmen (z. B. eine technische Raumlüftung) erforderlich. Sicherheitswerkbänke der Klasse 2 und höher gewährleisten einen ausreichenden Schutz vor einer Atemwegssensibilisierung.

[Schutzmaßnahmen](#)

Luftbewegungen (z. B. Zugluft, Thermik), durch die Allergene an andere Arbeitsplätze gelangen können, sind zu verhindern.

Oberflächen von Arbeitsräumen und Arbeitsmitteln müssen leicht zu reinigen sein.

Bereiche mit hoher Freisetzung von atemwegssensibilisierenden Arbeitsstoffen sind soweit möglich von anderen Betriebsteilen räumlich zu trennen. Die Lüftung ist dabei so zu gestalten, dass gegenüber den übrigen Arbeitsbereichen ein leichter Unterdruck erzeugt wird, um die Ausbreitung sensibilisierender Arbeitsstoffe zu verhindern.

In Arbeitsbereiche darf bei Tätigkeiten mit atemwegssensibilisierenden Arbeitsstoffen dort abgesaugte Luft nicht zurückgeführt werden. Ausnahmen sind zulässig, wenn sichergestellt ist, dass die zurückgeführte Luft unter Anwendung geeigneter und wirksamer Verfahren von atemwegssensibilisierenden Stoffen gereinigt ist.

Organisatorische Schutzmaßnahmen

Die Zahl der in den Arbeitsbereichen tätigen Beschäftigten ist so gering wie möglich zu halten. Um eine Verschleppung atemwegssensibilisierender Arbeitsstoffe in andere Arbeitsbereiche zu vermeiden, sollen verschmutzte Geräte nur nach vorheriger Reinigung in andere Arbeitsbereiche verbracht werden.

Die Reinigung von Arbeitsräumen, Arbeitsflächen und Arbeitsmitteln ist so vorzunehmen, dass Expositionen durch die Stoffe vermieden werden. Nicht zulässig sind Aerosol erzeugende Verfahren wie z. B. Abblasen mit Druckluft, Hochdruckreinigen oder Fegen. Soweit nicht feucht gereinigt wird, sind geeignete Adsorptionsmittel oder Entstauber (Industriestaubsauger) möglichst Klasse M zu verwenden. Die Art der Reinigung und des Reinigungsmittels ist vom Arbeitgeber festzulegen. Zur sachgerechten Reinigung der Arbeitsbereiche und der Arbeitsmittel ist eine Betriebsanweisung mit konkreter Nennung der Reinigungsmittel und der Reinigungsverfahren zu erstellen.

Begünstigende Wachstumsbedingungen für sensibilisierende biologische Arbeitsstoffe (Feuchtigkeit, geeignete Temperaturen, Nährstoffe) sind zu vermeiden, soweit diese nicht technisch erforderlich sind (z. B. bei der Kompostierung).

Liegt ein verfahrensbedingt nicht erforderlicher Schimmelpilzbefall am Arbeitsplatz vor, müssen die verschimmelten Arbeitsstoffe und Arbeitsmittel unter Berücksichtigung der Gefährdungsbeurteilung und anderer Vorschriften (z. B. Wasser-, Abfall- oder Gentechnikrecht) umgehend gereinigt bzw. entsorgt werden.

Beim gezielten Arbeiten mit atemwegssensibilisierenden biologischen Arbeitsstoffen sollen Expositionen während sporenbildender Entwicklungsphasen bei Pilzen oder Actinomyceten vermieden werden (TRBA 100).

Persönliche Schutzausrüstungen

Ist trotz der getroffenen Schutzmaßnahmen mit allergischen Reaktionen gegenüber atemwegssensibilisierenden Arbeitsstoffen zu rechnen, hat der Arbeitgeber wirksame und hinsichtlich der Trageeigenschaften geeignete persönliche Schutzausrüstung wie Schutzkleidung oder Atemschutz zur Verfügung zu stellen und diese in gebrauchsfähigem, hygienisch einwandfreiem Zustand zu halten. Bei verschmutzter oder getränkter Schutzkleidung besteht ein erhöhtes Risiko bezüglich sensibilisierender Wirkung. Es sind daher geeignete Maßnahmen (z. B. unverzügliches Wechseln der Kleidung) zu ergreifen, die in der Betriebsanweisung festzulegen sind. Straßenkleidung darf nicht getragen werden, um die Verschleppung in den Privatbereich zu vermeiden.



5 Brand- und Explosionsgefährdungen

5 Brand- und Explosionsgefährdungen

Brände und Explosionen sind Reaktionen bzw. Umsetzungen von Feststoffen, Flüssigkeiten oder Gasen unter hoher Energiefreisetzung, die durch eine (Ent-)Zündung oder Selbstentzündung des Stoffsystems ausgelöst werden. Dies hat eine starke Temperaturerhöhung zur Folge.

Ursachen

Bei Bränden unter atmosphärischen Bedingungen erfolgt nach einer Entzündung eine Oxidation mit (Luft-)Sauerstoff von brennbaren Stoffen unter Flammen- bzw. Glutbildung. Brände können auch unter nichtatmosphärischen Bedingungen mit einer anderen Oxidationsquelle als Sauerstoff stattfinden. Diese Vorgänge nehmen eher eine untergeordnete Rolle im Rahmen des Brandschutzes ein und können als Folge von oxidativer Selbstentzündung, thermischer Zersetzung und sonstiger exothermer chemischer Reaktionen – wie unter Kapitel 3.4 „Sonstige Gesundheitsgefährdungen – chemische Reaktionen“ beschrieben – betrachtet werden.

Brände

Voraussetzungen für den Eintritt von Explosionen sind u. a. das Vorhandensein von:

- explosionsfähigen Atmosphären (d. h. brennbare Stoff-(Luft-)Sauerstoff-Gemische in Konzentrationen innerhalb bestimmter Explosionsgrenzen),
- explosionsfähigen Stoffgemischen(-systemen) oder
- explosionsgefährlichen Stoffen

und die

- Auslösung der Vorgänge im Stoffsystem.

Explosionen

Neben der starken Temperaturerhöhung erfolgt bei Explosionen zusätzlich noch eine starke Druckerhöhung: bei einer Deflagration mit Unterschallgeschwindigkeit und bei einer Detonation mit Überschallgeschwindigkeit unter dem Aufbau einer Druckwelle. Mit Ausnahme von physikalischen Explosionen findet bei Explosionen eine stark exotherme chemische Reaktion statt. Handelt es sich bei dieser Reaktion um eine Oxidation innerhalb eines brennbaren Stoff-(Luft-)Sauerstoff-Gemisches unter atmosphärischen Druck-Temperatur-Bedingungen, so wird von einer atmosphärischen Explosion gesprochen. Bei physikalischen Explosionen dagegen führt eine extrem starke Wärmeübertragung aus einem Gemisch aus Fragmenten von heißen und kalten Flüssigkeiten zur Dampfbildung und zum Druckaufbau.

Folgewirkungen

Ein Brand kann als Zündquelle eine Explosion auslösen. Umgekehrt kann eine Explosion brennbare Stoffe, die aber kein explosionsfähiges Stoffsystem darstellen, entflammen und somit zum Folgebrand führen.

Tab. 5.0-1 Vergleich zwischen chemischer und physikalischer Explosion

	Chemische Explosion	Physikalische Explosion
Energieliefernder Vorgang	Chemische Reaktion	Wärmeübergang von der Schmelze zum Kühlmittel
Auslösefähiges Stoffsystem	z. B. Explosivstoff: Nitroglycerin, Knallgas etc.	Grob verteiltes Gemisch aus heißen Schmelzpartikeln und Kühlmittel bei hoher Temperaturdifferenz (wichtige Voraussetzung hierzu: Filmsieden).
Auslösung des Vorgangs	Eine starke exotherme Reaktion erzeugt eine Druckwelle.	Durch den Triggerimpuls (Druckstoß) kommt es zum Filmzusammenbruch und zur Fragmentation. Durch die daraus resultierende rasche Wärmeübertragung und spontane Verdampfung wird eine Druckwelle erzeugt.
Ausbreitung des Druckstoßes	Die Initiierung der chemischen Reaktion im noch nicht reagierten Medium erfolgt entweder durch eine Stoßwelle (Detonation) oder durch kinetische und Transportvorgänge (Deflagration/Explosion).	Die Druckwelle löst fortwährend die Bedingungen für den raschen Wärmeübergang im noch nicht fragmentierten Schmelze-Kühlmittel-Gemisch aus und wird durch die ausgelöste Spontanverdampfung aufrechterhalten.

5.1 Brennbare Feststoffe, Flüssigkeiten, Gase

Autoren:

Dr. T. Wolf

Dipl.-Ing. I. Schweitzer-Karababa

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. A. Wilmes

BAuA

Bearbeitungsstand: Dezember 2015

5.1.1 Einführung

Das Vorhandensein von brennbaren Feststoffen, Flüssigkeiten und Gasen ist eine der drei Voraussetzungen für eine Verbrennung.

Vorbemerkung

Brandschutzmaßnahmen, die sich nach der Gefährdung durch die Eigenschaften und das Vorhandensein dieser Stoffe, Gemische und Erzeugnisse richten, werden in der Gefahrstoffverordnung beschrieben. Sie ergänzen die allgemein erforderlichen Brandschutzmaßnahmen nach dem Bau- und Arbeitsstättenrecht sowie die Explosionsschutzmaßnahmen nach Betriebsicherheitsverordnung.

Die notwendige Beurteilung der Gefährdungen ist nach den Grundsätzen der TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ und den spezifischen Vorgaben der TRGS 800 „Brandschutzmaßnahmen“ durchzuführen.

Personen, die diesen Teil der Gefährdungsbeurteilung durchführen, müssen daher Kenntnisse auf den Gebieten des Arbeitsschutzes und des Brandschutzes haben. Bei einer Ausbildung zur Fachkraft für Arbeitssicherheit und zum Brandschutzbeauftragten kann in der Regel von solchen Kenntnissen ausgegangen werden.

**Anforderungen
an Beurteiler**

5.1.2 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen

Brände und Explosionen entstehen nur, wenn die drei Einwirkungsfaktoren brennbarer Stoff, Oxidationsmittel (in der Regel Luftsauerstoff) und effektive Zündquelle gleichzeitig auftreten.

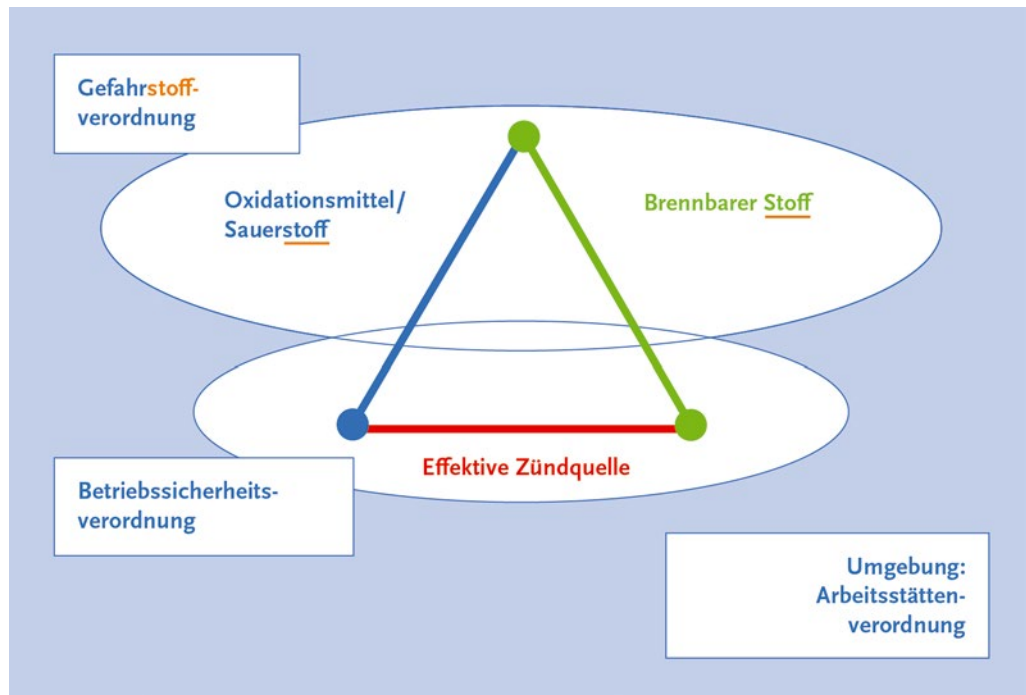


Abb. 5.1-1 Voraussetzungen für einen Brand (und eine Explosion)

Beim gleichzeitigen Vorliegen dieser drei Faktoren kommt es zum Brand. Wenn brennbarer Stoff und Sauerstoff schon vorgemischt sind, wie z. B. bei der Freisetzung von Gasen, Dämpfen oder Stäuben, dann kann der Reaktionsablauf so schnell sein, dass es sich um eine Explosion handelt.

Feuer und Rauch als Brandwirkung

Bei der Verbrennung von Stoffen und Gemischen entstehen Feuer und Rauch. Insbesondere der Brandrauch gefährdet durch seine toxischen Bestandteile die Beschäftigten. Aber auch die Wärmewirkung kann zu Personenschäden führen. Sowohl Feuer als auch Rauch verursachen Sachschäden.

Tab. 5.1-1 Brandwirkungen

Brandwirkung	Gefährdung	Schäden
Wärme	Thermische Aufheizung Brandausbreitung	Verbrennung Gebäudeschäden
Rauch	Behinderung der Flucht und Rettung Einatmen von Gefahrstoffen Kontamination	Stolpern Vergiftung Korrosion und Gebäudeschäden durch Kontamination

5.1.3 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

5.1.3.1 Informationsermittlung

Um die Brandgefährdung beurteilen zu können, müssen Arbeitgeber relevante Informationen ermitteln. Dazu gehören:

1. Relevante Kenngrößen und Eigenschaften der eingesetzten Stoffe
2. Zündquellen
3. Genehmigungsrechtliche Situation und sonstige Anforderungen

5.1.3.2 Relevante Kenngrößen/Eigenschaften

Die Kenngrößen der eingesetzten Stoffe können in der Regel den Sicherheitsdatenblättern oder der Kennzeichnung entnommen werden. Sie können aber auch in den Bedienungsanleitungen oder sonstigen mitgegebenen Informationen enthalten sein.

Soweit die Stoffe erst während der Tätigkeiten entstehen, können Angaben aus den im Anhang genannten Datenbanken entnommen werden. Die relevanten Gefahrstoffe sollten im Gefahrstoffverzeichnis enthalten sein.

Bei der Verwendung sicherheitstechnischer Kenngrößen sind jedoch immer die Bedingungen zu beachten, unter denen sie ermittelt wurden.

Besonders relevante Kenngrößen sind:

- der Flammpunkt einer Flüssigkeit

Überschreitet eine Flüssigkeit den Flammpunkt, so kann aus der Flüssigkeit soviel Dampf entstehen, dass dieser durch eine Zündquelle entzündet werden kann. Es ist allerdings zu beachten, dass z. B. durch Versprühen diese Temperatur nicht mehr relevant ist, da beim Versprühen meist ein zündfähiges Stoff-Luft-Gemisch entsteht.

- die untere Explosionsgrenze

Die untere Explosionsgrenze gibt die notwendige Konzentration eines Stoffes in typischerweise der Umgebungsluft an, die durch eine Zündquelle entzündet werden kann.

- die Zündtemperatur/-energie

Die Zündtemperatur/-energie gibt an, welche Energie notwendig ist, um einen Stoff oder Gemisch zu zünden.

Flammpunkt

Explosionsgrenzen

Zündtemperatur

5.1.3.3 Zündquellen

Bei der Beurteilung von Brandgefährdungen ist – anders als im Baurecht – ebenfalls eine Zündquellenbetrachtung erforderlich.

Im Gegensatz zu der umfangreichen Betrachtung aller relevanter Zündquellen im Explosionsschutz (TRBS 2152 Teil 3) sind für den Brandschutz vor allem folgende Zündquellen relevant (Anlage 2 der TRGS 800):

1. Wärmeenergie (z. B. offenes Feuer, heiße Oberflächen, Verbrennungsmotoren)
2. Elektrische Energie (z. B. defekte elektrische Geräte, Blitzschlag)
3. Mechanische Energie (z. B. Schleifen, Reibung, Schlag)
4. Chemische Energie (z. B. Selbstentzündung, durchgehende katalytische Reaktionen)

Zündquellengruppen

5.1.3.4 Genehmigungsrechtliche Situation und sonstige Anforderungen

Baugenehmigung

Ein Teil der notwendigen Brandschutzmaßnahmen ergibt sich auch aus den baurechtlichen Vorschriften, die neben den Arbeitsschutzregelungen einzuhalten sind.

Daher hat der Arbeitgeber zu ermitteln, welche Maßnahmen im Rahmen der Baugenehmigung oder alternativer Genehmigungen nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz festgelegt wurden, oder die von ihm in einem jeweiligen Antrag angegeben worden sind.

5.1.3.5 Beurteilung der Brandgefährdung

Beurteilungsparameter

Für die Beurteilung der Brandgefährdung sind neben den Stoffeigenschaften und den Zündquellen weitere Informationen aufgrund der Tätigkeit bzw. des Verarbeitungsverfahrens von Bedeutung. Die Brandgefährdung steigt z. B. bei Tätigkeiten unter erhöhtem Druck oder erhöhter Anwendungstemperatur. Die verwendete Gefahrstoffmenge hat einen Einfluss auf das Schadensausmaß. Je mehr Gefahrstoff vorhanden ist, der sich entzünden kann, desto größer ist die Rauch- und Wärmeentwicklung, die zu einem Schaden führt. Entscheidend ist auch die Freisetzungsort. Vor allem bei Feststoffen macht es einen Unterschied, ob kompakte Feststoffe, die wenig Staub erzeugen, oder feine Pulver, die bei Aufwirbelung zu gefährlichen Staubwolken führen können, verarbeitet werden.

In Abhängigkeit des verwendeten Gefahrstoffs, der verwendeten Gefahrstoffmenge, der möglichen Brandausbreitung und des Schadensausmaßes kann zwischen drei Gefährdungsstufen der Brandgefährdung unterschieden werden.

Die folgende Tabelle fasst die gleichwertigen Bezeichnungen der einzelnen Rechtsvorschriften zusammen, weist stichpunktartig eine Definition aus und gibt Beispiele an.

Tab. 5.1–2 Gefährdungsstufen nach den einzelnen Rechtsvorschriften (nach Tabelle 1 der TRGS 800)

TRGS 800	Normal	Erhöht	Hoch
ASR A2.2	Normal	Erhöht	
GefStoffV	Gering		
Definition	<ul style="list-style-type: none"> – eingestufte brennbare oder oxidierende Gefahrstoffe sind nur in geringer Menge vorhanden, und – die Wahrscheinlichkeit einer Brandentstehung ist gering, und – die Geschwindigkeit der Brandausbreitung und die damit verbundene Gefährdung von Beschäftigten und anderen Personen durch Rauch oder Wärme ist gering 	<ul style="list-style-type: none"> – brennbare oder oxidierende Gefahrstoffe sind nicht nur in geringer Menge vorhanden, oder – es ist mit einer Brandentstehung zu rechnen, oder – eine schnelle und unkontrollierbare Brandausbreitung oder eine Rauch- oder Wärmefreisetzung ist zu erwarten 	<ul style="list-style-type: none"> – brennbare oder oxidierende Gefahrstoffe sind in nicht nur geringer Menge vorhanden, und – eine hohe Wahrscheinlichkeit für eine Brandentstehung, und – eine schnelle und unkontrollierbare Brandausbreitung oder eine große Rauch- oder Wärmefreisetzung ist zu erwarten
Beispiel	<ul style="list-style-type: none"> – Büronutzung 	<ul style="list-style-type: none"> – Spritzstand 	<ul style="list-style-type: none"> – Petrochemische Anlagen, – Anlagen zur chemischen Synthese, – Prozesse mit und Lagerung von Gefahrstoffen mit erhöhten Gefahren der Selbstentzündung, – Sägewerke, – Lackieranlagen und Lacktrockner, die mit brennbaren Lösemiteln betrieben werden, – größere Friteusen und Fettbackgeräten zur gewerblichen Verwendung, – Wärmeträgerölanlagen.

Stufen der Brandgefährdung

Da sich Brand und Explosion nur dadurch unterscheiden, dass brennbarer Stoff und Oxidationsmittel vorgemischt sind, ist es sehr sinnvoll, die Beurteilung der Brandgefährdung und die der Explosionsgefahr miteinander zu verbinden.

Einbeziehen von Explosionsgefahren

Ergibt die Beurteilung, dass Brandgefahren vorliegen, dann sind Maßnahmen zu ergreifen. Ein Teil dieser Brandschutzmaßnahmen (wie z. B. das Substituieren, Emissionsminderung und Zündquellenvermeidung) schützt auch vor Explosionen. Teilweise sind aber auch zusätzliche Maßnahmen erforderlich. Die Ergebnisse der Beurteilung sind im Rahmen der Gesamtgefährdungsbeurteilung zu dokumentieren (siehe Beispiel).

5.1.4 Arbeitsschutzmaßnahmen

5.1.4.1 Allgemeine Maßnahmen

Da Brände jederzeit entstehen können, müssen in allen Fällen grundlegende Brandschutzmaßnahmen ergriffen werden. Zu diesen Brandschutzmaßnahmen gehören:

Baurecht

1. Erfüllung der baurechtlichen Anforderungen

Die Erfüllung baurechtlicher Vorschriften und der Vorgaben aus der Baugenehmigung sind Grundvoraussetzung für die Nutzung des Gebäudes. Auch bei innerbetrieblichen Veränderungen ist auf die Einhaltung der Vorgaben zu achten.

Arbeitsstättenrecht

2. Gestaltung und Betrieb der Arbeitsstätte nach der Arbeitsstättenverordnung (Lüftung, Beleuchtung)

Die Arbeitsstätte muss den Mindestvorgaben der Arbeitsstättenverordnung und -richtlinie entsprechen. Das trifft insbesondere auch die Belüftung und Beleuchtung, die Gestaltung der Flucht- und Rettungswege (Länge, Breite, Türen ...), letztendlich muss auch die regelmäßige Reinigung und Instandhaltung erfolgen.

Feuerlöscher






3. Bereitstellung von Feuerlöschern

Wenn dies ohne Eigengefährdung möglich ist, sollen Beschäftigte mit der Bekämpfung von Entstehungsbränden beginnen. Dazu soll sich mindestens ein geeigneter Feuerlöscher (z. B. DIN EN 3) in der Nähe befinden. Es können aber auch andere geeignete Löschgeräte eingesetzt werden.

Die Wirksamkeit der Löschmittel kann anhand der sogenannten Brandklasse (definiert in der DIN EN 2) ermittelt werden. Diese teilt die Brände in fünf Klassen ein.

Brandklassen

Tab. 5.1–3 Brandklassen

Brandklasse		Beispiele für Stoffe	Beispiel für Feuerlöscher
	Brände von festen, Glut bildenden Stoffen	Holz, Pappe, Koks, duroplastischer Kunststoff	Wasserlöscher, Schaumlöscher, Glutbrand-Pulverlöscher
	Brände von flüssigen oder flüssig werdenden Stoffen	Benzin, Alkohol, Teer	Schaumlöscher, Kohlendioxidlöscher, Pulverlöscher
	Brände von Gasen	Wasserstoff, Propan	Pulverlöscher
	Brände von Metallen	Aluminium, Magnesium	Metallbrand-Pulverlöscher
	Brände von Speiseölen, Speisefetten	zum Beispiel in Friteusen	Fettbrandlöscher

Produkt- und Betriebssicherheit

4. Verwendung geeigneter Geräte unter Berücksichtigung des Produktsicherheitsgesetzes sowie wiederkehrende Prüfung derselben

Neben dem Baukörper müssen auch die eingesetzten Arbeitsmittel grundlegenden Anforderun-

gen genügen. Diese ergeben sich oft aus Normen und anderen Regelwerken. Im Einzelfall müssen sie jedoch auch bei der Beschaffung definiert werden.

Baurecht Arbeitsstättenrecht Feuerlöscher Brandklassen Produkt- und Betriebssicherheit

5. Organisatorische Maßnahmen nach § 10 Arbeitsschutzgesetz

Zu den organisatorischen Maßnahmen gehört das Erstellen einer Brandschutzordnung, mindestens des Teils A nach DIN 14096. Dieser Teil muss auch ausgehängt werden. Wenn spezielle Brandschutzmaßnahmen erforderlich sind, dann sind diese durch den Teil B der Brandschutzordnung zu beschreiben. Sollten bei größeren Betrieben auch Personen mit besonderen Brandschutzaufgaben (z. B. Brandschutzbeauftragte, Räumungshelfer) bestellt sein, dann ist auch ein Teil C zu erstellen.

Die Beschäftigten müssen entsprechend unterwiesen sein. In der Regel müssen darüber hinaus fünf Prozent der Beschäftigten in der Verwendung von Feuerlöschern geschult sein.

Für die Fälle, in denen die Brandgefährdung nicht vorab beurteilt wurde, ist ein Freigabeverfahren („Heißarbeitsurlaub“) einzuführen.

Organisation

5.1.4.2 Besondere Brandschutzmaßnahmen bei erhöhter/hoher Brandgefährdung

Bei nicht nur normaler Brandgefahr sind weitergehende Brandschutzmaßnahmen erforderlich, die mit steigender Gefährdung an Komplexität zunehmen.

Erhöhte Gefährdung

Diese beziehen sich auf die Schutzziele

- Reduzierung der Brandgefährdung,
- Selbstrettung der Beschäftigten oder anderer,
- Fremdrettung eingeschlossener und/oder verletzter Personen.

5.1.4.3 Reduzierung der Brandgefährdung

Die Reduzierung der Brandgefährdung kann erfolgen, indem man brennbare und brandfördernde Stoffe ersetzt (substituiert) oder deren Menge reduziert. Oft kann man ungefährlichere Stoffe einsetzen oder zumindest deren Menge am Arbeitsplatz reduzieren. Während der Tätigkeit sollten zusätzliche Objektabsaugungen, die Emission an der Entstehungsstelle gering halten. Auch eine geeignete Umschließung, z. B. in einem Sicherheitsschrank während der Lagerung oder die Aufbewahrung ölgetränkter Putzlappen in einem dicht schließenden Behälter sowie die tägliche Beseitigung von Abfällen oder Staubablagerungen, tragen zur Reduzierung der Brandgefährdung bei. Bei hoher Brandgefährdung können auch doppelwandige Behältersysteme mit automatischen Leckagedetektoren erforderlich werden.

Substitution/
Minimierung

Die Gefährdung kann auch reduziert werden, indem die Brandentstehung vermieden wird. Dazu gehört die konsequente Vermeidung oder Sicherung von Zündquellen. Arbeitsmittel – insbesondere elektrische Geräte – sollten nicht zweckentfremdet und wiederkehrend geprüft werden. Das Verbot von Rauchen und offenem Feuer sollte selbstverständlich sein. Darüber hinaus können aber auch aufwändige Lösungen, wie messtechnische Überwachungen oder Absenkungen der Sauerstoffkonzentration, realisiert werden.

Vermeidung der
Entzündung

Ebenso kann die Brandgefährdung durch eine Begrenzung der Brand- und Rauchabschnitte verringert werden. Diese kann durch zusätzliche bauliche Maßnahmen, wie etwa in der Technischen Regel zur Lagerung von Gefahrstoffen gefordert, aber auch durch anlagentechnische Maßnahmen, wie Löschanlagen oder besonders dimensionierte Rauch- und Wärmeabzüge, erfolgen.

Ausbreitungsbegrenzung

5.1.4.4 Selbstrettung der Beschäftigten oder anderer**Selbstrettung**

Voraussetzung für die Selbstrettung ist die frühzeitige Warnung. Dazu gehört bei erhöhter Gefährdung oft auch die automatische Branderkennung, die bei hoher Gefährdung durch einen selbstständigen Räumungsalarm ergänzt werden kann.

Damit eine schnelle Räumung des Gebäudes erfolgen kann, sind die Fluchtwege zu verkürzen und die Beschäftigten auf der Grundlage des Flucht- und Rettungsplanes zu schulen. Eine Übung der Räumungsabläufe gehört dann auch zu den Maßnahmen.

5.1.4.5 Fremdrettung eingeschlossener und/oder verletzter Personen**Fremdrettung**

Grundsätzlich soll die Anzahl der Personen in gefährdeten Bereichen klein gehalten werden.

Durch eine Vollzähligkeitskontrolle an der Sammelstelle muss festgestellt werden können, ob noch Personen fehlen. Diese sind dann der Feuerwehr zu melden.

Für nur eingeschränkt fluchtfähige Beschäftigte ist zu organisieren, wie sie im Räumungsfall, ggf. mit Unterstützung der anderen Anwesenden, zum Sammelplatz gelangen.

Wenn besondere betriebliche Gegebenheiten vorliegen, wie z. B. Arbeitsplätze in besonderen Höhen, dann müssen ggf. auch zusätzliche Rettungsmittel vorgehalten werden.

Auch bauliche Unterstützungen wie sichere Bereiche in Tunneln oder erhöhte Standfestigkeit können in besonderen Fällen unterstützend erforderlich werden sowie eine zusätzliche unabhängige Löschwasserversorgung.

5.1.5 Vorschriften, Regelwerk, Literatur**Rechtsquellen****Gesetze, Verordnungen**

ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
GefStoffV	Gefahrstoffverordnung
ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung

Technische Regelwerke zu den Arbeitsschutzverordnungen

TRGS 400	Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
TRGS 510	Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern
TRGS 800	Brandschutzmaßnahmen
ASR A1.3	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung
ASR A2.2	Maßnahmen gegen Brände
ASR A2.3	Fluchtwege, Notausgänge, Flucht- und Rettungsplan
ASR A3.6	Lüftung
ASR A3.4/3	Sicherheitsbeleuchtung, optische Sicherheitsleitsysteme

Weitere Regeln der Technik

DGUV Information 205-001	Arbeitssicherheit durch vorbeugenden Brandschutz
BGI 562	Merkblatt: Brandschutz im Einzelhandel
DGUV Information 205-002	Merkblatt: Brandschutz bei feuergefährlichen Arbeiten
DGUV Information 205-003	Aufgaben, Qualifikation und Ausbildung von Brandschutzbeauftragten
DGUV Information 205-023	Brandschutzhelfer – Ausbildung und Befähigung
VdS 2000	Leitfaden für den Brandschutz im Betrieb
VDI 2263	Staubbrände und Staubexplosionen; Gefahren, Beurteilung, Schutzmaßnahmen

Literatur

- [1] **Aich, U.; Maiworm, B.; Wolf, T.:** TRGS 800 – Neue Technische Regel für Gefahrstoffe zur Festlegung von Brandschutzmaßnahmen, Technische Sicherheit 1(2011)10, S. 29–37
- [2] **Hagebölling, D. (Hrsg.): Taschenbuch Betrieblicher Brandschutz. Vulkan-Verlag (1999)**
- [3] **Karababa, I.; Kahl, A.; Wilmes, A.; Wolf, T.:** Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen – Grundzüge eines zukünftigen Moduls „Brand- und Explosionsgefährdung“ für das Einfache Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe (EMKG). Sicher ist Sicher – Arbeitsschutz aktuell (2009)11, S. 998–1001
- [4] **Klingsohr, K.; Messerer, J.; Bachmeier, P.:** Vorbeugender baulicher Brandschutz. Kohlhammer (2012)
- [5] **Mayr, J.; Battran, L.:** Handbuch Brandschutz-Atlas. Loseblattsammlung. Feuer-Trutz-Verlag (2011)
- [6] **Rodewald, G.:** Brandlehre. Kohlhammer (2007)
- [7] **Schweitzer-Karababa, I.:** EMKG für Brand- und Explosionsgefährdungen – Praktische Erprobung, Technische Sicherheit 1(2011)10, S. 22–27
- [8] **Wolf, T.:** Ist Brandschutz Arbeitsschutz. Betriebliche Prävention und Unfallversicherung (ehemals: die BG) 123(2011)11, S. 490–493

Internetangebote/Links

Stoffdatenbanken zur Beurteilung von Gefahrstoffen:

- **GESTIS-Stoffdatenbank**
Gefahrstoffsystem der gewerblichen Berufsgenossenschaften
www.dguv.de/ifa/stoffdatenbank [Zugriff am 20.11.2015]
- **GESTIS-Staubdatenbank**
<http://staubex.ifa.dguv.de/> [Zugriff am 20.11.2015]
- **IGS-public: Informationssystem für gefährliche Stoffe**
www.igs.nrw.de [Zugriff am 20.11.2015]

Hilfestellung bei der Gefährdungsbeurteilung:

- **BAuA: Einfaches Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe**
Handlungshilfe zur Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
www.baua.de/emkg [Zugriff am 20.11.2015]

Datenbanken

Hilfestellungen

Weitere Informationen:

- **Information über die Notwendigkeit von Brandschutzbeauftragten**
www.vfdb.de/download/Notwendigkeit12.pdf [Zugriff am 20.11.2015]
- **Brandschutzordnung**
<http://de.wikipedia.org/wiki/Brandschutzordnung> [Zugriff am 20.11.2015]
- **Richtlinien des Verbandes der Schadenversicherer**
www.vds.de/de/quick-links/vds-richtlinien/ [Zugriff am 20.11.2015]
- **Baurecht, Übersicht der Musterregelung auf Bundesebene**
 (verbindlich ist die jeweilige Umsetzung in dem Bundesland)
www.bauministerkonferenz.de

5.1.6 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

Prüffragen

Abfrage, ob erhöhte Gefährdungen vorliegen können (Kann mindestens eine der Fragen mit „ja“ beantwortet werden, sollte eine genaue Beurteilung der Brandgefährdungen durchgeführt werden. In diesem Fall kann nicht sicher nur von einer normalen Brandgefährdung ausgegangen werden.):

- Sind Gefahrstoffe mit dem Gefahrenpiktogramm GHS01 Explodierende Bombe, GHS02 Flamme, GHS03 Flamme über einem Kreis, GHS04 Gasflasche und GHS05 Ätzwirkung oder nach altem Recht mit dem Gefahrensymbol brandfördernd (O), leichtentzündlich (F), hochentzündlich (F+) oder explosiv (E) im Betrieb vorhanden?
- Sind mit den H-Sätzen H200 bis H290, EUH 001, 006, 014, 018, 019 und 044 oder nach altem Recht mit den R-Sätzen 1 bis 19, 30 und 44 eingestufte Gefahrstoffe im Betrieb vorhanden?
- Werden brennbare Flüssigkeiten (Flammpunkt < 370°C) mit einem Flammpunkt > 60°C bei erhöhter Anwendungstemperatur oberhalb ihres Flammpunktes verwendet?
- Werden bei halogenfreien Flüssigkeiten 15K und bei reinen, nicht halogenierten Flüssigkeiten 5K zwischen Oberflächentemperatur der Flüssigkeit und Flammpunkt nicht eingehalten?
- Sind Feststoffe, die erfahrungsgemäß brennbar sind, wie z. B. Papier, Holz, Polyethylen, Polystyrol sowie deren aufgewirbelte Stäube vorhanden?
- Geht von den vorhandenen Arbeitsstoffen im Betrieb eine Staubbelastung aus?
- Werden Arbeitsstoffe im Betrieb mechanisch bearbeitet, zerkleinert und/oder auf Förderbändern transportiert (z. B. feiner Abrieb durch Förderbänder)?
- Gibt es Arbeitsverfahren, bei denen Flüssigkeiten fein versprüht werden und es zur Aerosolbildung kommt? (z. B. Öle, Wasserlacke, brennbare Flüssigkeiten)
- Werden Gefahrstoffe verwendet, von denen bekannt ist, dass sie bei der vorhandenen Anwendungstemperatur zum Brennen neigen oder deren Stoff-/Luft-Gemische explosionsfähig sind? (z. B. Ammoniak, Chlor oder Sprühnebel von Heizöl)
- Werden Arbeitsverfahren angewendet, bei denen es zu gefährlichen chemischen Reaktionen kommen kann? (z. B. beim Verdünnen von Salpeter- oder Flusssäure mit Wasser. Bei der Ladung von Batterien – gefährliche Wasserstoffbildung, die sich entzünden kann oder Tätigkeiten mit Ammoniumnitrat und ammoniumnitrathaltige Düngemittel.)

Kurzcheck zur Umsetzung der TRGS 800 (siehe dortige Anlage 3)

- Liegt eine Beschreibung der Tätigkeit bzw. Anlage und der örtlichen Situation vor?
- Sind alle zu erwartenden Betriebszustände beurteilt?
- Ist die Art der Verwendung der brennbaren oder oxidierenden Gefahrstoffe beschrieben?
- Ist der zu beurteilende Bereich genau definiert (Abgrenzung zu anderen Bereichen)?
- Stimmt die Nutzung des Raumes/Gebäudes mit der baurechtlich genehmigten Nutzung überein?
- Ist die Anzahl der Beschäftigten oder anderer Personen bekannt? Sind in der Mobilität oder Wahrnehmung eingeschränkte Personen anwesend?
- Sind alle wirksamen Zündquellen ermittelt und bewertet?
- Ist die Möglichkeit des Ersatzes des brennbaren oder oxidierenden Gefahrstoffes geprüft worden (Substitution)?
- Ist der brennbare oder oxidierende Gefahrstoff nur in der erforderlichen Menge vorhanden?
- Sind die Flucht- und Rettungswege (Länge, Anzahl) im Hinblick auf eine sichere Nutzung und eine Alarmierung zur Gebäuderäumung bewertet worden?
- Sind zusätzliche Maßnahmen (z. B. Zugänglichkeit für die Feuerwehr, Löschmittelversorgung) für eine wirksame Brandbekämpfung erforderlich?
- Sind aufgrund einer hohen Brandgefährdung zusätzlich Brandmeldeanlagen bzw. Löschanlagen erforderlich?
- Sind aufgrund einer hohen Brandgefährdung zusätzliche Maßnahmen (z. B. Notstromversorgung) erforderlich?
- Ist die Notwendigkeit zusätzlicher Qualifikationen und Unterweisungen der Mitarbeiter geprüft worden?
- Ist die Notwendigkeit einer Zugangsbeschränkung für den beurteilten Bereich geprüft worden?
- Ist die Notwendigkeit spezieller Arbeitskleidung geprüft worden?

Kurzcheck zur Umsetzung TRGS 800**Gefährdungen/Mängel**

- Ungeschützt gelagerte Gefahrstoffe
- Unkontrollierte Zündquellen/defekte Arbeitsmittel
- Nutzung von nicht stoffbeständigen Behältern
- Unsachgemäße Mischung von Gefahrstoffen (exotherme Reaktion)
- Sauerstoffanreicherungen
- Brandrauch
- Hitzeeinwirkung
- Fehlendes Freigabeverfahren
- Fehlende Organisation für den Brandfall/Brandschutzordnung
- Fehlende Brandbekämpfungsmöglichkeiten
- Fehlende oder unzureichende Flucht- und Rettungswege
- Defekte Brandschutzeinrichtungen
- Umgehung/Manipulation von Schutzeinrichtungen
- Missachtung der allgemeinen Hygiene- und Organisationsmaßnahmen
- Unsachgemäße Entsorgung

Gefährdungen

Maßnahmen

EMKG als Hilfestellung

- **Schutzleitfaden 170 – Allgemeine Brandschutzmaßnahmen:**
www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/EMKG/Schutzleitfaeden.html
- **Hilfestellung zur Gefährdungsbeurteilung und Schutzleitfäden zur Maßnahmenableitung**
finden sie im neuen EMKG Modul „Brand- und Explosionsgefährdung“ auf der Internetseite www.baua.de/emkg [Zugriff am 20.11.2015]

Checklisten

Weitere Musterchecklisten:

- **Checkliste: Fluchtwege und Notausgänge der BGN**
www.bgn.de/455/1564/1 [Zugriff am 20.11.2015]
- **Brandschutzbeauftragter – Unverbindlicher Leitfaden des Verbandes der Schadenversicherer**
inkl. Checklisten im Anhang
http://vds.de/fileadmin/vds_publicationen/vds_3111_web.pdf [Zugriff am 20.11.2015]
- **Musterchecklisten Brandschutz im Betrieb**
www.vds-industrial.de/fileadmin/pdf/1.10_-_Checkliste.pdf [Zugriff am 20.11.2015]
- **Erlaubnisschein für feuergefährliche Arbeiten**
http://vds.de/fileadmin/vds_publicationen/vds_2036_web.pdf [Zugriff am 20.11.2015]

ANHANG:

Beispiel: Gefährdungsbeurteilung einer Schreinerei, nur Brandgefährdungen (nicht vollständig)

Bereich	Tätigkeit	Eingesetzte Gefahrstoffe	Zündquellen	Vorliegende Gefährdung	Notwendige Brandschutzmaßnahmen (ergänzend sind Explosionschutzmaßnahmen festzulegen)	Weitere Unterlagen	Zu erledigen durch bis zum	Erl.
Lackieranlage	Lackieren von Holzbauteilen	Lösemittelhaltige Lacke	Lackiereinrichtung, elektrische Geräte	Hoch	Feuerhemmende Abtrennung, Verwendung nichtbrennbarer Baustoffe Elektrische Geräte Schutzart IP54 (BGI 740) Zusätzlich Explosionsschutzmaßnahmen	Betriebsanweisung Explosionsschutzdokument	Vorhanden	
Filteranlage		Holzstaub	Funken aus Mehrblattkreissägemaschinen	Hoch	Funkenlöschanlage in der entsprechenden Absaugleitung zum Silo oder zur Filteranlage (BGI 725)	Betriebsanweisung Prüfbericht d. Funkenlöschanlage	Vorhanden	
Spänesilo	Lagern von Spänen	Holzstaub	Reibung, eingetragene Funken	Hoch	Sprühwasser-Löschanlage mit selbsttätiger Auslösung (BGI 725) Zusätzlich Explosionsschutzmaßnahmen	Betriebsanweisung Explosionsschutzdokument	Selbsttätige Auslösung nachrüsten Müller bis 2013	<input type="checkbox"/>
Freilager	Lagern von Holz	Holz	Brandstiftung	Erhöht	5 m Abstand zum Gebäude		Fläche markieren	<input checked="" type="checkbox"/>
Lacklager	Lagerung brennbarer Flüssigkeiten	ca. 3.000 L brennbarer Flüssigkeiten	Keine	Erhöht	Eigener Lagerraum in feuerbeständiger Ausführung (TRGS 510) Brandmeldeanlage	Brandmeldeanlagenplanung	Vorhanden	
Schreinerei	Bearbeiten von Holz	Holz + Späne	Maschinen, insbesondere Sägen	Erhöht	Wiederkehrende Prüfungen der Arbeitsmittel Beseitigen anfallender Stäube	Prüfliste Reinigungsplan	Prüfungen organisieren Müller bis 8/2012	<input type="checkbox"/>
Büro	Verwaltungstätigkeiten	Mobiliar, Kleber, Papier/Akten	Elektrogeräte, Rauchen	Normal	Keine aus GefStoffV		Entfällt	
Alle Bereiche	Grundsätzlich				Unterweisung der Beschäftigten Feuerlöscher nach ASR 13/1,2 Fluchtwege nach Baurecht, beschildert, Türen öffnen in Fluchtrichtung, nicht verriegelt BGV A3 Prüfung, Rauch- und Feuererbot Arbeitsfreigabeverfahren bei Feuerarbeiten	Brandschutzordnung Flucht- und Rettungsplan Baugenehmigung	Umgang Feuerlöscher schulen	<input checked="" type="checkbox"/>
Alle Bereiche	Nicht genannte Tätigkeiten	Unbekannt	i.d.R. vorhanden (Kerzen zu Weihnachten, Schweißarbeiten)	Erhöht oder hoch	Arbeitsfreigabe im Einzelfall	Arbeitsfreigabebescheine	In Brandschutzordnung festlegen	<input checked="" type="checkbox"/>

5.2 Explosionsfähige Atmosphäre

Autor:

Dipl.-Ing. R. Fährnich

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. A. Wilmes

BAuA

Bearbeitungsstand: Dezember 2015

In diesem Abschnitt werden Gefährdungen durch Explosionen gefährlicher explosionsfähiger Atmosphären betrachtet. Dabei handelt es sich um stark exotherme chemische Reaktionen von brennbaren Stoff-(Luft-)Sauerstoff-Gemischen unter atmosphärischen Druck-Temperatur-Bedingungen – ausgelöst durch das Wirksamwerden einer Zündquelle.

Brände sind häufig eine solche Zündquelle. Umgekehrt lösen Explosionen oftmals einen Brand aus. Deshalb müssen Brand- und Explosionsgefährdungen systematisch betrachtet werden. Hinweis: Hinsichtlich der Gefährdungen durch Explosionen von Explosivstoffen und pyrotechnischen Gegenständen siehe Abschnitt 5.3.

5.2.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen

Explosionen gefährlicher explosionsfähiger Atmosphären verursachen oft sehr schwere Personen- und Sachschäden.

Explosionswirkungen

Die Gefährdungen ergeben sich im Wesentlichen durch Flammenwirkungen (z. B. Hitze), Druckwirkungen und Sichtbehinderungen (Rauchentwicklung) sowie ggf. toxische Wirkungen, welche die Atemluft so belasten, dass oft innerhalb weniger Minuten der Tod eintritt (z. B. durch Monoxide).

Die Gefährdungen können sowohl Beschäftigte und ggf. Dritte an den Arbeitsplätzen als auch Dritte in der Umgebung der Arbeitsstätte (Nachbarschaft: andere Betriebe, öffentliche Einrichtungen, Anwohner) betreffen.

5.2.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

Explosionsvoraussetzungen

Voraussetzung für die Explosion gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre ist das Vorhandensein eines brennbaren Stoffes und Luft (Luftsauerstoff als Oxidationsmittel) in einer gefährlichen explosionsfähigen Mischung (Gas-, Dampf-, Nebel- oder Staub-Luft-Gemische) sowie einer wirksamen Zündquelle. Mit einer unmittelbaren Explosionsgefährdung ist zu rechnen, wenn brennbare Gase, Flüssigkeiten oder Stäube freigesetzt werden oder entstehen können und mit Luft eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre bilden und das mögliche Auftreten einer wirksamen Zündquelle nicht sicher verhindert wird.

Brennbare Flüssigkeiten bilden dann eine explosionsfähige Atmosphäre, wenn deren Dämpfe und Nebel sich in Luft entsprechend ausbreiten. Bei der Beurteilung ihrer Entstehung und Ausbreitung sind die örtlichen und betrieblichen Verhältnisse (z. B. Temperaturen) zu beachten.

Explosionsgefahren beurteilen

Bei der Beurteilung der Explosionsgefahren durch brennbare Stäube sollte man Abfallstäube besonders betrachten, weil Abfallstäube hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Menge sowie Korngrößen mitunter erheblich differieren können. Brennbare Stäube können als abgelagerte

Stäube oder im aufgewirbelten Zustand vorliegen. Zu berücksichtigen ist, dass aufgewirbelter Staub unter bestimmten Umständen sedimentieren und womit zu Staubablagerungen unterschiedlicher Schichtenzusammensetzung führen kann, und dass mit dem Aufwirbeln des abgelagerten Staubes zu rechnen ist. Für abgelagerte bzw. aufgewirbelte Stäube gibt es unterschiedliche sicherheitstechnische Kenngrößen (z. B. VDI-Richtlinie 2263 Blatt 1).

Zur Beurteilung der Explosionsgefährdung durch die einzelnen Stoffe ist die Kenntnis der sicherheitstechnischen Kenngrößen und Stoffdaten erforderlich. Die Kenngrößen erhält man aus Sicherheitsdatenblättern für Gefahrstoffe und Nachschlagewerken sowie auch öffentlich zugänglichen Datenbanken (siehe Internetangebote/Links).

Kenngrößen und Stoffdaten

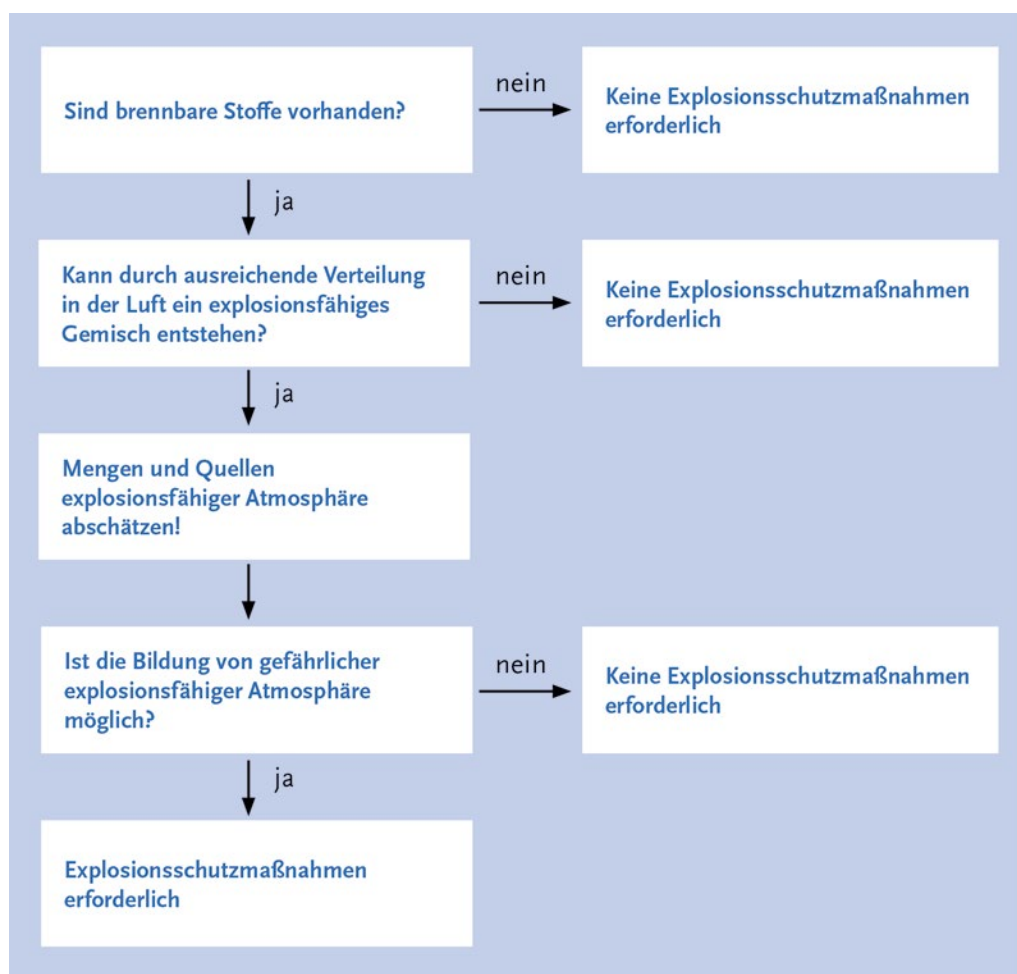


Abb. 5.2–1 Schema zur Erkennung möglicher Explosionsgefahren und Explosionsschutzmaßnahmen

5.2.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

Die Gefahrstoffverordnung fordert in § 6 den Arbeitgeber auf, zu ermitteln,

- ob das Vorhandensein von Gefahrstoffen zu explosionsfähigen Atmosphären führen kann,
- Zündquellen für diese explosionsgefährlichen Atmosphären existieren und
- wie die Auswirkungen einer Explosion wären.

Damit sind die wesentlichen Pflichten zu Maßnahmen von der Betriebssicherheitsverordnung in die Gefahrstoffverordnung verschoben worden [7].

Desweiteren sind die

- ermittelten und bewerteten Explosionsgefährdungen,
- die notwendigen Schutzmaßnahmen (Explosionsschutzkonzept)
- die eingeteilten Zonen
- die Regelungen für Fremdfirmen und
- die notwendigen Überprüfungen und Prüfungen nach Betriebssicherheitsverordnung zu dokumentieren.

Ermittlung und Bewertung von Explosionsgefährdungen

Die TRBS 1111 stellt die grundlegenden Anforderungen an die Gefährdungsbeurteilung und sicherheitstechnische Bewertung auch hinsichtlich der Ermittlung und Bewertung von Explosionsgefährdungen. Die TRBS 1201 „Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen“ enthält die grundlegenden Informationen und Anforderungen an alle Prüfungen, die im Rahmen der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) durchzuführen sind.

Die TRBS 1201 Teil 1 gilt für die Ermittlung und die Durchführung der besonderen Prüfungen zum Explosionsschutz an

- überwachungsbedürftigen Anlagen nach § 1 Abs. 2 Nr. 3 BetrSichV,
- anderen Arbeitsmitteln sowie Einrichtungen und Verbindungselementen auch außerhalb der explosionsgefährdeten Bereiche, sofern diese den explosions sicheren Betrieb der überwachungsbedürftigen Anlagen beeinflussen.

Nr. 3.3 Abs. 5 der TRGS 407 zeigt z. B. für Gase, welche Parameter der Arbeitgeber mindestens ermitteln und an den Hersteller weitergeben muss, um geeignete explosionsgeschützte Betriebsmittel zu beschaffen zu können.

Bewertung anhand technischer Regeln

Nr. 5 dieser TRBS befasst sich mit der Überprüfung der Explosionssicherheit von Arbeitsplätzen in explosionsgefährdeten Bereichen nach Anhang 1, Nr. 1.4 Abs. 3 Nr. 1 GefStoffV.

Die TRBS 1203 „Befähigte Personen“ beschreibt die Anforderungen an befähigte Personen, die Prüfungen durchführen sollen. Dabei gehen die Anforderungen an befähigte Personen, die Prüfungen im Bereich des Explosionsschutzes durchführen, über die allgemeinen Anforderungen hinaus. Die TRBS 2152/TRGS 720 „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines“ gilt für die Beurteilung der Explosionsgefährdungen durch Stoffe, die gefährliche explosionsfähige Atmosphäre bilden können und für die Auswahl und Durchführung geeigneter Schutzmaßnahmen. Diese Technische Regel gilt nicht für eine Beurteilung der Maßnahmen zum Vermeiden von Gefährdungen durch explosionsfähige Gemische unter anderen als atmosphärischen Bedingungen (erhöhter Druck, erhöhte Temperatur) oder mit anderem Reaktionspartner als Luft sowie Gefährdungen durch chemisch instabile Stoffe.

Die einschlägigen Explosionsschutz-Regeln sind mit hilfreichen Bemerkungen und Hinweisen an den erforderlichen Stellen versehen, welche wertvolle zusätzliche Informationen enthalten. Die Hinweise beschreiben besondere Umstände, die der vertieften Behandlung durch den Anwender bedürfen. Die Bemerkungen dienen der näheren Erläuterung eines Sachverhaltes. Die TRBS 2152 stellt zudem grundlegende Begriffsdefinitionen zur Verfügung.

Die TRBS 2152 Teil 1/TRGS 721 „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Beurteilung der Explosionsgefährdung“ konkretisiert die Anforderungen an die Beurteilung von Explosionsgefährdungen durch explosionsfähige Atmosphären. Diese TRBS stellt die Grundlagen und die Beurteilungsmaßstäbe zur Verfügung, zu denen insbesondere auch die Berücksichtigung der dezidierten

Eigenschaften der Stoffe gehört.

Die TRBS 2152 Teil 2/TRGS 722 „Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre“ greift den Ansatz des primären Explosionsschutzes auf, indem sie die Anforderungen zur Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre bereitstellt. Sie gilt sowohl für Arbeitsmittel als auch überwachungsbedürftige Anlagen; auch wenn in dieser Technischen Regel immer Bezug auf Anlagen und Anlagenteile genommen wird, erstreckt sich ihre Anwendung auf Arbeitsmittel und überwachungsbedürftige Anlagen.

Die einschlägige TRBS 2152 Teil 4 „Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes, welche die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken“ greift den Ansatz des tertiären Explosionsschutzes auf, indem sie die Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes beschreibt, welche die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken:

Hierzu gehören

- explosionsfeste Bauweise
- Explosionsdruckentlastung
- Explosionsunterdrückung
- explosionstechnische Entkopplung (von Flammen und Druck)

Die Maßnahmen in dieser TRBS gelten hinsichtlich ihrer Anforderungen an die Beschaffenheit nur für Anlagen, Geräte und Ausrüstungen, die nicht Geräte und Schutzsysteme im Sinne der Explosionsschutzverordnung (11. GPSGV) sind. Sie definiert auch eine Vielzahl von Begriffen, die für den konstruktiven Explosionsschutz relevant sind und stellt die erforderlichen Maßnahmen zur Verfügung.

Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladung als Zündquelle beschreibt TRGS 727.

5.2.4 Vorschriften, Regelwerk, Literatur

Gesetze, Verordnungen

ProdSG	Gesetz über die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt (Produktsicherheitsgesetz)
11. ProdSV	Elfte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Explosionsschutzverordnung)
GefStoffV	Gefahrstoffverordnung
BetrSichV	Betriebssicherheitsverordnung

Technisches Regelwerk zu den Arbeitsschutzverordnungen

TRGS 400	Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
TRGS 407	Tätigkeiten mit Gasen – Gefährdungsbeurteilung
TRGS 725	Explosionsschutzmaßnahmen mit Mitteln der Prozessleittechnik
TRGS 727	Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen

TRGS 751	Vermeidung von Brand-, Explosions- und Druckgefährdungen an Tankstellen und Füllanlagen zur Befüllung von Landfahrzeugen
TRBS 1111	Gefährdungsbeurteilung und sicherheitstechnische Bewertung
TRBS 1151	Gefährdungen an der Schnittstelle Mensch – Arbeitsmittel – Ergonomische und menschliche Faktoren
TRBS 1201	Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen
TRBS 1201 Teil 1	Prüfung von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen und Überprüfung von Arbeitsplätzen in explosionsgefährdeten Bereichen
TRBS 1201 Teil 3	Instandsetzung an Geräten, Schutzsystemen, Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen im Sinne der Richtlinie 94/9/EG – Ermittlung der Prüfnötigkeit gemäß § 14 Abs. 6 BetrSichV
TRBS 1201 Teil 5	Prüfung von Lageranlagen, Füllstellen, Tankstellen und Flugfeldbetankungsanlagen, soweit entzündliche, leichtentzündliche oder hochentzündliche Flüssigkeiten gelagert oder abgefüllt werden, hinsichtlich Gefährdungen durch Brand und Explosion
TRBS 1203	Befähigte Personen
TRBS 2152/TRGS 720	Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines
TRBS 2152 Teil 1/TRGS 721	Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Beurteilung der Explosionsgefährdung
TRBS 2152 Teil 2/TRGS 722	Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre
TRBS 2152 Teil 3	Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre
TRBS 2152 Teil 4	Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes, welche die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken

Berufsgenossenschaftliches Regelwerk

BGR 500	Betreiben von Arbeitsmitteln (insbesondere Kapitel 2.26 und 2.39)
DGUV Regel 113-001	Explosionsschutz-Regeln (EX-RL) (bisher BGR 104/ZH 1/10)
DGUV Information 213-057	Gaswarneinrichtungen für den Explosionsschutz Einsatz und Betrieb

Weitere Regeln der Technik

VDI 2263	Richtlinie Staubbrände und Staubexplosionen; Gefahren – Beurteilung – Schutzmaßnahmen
VDI 2263 Blatt 1	Staubbrände und Staubexplosionen; Gefahren, Beurteilung, Schutzmaßnahmen; Untersuchungsmethoden zur Ermittlung von sicherheitstechnischen Kenngrößen von Stäuben
VDI 2263 Blatt 2	Staubbrände und Staubexplosionen; Gefahren, Beurteilung, Schutzmaßnahmen; Inertisierung
VDI 2263 Blatt 3	Staubbrände und Staubexplosionen; Gefahren, Beurteilung, Schutzmaßnahmen; Explosionsdruckstoßfeste Behälter und Apparate; Berechnung, Bau und Prüfung
VDI 2263 Blatt 4	Staubbrände und Staubexplosionen; Gefahren, Beurteilung, Schutzmaßnahmen; Unterdrückung von Staubexplosionen
VDI 2263 Blatt 5	Staubbrände und Staubexplosionen – Gefahren, Beurteilung, Schutzmaßnahmen – Explosionsschutz bei Wirbelschichtanlagen
VDI 2263 Blatt 5.1	Staubbrände und Staubexplosionen – Gefahren, Beurteilung, Schutzmaßnahmen – Explosionsschutz bei Wirbelschichtanlagen; Hinweise und Ausführungsbeispiele für Hersteller und Betreiber
VDI 2263 Blatt 6	Staubbrände und Staubexplosionen – Gefahren, Beurteilung, Schutzmaßnahmen – Brand- und Explosionsschutz an Entstaubungsanlagen
VDI 2263 Blatt 6.1	Staubbrände und Staubexplosionen – Gefahren – Beurteilung – Schutzmaßnahmen – Brand- und Explosionsschutz an Entstaubungsanlagen; Beispiele
VDI 2263 Blatt 7	Staubbrände und Staubexplosionen – Gefahren – Beurteilung – Schutzmaßnahmen – Brand- und Explosionsschutz an Sprühtrocknungsanlagen
VDI 2263 Blatt 7.1	Staubbrände und Staubexplosionen – Gefahren – Beurteilung – Schutzmaßnahmen – Brand- und Explosionsschutz an Sprühtrocknungsanlagen – Beispiele
VDI 2263 Blatt 8	Staubbrände und Staubexplosionen – Gefahren – Beurteilung – Schutzmaßnahmen – Brand- und Explosionsschutz an Elevatoren
VDI 2263 Blatt 8.1	Staubbrände und Staubexplosionen – Gefahren – Beurteilung – Schutzmaßnahmen – Brand- und Explosionsschutz an Elevatoren – Beispiele
VDI 2263 Blatt 9	Staubbrände und Staubexplosionen – Gefahren – Beurteilungen – Schutzmaßnahmen – Bestimmungen des Staubungsverhaltens von Schüttgütern
VDI 3673 Blatt 1	Druckentlastung von Staubexplosionen

Geltendes EU-Recht/Mitteilungen der Kommission

- **Richtlinie 94/9/EWG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. März 1994 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen** (Abl. L 100 vom 19. 4.1994, S. 1) <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1994L0009:19940509:DE:PDF> [Zugriff am 20.11.2015]
- **Richtlinie 1999/92/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 1999 über die Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können** (Abl. L 23 vom 28.01.2000, S. 57) <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1999L0092:20070627:DE:PDF> [Zugriff am 20.11.2015]]
- **Richtlinie 2014/34/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen** (Abl. L 96 vom 29.03.2014, S. 309) <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex%3A32014L0034> [Zugriff am 20.11.2015]]
- **Mitteilung der Kommission über den nicht verbindlichen Leitfaden für bewährte Verfahren im Hinblick auf die Durchführung der Richtlinie 1999/92/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können** <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2003:0515:FIN:DE:PDF> [Zugriff am 20.11.2015]]

Literatur

- [1] **Fährnich, R., Mattes, H.:** Explosionsschutz: Kommentar zur ExVO und BetrSichV. Berlin: Schmidt 2004
- [2] **Raths, H.-P.:** Sicherheit bei brennbaren Stoffen: Gefahrstoffschutz und Betriebssicherheit. Landsberg: Ecomed, 2012 (Loseblattsammlung)
- [3] **Bartknecht, W.:** Explosionsschutz: Grundlagen und Anwendung. Berlin: Springer 1993
- [4] **Bartknecht, W.:** Staubexplosionen: Ablauf und Schutzmaßnahmen. Berlin: Springer 1987
- [5] **Stehen, H. (Hrsg.):** Handbuch des Explosionsschutzes. Weinheim: Wiley-VCH 2000
- [6] **BIA-Handbuch:** Brenn- und Explosions-Kenngrößen von Stäuben. Sonderdruck der sicherheitstechnischen Informations- und Arbeitsblätter 140 260 – 140 279. Bielefeld: Erich Schmidt Verlag 1985
- [7] **Wolf, T.:** Explosionsschutz nun in der Gefahrstoffverordnung geregelt. REACH & CLP-Navigator, Ausgabe Juli 2015, S. 2–4

Internetangebote/Links

- **Begriffsglossar zu den Regelwerken der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV), der Bio-stoffverordnung (BioStoffV) und der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV), BAuA.** www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/Glossar/Glossar.html [Zugriff am 20.11.2015]

Stoffdatenbanken zur Beurteilung von Gefahrstoffen:

- **GESTIS-Stoffdatenbank. Gefahrstoffsystem der gewerblichen Berufsgenossenschaften** www.dguv.de/ifa/stoffdatenbank [Zugriff am 20.11.2015]
- **GESTIS-Staubdatenbank** <http://staubex.ifa.dguv.de> [Zugriff am 20.11.2015]
- **IGS-public: Informationssystem für gefährliche Stoffe** www.igs.nrw.de [Zugriff am 20.11.2015]

Gefährdungsbeurteilungshilfen:

- **Gefährdungsbeurteilung Explosionsrisiken – Ausführliche Informationen und Muster-Explosionsschutzdokumente für den Offsetdruck**
www.bgdp.de/pages/service/download/medien/230-19_DP.pdf [Zugriff am 20.11.2015]
- **Explosionsschutz – Katalog zum Erstellen von Gefährdungsbeurteilungen**
www.vbg.de/SharedDocs/Medien-Center/DE/Broschuere/Branchen/Glas_und_Keramik/Explosionsschutz_Glas_Keramik_Praxishilfe.pdf [Zugriff am 20.11.2015]

Fachliche Herstellerbroschüren:

- **Grundlagen Explosionsschutz.** Überblick über wesentlichen Gesichtspunkte des Explosionsschutzes (Hrsg.: Cooper Crouse-Hinds GmbH)
www.coopercrouse-hinds.eu/download/1/Grundlagen_Explosionsschutz_2012.pdf
 [Zugriff am 20.11.2015]
- **Grundlagen Explosionsschutz.** Explosionsschutz im Zusammenhang mit elektrischen Betriebsmitteln und Anlagen (Hrsg.: R. Stahl AG)
www.stahl.de/fileadmin/Dateien/download/publikationen/grundlagen_explosionsschutz_de_23_03_2011_final_web.pdf [Zugriff am 20.11.2015]
- **Explosionsschutz – Richtlinien und Grundlagen.** Einführung und Übersicht zum Explosionsschutz – Anforderungen an Geräte und Schutzsysteme zum Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen (Hrsg.: Endress+Hauser Messtechnik GmbH+Co. KG)
https://portal.endress.com/wa001/dla/5000616/0641/000/01/CP00021Z11DE_1413_ATEX_X4_.pdf [Zugriff am 20.11.2015]
- **Grundlagen Explosionsschutz.** Explosionsschutz, Schutzprinzipien, Zündschutzarten, Kennzeichnung (Hrsg.: BARTEC Top Holding GmbH)
www.bartec.de/fileadmin/download/deu/ExSchutz.pdf [Zugriff am 20.11.2015]

Informationsportale Explosionsschutz:

- **Gemeinsames Brand- und Explosionsschutzportal der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) und der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)**
<http://bam.ptb.de> [Zugriff am 20.11.2015]
- **Explosionsschutzportal der BG RCI**
www.bgrci.de/exinfode/start [Zugriff am 20.11.2015]
- **Flüssiggasanlagenportal der BGN mit Fachartikeln zum Thema ‚Explosionsschutz‘**
<http://fluessiggasanlagen.portal.bgn.de/10647?sk=34> [Zugriff am 20.11.2015]

5.2.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

- Sind brennbare Stoffe vorhanden?
- Kann durch ausreichende Verteilung in Luft ein explosionsfähiges Gemisch entstehen?
- Ist die Bildung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre möglich?
- Ist die Bildung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre völlig verhindert?
- Ist die Entzündung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre sicher verhindert?
- Explosionsgefährdungen durch gefährliche explosionsfähige Atmosphäre
- Entstehungsbrände/Feuer
- Verbrennungen
- Sauerstoffmangel
- Vergiftungen

Prüffragen

Festgestellte
Gefährdungen/
Mängel

- Druckgefährdungen
- Knalltraumata
- Umher fliegende Gegenstände
- Übergreifen der Explosion auf andere explosionsgefährdete Bereiche

Maßnahmen

- Abschätzung von Quellen und Mengen explosionsfähiger Atmosphäre erforderlich!
- Einsatz nicht brennbarer Stoffe
- Technische Lüftung
- Explosionsschutzmaßnahmen erforderlich!
- Die Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre soweit wie möglich einschränken!
- Wenn gefährliche explosionsfähige Atmosphäre vorhanden, dann Zoneneinteilung vornehmen:

Tab. 5.2–1 Zoneneinteilung

Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre	ständig, langfristig oder häufig	gelegentlich	selten und kurzzeitig
durch Gase, Dämpfe, Nebel	Zone 0	Zone 1	Zone 2
durch Stäube	Zone 20	Zone 21	Zone 22

- Vermeidung von wirksamen Zündquellen!
(In den Zonen 20, 21 und 22 ist auch die Möglichkeit der Entzündung von abgelagertem Staub zu berücksichtigen.)
- Weitere Explosionsschutzmaßnahmen erforderlich!
- Konstruktive Maßnahmen, welche die Auswirkungen einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken!

Weitere Musterchecklisten

- **HDI-Gerling-Checkliste „Organisatorischer Explosionsschutz“**
www.hdi-gerling.de/docs/industrie/fachinformationen/hdi-gerling_checkliste_orgbrand-schutz_allgemein.pdf [Zugriff am 20.11.2015]
- **SUVA-Checkliste „Statische Elektrizität“**
<https://extra.suva.ch/webshop/55/5512B0197C124B90E10080000A63035B.pdf>
[Zugriff am 20.11.2015]
- **SUVA-Checkliste „Explosionsrisiken“**
www.bgv.ch/fileadmin/user_upload/Download/Arbeitshilfen/Planung_und_Bau/SUVA_67132_Checkliste_Explosionsrisiken.pdf [Zugriff am 20.11.2015]

Vorlagen für Explosionsschutzdokumente

- **Muster eines Explosionsschutzdokuments**, Quelle: BG BAU
www.bgbau.de/gisbau/fachthemen/brandex/pdf/explosionsschutzdokument-muster
[Zugriff am 20.11.2015]
- **BGHM-Beispiele**
www.bghm.de/arbeitschueter/praxishilfen/formulare/brand-und-explosionsschutz.html
[Zugriff am 20.11.2015]

– **BG ETEM-Beispiele**

http://etf.bgetem.de/cgi-bin/r30msvcshop_anzeige.pl?var_hauptpfad=../htdocs/r30/vc_shop/&var_fa1_select=var_fa1_select|53|&var_te1=1|&var_te13_select=var_te13_select|11|&var_te14_select=var_te14_select|13|&var_html_folgemaske=r30msvcshop_anzeige.html
[Zugriff am 20.11.2015]

– **BG RCI-Beispiele**

www.bgrci.de/exinfode/dokumente/explosionsschutzdokument [Zugriff am 20.11.2015]

– **FSA-Beispiele**

www.fsa.de/medien/explosionsschutz/fsa-praxisleitfaeden [Zugriff am 20.11.2015]

5.3 Explosivstoffe und pyrotechnische Gegenstände

Autoren:

Dr.-Ing. J. Otto

Dr. rer. nat. M. Nolde

Dr. rer. nat. S. Schwarz

Dr. sc. nat. D. Eckhardt

Ansprechpartner:

Dr. sc. nat. D. Eckhardt

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)

Fachbereich 2.3 – Explosivstoffe

Bearbeitungsstand: Dezember 2015

Definition nach SprengG

Explosivstoffe und pyrotechnische Gegenstände werden über das Sprengstoffgesetz (SprengG) definiert. Sie enthalten bzw. bestehen aus explosionsgefährlichen Stoffen. Feste oder flüssige Stoffe bzw. Zubereitungen sind dann explosionsgefährlich, wenn sie durch eine nicht außergewöhnliche thermische, mechanische oder andere Beanspruchung zur Explosion gebracht werden können. Hierbei sind die in Anhang I, Teil A.14 der Verordnung (EG) Nr. 440/2008 der Kommission vom 30. Mai 2008 zur Festlegung von Prüfmethode gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlamentes und des Rates zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH) festgelegten Prüfmethode anzuwenden. Ob ein explosionsgefährlicher Stoff ein Explosivstoff oder ein pyrotechnischer Gegenstand ist, ergibt sich aus seiner Verwendung.

Explosivstoffe

Explosivstoffe sind Sprengstoffe, Treibstoffe, Zündstoffe und Gegenstände, die diese Stoffe beinhalten, sowie pyrotechnische Sätze. Eine Liste der Explosivstoffe enthält Anlage III zum SprengG. Explosionsgefährliche Stoffe, die zur Herstellung von Explosivstoffen dienen, sind den Explosivstoffen gleichgestellt.

pyrotechnische Gegenstände

Pyrotechnische Gegenstände sind solche Gegenstände, die Vergnügungs- oder technischen Zwecken dienen und in denen explosionsgefährliche Stoffe oder Stoffgemische enthalten und dazu bestimmt sind, unter Ausnutzung der in diesen enthaltenen Energie Licht-, Schall-, Rauch-, Nebel-, Heiz-, Druck- oder Bewegungswirkungen zu erzeugen.

Grundsätzlich ist festzustellen, dass explosionsgefährliche Stoffe im Molekül oder in den jeweiligen Mischungen brennbare und sauerstoffliefernde Bestandteile enthalten. Hierbei handelt es sich meist um Stoffe mit Sauerstoff-Stickstoff-Verbindungen, wie Nitrite, Nitrate, Nitro- oder Nitroso-Verbindungen oder auch mit Sauerstoff-Chlor-Gruppen (Chlorate, Perchlorate). Ausnahmen von der Reaktion mit disponiblen Sauerstoff bilden einige Stoffe (z. B. Azide), bei deren Zersetzung in die Elemente genügend Energie und Gasvolumen (Stickstoff) für den Explosionsprozess frei werden.

Sicherheitstechnisch bedeutet dies, dass diese Stoffe und Stoffgemische jederzeit reaktionsfähig sind. Ob eine Reaktion stattfindet, hängt vom Auslösepotenzial ab (Zündquellen). Im Folgenden wird aus Gründen der Vereinfachung – soweit nicht weiter ausgeführt – nur der Begriff Explosivstoff verwendet, obwohl prinzipiell auch pyrotechnische Gegenstände gemeint sind.

5.3.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen

Umsetzungsarten und Wirkungen von Explosivstoffen

Je nach Geschwindigkeit der Umsetzung von Explosivstoffen unterscheidet man zwischen

- Deflagration, die chemische Umsetzung mit Flammenbildung, die mit Unterschallgeschwindigkeit abläuft, ohne den Sauerstoff der Umgebung zu benötigen.
- Detonation, die chemische Umsetzung, die mit Überschallgeschwindigkeit unter Bildung einer Stoßwelle abläuft.

Deflagration, Detonation

Die Umsetzung ist mit folgenden Wirkungen verbunden:

- Luftstoßwirkung
- Bodenstoß- und Kraterwirkung
- Wirkung durch Spreng- und Wurfstücke
- thermische Wirkung durch Flammen und Wärmestrahlung und
- Wirkung der Explosionsschwaden

Wirkungen

Bei der Oberflächendetonation eines Explosivstoffes kommt es zur Ausbildung einer Luftstoßwelle, die sich mit sehr hoher Anfangsgeschwindigkeit vom Detonationsort ausbreitet. Der Überdruck in der Stoßwellenfront nimmt mit zunehmender Entfernung vom Detonationsort ab und gleichzeitig nimmt die Dauer des Luftstoßimpulses zu. Die Zusammenhänge zwischen den Stoßwellenparametern und dem Abstand vom Detonationsort beschreiben Skalierungsgesetze. Nach dem Skalierungsgesetz von Cranz verhalten sich die Entfernungen vom Detonationsort, in denen der gleiche Stoßdruck herrscht, wie die dritten Wurzeln aus den Massen der gleichen Explosivstoffladungen. Die Luftstoßwirkung wird u. a. durch den Druck der normal reflektierten Luftstoßwelle erfasst. In Abhängigkeit vom skalierten Abstand k zwischen Donator und Akzeptor sind die Druckwirkungen in Tabelle 5.3–1 beschrieben. Als Donatoren werden alle gefährdenden Objekte bezeichnet. Die Objekte, die einer Gefährdung ausgesetzt sind, nennt man Akzeptoren.

Luftstoßwirkung

Der Faktor k ist definiert als

$$k = E / m^{1/3}$$

(mit E Entfernung in Metern und m Nettoexplosivstoffmasse in kg).

Tab. 5.3–1 Luftstoßdruck in Abhängigkeit vom skalierten Abstand (Orientierungswerte)

Skalierter Abstand k in $m/kg^{1/3}$	Überdruck in der normal reflektierten Luftstoßwelle in kPa
2	600 ... 1100
5	80 ... 130
10	26 ... 31
15	15 ... 18
20	10 ... 13
22	9 ... 11,5

Der Luftstoßdruck bewirkt die in den Tabellen 5.3–2 bis 5.3–4 dargestellten typischen Verletzungen von Personen bzw. Schäden an Gebäuden.

Tab. 5.3–2 Schadensbilder von Luftstoßwellen (Orientierungswerte)

Schadensbild	Überdruck in der normal reflektierten Luftstoßwelle in kPa (Schwellenwert)
Fensterscheiben, Fensterrahmen, Türen (beschädigt bis zerstört)	2,5 ... 14
Dächer (beschädigt bis zerstört)	5 ... 17
50 % Grenze für Trommelfellschäden	110 ... 140
Ziegelsteinmauer (beschädigt bis zerstört)	30 ... 150
Stahlskelette leichter Gebäude (beschädigt)	30 ... 250
22 Backsteingebäude (beschädigt bis zerstört)	30 ... 360
Lungenschäden (stark impuls abhängig)	70 ... 280
Stahlbeton bauten (beschädigt bis zerstört)	180 ... 5000
Tod des Menschen	140 ...

Tab. 5.3–3 Verletzungen von Personen in Abhängigkeit von der Entfernung zum Detonationsort in Meter (orientierende Werte)

Explosivstoffmasse in kg	< 1 % leichte Kopfverletzungen	< 1 % Gehörschäden
4.000	~ 320 m	~ 200 m
10.000	~ 430 m	~ 280 m
20.000	~ 550 m	~ 350 m
40.000	~ 700 m	~ 450 m
60.000	~ 800 m	~ 500 m

Die Schäden an Gebäuden durch Luftstoßwirkung in Abhängigkeit von der Explosivstoffmasse und der Entfernung vom Detonationsort werden in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tab. 5.3–4 Schäden in Abhängigkeit von der Entfernung in Meter (Orientierungswerte)

Schadensbild	Explosivmasse in kg				
	4.000	10.000	20.000	40.000	60.000
totale Gebäudeschäden	50 m	60 m	80 m	100 m	110 m
schwere Gebäudeschäden	110 m	140 m	180 m	230 m	260 m
mittlere Gebäudeschäden	160 m	210 m	270 m	340 m	390 m
leichte Gebäudeschäden	180 m	240 m	300 m	380 m	440 m
geringe Gebäudeschäden (z. B. Fensterschäden)	270 m	370 m	460 m	580 m	670 m

Die Bodenstoß- und Kraterwirkung liegt bei Detonationen hinsichtlich ihrer Schadenswirkung deutlich unter der Schadenswirkung des Luftstoßes. Die Bodenstoßwirkung muss im Hinblick auf die Standfestigkeit von Wänden und Gebäuden berücksichtigt werden. Innerhalb des Kraterradius ist mit einer sympathetischen Detonationsübertragung (gleichzeitige Detonation der gesamten Explosivstoffmasse) zu rechnen.

Bodenstoß- und Kraterwirkung

Bei einer Explosion können Gebäude- oder Maschinenteile, aber auch Teile explodierender Gegenstände vom Explosionsort weggeschleudert werden. Die Wurfweite ist u. a. abhängig von Art und Masse des Explosivstoffes, den Einschlussbedingungen sowie der Bauausführung des Gebäudes und lässt sich quantitativ nur sehr schwer beschreiben. Unter bestimmten Bedingungen treten Wurfweiten von mehreren 100 m auf. Spreng- und Wurfstücke bilden somit eine zusätzliche Gefährdung insbesondere für ungeschützte Personen.

Wirkung durch Spreng- und Wurfstücke

Für die Gefährdung durch Wurfstücke wird international die Wurfstückdichte (Einheit: kg/m^2) herangezogen. In Gebäuden wird mit einer Letalität von unter 1 % gerechnet, wenn die Wurfstückdichte etwa $1 \text{ kg}/\text{m}^2$ beträgt. In nachstehender Zusammenstellung sind die Entfernungen, bei denen diese Gefährdung auftritt, in Abhängigkeit von der Explosivstoffmasse aufgeführt:

Tab. 5.3–5 Entfernungsangaben für die Wurfstückdichte $1 \text{ kg}/\text{m}^2$ (Orientierungswerte)

Explosivstoffmasse in kg	Entfernungen in m (Wurfstückdichte $1 \text{ kg}/\text{m}^2$)
4.000	63
10.000	90
20.000	118
40.000	154
60.000	180

Des Weiteren ist mit zusätzlicher Sprengstückwirkung und Splittern zu rechnen, wenn mit großkalibrigen Geschossen, Bomben oder Gefechtsköpfen umgegangen wird. Die Wirkung ist im Einzelfall im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung abzuschätzen. Hierbei ist mit Splitterreichweiten von bis zu 1000 m zu rechnen.

Splitterwirkungen werden als gefährlich eingestuft, wenn die Splitter eine kinetische Energie von $\geq 80 \text{ J}$ haben und die Splitterdichte $1 \text{ Splitter pro } 56 \text{ m}^2$ beträgt.

Die Wirkung der Wärmestrahlung kann durch ein Feuerballmodell charakterisiert werden. Danach berechnet sich der maximale Durchmesser des Feuerballs zu

thermische Wirkung

$$D = 3,7675 M^{0,325}$$

wobei M die Masse des abbrennenden Stoffes in kg ist. Die bei einem sehr schnellen Abbrand (Deflagration) entstehende Druckwelle kann vernachlässigt werden, da diese wesentlich geringer ist als bei der beschriebenen Gefährdung durch Luftstoßdruck bei gleicher Explosivstoffmenge.

In der folgenden Aufstellung sind in Abhängigkeit von der Explosivstoffmasse Feuerballdurchmesser und Wirkungsdauer angegeben.

Tab. 5.3–6 Angaben zum Feuerball (Orientierungswerte)

Explosivstoffmasse in kg	Durchmesser in m	Wirkungsdauer in s
4.000	56	4,7
10.000	75	6,4
20.000	94	8,2
40.000	118	10,4
60.000	134	12,0

Wirkung der Explosionsschwaden

Bei der Umsetzung von Explosivstoffen entstehen hauptsächlich gasförmige Reaktionsprodukte, die sogenannten Explosionsschwaden, deren Art und Mengenanteile maßgeblich von der chemischen Zusammensetzung des Explosivstoffes und den Umsetzungsbedingungen abhängig sind.

Die hauptsächlich gasförmigen Reaktionsprodukte von Explosivstoffen sind Kohlendioxid, Stickstoff und Wasserdampf. In zumeist geringeren Mengenanteilen entstehen jedoch auch – je nach Zusammensetzung des Explosivstoffes – toxische und reizend wirkende Gase, wie Kohlenmonoxid, nitrose Gase, Schwefeldioxid, Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Chlorwasserstoff etc.

Im Allgemeinen ist die Wirkung der toxischen Schwadenbestandteile im Vergleich zu den anderen genannten Wirkungen von Explosivstoffen als untergeordnet einzustufen, da im Freien oder bei guter Belüftung eine schnelle Verdünnung der Gase eintritt. Gesundheitsgefährdungen können jedoch bei nicht ausreichender Belüftung entstehen, z. B. in geschlossenen Räumen oder bei der Verwendung von Explosivstoffen im untertägigen Bergbau.

Toxikologische Gefährdungen

Gesundheits- gefährdungen

Beim Umgang mit offenem Explosivstoff am Arbeitsplatz kann insbesondere eine Inhalation von Stäuben und Dämpfen oder eine Aufnahme über die Haut zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen der Beschäftigten führen. Durch eine entsprechende Belüftung der Gebäude und Anlegen von Handschuhen wird diese Gefährdung weitgehend ausgeschlossen. Es muss aber beachtet werden, dass einige Explosivstoffe wie z. B. DNT, Hexogen und Nitroglycerin kanzerogene Wirkung auf den Menschen haben. Weiterhin ist auch bekannt, dass Nitropenta mutagen ist. Nitroglycerin besitzt darüber hinaus auch ein teratogenes Potenzial.

Arbeitsplatzgrenzwert

Nach der Novellierung der Gefahrstoffverordnung 2005 ist der Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) nach der TRGS 900 maßgeblich. Da einige Gefahrstoffe aber noch nicht in der neuen Verordnung klassifiziert sind und sich auf der sog. Bearbeitungsliste befinden, sollte sich nach den MAK-Werten der „alten“ TRGS 900 gerichtet werden. Weitere Angaben lassen sich aus Sicherheitsdatenblättern entnehmen.

Bei der Anwendung oder Vernichtung von Explosivstoffen ist des Weiteren eine Gefährdung der Beschäftigten durch die Ausbreitung toxischer Schwaden zu beachten (siehe Kapitel 3 Gefahrstoffe).

5.3.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

Im Folgenden sollen die für explosionsgefährliche Stoffe charakteristischen sicherheitstechnischen Kenngrößen dargelegt werden.

sicherheitstechnische
Kenngrößen

Prüfung der chemischen und thermischen Beständigkeit

- dient dem Nachweis der Verträglichkeit der Stoffbestandteile und der Beständigkeit bei höheren Temperaturen. Eine bewährte Prüfmethode ist eine Warmlagerung bei 75 °C über 7 Tage im offenen oder lose verschlossenen Prüfglas.

Verhalten gegenüber thermischer Einwirkung:

- Entzündungstemperatur, z. B. im Woodschen Metallbad
- Entzündlichkeit durch Cereisenfunken (erzeugt durch Feuerstein)
- Entzündlichkeit durch den Feuerstrahl einer Schwarzpulveranzündschnur
- Entzündlichkeit durch Gasstrahl
- Entzündlichkeit durch rot glühenden Stahlstab
- Entzündlichkeit und Verbrennungsdauer in einer rot glühenden Stahlschale

Stahlhülsenversuch:

- Verhalten beim Erhitzen unter Einschluss. Diese Prüfmethode liefert quantitative Ergebnisse und eine Antwort auf die Frage, ob ein Stoff auch in kleiner Menge ohne vollständigen Einschluss explodieren kann.

Mechanische Sensibilität:

- Schlagempfindlichkeit ermittelt mit dem BAM-Fallhammer
- Reibempfindlichkeit ermittelt mit dem BAM-Reibapparat

Sensibilität gegen Detonationsstoß in beidseitig geschlossenen Stahlrohren:

- Die Ermittlung der Fähigkeit eines Stoffes, eine eingeleitete Detonation weiterleiten zu können, erfolgt in 1"-, 2"- und 4"- Stahlrohren mit den möglichen Ergebnissen
 - keine Weiterleitung,
 - teilweise Weiterleitung oder
 - Weiterleitung.

Sensibilität gegenüber elektrostatischer Aufladung:

- die Ermittlung der Fähigkeit eines Stoffes, sich bei elektrostatischer Aufladung umzusetzen.
- Ermittlung der Mindestzündenergie
- für Treibladungspulver erfolgt die Prüfung nach DIN EN 13938-2.

Als weitere Kenndaten kommen in Frage:

- Detonationsgeschwindigkeit
- O₂-Bilanz
- Explosionswärme
- Normalgasvolumen
- Dichte
- Schmelztemperatur
- Zersetzungstemperaturen
- kalorimetrische Kenndaten

Klassifizierung der Wirkungen

Gefahrgruppen	Die Wirkungen der Explosivstoffe werden in folgende vier Gefahrgruppen eingeteilt:
Massenexplosion	<ul style="list-style-type: none"> – Gefahrgruppe 1.1 Die Explosivstoffe dieser Gruppe können in der Masse explodieren. Die Umgebung ist durch Druckwirkung (Stoßwellen), durch Flammen und durch Spreng- und Wurfstücke gefährdet; bei starkmanteligen Gegenständen ist eine zusätzliche Gefährdung durch schwere Sprengstücke vorhanden.
Teilexplosion, Sprengstücke	<ul style="list-style-type: none"> – Gefahrgruppe 1.2 Die Explosivstoffe dieser Gruppe explodieren nicht in der Masse. Gegenstände explodieren bei einem Brand zunächst einzeln. Im Verlaufe des Brandes nimmt die Zahl der gleichzeitig explodierenden Gegenstände zu. Die Druckwirkung (Stoßwellen) der Explosionen ist auf die unmittelbare Umgebung beschränkt; an Bauwerken der Umgebung entstehen keine oder nur geringe Schäden. Die weitere Umgebung ist durch leichte Sprengstücke und durch Flugfeuer gefährdet. Fortgeschleuderte Gegenstände können beim Aufschlag explodieren und so Brände und Explosionen übertragen; bei starkmanteligen Gegenständen ist eine zusätzliche Gefährdung durch schwere Sprengstücke vorhanden.
Wärmestrahlung, Flammen	<ul style="list-style-type: none"> – Gefahrgruppe 1.3 Die Explosivstoffe dieser Gruppe explodieren nicht in der Masse. Sie brennen sehr heftig und unter starker Wärmeentwicklung ab, der Brand breitet sich rasch aus. Die Umgebung ist hauptsächlich durch Flammen, Wärmestrahlung und Flugfeuer gefährdet. Gegenstände können vereinzelt explodieren, einzelne brennende Packstücke und Gegenstände können fortgeschleudert werden. Die Gefährdung der Umgebung durch Sprengstücke ist gering. Die Bauten in der Umgebung sind im Allgemeinen durch Druckwirkung (Stoßwellen) nicht gefährdet.
keine bedeutsame Gefährdung	<ul style="list-style-type: none"> – Gefahrgruppe 1.4 Die Explosivstoffe dieser Gruppe stellen keine bedeutsame Gefahr dar. Sie brennen ab, einzelne Gegenstände können auch explodieren. Die Auswirkungen sind weitgehend auf das Packstück beschränkt. Sprengstücke gefährlicher Größe und Flugweite entstehen nicht. Ein Brand ruft keine Explosion des gesamten Inhalts eines Packstückes hervor.
	Aus der Gefahrgruppe ergeben sich Sicherheitsanforderungen insbesondere hinsichtlich der Sicherheitsabstände.
	Da die Wirkungen nicht nur stoffabhängig sind, sondern auch von der Art und Intensität der Beanspruchungen sowie von der Masse, den Einschlussbedingungen usw. beeinflusst werden, wird unterschieden zwischen
	<ul style="list-style-type: none"> – Lagergruppen nach 2. SprengV, – Unterklassen der Klasse 1 nach UN-Empfehlungen zum Transport gefährlicher Güter und – Gefahrgruppen.
Lagergruppen	Die Zuordnung der Explosivstoffe zu Lagergruppen oder Unterklassen der Klasse 1 erfolgt nach vorgegebenen Prüfmethode und Kriterien. Die Prüfungen sollen die Belastungen der Explosivstoffe in der Versandverpackung bei der Lagerung bzw. Transport simulieren. Die Lagergruppenzuordnungen und Transportklassifizierungen sind in Deutschland von der BAM vorzunehmen.
Gefahrgruppenbestimmung	Für die Gefahrgruppenbestimmung sind dagegen keine standardisierten Prüfungen vorgegeben. Die Gefahrgruppenbestimmung ist vom Unternehmer vorzunehmen. Maßgebend sind die Wirkungen der Explosivstoffe bei der Auslösung durch die möglichen Beanspruchungen im jeweiligen Arbeitsgang.

Zur Bestimmung sind praxisnahe Versuche durchzuführen, die den tatsächlichen Gegebenheiten und Beanspruchungen der Explosivstoffe am Arbeitsplatz entsprechen. Insbesondere sind z. B. Masse, Einschluss, Verdämmung, spezifische Verfahrensparameter zu berücksichtigen.

praxisnahe Versuche

Da die Wirkung und die Auslösewahrscheinlichkeit unter anderem von den unterschiedlichen betrieblichen und arbeitsplatzbezogenen Gegebenheiten abhängig sind, können die bei der Gefahrgruppenbestimmung anzuwendenden Prüfmethoden hier nur beispielhaft angeführt werden.

Die für die Explosivstoffe in Versandverpackungen ermittelten oder festgelegten Lagergruppen nach der Zweiten Verordnung zum Sprengstoffgesetz, Unterklassen nach den Verordnungen zum Gesetz über die Beförderung gefährlicher Güter oder den Gefahrklassen nach dem Versorgungsartikelkatalog der Bundeswehr können als Gefahrgruppen übernommen werden, wenn „denkbare ungewollte Reaktionen aufgrund möglicher Beanspruchungen während der Arbeitsgänge nicht anders sind als die für die Ermittlung der Lagergruppen angenommenen“.

Besonderheiten bei pyrotechnischen Sätzen

Bei der Zuordnung zu den Gefahrgruppen für pyrotechnische Sätze sollte zur Ermittlung der Wirkungen das Abbrandverhalten von Sätzen bei unterschiedlichen Einschlussbedingungen geprüft werden. Dabei kann der Abbrand in loser Schüttung, in lose verschlossenen Pappbehältern oder auch in verschlossenen Stahlrohren zur Bewertung herangezogen werden. Hierbei ist es sinnvoll, diese Untersuchungen mit unterschiedlichen Satzmassen bis hin zur tatsächlichen am Arbeitsplatz vorgesehenen Satzmasse durchzuführen. Bei den Abbrandversuchen in Pappbehältern sollte die Anzündung vorrangig am Boden gewählt werden. Ist eine Auslösung durch Detonationsstoß auszuschließen, sind z. B. Satzauslöser, Wärmekapseln, Stoppinen als geeignete Anzündmittel anzusehen. Das Verhalten von Sätzen gegenüber Detonationsstoß wird üblicherweise in 1“- bzw. 2“-Stahlrohren geprüft. Über die Fähigkeit eines Satzes, bereits in kleiner Menge unter Einschluss explodieren zu können, gibt der Stahlhülsestest Aufschluss.

Abbrandverhalten prüfen

Zur Bestimmung von Auslösewahrscheinlichkeiten sollten vorrangig die Werte der Schlagempfindlichkeit (BAM-Fallhammer) und der Reibempfindlichkeit (BAM-Reibapparat) herangezogen werden. Zusätzlich wird empfohlen, Zersetzungstemperaturen (z. B. im Woodschen Metallbad, durch DTA oder DSC) und die Auslösbarkeit durch Funken, Flammen (Schwarzpulveranzündschnur, Bunsenbrenner) bzw. glühende Metallgegenstände (Stahlstab, Stahlchale) zu ermitteln.

Bestimmung der Auslösewahrscheinlichkeit

Insbesondere dann, wenn die oben benannten Prüfungen die tatsächlichen Verhältnisse des Arbeitsplatzes, z. B. hinsichtlich Einschlussbedingungen, Maßstabeffekte, nur unzureichend widerspiegeln, ist eine Untersuchung in der vorgesehenen Apparatur/Vorrichtung unerlässlich.

Beanspruchung am Arbeitsplatz prüfen

Untersuchungen zur Bestimmung der Wirkung von pyrotechnischen Halberzeugnissen und Gegenständen sind ebenfalls arbeitsplatzbezogen durchzuführen. Diese können sein:

- Abbrennen in modifizierten Presswerkzeugen (Simulation der Auslösung beim Pressvorgang),
- Abbrand von Halberzeugnissen in offenen und geschlossenen Stellagen,
- Abbrand von Halberzeugnissen oder Gegenständen mit offenen Anzündstellen in Bevorratungsmagazinen.

Da sich in der Regel Sätze, Halberzeugnisse oder Gegenstände an mehreren Stellen im Arbeitsgang befinden oder bereitgehalten werden, sollten auch Übertragungsversuche durchgeführt werden.

Änderung der Gefahrgruppe beachten

Während der Herstellung pyrotechnischer Sätze und Gegenstände ändern sich häufig die Gefahrgruppen eines Satzes, Halberzeugnisses oder Gegenständen in Abhängigkeit von seinem jeweiligen Zustand. Die Gefahrgruppe wird durch verschiedene Parameter, z. B. Masse, Durch-

mischungsgrad, Feuchtigkeitsgehalt, Verdichtungsgrad und Konfektionierungszustand, bestimmt. Bei der Herstellung von Sätzen oder Baugruppen spielt außerdem die jeweilige Verdämmung (auch Eigenverdämmung) des Satzes eine entscheidende Rolle.

Die ermittelten Gefahrgruppen sind in der Regel nicht identisch mit der Klassifizierung nach den Gefahrguttransportvorschriften bzw. den Lagergruppen nach der 2. SprengV, da diese nach anderen Prüfkriterien festgelegt werden und nicht die Gegebenheiten im jeweiligen Arbeitsgang berücksichtigen.

5.3.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

Zur Verhinderung von Ereignissen finden in Betrieben Maßnahmen des primären, sekundären, tertiären und quartären Explosionsschutzes Anwendung:

Primärer Explosionsschutz

Hierunter fallen alle Maßnahmen, die den Explosivstoff direkt betreffen und dessen Empfindlichkeit gegen äußere Beanspruchung oder dessen Wirkung verringern oder ausschließen, z. B. durch Inertisierung oder Phlegmatisierung. Die Bedeutung dieser Schutzmaßnahme ist in der Explosivstoffindustrie eingeschränkt, da eine bestimmungsgemäße Wirkung der Explosivstoffe gewollt ist. Der primäre Explosionsschutz wird deshalb auch nicht näher betrachtet.

Sekundärer Explosionsschutz

Dem sekundären Explosionsschutz sind alle Maßnahmen zuzurechnen, die zur Verringerung der Beanspruchung des Explosivstoffes führen. Derartige Maßnahmen sind bei allen Arten des Umgangs zu treffen, insbesondere aber bei der Herstellung, Be- und Verarbeitung der Explosivstoffe. Arbeitsmaschinen müssen deshalb so beschaffen und aufgestellt sein, dass Explosivstoffe durch Wärme, Reibung, Schlag, Druckerhöhung oder elektrostatische Aufladung nicht entzündet werden, insbesondere müssen/dürfen

Anforderungen an Arbeitsmittel

technische Maßnahmen für Maschinen

- Werkstoffe verwendet werden, die zu keiner gefährlichen Funkenbildung neigen,
- keine Stoffe mit den Werkstoffen in Berührung gebracht werden, die zu chemischen Reaktionen führen können. Zu diesen Stoffen zählen neben den Explosivstoffen z. B. auch Säuren, Vorprodukte, Zuschlagstoffe, Abfallprodukte im Verfahrensgang,
- Verschluss- und Befestigungsmittel, z. B. Schrauben, Keile, Muttern an äußeren und inneren beweglichen Teilen der Arbeitsmaschinen gegen Lockern gesichert sein,
- selbsttätig wirkende Vorrichtungen vorhanden sein, die bei erhöhtem Widerstand oder Hemmungen die Maschinen sofort stillsetzen,
- Lager und sonstige sich reibende Maschinenteile, Oberflächen von Trögen und dergleichen leicht zu reinigen sein,
- Hohlwellen und sonstige unzugängliche Räume vermieden oder das Eindringen von Explosivstoffen verhindert sein,
- Dichtungsstoffe, Filtermaterialien, Schmieröle so beschaffen sein, dass sie Explosivstoffe nicht in gefährlicher Weise aufnehmen oder mit ihnen reagieren,
- Explosivstoffablagerungen leicht erkennbar sein,
- zündfähige elektrostatische Aufladungen verhindert werden oder es müssen Einrichtungen zum Ableiten dieser Aufladungen vorhanden sein,
- zur Abwendung gefährlicher Betriebszustände Grenzwerte durch entsprechende Regel- oder Steuereinrichtungen eingehalten werden,

- die festgelegten stoff- und verfahrensspezifischen Höchsttemperaturen bei der Verwendung von Wärmeträgern zum Beheizen von Explosivstoff kontrolliert werden,
- Knet-, Misch- und Mengmaschinen sowie Zentrifugen für Explosivstoffe müssen so eingerichtet sein, dass bei einer Entzündung des Inhalts eine Druckentlastung schon bei möglichst niedrigem Druck eintritt,
- heiße Oberflächen von Verfahreneinrichtungen oder ihren Zu- und Abführungsleitungen so ausgerüstet oder verlegt werden, dass Explosivstoffe nicht unzulässig erwärmt werden.

Können die Anforderungen nicht eingehalten werden, müssen die Arbeitsmaschinen so eingerichtet sein, dass sie „unter Sicherheit“ betrieben werden können.

Tertiärer Explosionsschutz

Der tertiäre Explosionsschutz betrifft die Umgebung von Explosivstoffen. Die Bauweisen der Räume und Gebäude sowie die Ausführung der wichtigsten Bauteile sind so zu gestalten, dass sie den Anforderungen spezieller Vorschriften entsprechen. Die wichtigsten Elemente des baulichen Explosionsschutzes werden nachfolgend beschrieben.

**bauliche
Maßnahmen**

Einräumige Gebäude mit Explosions- oder Brandgefahr

- Einräumige Gebäude in leichter Bauart
Als Baustoffe dürfen nur verwendet werden: Leichtbeton, Holz, Pressplatten, Strohpressplatten, Gipsplatten, Gasbetonplatten, Folien und andere Baustoffe, die bei einer Explosion im Gebäude keine schwereren Wurfstücke bilden als die genannten Baustoffe.
- Einräumige Gebäude in Ausblasebauart mit leichter Dachausführung
Die Gebäude müssen eine oder zwei Ausblasewände sowie ein leichtes Dach haben. Die übrigen Wände müssen abhängig von der Belegungsart mit Explosivstoff so gestaltet sein, dass in Verbindung mit den Sicherheitsabständen der Schutz von Personen gewährleistet ist.
- Einräumige Gebäude in Ausblasebauart mit schwerer Dachausführung
Die Gebäude müssen eine oder zwei Ausblasewände und ein schweres Dach haben. Die übrigen Wände müssen abhängig von der Belegungsart mit Explosivstoff so gestaltet sein, dass in Verbindung mit den Sicherheitsabständen der Schutz von Personen gewährleistet ist. Das schwere Dach muss abhängig von der Belegungsart mit Explosivstoff so gestaltet sein, dass die Umgebung weder durch Feuer oder Flammenwirkung noch durch schwere Wurfstücke gefährdet ist. Das Dach muss zur Ausblasefläche um mindestens 15° ansteigen. Ausgenommen hiervon ist die Belegung mit sich detonativ umsetzenden Explosivstoffen.
- Einräumige Gebäude in erdüberdeckter Bauart
Die Gebäude in erdüberdeckter Bauart sind mit Ausnahme des Zuganges oder der Ausblasefläche mit Erdreich einzudecken. Das Schüttgut darf keine größeren Steine (über Faustgröße) enthalten und muss über der Decke mindestens 60 cm hoch sein. Die Böschungen müssen dem natürlichen Böschungswinkel des Schüttgutes entsprechen. An Zugängen oder Ausblaseflächen sind Flügelwände zu errichten.
- Einräumige Gebäude mit Brandgefahr
Einräumige Gebäude mit Brandgefahr müssen bis auf die Ausblaseflächen mindestens der Feuerwiderstandsklasse F 30 entsprechen.

**Maßnahmen an Räumen
und Gebäuden**

Alle Bauteile mit Ausnahme der Ausblaseflächen müssen den Beanspruchungen von innen standhalten. Dacheindeckungen müssen gegen Flugfeuer und strahlende Wärme widerstandsfähig sein.

Mehrräumige Gebäude mit Explosions- oder Brandgefahr

Werden die vorstehend beschriebenen Gebäude mit mehreren Räumen ausgeführt, müssen die Trennwände zwischen den Räumen abhängig von

- den auszuführenden Tätigkeiten,
- den Explosivstoffarten, -massen und Wirkungen und
- der Anwesenheit von Beschäftigten

so ausgeführt sein, dass sie im Falle eines Ereignisses die Übertragung auf die Nachbarräume verhindern. Werden in den einzelnen Räumen Tätigkeiten ausgeführt, für die in den speziellen Vorschriften Einzelgebäude gefordert werden oder die „Unter Sicherheit“ durchzuführen sind, sind die Trennwände als Widerstandswände auszuführen oder Pufferräume einzurichten.

Bauteile

Anforderungen an Bauteile

- Widerstandswände
Die Standfestigkeit von Widerstandswänden ist entsprechend der im Falle einer Explosion zu erwartenden Belastung zu gewährleisten. Bei der Auslegung der Widerstandswände ist nur die Explosivstoffmasse zugrunde zu legen, die gleichzeitig zur Explosion kommen kann. Die Standfestigkeit ist unter Annahme der ungünstigsten dynamischen Belastungen zu berechnen. Verschlüsse von Durchreicheöffnungen und Türen in Widerstandswänden müssen genügend widerstandsfähig und so ausgeführt sein, dass sie bei einer Explosion im Raum nicht durch die Öffnung gedrückt werden können. Durchreicheöffnungen müssen zwangsweise verschließbar eingerichtet sein. Betriebsbedingte Durchbrüche in Widerstandswänden (z. B. Kabelschächte) müssen so verschlossen sein, dass die Schutzwirkung der Widerstandswände erhalten bleibt.
- Ausblaseflächen
Für die Ausblaseflächen sind Materialien zu verwenden, die keine schweren Wurfstücke bilden können. In Gebäuden und Räumen mit Explosivstoff sind genügend große Ausblaseflächen, z. B. Ausblasewände, Fensterflächen, Abzugsöffnungen vorzusehen, damit kein gefährlicher Druckaufbau bei der deflagrativen Umsetzung des Explosivstoffs auftreten kann.
- Fenster
Fenster, die der Sonnenseite zugekehrt sind, sind mit Blendschutz zu versehen, wenn nach Art der Explosivstoffe durch Sonneneinstrahlung eine zusätzliche Gefahr entsteht. Fenster, an denen sich Explosivstoffe absetzen können, sind so auszuführen, dass Stahl nicht auf Stahl reibt oder schlägt. Splitter von Glasfenstern können zu gefährlichen Verletzungen führen. Es ist deshalb zweckmäßig, Glasfenster auf die unbedingt notwendige Anzahl und Größe zu beschränken. Als Verglasung haben sich z. B. Folien, Scheiben aus Kunststoff, Doppelverglasung aus Verbund-Sicherheitsglas (6 mm) und Polycarbonat-Scheiben (5 mm) mit einem an der Fensterlaibung angebrachten Fangstab bewährt.
- Fußböden
In Räumen mit solchen Explosivstoffen, die durch elektrostatischen Ladungsausgleich gezündet werden können, muss der Fußboden ausreichend leitfähig sein. Der Fußboden in Räumen mit offenem Explosivstoff muss eine undurchlässige, ebene und fugenlose Oberfläche haben.
- Schutzwälle
Schutzwälle müssen den Dachfirst des zugeordneten Gebäudes um mindestens 1 m überragen; die Kronenbreite muss mindestens 0,5 m betragen. Der Abstand des Schutzwalls von der Außenwand des Gebäudes darf im Regelfall 2 m sein, um den Zugang zum Gebäude und die Instandhaltung von Gebäude und Schutzwall zu gewährleisten.
- Erdschutzwände, Schutzmauern, sonstige Schutzwände
Erdschutzwände müssen mindestens 1 m dick und so hoch wie Schutzwälle sein. Das Erdreich ist durch Schalen abzustützen. Schutzmauern und sonstige Schutzwände müssen die gleiche Schutzwirkung wie Schutzwälle haben. Sie sind sicher im Erdreich zu verankern.

Einrichtungen

- Raumheizung
Die Oberflächentemperatur von Heizkörpern und -leitungen darf einen Höchstwert von 120 °C nicht überschreiten. In Räumen mit Warmluftheizung ist Kondensation gefährlicher Dämpfe zu verhindern, indem diese mit einem ausreichenden Anteil vorgewärmter Frischluft betrieben werden. Die Heizkörper müssen eine glatte Oberfläche haben und sich allseitig reinigen lassen. Heizkörper dürfen nicht an Ausblaseflächen angebracht sein.
- Elektrische Anlagen und deren Betriebsmittel
Elektrische Anlagen und deren Betriebsmittel in Räumen mit Explosivstoff müssen den allgemein anerkannten Regeln der Elektrotechnik entsprechen. Neben den allgemeinen Bestimmungen ist insbesondere die DIN V VDE V 0166 „Errichten elektrischer Anlagen in Bereichen, die durch Stoffe mit explosiven Eigenschaften gefährdet sind“ zu berücksichtigen.
- Blitzschutz
Es muss für einen ausreichenden Blitzschutz nach DIN VDE 0185-305-1 „Blitzschutz – Teil 1: Allgemeine Grundsätze“ und DIN VDE 0185-305-3 „Blitzschutz – Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen“ gesorgt sein.
- Lüftungen
Es muss eine ausreichende Belüftung der Räumlichkeiten vorhanden sein. Dabei müssen die Anlagen so beschaffen sein, dass Stäube oder Dämpfe der Explosivstoffe nicht in die Motoren gelangen können. Die auftretenden Temperaturen der Lüftungsanlagen müssen unterhalb der Entzündungs- bzw. Zersetzungstemperatur liegen. Es dürfen sich in den Rohrleitungen keine gefährlichen Ablagerungen bilden, außerdem sollten alle Rohrleitungen möglichst gradlinig geführt werden.
- Fahrzeuge
Beim Umgang mit Explosivstoffen dürfen nur geschützte oder explosivstoffgeschützte Fahrzeuge verwendet werden. Hierbei gilt neben der allgemeinen Vorschrift auch insbesondere die DGUV-Regel 113-006 „Einsatz von Fahrzeugen in Explosivstoffbetrieben“.

technische Maßnahmen
für Einrichtungen

Quartärer Explosionsschutz

Die Schutzmaßnahmen betreffen die Einhaltung von gesetzlich vorgegebenen Schutz- und Sicherheitsabständen zwischen möglichen Donatoren und Akzeptoren. Der quartäre Explosionsschutz ist ein defensives Schutzprinzip oder Vorsorgeprinzip für den mit absoluter Sicherheit nicht auszuschließenden Fall einer ungewollten Explosivstoffumsetzung zur Minimierung der Explosionswirkungen.

Die Beachtung der massenbezogenen Schutzabstände gewährleistet den gesetzlichen Schutz der Öffentlichkeit.

Die Beachtung der massenbezogenen, von der jeweiligen Bauweise der Einzelanlagen abhängigen Sicherheitsabstände gewährleistet den gesetzlichen Schutz der innerbetrieblichen Anlagen und der Beschäftigten.

Einhaltung von
Schutz- und
Sicherheitsabständen

Schutzabstände

- Gebäude und Plätze mit Explosivstoff müssen zu Wohnbereichen und Verkehrswegen in Abhängigkeit von der
 - Lager-/Gefahrgruppe und
 - Nettoexplosivstoffmasse (NEM)
 einen ausreichenden Schutzabstand einhalten.

Abstände zur
Öffentlichkeit

- Die Schutzabstände der Gebäude und Plätze mit Explosivstoffen der Lager-/Gefahrgruppe 1.1
 - zu Wohnbereichen sind nach der Formel $E = 22 \times M^{1/3*}$ zu berechnen. Wenn eine zusätzliche Gefährdung durch schwere Sprengstücke gegeben ist, ist jedoch ein Mindestabstand von 275 m einzuhalten.
 - zu Verkehrswegen sind nach der Formel $E = 15 \times M^{1/3*}$ zu berechnen. Wenn eine zusätzliche Gefährdung durch schwere Sprengstücke gegeben ist, ist jedoch ein Mindestabstand von 180 m einzuhalten.
- Die Schutzabstände der gefährlichen Gebäude und Plätze mit Explosivstoffen der Lager-/Gefahrgruppe 1.2
 - zu Wohnbereichen sind nach der Formel $E = 58 \times M^{1/6*}$ zu berechnen. Wenn eine zusätzliche Gefährdung durch schwere Sprengstücke gegeben ist, ist der Schutzabstand nach der Formel $E = 76 \times M^{1/6*}$ zu berechnen. In jedem Fall ist ein Mindestabstand von 90 m bzw. 135 m einzuhalten.
 - zu Verkehrswegen sind nach der Formel $E = 39 \times M^{1/6*}$ zu berechnen. Wenn eine zusätzliche Gefährdung durch schwere Sprengstücke gegeben ist, ist der Schutzabstand nach der Formel $E = 51 \times M^{1/6*}$ zu berechnen. In jedem Fall ist ein Mindestabstand von 60 m bzw. 90 m einzuhalten.
- Die Schutzabstände der Gebäude und Plätze mit Explosivstoffen der Lager-/Gefahrgruppe 1.3
 - zu Wohnbereichen sind nach der Formel $E = 6,4 \times M^{1/3*}$ zu berechnen. In jedem Fall ist ein Mindestabstand von 60 m einzuhalten.
 - zu außerbetrieblichen Verkehrswegen sind nach der Formel $E = 4,3 \times M^{1/3*}$ zu berechnen. In jedem Fall ist ein Mindestabstand von 40 m einzuhalten.

Für Gebäude und Plätze mit Explosivstoffen der Lager-/Gefahrgruppe 1.4 ist bei einer Nettoexplosivstoffmasse (NEM) über 100 kg ein Schutzabstand zu Wohnbereichen und zu außerbetrieblichen Verkehrswegen, unabhängig von der NEM, von mindestens 25 m einzuhalten.

Sicherheitsabstände

innerbetriebliche Abstände

Die Gebäude und Plätze mit Explosivstoff müssen in Abhängigkeit von der

- Gefahrgruppe,
- Nettoexplosivstoffmasse (NEM),
- Lage, Anordnung und Bauart sowie
- Nutzungsart

zu anderen Gebäuden und Plätzen mit Explosivstoff oder mit ständigen Arbeitsplätzen einen ausreichenden Sicherheitsabstand einhalten.

- Die Sicherheitsabstände der Gebäude und Plätze mit Explosivstoffen der Lager-/Gefahrgruppen 1.1 und 1.3 sind nach der Formel $E = k \times M^{1/3*}$ zu berechnen.
- Die k-Werte sind den einschlägigen Vorschriften zu entnehmen.
- Für Gebäude mit Explosivstoffen der Lager-/Gefahrgruppe 1.2 sind Mindestabstände einzuhalten. Die Mindestabstände sind den einschlägigen Vorschriften zu entnehmen.
- Die Sicherheitsabstände der Gebäude und Plätze mit Explosivstoffen der Gefahrgruppe 1.4 betragen mindestens 10 m.

Spreng- und Brandplätze

Spreng- und Brandplätze müssen zu Wohnbereichen, außerbetrieblichen Verkehrswegen und Betriebsgebäuden in Abhängigkeit von ihrer Nettoexplosivstoffmasse (NEM) und Bauart einen ausreichenden Schutz- und Sicherheitsabstand einhalten. Die Schutz- und Sicherheitsabstände für Spreng- und Brandplätze sind nach der Formel $E = k \times M^{1/3*}$ zu berechnen. Die k-Werte sind den einschlägigen Vorschriften (u. a. DGUV-Regel 113-003) zu entnehmen.

- * E: kürzester Abstand zwischen Gebäuden/Plätzen in Meter;
 k: Konstante, die von den Gefährgruppen, den Bauarten, den Schutzeinrichtungen und der Nutzung des Donators und des Akzeptors abhängig ist;
 M: anzurechnende Nettoexplosivstoffmasse (NEM) in Kilogramm

Brandschutzbereiche

In einem Abstand von 25 m vom Explosivstoff dürfen keine leicht entzündlichen oder/und brennbare Materialien gelagert werden. Die Brandschutzbereiche müssen entsprechend gekennzeichnet werden. Innerhalb der Brandschutzbereiche darf nicht geraucht werden sowie offenes Licht und offenes Feuer nicht verwendet werden.

5.3.4 Vorschriften, Regelwerk, Literatur**Gesetze, Verordnungen**

SprengG	Sprengstoffgesetz
1. SprengV	Erste Verordnung zum Sprengstoffgesetz
2. SprengV	Zweite Verordnung zum Sprengstoffgesetz
GefStoffV	Gefahrstoffverordnung
ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung

Technische Regelwerke zu den Arbeitsschutzverordnungen

TRGS 511	Ammoniumnitrat
TRBS 2153	Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen

Weitere Regeln der Technik

DIN V VDE V 0166-04	Errichten elektrischer Anlagen in Bereichen, die durch Stoffe mit explosiven Eigenschaften gefährdet sind
DIN VDE 0185-305-1	Blitzschutz – Teil 1: Allgemeine Grundsätze Blitzschutzanlage; Allgemeines für das Errichten
SprengLR 210	Sprengstofflager-Richtlinien Richtlinie Bauweise und Einrichtung der Lager für Sprengstoffe und Zündmittel
SprengLR 220	Sprengstofflager-Richtlinien Richtlinie Bauweise und Einrichtung der Lager für pyrotechnische Sätze und Gegenstände

DGUV Regel 113-016	Sprengarbeiten
DGUV-Regel 113-003	Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Zerlegen von Gegenständen mit Explosivstoff oder beim Vernichten von Explosivstoff oder Gegenständen mit Explosivstoff (Explosivstoff-Zerlege- oder Vernichteregeln)
DGUV-Regel 113-006	Einsatz von Fahrzeugen in Explosivstoffbetrieben
DGUV-Regel 113-008	Pyrotechnik
Leitfaden der BAM EX/2014/2	Leitfaden zum Herstellen von Explosivstoffen und pyrotechnischen Gegenständen

Geltendes EU-Recht

2014/28/EU	Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten über die Bereitstellung auf dem Markt und die Kontrolle von Explosivstoffen für zivile Zwecke 2007/23/EG: (Neufassung)
2013/29/EG	Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten über die Bereitstellung pyrotechnischer Gegenstände auf dem Markt (Neufassung)
VO (EG) Nr. 440/2008	Verordnung (EG) Nr. 440/2008 der Kommission vom 30. Mai 2008 zur Festlegung von Prüfmethode gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH)

Literatur

- [1] **Meyer, R.; Köhler, J.; Homburg, A.:** Explosivstoffe. 10. vollst. überarb. Aufl. Weinheim: Wiley-VCH 2008
- [2] **Urbanski, T.:** Chemie und Technologie der Spreng- und Explosivstoffe. 3 Bd. Leipzig: VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie 1961–1964 Erweiterte englische Auflage: Chemistry and Technology of Explosives. 4 Bd. Oxford: Pergamon Press 1964–1967, 1984
- [3] **Steidinger, M.:** Mustersicherheitsanalyse nach § 7 StörfallV für eine Sprengstofffabrik. Berlin: Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung 1991
- [4] **Fedoroff, B. T.; Kaye S. M.:** Encyclopedia of Explosives and related items, Vol. 1–10. Dover: Picatinny Arsenal 1960–1983

5.3.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

- Wie empfindlich ist der Explosivstoff gegenüber thermischer, mechanischer und elektrostatischer Einwirkung?
- Welchen Beanspruchungen ist der Explosivstoff am jeweiligen Arbeitsplatz ausgesetzt?
- Mit welchen Zündquellen ist zu rechnen?
- Befindet sich der Explosivstoff im Einschluss oder wird er verdämmt?
- Detoniert oder deflagriert der Stoff?
- Welche Nettoexplosivstoffmasse (NEM) ist an den einzelnen Arbeitsplätzen vorhanden?
- Mit welcher Luftstoßwirkung ist im Falle einer Umsetzung zu rechnen?
- Mit welcher thermischen Wirkung ist zu rechnen?
- Mit welcher Wurf- und Sprengstückwirkung ist zu rechnen?
- Welcher Gefährdungsgruppe wird der Explosivstoff im jeweiligen Arbeitsschritt zugeordnet?
- Sind weitere Prüfungen für diese Zuordnung notwendig?
- In welche Lagergruppe ist der Stoff eingeordnet?
- Welche Konsequenzen auf Lagerung, Umgang, Verpackung ergeben sich daraus?
- Werden alle aufgeführten Maßnahmen zum sekundären Explosionsschutz umgesetzt?
- Muss zum Schutz der Beschäftigten „Unter Sicherheit“ gearbeitet werden?
- Welche Abstände bestehen zur Öffentlichkeit (Wohnhäuser, Verkehrswege)?
- Welche Abstände bestehen zu Gebäuden und Plätzen mit Explosivstoff und/oder ständigen Arbeitsplätzen?
- Sind die Gebäude in geeigneter Bauart errichtet?
- Gibt es geeignete bauliche Schutzmaßnahmen wie Widerstandswände, Ausblaseflächen, Erdüberdeckung, Schutzwälle, Schutzwände?
- Werden die Sicherheits- und Schutzabstände eingehalten?
- Sind die technischen Einrichtungen in den Gebäuden wie Heizungen und elektrische Anlagen geeignet?
- Besteht eine ausreichende und geeignete Lüftung?
- Besteht ein ausreichender und geeigneter Blitzschutz?
- Sind vorhandene Fahrzeuge explosivstoffgeschützt?
- Gibt es Untersuchungen zur Toxikologie?
- Sind Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) oder maximale Arbeitsplatzkonzentrationen (MAK) bekannt?
- Sind Sicherheitsdatenblätter für den Stoff vorhanden?
- Gibt es Untersuchungen zur Schwadenbildung?
- Welche Arbeitsschutzmaßnahmen resultieren aus den toxikologischen Kenndaten?

Prüffragen



6

Thermische Gefährdungen

6 Thermische Gefährdungen

An Maschinen, Geräten, Werkzeugen und Anlagen ist mit dem technologisch bedingten Auftreten von

- sehr kalten oder heißen Oberflächen (z. B. an Glühöfen, Herdplatten, Kesselanlagen, Trockeneis),
- Medien (z. B. Metallschmelzen, siedendes Wasser oder Fett, Kältemittel),
- sowie Emissionen (z. B. Heißdampf)

zu rechnen. In allen Fällen kann ein direkter Hautkontakt oder das Einatmen dieser Medien zu akuten Schädigungen durch lokale Erfrierung bzw. Verbrennen/Verbrühen der Haut führen.

Unfälle mit kalten oder heißen Medien haben in der Regel akute und für die Betroffenen nachhaltige Wirkungen zur Folge. Außer der hohen unmittelbaren Schmerzwirkung sind Verletzungen mit schwer heilenden Wunden, Infektionsgefahr und Narbenbildung die Folge. Auch können durch die Schreckreaktion beim Berühren Sekundärschäden wie Sturz- und Stoßunfälle verursacht werden. Bei der Gestaltung der Arbeit sind Maßnahmen zu treffen, die das Auftreten und – falls dies nicht möglich ist – die einen direkten Kontakt mit kalten oder heißen Oberflächen bzw. Emissionen vermeiden.

6.1 Heiße Medien/Oberflächen

Autoren:

Dr.-Ing. K. Bux
 Dr. med. D. Krastel
 Dipl.-Ing. I. Lepenies
 Dr. rer. nat. H. Müller-Arnecke

Ansprechpartner:

Dr.-Ing. K. Bux
 BAuA

Bearbeitungsstand: Dezember 2015

Heiße Oberflächen treten z. B. an Rohrleitungen, Brennöfen, Behältern und Armaturen auf. Heiße Medien können z. B. Flüssigkeit, Heißdampf, Heißluft oder offenes Feuer sein.

6.1.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen

Wirkungen heißer Medien/Oberflächen

Der Kontakt mit heißen festen, flüssigen oder gasförmigen Stoffen kann zu schweren Verbrennungen oder Verbrühungen führen

- bei unbeabsichtigtem Berühren heißer Oberflächen (Rohrleitungen, Brennöfen, Behälter usw.),
- bei beabsichtigtem Berühren heißer Oberflächen (Handräder, Ventile, Griffe usw.),
- bei direktem Kontakt mit heißen Stoffen (Flüssigkeiten, Heißdampf, Heißluft usw.),
- durch offene Flammen und
- durch Spritzer heißer Medien (siehe auch 5.4 Physikalische Explosionen).

Auf Wärmestrahlung durch heiße Medien in der Umgebung des Menschen wird im Kapitel 8.1, Klima, eingegangen.

6.1.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

Beurteilungsgrößen

Einfluss auf mögliche Gesundheitsgefährdungen beim Hautkontakt mit heißen Medien haben:

- Oberflächentemperatur
- Dauer des Kontaktes
- Art der Oberfläche (Material, Struktur, Beschichtung)
- gefährdetes Körperteil (z. B. Gesicht, Hände usw.)
- Größe der gefährdeten Körperoberfläche
- Eignung der verwendeten persönlichen Schutzausrüstungen

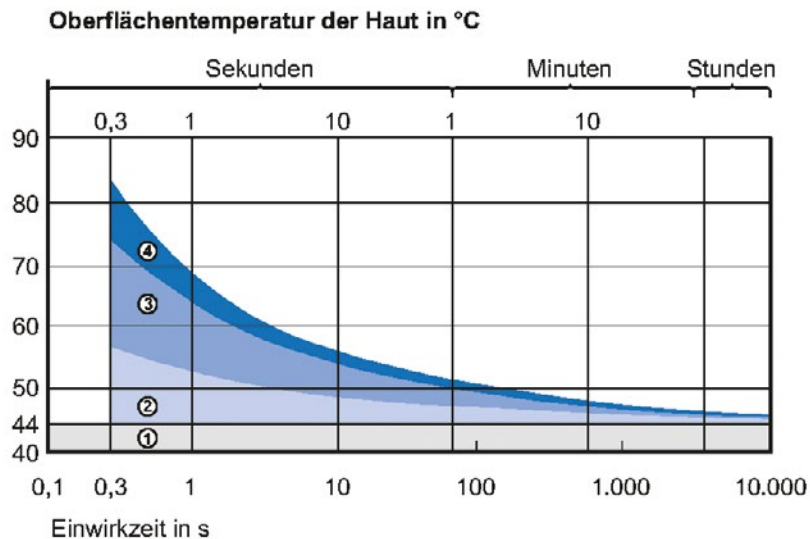
Als Orientierungshilfe für die Einstufung der Gesundheitsfolgen kann die Abbildung 6.1–1 dienen, die den Grad der Verbrennung in Abhängigkeit von der Oberflächentemperatur der Haut und der Einwirkzeit darstellt.

Kontakttemperatur

Beim Kontakt nimmt die Haut sofort eine zwischen ihrer (T_{Haut} ca. 30–35 °C) und der heißen Oberfläche (T_{O}) liegenden Kontakttemperatur (T_{K}) an, die, solange kein Temperatursgleich erfolgt, nahezu konstant bleibt. Dabei liegt die Kontakttemperatur immer näher zur Temperatur des Materials mit der größeren Wärmeträgheit (siehe Tabelle 6.2–1).

Die Kontakttemperatur lässt sich näherungsweise mit folgender Formel berechnen (Temperaturen in [K], $F_{\text{Haut}} \cong 2,28 \cdot 10^6 \text{ J}^2 / \text{s m}^4 \text{K}^2$):

$$T_K \cong T_O - (T_O - T_{\text{Haut}}) / (1 + F_O / F_{\text{Haut}})$$



- (1) keine Gewebeveränderungen
- (2) Verbrennungen 1. Grades (Hautrötungen, Schwellungen mit Schmerzen)
- (3) Übergangszone
- (4) Verbrennungen 2. Grades (Blasenbildung, unvollständige Hautzerstörung) und 3. Grades (vollständige Hautzerstörung)

Abb. 6.1 – 1 Grad der Verbrennung in Abhängigkeit von Hauttemperatur und Einwirkzeit (Skiba 1979)

Die Verbrennungsschwelle ist die Oberflächentemperatur, die die Grenze darstellt zwischen keiner Verbrennung und einer Verbrennung ersten Grades, verursacht durch den Kontakt der Haut mit dieser Oberfläche bei einer bestimmten Kontaktdauer. Tabelle 6.1 – 1 zeigt die Verbrennungsschwellen (t_0 in [°C]) beim beabsichtigten Berühren heißer Oberflächen für verschiedene Materialien in Abhängigkeit der Kontaktdauer. Die Messeinrichtung und Vorgehensweise beim Messen der Oberflächentemperatur T_O des Materials soll nach DIN EN ISO 13732-1 erfolgen (z. B. elektrisches Thermometer mit Kontaktfühler aus Metall, berührungslose Oberflächentemperatur-Messung mit Infrarot-Messgeräten; maximale Messabweichung bei $T_O \geq 50 \text{ °C}$ nicht größer als $\pm 2 \text{ K}$).

Verbrennungsschwelle

Tab. 6.1–1 Verbrennungsschwellen t_o bei Berührung heißer Oberflächen verschiedener Materialien (DIN EN ISO 13732-1)

Material	Kontaktdauer von		
	1 Minute	10 Minuten	8 Stunden
	t_o (°C)	t_o (°C)	t_o (°C)
Unbeschichtete Metalle	51	48	43
Beschichtete Metalle	51	48	43
Keramische, glas- und steinartige Materialien	56	48	43
Kunststoffe	60	48	43
Holz	60	48	43

Anmerkung:

Der Wert von 51 °C für eine Kontaktdauer von 1 min gilt auch für andere Materialien mit hoher Wärmeleitfähigkeit, die nicht in der Tabelle angeführt sind.

Der Wert von 43 °C für alle Materialien bei Kontaktzeiten von 8 Stunden und länger gilt nur dann, wenn ein geringer Teil des Körpers (unter 10 % der gesamten Hautoberfläche des Körpers) oder ein geringer Teil des Kopfes (unter 10 % der Hautoberfläche des Kopfes) die heiße Oberfläche berühren. Wenn die Berührungsfläche nicht lokal begrenzt ist oder die heiße Oberfläche von lebenswichtigen Teilen des Gesichts (z. B. den Luftwegen) berührt wird, können ernsthafte Schädigungen auch dann eintreten, wenn die Oberflächentemperatur 43 °C nicht überschreitet.

6.1.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

Sind heiße Medien im Arbeitsbereich nicht gänzlich zu vermeiden, lassen sich Verbrennungsgefährdungen durch folgende Schutzmaßnahmen vermindern:

Verbrennungsgefährdungen vermeiden

technische Maßnahmen

- Oberflächentemperatur senken
- geschlossene Systeme für heiße Medien verwenden
- Isolierung, z. B. auf Rohrleitungen, aufbringen
- trennende Schutzeinrichtungen, z. B. Abschirmung, Absperrung, anbringen
- Kontaktfläche verringern durch Strukturierung der Oberfläche, z. B. durch Aufrauen, Rippen oder Noppen
- geeignete Werkstoffe nach Tabelle 6.1–1 für Stellteile, z. B. Handräder, Ventile und Griffe, auswählen

Warnen, Unterweisen

organisatorische Maßnahmen

- durch Warnzeichen, optische und akustische Warnsignale auf die Gefährdung hinweisen
- Unterweisung, Schulung durchführen
- Verhaltensregeln in der Betriebsanweisung festlegen

Körperschutz

- persönliche Schutzausrüstungen verwenden

persönliche
Schutzausrüstung

6.1.4 Vorschriften, Regelwerk, Literatur**Weitere Regeln der Technik**

DIN EN ISO 13732-1	Ergonomie der thermischen Umgebung – Bewertungsverfahren für menschliche Reaktionen bei Kontakt mit Oberflächen – Teil 1: Heiße Oberflächen
--------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Literatur:

- [1] **Skiba, R.:** Taschenbuch Arbeitssicherheit. Bielefeld: Erich-Schmidt-Verl. 2005
- [2] **Uhlig, D.:** Technische Arbeitsmittel – sicher gestaltet und benutzt. Filderstadt: Weinmann 2004

6.1.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

- Ist sichergestellt, dass Personen durch unbeabsichtigtes Berühren heißer Oberflächen nicht gefährdet werden?
- Sind beim beabsichtigten Berühren heißer Oberflächen (z. B. Handräder, Ventile, Griffe) Verbrennungen unmöglich?
- Ist Hautkontakt mit heißen Flüssigkeiten oder Heißdampf in jedem Falle ausgeschlossen?
- unbeabsichtigtes Berühren heißer Oberflächen (z. B. Rohrleitungen, Behälter, Maschinenteile, Brennöfen)
- beabsichtigtes Berühren heißer Oberflächen (z. B. Handräder, Ventile, Griffe)
- Hautkontakt mit heißen Flüssigkeiten
- Hautkontakt mit Heißdampf
- Hautkontakt mit Heißluft
- Verbrennungsgefahr durch offene Flammen
- Verbrennungsgefahr durch Spritzer heißer Medien
- geschlossene Systeme für heiße Medien verwenden
- Isolierung aufbringen
- trennende Schutz Einrichtung anbringen (Abschirmung, Absperrung)
- Kontaktfläche verringern (z. B. Aufrauen, Rippen, Noppen)
- geeignete Werkstoffe für Stellteile auswählen (z. B. Handräder, Ventile, Griffe)
- Gefahrstelle kennzeichnen (optische oder akustische Warnsignale)
- Verhaltensmaßnahmen in Betriebsanweisung aufnehmen/trainieren/Einhaltung kontrollieren
- PSA verwenden

Prüffragen

festgestellte
Gefährdungen/Mängel

Maßnahmen

6.2 Kalte Medien/Oberflächen

Autoren:

Dr.-Ing. K. Bux
 Dr. med. D. Krastel
 Dipl.-Ing. I. Lepenies
 Dr. rer. nat. H. Müller-Arnecke

Ansprechpartner:

Dr.-Ing. K. Bux
 BAuA

Bearbeitungsstand: Dezember 2015

Kalte Oberflächen bzw. Medien treten z. B. bei der Produktion und dem Transport von Tiefkühlkost, bei der Kaffeegefrieretrocknung und beim Umgang mit verdampfenden Kältemitteln oder verflüssigten Gasen auf.

6.2.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen

Wirkungen kalter Medien

Das Berühren kalter Oberflächen kann Schmerzempfinden, Taubheit oder lokale Erfrierungen an exponierten Hautstellen zur Folge haben. Der Einfluss kalter Umgebung auf den Menschen wird im Kapitel 8.1, Klima, beschrieben.

6.2.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

Beurteilungsgrößen

Grenzwerte existieren nicht, jedoch kann mit Orientierungswerten die Gefährdung durch kalte Medien abgeschätzt werden. Einfluss auf die Gesundheitsgefährdungen beim Hautkontakt mit kalten Medien haben:

- die Oberflächentemperatur
- die Dauer des Kontaktes
- die Art der Oberfläche (Material, Struktur, Beschichtung)
- die Wärmeträgheit des Materials
- der gefährdete Körperteil (z. B. Hände)
- die Größe der gefährdeten Körperoberfläche
- die Eignung der verwendeten persönlichen Schutzausrüstungen

Anhaltswerte für die Beurteilung der Wirkungen beim Berühren verschiedener Materialien liefert die Tabelle 6.2–1. Je höher die Zahlenwerte der sog. Wärmeträgheit (Materialeigenschaft: Produkt aus Dichte, Wärmeleitfähigkeit und spezifischer Wärmekapazität) sind, desto mehr nimmt die Gefahr (bei entsprechender Oberflächentemperatur) einer Erfrierung (bzw. Verbrennung bei heißen Oberflächen) zu.

Tab. 6.2–1 Schwellwerte der Oberflächentemperatur für verschiedene Wirkungen bei 10 Sekunden Kontaktdauer mit dem Finger an bestimmten Materialien (Auswahl aus DIN EN ISO 13732-3)

Wirkung:	Erfrierung	Taubheit	Schmerz	
Material:	Oberflächentemperaturen T_O (°C)			Wärmeträgheit F_O [$10^6 \text{ J}^2 / \text{s m}^4\text{K}^2$]
Aluminium	–7,0	+3	15	449,00
Stahl	–12,5	–1	15	52,90
Stein	–18,5	–15	3,5	4,35
Nylon	–	–40	–6	0,61
Holz	–	–	–10	0,27

6.2.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

Kontaktkälte

Kältebelastung reduzieren, z. B. durch

- Nutzen von Hilfsmitteln für den Umschlag und Transport kalter Produkte,
 - Begrenzung von Kontaktdauer bzw. Oberflächentemperatur sowie Auswahl geeigneter Werkstoffe nach DIN EN ISO 13732-3
 - wärmeisolierende Fußbodenbeläge, wärmeisolierende Arbeits- und Fahrersitze,
 - beheizbare Sitzflächen, Standflächen und Werkzeuggriffe;
- geeignete persönliche Schutzausrüstung verwenden (Empfehlungen siehe DIN EN 511, DIN EN 342).

weniger Kältebelastung

Aufwärmräume

- Aufwärm- und Umkleideräume einrichten
- Raumtemperatur mindestens 21 °C
- Gestaltung entsprechend Arbeitsstättenverordnung (§ 6, Anhang 3.5, 4.1 und 4.2 ArbStättV);

Aufwärmmöglichkeiten

Aufwärmzeiten

- bei zusätzlichem kaltem Raumklima empfohlene maximale Kälteexpositionszeiten und minimale Aufwärmzeiten beachten (siehe Tabelle 8.1–6)

6.2.4 Vorschriften, Regelwerk, Literatur

Weitere Regeln der Technik

DIN EN 342	Schutzkleidung – Kleidungssysteme und Kleidungsstücke zum Schutz gegen Kälte
DIN EN 511	Schutzhandschuhe gegen Kälte
DIN EN ISO 13732-3	Ergonomie der thermischen Umgebung – Bewertungsmethoden für Reaktionen des Menschen bei Kontakt mit Oberflächen – Teil 3: Kalte Oberflächen

6.2.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

Prüffragen – Ist das Berühren kalter Oberflächen oder der Kontakt mit kalten Flüssigkeiten, verdampfenden Kältemitteln oder verflüssigten Gasen weitgehend ausgeschlossen?

festgestellte Gefährdungen/Mängel

- Berühren kalter Oberflächen
- Kontakt mit kalten Flüssigkeiten
- Kontakt mit verdampfenden Kältemitteln
- Kontakt mit verflüssigten Gasen

Maßnahmen

- Hilfsmittel für den Umschlag und Transport kalter Produkte nutzen
- Begrenzung Kontaktdauer und Oberflächentemperatur, geeignete Werkstoffe auswählen
- Aufwärmräume einrichten
- PSA verwenden
- Verhaltensmaßnahmen in Betriebsanweisung aufnehmen/trainieren/Einhaltung kontrollieren
- maximale Kälteexpositionszeiten und minimale Aufwärmzeiten nach DIN 33403-5 einhalten



7 Gefährdungen durch spezielle physikalische Einwirkungen

7 Gefährdungen durch spezielle physikalische Einwirkungen

Spezielle physikalische Einwirkungen im Sinne dieses Ratgebers umfassen Lärm, Vibrationen, optische Strahlung, elektromagnetische Felder sowie Unter- oder Überdruck.

Dabei bezeichnet **Lärm** jeglichen Schall, der zu Gehörschäden oder auch zu extraauralen Gefährdungen wie beispielsweise durch Überhören von Warnsignalen, Befindlichkeits- und Kommunikationsstörungen, einem erhöhten Risiko für das Herz-Kreislauf-System, einer verminderten Arbeitsleistung der Beschäftigten führen kann.

Vibrationen, also mechanische Schwingungen, die von Gegenständen auf den menschlichen Körper übertragen werden, umfassen Ganzkörper-Vibrationen, die insbesondere Rückenschmerzen und Schädigungen der Wirbelsäule verursachen und Hand-Arm-Vibrationen, die zu Knochen- oder Gelenkschäden, Durchblutungsstörungen oder neurologischen Erkrankungen führen können.

Gefährdungen durch **optische Strahlung** aus künstlichen oder natürlichen Quellen bestehen vor allem in Schädigungen von Augen und Haut.

Die Wirkungen hochfrequenter **elektromagnetischer Felder** auf Beschäftigte werden durch thermische Effekte bestimmt (Mikrowellenstar). Bei niederfrequenten Feldern treten vor allem Reizwirkungen auf Sinnes-, Nerven- und Muskelzellen auf. Neben den direkten Wirkungen sind die indirekten Wirkungen (z. B. Ableitströme, Elektrisierungen) und die möglichen Einflüsse auf Geräte (wie Implantate) zu beachten.

Unter- und Überdruck beeinflussen die Aufnahme bzw. Abgabe von Atemgasen. Unterdruck in Höhenlagen, Flugzeugen oder Unterdruckkammern schränkt die Sauerstoffversorgung ein und kann insbesondere bei gleichzeitiger körperlicher Beanspruchung zu physiologischen Störungen bis zu schwerer Höhenkrankheit und tödlichen Lungen- und Hirnödemen führen. Bei Überdruck beim Tauchen und im Spezialtiefbau unter Wasser reichern sich Atemgase im Körper an, die bei zu schneller Druckabnahme lebensgefährliche physiologische Störungen und Schädigung von Knochen- und Muskelgewebe, der Kreislauffunktionen, des Zentralnervensystems und der Atemorgane hervorrufen können.

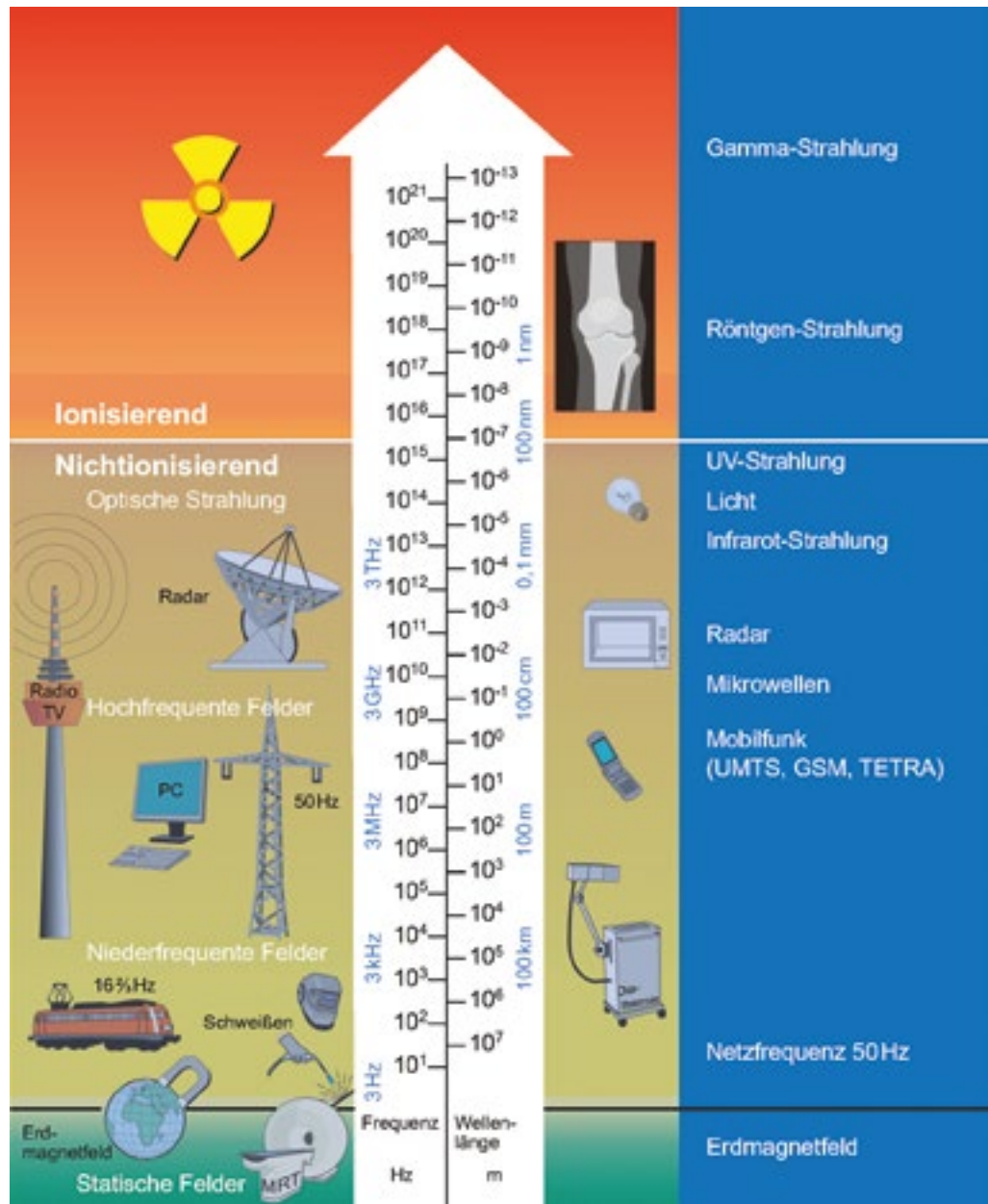


Abb. 7.0-1 Wellenlängen, Frequenzen und Anwendungen elektromagnetischer Strahlung bzw. Felder. Die Abbildung gibt einen Überblick über das elektromagnetische Spektrum. Der Bereich des sichtbaren Lichts befindet sich an der Grenze zwischen ionisierender und nichtionisierender Strahlung. Elektromagnetische Felder lassen sich durch die Größen Frequenz f und Wellenlänge λ charakterisieren. Beide Parameter sind über die Lichtgeschwindigkeit $c = \lambda \cdot f$ miteinander verknüpft.

7.1 Lärm

Autoren:

Dr.-Ing. P. Kurtz

Dr.-Ing. G. Brockt

Ansprechpartner:

Dr.-Ing. G. Brockt

BAuA

Bearbeitungsstand: Dezember 2015

Lärm gehört zu den häufigsten Gefährdungen am Arbeitsplatz. In Deutschland sind ca. 5 Millionen Arbeitnehmer gehörgefährdendem Lärm ausgesetzt. Lärm ist hörbarer Schall (z. B. Maschinengeräusch, Ton, Knall, störender Sprachschall), der die Gesundheit schädigen sowie das körperliche und/oder seelische Wohlbefinden des Menschen beeinträchtigen kann.

7.1.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkung

Die auffälligsten Lärmwirkungen sind (VDI 2058 Blatt 2):

- die allmählich eintretende **Lärmschwerhörigkeit** durch langjährige Lärmexposition als chronische, irreparable Schädigung, die als Berufskrankheit Nr. 2301 anerkannt werden kann. Die Entwicklung bleibender Hörminderungen als Vorstufe der chronischen Schädigung ist bei langjähriger Exposition mit A-Schalldruckpegeln ab etwa 80 dB möglich,
- der akute Gehörschaden durch Einwirkung sehr hoher Schallimpulse, der meist als Unfallfolge gewertet wird. Ein Schadenseintritt ist bereits möglich bei einmaliger, kurzer Geräuscheinwirkung mit einem C-bewerteten Spitzenschalldruckpegel von etwa 135 dB.

Lärmschwerhörigkeit

akuter Gehörschaden

Lärm verursacht aber nicht nur Gehörschäden, sondern gefährdet generell die Gesundheit und erschwert die Arbeit in Betrieb und Büro (VDI 2058 Blatt 3).

Es besteht ein erhöhtes Unfallrisiko infolge des Überhörens von Signalen und Warnrufen oder infolge von Fehlverhalten als Schreckreaktion auf unerwartete Geräuscheinwirkung.

Unfallrisiko

Die Arbeitsleistung wird reduziert

- durch Erhöhung der Beanspruchung des Organismus, insbesondere bei Tätigkeiten mit hohen geistigen Anforderungen, z. B. gekennzeichnet durch hohe Konzentration, Aufmerksamkeit und Gedächtnisleistung,
- durch Störung der sprachlichen Kommunikation, z. B. bei Besprechungen am Arbeitsplatz im Betrieb oder bei Lehrtätigkeiten,
- bei kombinierter Belastung, z. B. auf mobilen Maschinen zusammen mit Ganzkörperschwingungen, Hitze, Kälte, Zugluft u. a.,
- durch negative Beeinflussung physiologischer und psychischer Regulationsmechanismen, die zu erhöhtem Stress-Hormonspiegel, Verengung der peripheren Blutgefäße bzw. zu Verärgern, Nervosität u. ä. führt und die auf Dauer das Risiko für Erkrankungen des Herz-Kreislauf- und des Verdauungssystems erhöhen kann.

**Verminderung
der Arbeitsleistung**

7.1.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

Das Ausmaß der genannten Gesundheitsbeeinträchtigungen wird hauptsächlich durch die Parameter Schalldruckpegel, Frequenzcharakteristik (z. B. hervortretender Ton), zeitliche Struktur (z. B. Impulshaltigkeit) sowie durch die Schalleinwirkdauer bestimmt und hängt auch von der physischen und psychischen Konstitution der betroffenen Personen ab.

7.1.2.1 Emission, Immission und Exposition

Zur sachgerechten Planung von Lärminderungsmaßnahmen ist es zweckmäßig, den Lärm in die Bereiche Emission, Immission und Exposition aufzuteilen.

So beschreibt

- die Emission die Schallerzeugung und -abstrahlung,
- die Immission die Schalleinwirkung auf einen Ort im Raum und
- die Exposition die Schalleinwirkung auf den Menschen.

Geräuschemission

Als Geräuschemission wird die Luftschallabstrahlung einer Maschine oder anderer Geräuschquellen bezeichnet. Die Kenngrößen der Geräuschemission werden unter genormten Aufstell- und Betriebsbedingungen ohne Schalleinflüsse von anderen Quellen und ohne Reflexionsschall von Wänden und anderen Oberflächen in der Umgebung (s. Abbildung 7.1 – 1) ermittelt. Die Geräuschemission ist damit unabhängig von der Umgebung und daher ein quelleneigenes Merkmal. Ihre Kenngrößen sind

- der Schalleistungspegel L_{WA} und
- der Emissions-Schalldruckpegel L_{pA} .

Geräuschimmission

Die Geräuschimmission ist die Summe aller Schalleinwirkungen am betrachteten Raumpunkt, z. B. an einem Arbeitsplatz in einer Werkhalle.

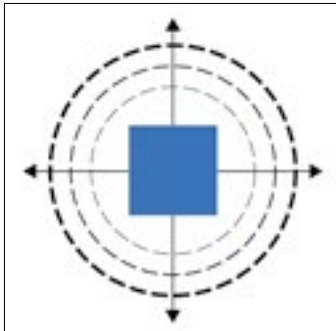
Die Höhe der Geräuschimmission hängt ab

- von der Höhe der Geräuschabstrahlung (Geräuschemission) der eingesetzten Arbeitsmittel (z. B. Maschinen), Arbeitsverfahren, Zusatzausrüstungen, wie Absauganlagen u. ä. Schallquellen,
- von den akustischen Eigenschaften des Raumes, z. B. beschrieben durch die Schallpegelabnahme mit der Entfernung von der Schallquelle (s. Abschnitt 7.1.3.2),
- vom Abstand der Quelle(n) zum betrachteten Raumpunkt (Arbeitsplatz),
- von der Anzahl der wirksamen Quellen.

Die Höhe der Geräuschimmission wird im Allgemeinen durch den energieäquivalenten Schalldruckpegel L_{pAeq} beschrieben. Der L_{pAeq} ist der zeitliche Mittelwert des Schalldrucks über einen definierten Zeitraum.

Geräuschexposition

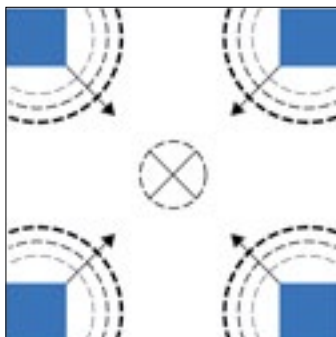
Die Geräuschexposition beschreibt die Lärmbelastung von Arbeitnehmern. Sie ist abhängig von der Höhe der Geräuschimmission und der Einwirkungszeit und damit eine personenbezogene Größe. Die Geräuschexposition wird üblicherweise als energieäquivalenter Schalldruckpegel L_{pAeq} , normiert auf eine 8-stündige Arbeitsschicht, ermittelt und als Tageslärmmexpositionspegel $L_{EX,8h}$ (ISO 1999, DIN EN ISO 9612) gekennzeichnet. Der Tageslärmmexpositionspegel $L_{EX,8h}$ ist die wichtigste Kenngröße der EG-Richtlinie 2003/10/EG zur Vermeidung von Gefährdungen durch Lärm am Arbeitsplatz und ihrer nationalen Umsetzung, der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (LärmVibrationsArbSchV).

**Emission:**

- maschinenbezogen
- Betrieb nach Norm
- ohne Reflexionsschall
- ohne Fremdgeräusch

Kenngößen:

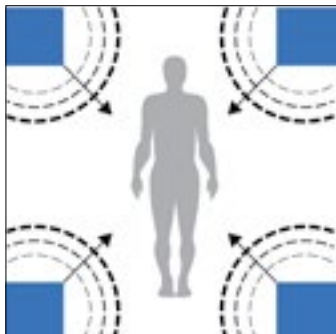
- Schalleistungspegel L_{WA}
- Emissions-Schalldruckpegel L_{pA}
- „Emissions“-Spitzenschalldruckpegel $L_{pC,peak}$

**Immission:**

- messpunkt-/arbeitsplatzbezogen
- berücksichtigt alle Schalleinwirkungen einschließlich Reflexionsschall
- abhängig vom realen Betrieb der Geräuschquellen

Kenngößen:

- äquivalenter Dauerschalldruckpegel L_{pAeq}
- ortsbezogener Tages-Lärmexpositionspegel $L_{EX,8h}$
- Spitzenschalldruckpegel $L_{pC,peak}$

**Exposition:**

- personenbezogen
- berücksichtigt alle Schalleinwirkungen einschließlich Reflexionsschall auf den Arbeitnehmer
- abhängig vom realen Betrieb der Geräuschquellen
- ist abhängig von der Einwirkungszeit

Kenngößen:

- Tages-Lärmexpositionspegel $L_{EX,8h}$
- Spitzenschalldruckpegel $L_{pC,peak}$

Abb. 7.1 – 1 Veranschaulichung von Geräuschemission, -immission und -exposition

7.1.2.2 Auslösewerte, Beurteilungskriterien

Die Richtlinie 86/188/EWG von 1986 über den „Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch Lärm am Arbeitsplatz“, im nationalen Recht umgesetzt durch die UVV „Lärm“ (BGV B3), wurde im Jahr 2003 ersetzt durch die Richtlinie 2003/10/EG über „Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Lärm)“. Diese neue Richtlinie zum Lärmschutz am Arbeitsplatz wurde zusammen mit einer entsprechenden europäischen Richtlinie zum Gefährdungsfaktor Vibrationen (2002/44/EG) im März 2007 durch die Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (LärmVibrationsArbSchV) ins nationale Recht umgesetzt, womit gleichzeitig die bisher geltende UVV „Lärm“ (BGV B3) ihre Gültigkeit verlor.

LärmVibrationsArbSchV

Auslösewerte Die Verordnung enthält zwei Auslösewerte für den Tageslärmexpositionspegel (80 und 85 dB (A)) und zur besonderen Berücksichtigung impulsförmiger Schallereignisse noch Auslösewerte von 135 und 137 dB für den C-bewerteten Spitzenschalldruckpegel. Darüber hinaus führt die LärmVibrationsArbSchV noch maximal zulässige Expositionswerte ein, die unter Einbezug der Wirkung von Gehörschutz nicht überschritten werden dürfen.

7.1.2.3 Kenngrößen

Hauptkenngröße für die Lärmbelastung am Arbeitsplatz ist der Tageslärmexpositionspegel $L_{EX,8h}$ (ISO 1999, DIN EN ISO 9612).

Anmerkung: Für frequenz- und zeitbewertete Schallpegel sind im Schrifttum etwas differierende Schreibweisen anzutreffen. Manchmal werden die Bewertungskennbuchstaben nur im Formelzeichen genannt, z. B. $L_{pAeq} \leq 85$ dB, manchmal zusätzlich oder allein in Klammern hinter dem Maß, z. B. $L_{pAeq} \leq 85$ dB(A). Inhaltlich sind die Angaben gleichwertig. Auch der Tageslärmexpositionspegel, bei dem im Formelzeichen die Frequenzbewertung A entsprechend ISO 1999 nicht angegeben wird, ist A-bewertet.

Der Tageslärmexpositionspegel am Arbeitsplatz $L_{EX,8h}$ wird gebildet aus dem äquivalenten A-bewerteten Dauerschalldruckpegel für die tatsächliche Dauer der Arbeitsschicht $L_{Aeq,T}$ und der Umrechnung der tatsächlichen Arbeitsschichtdauer T auf die Referenzbeurteilungszeit (nominale 8-Stunden-Arbeitsschicht) $T_r = 8$ h:

$$L_{EX,8h} = L_{Aeq,T} + 10 \lg \frac{T}{T_r} \text{ dB(A)}$$

$L_{Aeq,T}$ ist der zeitliche Mittelwert des A-bewerteten Schalldruckpegels über die Zeit T, gemessen mit der Zeitbewertung S (= Slow) oder F (= Fast).

Messverfahren Der Tageslärmexpositionspegel ist eine personenbezogene Kenngröße. Er wird in der Praxis am Arbeitsplatz bzw. Maschinenbedienerplatz durch ortsfeste Messungen in Ohrnähe des Arbeitnehmers bestimmt.

Bei Arbeitsaufgaben mit unregelmäßigem Aufenthalt an mehreren Arbeitsorten, z. B. bei Instandhaltungspersonal, kann der Tageslärmexpositionspegel aus der energetischen Summe der Lärmexpositionspegel, die an den einzelnen Arbeitsorten gemessen wurden, ermittelt werden.

Außerdem besteht die Möglichkeit, den Tageslärmexpositionspegel mithilfe von Lärmdosimetern, die möglichst ohrnah am Körper getragen werden, zu bestimmen (DIN EN ISO 9612).

Immissionsprognose Im Planungsstadium (Errichtung oder wesentliche Änderung von Arbeitsstätten) kann die Geräuschimmission, gekennzeichnet durch L_{pAeq} , mithilfe der Geräuschemissionswerte der vorgesehenen Arbeitsmittel und -verfahren und der Merkmale des Arbeitsraumes, wie Geometrie und Absorptionsvermögen, abgeschätzt werden (VDI 3760, DIN EN ISO 11690-1).

Wochen-Lärmexpositionspegel Nach § 15 (2) der LärmVibrationsArbSchV kann in besonderen Fällen, z. B. wenn die Lärmexposition von einem Arbeitstag zum anderen erheblich schwankt, auf Antrag nach Genehmigung durch die zuständige Behörde, anstatt des Tageslärmexpositionspegels auch der Wochen-Lärmexpositionspegel verwendet werden, sofern der Wochen-Lärmexpositionspegel den Expositionswert $L_{EX,40h} = 85$ dB nicht überschreitet, dies durch eine geeignete Messung nachgewiesen wird und geeignete Maßnahmen getroffen werden, um die mit diesen Tätigkeiten verbundenen Gefährdungen auf ein Minimum zu verringern.

Der Wochen-Lärmexpositionspegel $L_{EX,40h}$ ergibt sich aus

$$L_{EX,40h} = L_{AEQ,T} + 10 \lg \frac{T}{40 h} \text{ dB(A)}$$

und ist damit auf eine nominale 40-stündige Arbeitswoche bezogen.

Anmerkung: Bisher wurde der Beurteilungspegel als Kenngröße für die Belastung von Arbeitnehmern durch Lärm über eine achtstündige Arbeitsschicht entsprechend BGV B3 verwendet. Nach Inkrafttreten der LärmVibrationsArbSchV wird als Leitgröße für die Lärmbelastung nun der Tages-Lärmexpositionspegel verwendet. Die Definition des Beurteilungspegels L_{Ar} wurde in der DIN 45645-2 zur Berücksichtigung extra auraler Lärmwirkungen bei Tätigkeiten unterhalb des Pegelbereichs der Gehörgefährdung überarbeitet.

Tages-Lärm-
expositionspegel

Der C-bewertete Spitzenschalldruckpegel $L_{pC,peak}$ ist die Kenngröße zur Bewertung der Gefährdung durch impulsförmigen Schall. Er kann auf der Emissionsseite die Eigenschaft einer Maschine beschreiben, Schallimpulse zu erzeugen. Im Bereich der Immission kann er aber auch einen Arbeitsplatz, Raumbereich oder Raumpunkt hinsichtlich der dort auftretenden Schallimpulse kennzeichnen oder bei Betrachtung der Exposition eines Arbeitnehmers die einwirkenden Schallimpulse beschreiben. Die Ermittlung des Spitzenschalldruckpegels im Bereich der Emission erfolgt auf Basis der Normenreihe DIN EN ISO 11200.

Spitzenschalldruckpegel

Auslösewerte, anzustrebende Werte und Beurteilungskriterien

Die LärmVibrationsArbSchV legt untere und obere Auslösewerte fest, bei deren Erreichen oder Überschreiten bestimmte Maßnahmen zu treffen sind.

Auslösewerte

Die unteren Auslösewerte liegen bei einem

- Tageslärmexpositionspegel von $L_{EX,8h} = 80 \text{ dB(A)}$
- und einem Spitzenschalldruckpegel von $L_{pC,peak} = 135 \text{ dB}$.

Die oberen Auslösewerte betragen

- $L_{EX,8h} = 85 \text{ dB(A)}$ und $L_{pC,peak} = 137 \text{ dB}$.

Meist sind nach dem Stand der Technik und gesicherten arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen niedrigere Schallpegelwerte als die genannten Auslösewerte erreichbar. Solche Werte (anzustrebende Werte) sind im Regelwerk (Normen, VDI-Richtlinien u. ä.) angegeben; sie sollten nach Möglichkeit noch unterschritten werden. Nach allgemeiner Fachmeinung anzustrebende Werte für den L_{pAeq} (DIN EN ISO 11690-1) zeigt Tabelle 7.1–1. Die Werte verstehen sich einschließlich des von außen einwirkenden Lärms.

anzustrebende Werte

Tab. 7.1–1 Nach allg. Fachmeinung in Anlehnung an DIN EN ISO 11690-1 anzustrebende Werte für den L_{pAeq} entsprechend der Art der Tätigkeit oder des Raumes

Tätigkeitsart (mit Beispielen), Raumart	anzustrebende Werte von L_{pAeq} in dB
überwiegend geistige Tätigkeiten: – wissenschaftliches Arbeiten (z. B. mit Bildschirmgerät) – Lehren – Texte entwerfen, Übersetzen – Führen von Sitzungen, Verhandeln – Software entwickeln – Arbeiten in Funkzentralen – ärztliches Operieren	35 ... 45
einfache und überwiegend Routinetätigkeiten in Büros und vergleichbare Tätigkeiten: – Arbeiten an Bildschirmgeräten – Buchen und Disponieren – Beobachtungs-, Steuerungstätigkeiten u. ä. in Messwarten, Prozessleitständen	45 ... 55
sonstige Tätigkeiten: – Arbeiten an/mit Werkzeug- oder Fertigungsmaschinen – Wartungs-, Instandsetzungs-, Reinigungs-, Transportarbeiten – handwerkliche Arbeiten	75 ... 80
Pausen-, Bereitschafts-, Liege-, Sanitätsräume	35 ... 45

Hinweise und weitere Beispiele zur Zuordnung von praktisch vorkommenden Tätigkeiten zu den Schallpegelwerten enthält VDI 2058 Blatt 3.

Tätigkeitsanforderung: sprachliche Kommunikation

Steht als Tätigkeitsanforderung die sprachliche Kommunikation im Vordergrund, können als Beurteilungskriterien die Angaben der Tabelle 7.1–2 mit herangezogen werden (VDI 2058 Blatt 3, VDI 2569, DIN ISO 9921). Die in der Tabelle empfohlenen Werte für L_{pAeq} sollten nicht überschritten werden. Sie beziehen sich auf die Summe aller störenden Geräusche (z. B. durch Bürogeräte, Raum-Lüftungsanlage, Sprechen in benachbarten Arbeitsbereichen, Lärm von außen).

Tab. 7.1–2 Kriterien für die Sprachkommunikation in Betrieb und Büro

Anforderung an die Sprachverständlichkeit	Sprachverständlichkeit	Sprehaufwand	Entfernung der Gesprächspartner in m	empfohlene Werte für L_{Ar} in dB
hoch ¹	sehr gut	entspannt bis normal	2–4	30–40
mittelmäßig ²	gut	gehoben	1–2	45–55
gering ³	befriedigend	gehoben	1–2	55–65

¹ Situation: Arbeitsbereich für Gespräche von mehreren Personen (hohe Verantwortung, Fachgespräche, Fremdsprachen)

² Situation: Arbeitsbereich für Gespräche von/mit zwei Personen (allg. Informationen, arbeitsübliche Gesprächsgegenstände)

³ Situation: nur für kurze Gespräche geeignet

Bei größeren Entfernungen der Gesprächspartner als angegeben, wird die aufgeführte Qualität der Sprachkommunikation nicht erreicht, bei geringeren Entfernungen wird sie verbessert.

Lärmbereiche sind räumlich abzugrenzende und mit dem Schild „Gehörschutz tragen“ zu kennzeichnende Bereiche in Arbeitsstätten, in denen Schalldruckpegel auftreten, die mit einem erhöhten Gehörschadens- und Unfallrisiko verbunden sind. Als Lärmbereiche gelten nach der LärmVibrationsArbSchV § 7 (4) Arbeitsbereiche, in denen die oberen Auslösewerte von

$$L_{EX,8h} = 85 \text{ dB(A)} \text{ bzw. } L_{pC,peak} = 137 \text{ dB}$$

erreicht oder überschritten werden. In diesen Bereichen dürfen Beschäftigte nur tätig werden, wenn das Arbeitsverfahren dies erfordert.

Anmerkung: Ein Lärmbereich entsteht bereits dann, wenn arbeitsbedingt der Fall

$$L_{pC,peak} \geq 137 \text{ dB}$$

nur einmal während der Arbeitsschicht eintritt; praktisch kommen so hohe Spitzenwerte jedoch relativ selten vor (z. B. beim Arbeiten mit Bolzensetzgeräten).

Soweit eine Belastung durch Infraschall (Frequenzbereich ca. 2 Hz bis 20 Hz) oder Ultraschall (Frequenzbereich ca. 20 kHz bis über 200 kHz) vermutet wird, sollte VDI 2058 Blatt 2 beachtet werden.

Anmerkung: Mit Infraschall ist unter anderem bei Lichtbogen-Schmelzöfen, Kolbenverdichtern und Mahlwerken für Gestein u. ä., mit Ultraschall bei allen Geräten für Industriezwecke, bei denen Ultraschall die Funktionsbasis ist (z. B. Schweiß-, Bohr-, Lötgeräte, Reinigungsgeräte), zu rechnen.

7.1.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

Die Maßnahmen beruhen in erster Linie auf dem rechtlich festgeschriebenen Grundsatz für den Lärmschutz an Maschinen (9. ProdSV), bei Arbeitsverfahren und an Arbeitsplätzen (ArbStättV, LärmVibrationsArbSchV), Gefährdungen entsprechend dem Stand der Lärminderungstechnik soweit wie möglich zu verringern (§ 7 (1) der LärmVibrationsArbSchV), auch wenn vorgegebene Emissions- bzw. Immissionsgrenzwerte bereits eingehalten sein sollten.

Nachfolgend sind infrage kommende Maßnahmen bei der Planung von Arbeitsstätten (Errichtung oder wesentliche Änderung) sowie für vorhandene Arbeitsstätten angegeben.

7.1.3.1 Einsatz lärmarmen Arbeitsmittel und Arbeitsverfahren

Nach § 7 (2) 2. der LärmVibrationsArbSchV sind unter Berücksichtigung des Standes der Lärminderungstechnik Arbeitsmittel so auszuwählen, dass sie möglichst wenig Lärm erzeugen. Dabei sind z. B. die von Maschinenherstellern entsprechend den Anforderungen in der Maschinenrichtlinie 98/37/EG und „Outdoor“-Richtlinie 2000/14/EG anzugebenden Geräuschemissionswerte zu verwenden (LärmVibrationsArbSchV § 3 (2) 1.h). So sollten die zur Auswahl stehenden Arbeitsmittel (Maschinen) möglichst niedrige Werte des Emissions-Schalldruckpegels L_{pA} und des Schallleistungspegels L_{WA} (vgl. Abbildung 7.1–1) aufweisen. Zwecks Auswahl geräuscharmer Arbeitsmittel sollten bei der Angebotseinholung möglichst umfassende Angaben zur Geräuschemission (s. Anlage: Geräuschdatenblatt) angefordert werden.

Lärmbereiche

Infraschall, Ultraschall

Auswahlkriterien für lärmarme Arbeitsmittel

Anmerkung: Die Hersteller von Maschinen und anderen Geräusch abstrahlenden Arbeitsmitteln sind zu bestimmten Angaben über die Geräuschemission (vgl. „Geräuschdatenblatt“) verpflichtet (Maschinenrichtlinie 98/37/EG bzw. 2006/42/EG ab Ende 2009 oder als nationale Umsetzung die 9. ProdSV).

Sobald Angaben zur Geräuschemission vorliegen, kann die Arbeitsmittelauswahl vorgenommen werden durch Vergleich

- der Geräuschemissionswerte der Fabrikate des Marktangebotes untereinander,
- der Emissionswerte mit Anhaltswerten, die gegebenenfalls in der zutreffenden Maschinensicherheits-Norm (C-Norm) enthalten sind,
- der Emissionswerte mit Emissionsgrenzwerten, z. B. für einige im Freien zu betriebe Maschinen, wie Baumaschinen (32. BImSchV).

Tab. 7.1–3 Bereiche von Geräuschemissionswerten für vergleichbare Kettensägen mit Verbrennungsmotor (nach VDI 3748, Stand 1986)

Betriebs- zustand	Motorleistung in kW	A-Schalleistungspegel L_{WA} in dB		
		niedrigster	mittlerer	höchster
Leerlauf	< 4	87	95	104
	≥ 4	94	100	109
Vollgas mit Belastung	< 4	109	113	120
	≥ 4	114	118	122
Vollgas ohne Belastung	< 4	112	118	122
	≥ 4	117	119	122

Auswahlkriterien für lärmarme Arbeitsverfahren

Die LärmVibrationsArbSchV fordert in § 7 (2) 1, Arbeitsverfahren entsprechend dem Stand der Lärminderungstechnik zu gestalten oder auszuwählen und anzuwenden. Lärmarme Arbeitsverfahren sind unter anderem in technischen Regeln (z. B. DIN EN ISO 11690-2, VDI 3759), in der BAuA-Schriftenreihe Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse und in BG-Schriften (Larmschutzarbeitsblätter LSA der Gruppe 300, z. B. LSA 02-300 (BGI 679) beschrieben. LSA 02-300 (BGI 679) enthält u. a. Lärminderungshinweise zu folgenden Vorgängen:

- Drehen, Sägen, Fräsen, Bohren,
- Schleifen, Polieren, Räumen,
- Falzen, Bördeln, Eintreiben, Hämmern, Richten, Positionieren, Ankönnen,
- Schrauben, Nieten,
- Reinigen, Entgraten.

7.1.3.2 Schalltechnische Gestaltung von Arbeitsräumen

Arbeitsräume sind gemäß § 7 (2) 3. der LärmVibrationsArbSchV so zu gestalten, dass sie dem Stand der Technik entsprechen.

Schallausbreitungs- minderung

Die Schallausbreitungsminderung in Arbeitsräumen wird vorzugsweise gekennzeichnet (VDI 3760, DIN EN ISO 11690 Teil 1; s. Abbildung 7.1–2) durch

- die mittlere Schalldruckpegelabnahme je Abstandsverdopplung von einer Schallquelle DL_2 (Idealfall ist die ungehinderte Schallausbreitung wie im Freien mit $DL_2 = 6$ dB) und

- die Schalldruckpegelüberhöhung DL_f gegenüber der Schalldruckpegelabnahme im Freien. (Die Mittelung bezieht sich nach VDI 3760 vorzugsweise auf Oktavpegelwerte bei bestimmten Oktavmittenfrequenzen.)

DL_2 und DL_f werden für bestimmte Entfernungsbereiche von der Quelle ermittelt, in der Regel für den Nah-, Mittel- und Fernbereich.

In Räumen mit diffusem Schallfeld kann die Schallausbreitungsminderung auch mithilfe

- des mittleren Schallabsorptionsgrades α ,
- der Raumbegrenzungsflächen oder
- der Nachhallzeit T

beschrieben werden. Ein Diffusschallfeld kann z. B. angenommen werden, wenn der Raum annähernd würfelförmig und für jede der 6 Begrenzungsflächen $\alpha \leq 0,3$ ist. Viele der heute üblichen Werkhallen und größeren Büros sind jedoch aus akustischer Sicht sog. Flachräume (Raumlänge oder/und -breite ≥ 3 mal Raumhöhe), bei denen die Beschreibung mittels der Nachhallzeit T oder nur durch den Schallabsorptionsgrad α der Begrenzungsflächen ungeeignet ist.

Räume mit diffusem Schallfeld

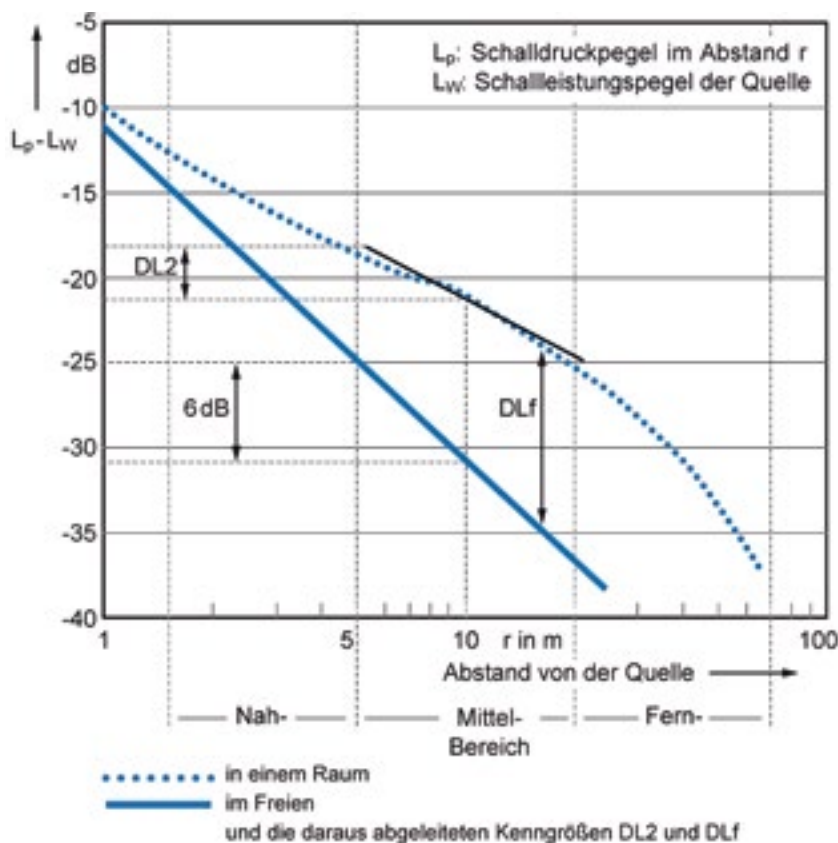


Abb. 7.1 – 2 Schalldruckpegelabnahme mit der Entfernung von der Schallquelle (Schallausbreitungskurve)

Schallabsorptionsgrade, Schallausbreitungskurven und damit DL_2 und DL_f können im Planungsstadium von Arbeitsstätten berechnet oder in vorhandenen Arbeitsstätten mittels Messung ermittelt werden.

Nachweis der Schallausbreitungs-minderung

Der Stand der Technik bezüglich der Schallausbreitungs-minderung in Arbeitsräumen kann als eingehalten gewertet werden, wenn die Kriterien gemäß Tabelle 7.1 – 4 für fertig eingerichtete Räume (mit Maschinen, Regalen, Paletten, Rohrleitungen usw. wie geplant oder wie vorhanden) erfüllt sind.

Tab. 7.1 – 4 Kriterien für Arbeitsräume bezüglich der Schallausbreitungs-minderung

Fundstelle des Kriteriums	α	DL ₂ in dB	DL _f in dB
VDI 3760		≥ 4 (5 m – 16 m) ¹	≤ 8 (5 m – 16 m) ¹
TRLV Lärm Teil 3	$\geq 0,3$ (0,5 – 4 kHz) ²	≥ 4 (0,5 – 4 kHz) ²	

¹ Abstandsbereich von der Schallquelle

² Bereich der Oktavmittelfrequenzen

Schallausbreitungs-minderung bei Sprachkommunikation

In Arbeitsräumen, in denen eine ungestörte Sprachkommunikation besonders wichtig ist, sind die Anforderungen der DIN 18041 zu berücksichtigen.

Ergeben sich bei der Überprüfung der Räume mittels Rechnung oder Messung ungenügende Werte, sollte die Schallabsorption erhöht werden, z. B. durch Absorber-Deckensysteme, durch Wandverkleidungen und in Büros auch durch textile Fußbodenbeläge.

Die akustische Qualität von Arbeitsräumen wird auch durch den Hintergrundgeräuschpegel L_{AH} (äquivalenter A-bewerteter Dauerschalldruckpegel) mitbestimmt, d. h. durch Geräusche von haustechnischen Ausrüstungen (Lüftungsanlage u. ä., jede andere Geräuscherzeugung im Raum ausgenommen) und durch Lärm von außen. Tabelle 7.1 – 5 enthält empfohlene L_{AH} -Werte für einige Raumarten (nach DIN EN ISO 11690-1).

Tab. 7.1 – 5 Empfohlene maximale Hintergrundgeräuschpegel für verschiedene Raumarten

Raumart	L_{AH} in dB
Konferenzraum	30–35
Klassenzimmer	30–40
Einzelbüro	30–40
Industrielaboratorien u. ä.	35–50
Messwarten, Prozessleitstände u. ä.	35–55
Werkhallen	65–70

Um die empfohlenen Werte zu erreichen, sollten – den jeweils maßgebenden Geräuscheinflüssen entsprechende – technische Maßnahmen vorgenommen werden (z. B. Schalldämpfer für Lüftungskanäle, Erhöhung der Fensterschalldämmung gegen Außenlärm).

7.1.3.3 Weitere technische Schallschutzmaßnahmen

Ergibt sich aus der Lärmbeurteilung (s. Abschnitt 7.1.2), dass trotz der Einhaltung des Standes der Lärminderungstechnik bei neu angeschafften Arbeitsmitteln oder bei Arbeitsverfahren und Arbeitsräumen (TRLV Lärm Teil 3 Abschnitte 4.1 – 4.3) anzustrebende, empfohlene Werte oder Auslösewerte überschritten werden, sollten weitere technische Maßnahmen an den Hauptlärmquellen (akustische Voll- oder Teilkapseln (DIN EN ISO 15667), Schalldämpfer (DIN EN ISO 14163) u. ä.),

- auf dem Schallübertragungsweg zu den Arbeitsplätzen (akustisch wirksame, mindestens 1,8 m hohe Abschirmwände, z. B. um einen Richtarbeitsplatz oder um einen Kommunikationsbereich (Besprechungsecke) im Mehrpersonenbüro),
- an den Arbeitsplätzen (Schallschutzkabinen, z. B. um Messwarten in Kraftwerkshallen)

vorgesehen werden. Tabelle 7.1 – 6 zeigt Anhaltswerte für die Wirkung solcher Maßnahmen.

**Ansatzpunkte
für weitere Maßnahmen**

Tab. 7.1 – 6 Anhaltswerte über die erreichbare Lärminderung durch Kapseln, Abschirmwände und Kabinen

Schallschutzmaßnahme	A-Schalldruckpegel- minderung in dB
Kapsel	
– einschalig, ohne absorb. Auskleidung	5–10
– einschalig, mit absorb. Auskleidung	10–25
– doppelschalig, mit absorb. Auskleidung und Körperschallisolierung	20–40
Schallabschirmung	
– ohne absorb. Deckenbereich darüber	bis ca. 5
– mit absorb. Deckenbereich darüber	bis ca. 10
Schallschutzkabine	15–30

7.1.3.4 Lärminderungsprogramm

Werden bei der Lärmbeurteilung in vorhandenen Arbeitsstätten kennzeichnungspflichtige Lärm-bereiche festgestellt (vgl. Abschnitt 7.1.2.3) bzw. wird einer der oberen Auslösewerte überschritten, so ist für diese Bereiche ein Lärminderungsprogramm (§ 7 (5) der LärmVibrationsArbSchV) mit technischen und/oder organisatorischen Maßnahmen zu erstellen, schriftlich zu fixieren und durchzuführen (DIN EN ISO 11690-1, BG-Lärmschutz-Arbeitsblatt BGI 675).

Ein **Lärminderungsprogramm** sollte folgende Aufgaben und Arbeitsschritte enthalten:

- Ermittlung der Lärmimmission an den Arbeitsplätzen durch Ermittlung des Tageslärmmexpositionspegels $L_{EX,8h}$, wobei angenommen wird, dass sich dort Arbeitnehmer über eine nominale 8-stündige Arbeitsschicht aufhalten.
- Ermittlung der Lärmschwerpunkte, d. h. feststellen,
 - an welchen Immissionsorten die höchsten Pegel vorliegen (z. B. anhand einer Schallpegeltopografie),
 - wie viele Beschäftigte dort exponiert sind (Arbeitsplatzkataster),
 - welche Schallquellen am jeweils betrachteten Ort für die Lärmbelastung ausschlaggebend sind (Hauptlärmquellen).

**Lärmschwerpunkte
ermitteln**

Grenzwerte/Stand der Technik überprüfen	– Beschaffung (Herstellerangaben, Messung u.a.) der Emissionswerte der Hauptlärmquellen (Arbeitsmittel, Arbeitsverfahren) und Prüfung in Bezug auf den Stand der Technik oder die Einhaltung von Emissionsgrenzwerten (s. Abschnitt 7.1.3.1; DIN EN ISO 11690-2)
Ursachen ermitteln	– Analyse der Geräuschursachen bei den Hauptlärmquellen, die nicht dem Stand der Technik entsprechen (vorrangig zu behandelnde Hauptlärmquellen) – Prüfung der Schallausbreitungsbedingungen im Arbeitsraum in Bezug auf den Stand der Technik (s. Abschnitt 7.1.3.2)
erforderliche Maßnahmen festlegen	– Festlegung von technischen und verfahrenstechnischen Maßnahmen für die vorrangig zu behandelnden Hauptlärmquellen anhand technischer Regeln u. ä. (DIN EN ISO 11690-2, VDI-Richtlinien, Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse der BAuA, BG-Lärmschutz-Arbeitsblätter) und der Fachliteratur sowie von technischen Maßnahmen auf dem Schallausbreitungsweg
Wirkung der Maßnahmen abschätzen	– Durchführung einer Immissionsprognose zur Einschätzung der Wirkung der vorgesehenen Maßnahmen, gegebenenfalls Variation der Maßnahmen – Aufstellung eines Zeitplans mit Prioritätenstufung zur Durchführung und Realisierung der Maßnahmen – Festlegung zur zeitlich begrenzten Anwendung von Gehörschutz
Erfolgskontrolle des Lärminderungsprogramms	– Nachprüfung des Erfolges des realisierten Lärminderungsprogramms (vorzugsweise durch Messungen) – Aktualisierung des Lärminderungsprogramms bei Weiterentwicklung des Standes der Technik oder bei wesentlicher Änderung der zugrunde liegenden Lärmsituation

7.1.3.5 Gehörschutz und arbeitsmedizinische Gehörsorge

Anwendungskriterien	Überschreitet der Tageslärmmexpositionspegel $L_{EX,8h}$ 80 dB(A), sind den Beschäftigten geeignete persönliche Gehörschutzmittel (BGR 194, BGI 673, BGI 5024, DIN EN 458) zur Verfügung zu stellen. Dabei muss sichergestellt werden, dass die maximal zulässigen Expositionswerte $L_{EX,8h} = 85$ dB(A) beziehungsweise $L_{pC,peak} = 137$ dB unter Einbeziehung der dämmenden Wirkung des Gehörschutzes nicht überschritten werden.
Anwendungskontrolle	Bei $L_{EX,8h} \geq 85$ dB(A) hat der Arbeitgeber dafür Sorge zu tragen, dass die Beschäftigten den persönlichen Gehörschutz bestimmungsgemäß verwenden. Zustand und Wirksamkeit des Gehörschutzes sind in regelmäßigen Abständen zu überprüfen. Bei $L_{EX,8h} \geq 85$ dB(A) haben die Beschäftigten die bereitgestellten Gehörschutzmittel zu verwenden.
arbeitsmedizinische Vorsorge	Bei $L_{EX,8h} \geq 80$ (A) dB sind vom Arbeitgeber arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen anzubieten. Bei $L_{EX,8h} \geq 85$ dB(A) ist der Arbeitgeber verpflichtet, regelmäßige arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen zu veranlassen. Diese Pflichtuntersuchung umfasst u. a. die Erstuntersuchung vor Aufnahme einer gefährdenden Tätigkeit sowie Nachuntersuchungen in regelmäßigen Abständen (ArbMedVV).

Anmerkungen: Der Berufsgenossenschaftliche Grundsatz G 20 enthält Hinweise zu Inhalt der Vorsorgeuntersuchung bei Lärmexposition sowie zur arbeitsmedizinischen Beurteilung der erhobenen Befunde.

Die Vorsorgeuntersuchungen schließen audiometrische Tests und die ärztliche Beratung zur Gehörschützeranwendung ein. Beschäftigte sollten die ihnen ausgehändigten Gehörschützer zur Untersuchung mitbringen (BGI 504-20, ZH 1/565.4). Tritt ein Hörverlust plötzlich ein, ist sofortige ärztliche Behandlung angezeigt.

7.1.3.6 Sonstige Maßnahmen

Die ausreichende Erkennung akustischer Signale, von Warnrufen und Gefahr ankündigenden Geräuschen ist durch Lärminderungsmaßnahmen sicherzustellen; ist ausreichende Lärminderung nicht möglich, ist die Signalgebung zu verbessern (DIN EN ISO 7731).

**Erkennbarkeit
akustischer Warnsignale**

Anmerkung: Siehe hierzu auch Kapitel 8.6.

7.1.4 Vorschriften, Regelwerk, Literatur (Auswahl)

Gesetze, Verordnungen

LärmVibrationsArbSchV	Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibrationen (Lärm- und Vibrations-Arbeitschutzverordnung)
ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung
32. BImSchV	32. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Geräte und Maschinenlärmschutzverordnung)
GesBergV	Gesundheitsschutz-Bergverordnung
9. ProdSV	Neunte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Maschinenverordnung)
ArbMedVV	Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge
JArbSchG	Jugendarbeitsschutzgesetz
MuSchG	Mutterschutzgesetz
MuSchArbV	Verordnung zum Schutze der Mütter am Arbeitsplatz

Weitere Regeln der Technik

DIN EN 458	Gehörschützer – Empfehlungen für Auswahl, Einsatz, Pflege und Instandhaltung –Leitfaden
ISO 1999	Acoustics – Determination of occupational noise exposure and estimation of noise induced hearing impairment
DIN EN ISO 9612	Akustik – Bestimmung der Lärmexposition am Arbeitsplatz – Verfahren der Genauigkeitsklasse 2 (Ingenieurverfahren)
DIN EN ISO 4871	Akustik – Angabe und Nachprüfung von Geräuschemissionswerten von Maschinen und Geräten
DIN ISO 9921	Ergonomie – Beurteilung der Sprachkommunikation
DIN EN ISO 11690-1	Akustik – Richtlinien für die Gestaltung lärm-armer maschinenbestückter Arbeitsstätten: Allgemeine Grundlagen
DIN EN ISO 11690-2	Akustik: Richtlinien für die Gestaltung lärm-armer maschinenbestückter Arbeitsstätten: Lärminderungsmaßnahmen
DIN 45645-2	Ermittlung des Beurteilungspegels am Arbeitsplatz bei Tätigkeiten unterhalb des Pegelbereiches der Gehörgefährdung

DIN EN ISO 15667	Akustik – Leitfaden für den Schallschutz durch Kapseln und Kabinen (ISO 15667); Deutsche Fassung EN ISO 15667
DIN EN ISO 14163	Akustik – Leitlinien für den Schallschutz durch Schalldämpfer (ISO 14163) – Deutsche Fassung EN ISO 14163
VDI 2058 Bl. 2	Beurteilung von Lärm hinsichtlich Gehörgefährdung
VDI 2058 Bl. 3	Beurteilung von Lärm am Arbeitsplatz unter Berücksichtigung unterschiedlicher Tätigkeiten
VDI 2569	Schallschutz und akustische Gestaltung im Büro
VDI 2720 Bl. 2	Schallschutz durch Abschirmung in Räumen
VDI 3759	Lärmminderung beim Transport von Blechen, Profilen, Hohlkörpern
VDI 3760	Berechnung und Messung der Schallausbreitung in Arbeitsräumen
DIN EN ISO 7731	Ergonomie – Gefahrensignale für öffentliche Bereiche und Arbeitsstätten – Akustische Gefahrensignale
DIN 18041	Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen
BGR/GUV-R 194	Einsatz von Gehörschützern
BGI/GUV-I 504-20	Handlungsanleitung für die arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 20 „Lärm“
BGI 673	Empfehlungen zum Tragen von Gehörschützern bei der Teilnahme am öffentlichen Straßenverkehr
BGI 675	Geräuschminderung im Betrieb – Lärmminderungsprogramm
BGI 679 (LSA 02-300)	Lärmschutz-Arbeitsblatt „Geräuschminderung bei der Fertigung; Lärmarme Technologien und Arbeitsverfahren; Metallerzeugung und -verarbeitung“
BGI/GUV-I 792-030	Geräuschminderung an Arbeitsplätzen: Bezugsquellen für Werkstoffe, Bauelemente und Werkzeuge (LSI 01-200)
BGI 823	Ärztliche Beratung zum Gehörschutz
BGI 5024	Gehörschützer-Informationen

Literatur

- [1] Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg.): **Lärminderung**. Dortmund, ab 1979 (Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse, 1/79 ff.)

Internetangebote/Links

- **Lärm und Akustik**. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Laerm-und-Akustik/Laerm-und-Akustik.html [Zugriff am 20.11.2015]
- **Gefährdungsfaktor Lärm**. Arbeitsschutzverwaltung des Landes Brandenburg. <http://arbeitsschutzverwaltung.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.380168.de> [Zugriff am 20.11.2015]
- **Themenfeld Lärminderung und Raumakustik**. Berufsgenossenschaft Holz und Metall – Fachbereich Holz und Metall, Sachgebiet Fertigungsgestaltung, Akustik, Lärm und Vibrationen www.dguv.de/fb-holzundmetall/sg/sg_falv/laerm/index.jsp [Zugriff am 20.11.2015]

7.1.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

- Ist gehörschädigender Lärm unwahrscheinlich? (Anzeichen: Unterhaltung in 1 m Abstand voneinander mit gehobener Stimme ist befriedigend möglich.)
- Können akustische Signale bei Lärm vollständig gehört werden?
- Können akustische Signale bei Lärm eindeutig erkannt werden?
- Gibt es störende Geräusche, die eine sachgerechte Erledigung der Arbeitsaufgaben (Durchführung, Ergebnisse) beeinflussen?
- Wird den Beschäftigten bei Überschreitung der unteren Auslöseschwelle Gehörschutz zur Verfügung gestellt?
- Sind Lärmbereiche ermittelt worden?
- Sind Lärmbereiche mit $L_{EX,8h} > 85$ dB bzw. $L_{pC,peak} > 137$ dB(C) gekennzeichnet?
- Werden geeignete Gehörschutzmittel getragen?
- Werden für die kennzeichnungspflichtigen Lärmbereiche Lärminderungsprogramme umgesetzt?
- Werden vor der Beschaffung neuer Maschinen Geräuschemissionswerte vom Hersteller erfragt?
- Werden bei der Beschaffung lärmarme Maschinen/Geräte ausgewählt?
- Wurden die Beschäftigten über die sachgerechte möglichst lärmarme Verwendung von Arbeitsmitteln informiert?
- Werden lärmarme Arbeitsverfahren angewendet?
- Werden bei gehörschädigendem oder störendem Lärm Maßnahmen zur Lärminderung erarbeitet?
- Entsprechen die akustischen Eigenschaften der Arbeitsräume dem Stand der Technik?
- Werden Beschäftigte bei Erreichen und Überschreiten der unteren Auslösewerte über Gesundheitsgefährdungen und Schutzmaßnahmen informiert?
- Erhalten die Beschäftigten bei Überschreitung der unteren Auslösewerte eine allgemeine arbeitsmedizinische Beratung?
- Werden arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen der Beschäftigten veranlasst, wenn die oberen Auslösewerte erreicht oder überschritten werden?
- Werden die Schallschutzvorrichtungen instand gehalten?

Prüffragen

festgestellte Gefährdungen/Mängel

- Tageslärmmexpositionspegel $L_{EX,8h} = 80$ dB(A) bzw. $L_{pC,peak} = 135$ dB(C)
- Tageslärmmexpositionspegel $L_{EX,8h} > 80$ dB(A) bzw. $L_{pC,peak} > 135$ dB(C)
- Tageslärmmexpositionspegel $L_{EX,8h} = 85$ dB(A) bzw. $L_{pC,peak} = 137$ dB(C)
- Tageslärmmexpositionspegel $L_{EX,8h} > 85$ dB(A) bzw. $L_{pC,peak} > 137$ dB(C)
- Lärm stört Sprachverständigung; störende Geräusche und Töne durch ...
- Lärm durch ... (Maschine, Gerät, Ausblasöffnungen, Verkehr)
- Hintergrundgeräuschpegel L_{AH} im Raum ist zu hoch
- Raum ist zu hallig
- Schallschutzvorrichtungen an Maschinen/Geräten ... sind beschädigt
- Fenster- und Türschalldämmung ist zu gering
- Lärminderungsprogramm fehlt oder ist mangelhaft
- Lärmbereiche sind nicht gekennzeichnet
- Lärmexponierte sind nicht erfasst
- fehlende oder ungeeignete Gehörschutzmittel
- Gehörschutzmittel werden nicht getragen
- keine Gehörvorsorge-Untersuchung für Lärmexponierte bei Erreichen oder Überschreiten der oberen Auslösewerte

Maßnahmen

- lärmarme Maschinen/Geräte auswählen ...
- lärmarmes Arbeitsverfahren auswählen ...
- Fachleute für Lärmschutz konsultieren ...
- Lärmmessung veranlassen ...
- Schallausbreitungsmessung im Raum veranlassen ...
- Schallschutzvorrichtung an Maschine/Gerät instandsetzen oder erneuern ...
- Lärmbereich kennzeichnen ...
- Lärmexponierte erfassen ...
- Unterweisung durchführen über ... (Lärmgefährdung, Tragen von Gehörschutz, lärmarme Verwendung von Arbeitsmitteln)
- geeignete Gehörschutzmittel auswählen und bereitstellen ...
- Tragen der Gehörschutzmittel veranlassen ...
- Tragen von Gehörschutz über die gesamte Schicht sicherstellen/kontrollieren ...
- Lärminderungsprogramm aufstellen für Bereich ...
- Schallschutzmaßnahme auswählen und realisieren ... (z. B. Kapsel, Abschirmwand, Schalldämpfer, Absorber-Deckenverkleidung)

ANLAGE

Geräuschdatenblatt

in Anlehnung an DIN EN ISO 11690-1

Empfohlene Geräuschemissionsdaten, die von den Maschinenherstellern zur Verfügung gestellt werden sollten (Abschnitt 1 bis 3), sowie angabepflichtige Emissionswerte (Abschnitt 4)

1		Maschine	
1.1	Typ:	1.6	Geräuschrelevante Maschinenparameter, z.B. elektrische Nennleistung: mechanische Nennleistung: Nennzahl: max. Drehzahl:
1.2	Modell:		
1.3	Hersteller		
1.4	Maschinen-Nummer:		
1.5	Baujahr:		
2. Geräuschangabe nach DIN EN ISO 4871 und DIN ;(9. GSGV) Wahlweise: Einzahlangabe (2.1) <input type="checkbox"/> Zweizahlangabe (2.2) <input type="checkbox"/>			
		Betriebsbedingungen nach DIN...	
		Leerlauf	Last
2.1	Angegebener Einzahlgewert		
	Schalleistungspegel L_{WAf}	..... dB	..... dB
2.1.1	Emissions-Schalldruckpegel am Arbeitsplatz		
2.1.2	L_{pAf}	..... dB	..... dB
2.2	Angegebener Zweizahlwert		
	Schalleistungspegel L_{WA}		
2.2.1	Unsicherheit K_{WA}	..... dB	..... dB
	Emissions-Schalldruckpegel L_{pA}	..... dB	..... dB
2.2.2	Unsicherheit K_{pA}	..... dB	..... dB
		..... dB	..... dB
2.3	C-bewerteter Spitzenschalldruckpegel am Arbeitsplatz	..... dB	..... dB
3. Gemessene Geräuschemissionswerte			
Geräuschemissionsmessungen entsprechend der maschinenspezifischen Messnorm (DIN...)		Betriebsbedingungen nach DIN...	
		Leerlauf (siehe 3.8.1)	Last (siehe 3.8.2)
			Andere, vereinbarte Betriebsbedingungen (siehe 3.8.3)
3.1	A-bewerteter Schalleistungspegel L_{WA} (bezogen auf 1 pW)	..... dB	..... dB
3.2	Messunsicherheit K_{WA}	..... dB	..... dB
3.3	A-bewerteter Emissions-Schalldruckpegel am Arbeitsplatz L_{pA}^1	..... dB	..... dB
3.4	Messunsicherheit K_{pA}		
3.5	ersatzweise für L_{pA} , wenn kein ortsfester Arbeitsplatz festgelegt ist:		
3.5.1	1 m-Messflächenschalldruckpegel $L_{pA,1m}$	..... dB	..... dB
3.5.2	Maximaler Schallpegel aus Rundmessung in 1 m Entfernung von der Maschinenoberfläche und in 1,60 m Höhe über dem Boden $L_{pA,1m,max}^2$	..... dB	..... dB
3.6	C-bewerteter Spitzenschalldruckpegel am Arbeitsplatz $L_{pC,peak}$	..... dB	..... dB

3.7	Ggf. L_W oder L_p in Oktavbändern für Betriebsbedingungen nach 2.8.1 <input type="checkbox"/> 2.8.2 <input type="checkbox"/> 2.8.3 <input type="checkbox"/>								
	Oktavmittelfrequenz f_m in Hz	63	125	250	500	1 k	2 k	4 k	8 k
	L_W <input type="checkbox"/> L_p am Arbeitsplatz <input type="checkbox"/> in dB								
3.8	Erläuterungen zu den Betriebsbedingungen der Maschine								
3.8.1									
3.8.2									
3.8.3									
4.	Schallschutz								
4.1	Sind Lärminderungsmaßnahmen in der Maschinenkonstruktion enthalten? Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Wenn ja, welche Lärminderungsmaßnahmen wurden angewendet?								
4.2	Existiert eine lärmärmere Ausführung dieses Maschinentyps? Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>								
	Wenn ja, wie groß ist die Schallpegelminderung?	Leerlauf		Last		Vereinbarte Betriebsbedingungen			
	Verminderung von L_{WA}	..... dB		..... dB		..... dB		
	Verminderung von L_{pA}	..... dB		..... dB		..... dB		

¹ Wenn mehrere Arbeitsplätze festgelegt sind, dann sind L_{pA} und K_{pA} für jeden Platz zu bestimmen.

² Die Lage der Messpunkte für $L_{pA,1n,max}$ in Bezug zur Maschine ist mitanzugeben.

7.2 Ultraschall, Infraschall

Der Gefährdungsfaktor Ultraschall, Infraschall wird nicht im Rahmen dieses Ratgebers behandelt.

7.3 Ganzkörper-Vibrationen

Autorinnen:

Dr. rer. nat. B. Hinz

Dr.-Ing. M. Schust

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. D. Lee

BAuA

Bearbeitungsstand: Dezember 2015

Ganzkörper-Vibrationen werden durch mechanische Schwingungen verursacht, die von Maschinen und/oder Fahrzeugen am Arbeitsplatz über den Sitz oder die Füße übertragen werden.

Ganzkörper-Vibrationen treten vorwiegend in Fahrzeugen, Flugzeugen, auf Schiffen und mobilen Arbeitsmitteln, wie Baggern, Raupen und Bohrgeräten, sowie an Arbeitsplätzen auf stationären Maschinen auf. Die Expositionen entstehen z. B. durch Fahrbahnunebenheiten, durch die Antriebsmaschinen sowie durch die Arbeitseinrichtungen [1], [2].

7.3.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkung

Wirkungen von Ganzkörper-Vibrationen

Ganzkörper-Vibrationen können Leistungsfähigkeit und Wohlbefinden beeinträchtigen sowie eine Belastung der Wirbelsäule bewirken. Langjährige, intensive, vorwiegend vertikale Einwirkungen können zur Berufskrankheit BK 2110 – Bandscheibenbedingte Erkrankungen der Lendenwirbelsäule – führen [3], [4], [5], [6].

Ganzkörper-Vibrationen können sich auch negativ auf die Verdauungsorgane sowie auf eine bestehende Schwangerschaft auswirken.

Beim Betrieb von stationären Maschinen in Gebäuden können die Deckenschwingungen zur Belästigung der Beschäftigten sowie zur Beeinträchtigung von Tätigkeiten führen, die hohe Konzentration und Feinmotorik erfordern.

Eine langzeitige intensive Exposition gegenüber Ganzkörper-Vibrationen kann zu einer mittelbaren oder unmittelbaren Gefährdung von Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten führen und Rückenbeschwerden verursachen, verschlimmern und möglicherweise zu Erkrankungen der Lendenwirbelsäule führen.

7.3.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

Beurteilungsgrößen

In der LärmVibrationsArbSchV § 9 sind Expositionsgrenzwerte und Auslösewerte angegeben. Für Ganzkörper-Vibrationen betragen

- der Expositionsgrenzwert $A(8) = 1,15 \text{ m/s}^2$ in (horizontaler) X- und Y-Richtung und $A(8) = 0,8 \text{ m/s}^2$ in (vertikaler) Z-Richtung und
- der Auslösewert $A(8) = 0,5 \text{ m/s}^2$ (für alle Richtungen).

Der festgelegte Expositionsgrenzwert und der Auslösewert werden auf eine Achtstundenschicht bezogen [1].

Die Bewertung des Ausmaßes der Exposition gegenüber Ganzkörper-Vibrationen erfolgt nach dem Stand der Technik (z. B. VDI 2057-1, ISO 2631-1) anhand der Berechnung der Tagesexposition $A(8)$. Diese wird ausgedrückt als die äquivalente, normierte Vibrationsexposition bezogen auf einen Zeitraum von acht Stunden, berechnet als der höchste Wert der Effektivwerte der frequenzbewerteten Beschleunigungen in den drei unterschiedlich gewichteten orthogonalen Richtungen ($1,4 \cdot a_{wx}$, $1,4 \cdot a_{wy}$, $1,0 \cdot a_{wz}$) für einen sitzenden oder stehenden Beschäftigten.

Bewertung

Die Bewertung des Ausmaßes der Exposition kann mittels einer Schätzung anhand von Herstellerangaben zum Ausmaß der von den verwendeten Arbeitsmitteln verursachten Ganzkörper-Vibrationen und mittels Beobachtung der spezifischen Arbeitsweisen oder durch Messungen vorgenommen werden.

Jugendliche sowie werdende und stillende Mütter dürfen nicht mit Arbeiten beschäftigt werden, bei denen die Sicherheit und die Gesundheit der betroffenen Personen durch Stöße und Vibrationen gefährdet wird. Durch eine Beurteilung aller Tätigkeiten sind Art, Ausmaß und Dauer der Gefährdung und mögliche Auswirkungen abzuschätzen und erforderliche Maßnahmen zu bestimmen.

**besonders
schutzbedürftige
Personengruppen**

Der Arbeitgeber hat sicherzustellen, dass eine Gefährdungsbeurteilung erfolgt und gegebenenfalls Messungen nach dem Stand der Technik von fachkundigen Personen durchgeführt werden. Dazu müssen:

**Gefährdungsbeurteilung/
Messverfahren**

- Messverfahren und -geräte den vorhandenen Arbeitsplatz- und Expositionsbedingungen angepasst sein; dies betrifft insbesondere die physikalischen Eigenschaften der zu messenden Vibrationen, die Dauer der Einwirkung und die Umgebungsbedingungen.
- die Messverfahren und -geräte geeignet sein, die jeweiligen physikalischen (Kenn-)Größen zu bestimmen, und die Entscheidung zu erlauben, ob die Auslöse- und Grenzwerte eingehalten werden.

Die durchzuführenden Messungen können auch eine Stichprobenerhebung umfassen, die für die persönliche Exposition eines Beschäftigten repräsentativ ist. Der Arbeitgeber hat die Dokumentation über die ermittelten Messergebnisse mindestens 30 Jahre in einer Form aufzubewahren, die eine spätere Einsichtnahme ermöglicht [1].

Im Falle von Messungen können Stichprobenverfahren verwendet werden, wenn sie für die betreffenden Ganzkörper-Vibrationen, denen der einzelne Beschäftigte ausgesetzt ist, repräsentativ sind. Die eingesetzten Verfahren müssen den besonderen Merkmalen der zu messenden Ganzkörper-Vibrationen, den Umweltfaktoren und den technischen Merkmalen des Messgerätes angepasst sein.

Messung

Die Arbeitsmedizinische Vorsorge dient der Beurteilung der individuellen Wechselwirkungen von Arbeit und physischer und psychischer Gesundheit und der Früherkennung arbeitsbedingter Gesundheitsstörungen sowie der Feststellung, ob bei Ausübung einer bestimmten Tätigkeit eine erhöhte gesundheitliche Gefährdung besteht. Arbeitgeberseitig wird zwischen Pflichtvorsorge und Angebotsvorsorge unterschieden.

**Arbeitsmedizinische
Vorsorge**

Pflichtvorsorge gemäß ArbMedVV ist vom Arbeitgeber regelmäßig zu veranlassen, wenn der Expositionsgrenzwert

$$A(8) = 1,15 \text{ m/s}^2 \text{ in X- oder Y-Richtung oder}$$

$$A(8) = 0,8 \text{ m/s}^2 \text{ in Z-Richtung}$$

für Tätigkeiten mit Ganzkörper-Vibrationen erreicht oder überschritten wird.

Angebotsvorsorge ist vom Arbeitgeber anzubieten, wenn der Auslösewert

$$A(8) = 0,5 \text{ m/s}^2$$

für Tätigkeiten mit Ganzkörper-Vibrationen überschritten wird.

Technischen Regeln zur Lärm- und Vibrations- Arbeitsschutzverordnung

Mit den Anfang 2010 veröffentlichten Technischen Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (TRLV) wird die Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (LärmVibrations-ArbSchV) hinsichtlich der Ermittlung und Bewertung von Gefährdungen durch Vibrationen, hinsichtlich der Messung von Vibrationen sowie der Ableitung von geeigneten Schutzmaßnahmen konkretisiert. Entsprechend dem sich fortschreitenden Wissenstands wurden alle Teile der TRLV Vibrationen Anfang 2015 aktualisiert.

Als zusätzliche Informationsquelle für die Gefährdungsbeurteilung durch Vibrationen sind Gefährdungstabellen ein Bestandteil der TRLV. Bei Anwendung der TRLV kann von der Einhaltung der Vorschriften der LärmVibrationsArbSchV ausgegangen werden.

7.3.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

Allgemein können folgende Maßnahmen zur Expositionsminderung getroffen werden [8]:

Arbeitsverfahren und -mittel

- alternative Arbeitsverfahren, die die Expositionen verringern
- Auswahl und Einsatz neuer Arbeitsmittel, die möglichst geringe Vibrationen verursachen, z. B. Einsatz schwingungsgedämpfter Fahrerkabinen
- Bereitstellung von Zusatzausrüstungen, die Ganzkörper-Vibrationen wirkungsvoll dämpfen, z. B. geeignete Fahrersitze

Arbeitsorganisation

- Wartungsprogramme für Arbeitsmittel, Arbeitsplätze und Anlagen sowie Fahrbahnen
- Schulung der Beschäftigten im bestimmungsgemäßen Einsatz und in der sicheren und vibrationsarmen Bedienung von Arbeitsmitteln
- Begrenzung der Dauer von Expositionen

Fahrzeugsitze

In Abhängigkeit von den Einsatzbedingungen und vom Fahrzeugtyp sollten schwingungsisolierende Fahrzeugsitze oder Kabinen ausgewählt werden. Eventuell sind dafür Beratungen oder Schwingungsmessungen durch Experten erforderlich.

- Die Federung, Dämpfung und Polsterung von Fahrzeugsitzen sollte instandgehalten werden.
- Die Schwingungsübertragung von stationären Maschinen auf den Menschen kann durch eine ordnungsgemäß ausgelegte Schwingungsisolierung der Maschine oder des Arbeitsplatzes vermindert werden.

Bei Expositionen oberhalb des Auslösewertes ist der Arbeitgeber für die Ausarbeitung und Durchführung eines Programms mit Maßnahmen zur Beseitigung oder Minimierung der Exposition gegenüber Ganzkörper-Vibrationen verantwortlich [1].

7.3.4 Vorschriften, Regelwerk, Literatur

Gesetze, Verordnungen

LärmVibrationsArbSchV	Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibrationen
9. ProdSV	Neunte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Maschinenverordnung)
JArbSchG	Jugendarbeitsschutzgesetz
MuSchG	Mutterschutzgesetz
MuSchArbV	Verordnung zum Schutze der Mütter am Arbeitsplatz
ArbMedVV	Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge

Technische Regelwerke zu den Arbeitsschutzverordnungen

	TRLV Vibrationen: Teil Allgemeines
	TRLV Vibrationen: Teil 1 Beurteilung der Gefährdung durch Vibrationen
	TRLV Vibrationen: Teil 2 Messung von Vibrationen
	TRLV Vibrationen: Teil 3 Vibrationsschutzmaßnahmen
	Gefährdungstabellen bei Vibrationen (zu Abschnitt 4.2 TRLV Vibrationen: Teil 1)
	Benutzungshinweise für die Gefährdungstabellen

Weitere Regeln der Technik

ISO 2631-1	Mechanische Schwingungen und Stöße – Bewertung der Einwirkung von Ganzkörper-Vibrationen auf den Menschen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
ISO 2631-5	Mechanische Schwingungen und Stöße - Bewertung der Einwirkung von Ganzkörper-Vibrationen auf den Menschen – Teil 5: Methode zur Bewertung stoßhaltiger Ganzkörper-Vibrationen
VDI 2057-1	Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen. Blatt 1: Ganzkörper-Schwingungen
VDI 3831	Schutzmaßnahmen gegen die Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen
DGUV Information 250-453 (bisher BGI 504-46)	Handlungsanleitung für die arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G46 „Belastungen des Muskel und Skelettsystems einschließlich Vibrationen“

Geltendes EU-Recht

Richtlinie 2002/44/EG	Richtlinie 2002/44/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Vibrationen). 16. Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 177 vom 6.7.2002, S. 13–19
-----------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Literatur

- [1] **Bundesministerium für Arbeit und Soziales (Hrsg.):** CD-ROM: Arbeitsschutz. Die CD beinhaltet verschiedene Broschüren zum Arbeitsschutz. Neben aktuellen Verordnungen und Technischen Regeln, sind die beiden Handbücher ‚Ganzkörpervibrationen‘ und ‚Hand-Arm-Vibrationen‘ enthalten. Die Handbücher sind auch separat zum Download verfügbar. Beide Publikationen sind ein rechtlich nicht bindendes Handbuch im Hinblick auf die Umsetzung der Richtlinie 2002/44/EG über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Vibrationen). Bonn: BMAS 2015, verfügbar unter www.bmas.de ▶ Service ▶ Medien ▶ Publikationen [Zugriff am 21.12.2015]
- [2] **Christ, E.; Fischer, S.; Kaulbars, U.; Sayn, D.:** Vibrationseinwirkung an Arbeitsplätzen – Kennwerte der Hand-Arm- und Ganzkörperbelastung. Sankt Augustin: HVBG 2006 (BGIA Report, 6/2006), verfügbar unter: www.dguv.de/ifa/Publikationen/Reports-Download/BGIA-Reports-2005-bis-2006/BGIA-Report-6-2006/index.jsp [Zugriff am 21.12.2015]
- [3] **Bovenzi, M.; Hulshof C.T.J.:** An updated review of epidemiologic studies on the relationship between exposure to whole-body vibration and low back pain. *Int Arch. Occup. Environ. Health* 72 (1999) 351–65.
- [4] **Fachausschuss Maschinenbau, Fertigungssysteme, Stahlbau, Berufsgenossenschaft Metall Nord Süd (Hrsg.):** Gefährdungsbeurteilung „Vibrationen“ bei handgeführten und -gehaltenen Arbeitsmaschinen: Hinweise zur Nutzung von Herstellerangaben aus Betriebsanleitungen. Mainz-Weisenau: 07/2006 (Fachausschuss-Informationsblatt 017) verfügbar unter: www.bghm.de ▶ Arbeitsschützer ▶ Fachinformationen ▶ Lärm und Vibrationen ▶ Vibrationen ▶ Fachausschuss-Informationsblätter ▶ FA-Informationsblatt Nr. 017 [Zugriff am 21.12.2015]
- [5] **Fachausschuss Maschinenbau, Fertigungssysteme, Stahlbau, Berufsgenossenschaft Metall Nord Süd (Hrsg.):** Vibrationen am Arbeitsplatz: Hilfestellung zur Umsetzung der LärmVibrationsArbSchV. Mainz-Weisenau: 05/2007 (Fachausschuss- Informationsblatt 008) verfügbar unter: http://wwwpub.zih.tu-dresden.de/~tlaaw/DLP_EVersion/Material/Literatur/008_MFS_A2007-05_LaermVibrationsArbSchV_Vib.pdf [Zugriff am 21.12.2015]
- [6] **Seidel, H.; Griffin, M. J.:** Whole-body Vibration. In: Stellmann, J. M.; Mc Cann, M.; Warshaw, L.; Brabant, C.: *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety*. Vol. 2. Psychological and organizational factors, hazards, the environment, accidents, and safety. 4. ed. Geneva: ILO 1998, ISBN 92-2-1098 15-X (V2)
- [7] **European Agency for Safety and Health at Work (Hrsg.):** Workplace exposure to Vibration in Europe: an expert review. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities 2008, verfügbar unter: https://osha.europa.eu/en/tools-and-publications/publications/reports/8108322_vibration_exposure [Zugriff am 21.12.2015]
- [8] **Griffin, M. J.; Howarth, H.V.C. et al.:** Handbuch zum Thema Hand-Arm-Schwingungen. Rechtlich nicht bindendes Handbuch im Hinblick auf die Umsetzung der Richtlinie 2002/44/EG über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Schwingungen). 2006. <http://resource.isvr.soton.ac.uk/HRV/VIBGUIDE.htm> ▶ Hand-arm vibration guide to good practice German 06/06/06 [Zugriff am 21.12.2015]

Internetangebote/Links

- **KarLA – Katalog repräsentativer Lärm- und Vibrationsdaten am Arbeitsplatz.**
Landesamt für Arbeitsschutz Potsdam. <https://las-bb.brandenburg.de/karla/index.asp>
[Zugriff am 21.12.2015]
- **Kennwertrechner für Hand-Arm-Vibrationen.** Landesamt für Arbeitsschutz Potsdam.
http://arbeitsschutzverwaltung.brandenburg.de/media_fast/4055/HAV_calculator.xls
[Zugriff am 21.12.2015]
- **Spezieller Rechner für Erdbaumaschinen,** Landesamt für Arbeitsschutz Brandenburg
https://las-bb.brandenburg.de/karla/vbr_intern.asp?neu=2 [Zugriff am 21.12.2015]
- **Punktetabelle für Hand-Arm-Vibrationen.** Landesamt für Arbeitsschutz Potsdam.
http://arbeitsschutzverwaltung.brandenburg.de/media_fast/4055/HAV_Tafel.pdf
[Zugriff am 21.12.2015]

7.3.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

- Wird häufig auf unbefestigtem Gelände gefahren?
 - Werden täglich vibrierende Maschinen/Fahrzeuge über einen längeren Zeitraum gefahren?
 - Muss über schlecht gewartete Straßen und Wege gefahren werden?
 - Kann eine Vibrationsminderung durch Optimierung der Fahrbahn erreicht werden?
 - Werden beim Einsatz der Maschinen Stöße beobachtet?
 - Müssen unergonomische Haltungen beim Fahren eingenommen werden oder Arbeiten mit manuellen Handhabungen durchgeführt werden?
 - Melden Arbeitnehmer Beschwerden?
- Prüffragen
-
- Häufiges Fahren auf unbefestigtem Gelände
 - Defekte Federung, Dämpfung, Polsterung des Sitzes im Fahrzeug
 - Unergonomische Haltungen wie z. B. häufiges Verdrehen oder unbewegte Haltung über lange Zeiträume
- festgestellte
Gefährdungen/Mängel
-
- Substituierung durch andere Arbeitsmittel
 - Auswahl der Arbeitsmittel
 - Gestaltung von Aufgaben und Prozessen
 - Arbeitspläne, Zeitregime
 - Schulung und Information der Arbeitnehmer
 - Fachleute für Schwingungsschutz konsultieren, Vibrationsminderungsprogramm entwickeln
 - Schwingungsmessung veranlassen
 - Siehe auch [1]
- Maßnahmen

7.4 Hand-Arm-Vibrationen

Autorinnen:

Dr. rer. nat. B. Hinz

Dr.-Ing. M. Schust

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. D. Lee

BAuA

Bearbeitungsstand: Dezember 2015

Ursachen und Auftreten

Hand-Arm-Vibrationen werden durch Maschinenschwingungen verursacht, die über die Handinnenfläche und die Finger in Hände und Arme übertragen werden und zu einer mittelbaren oder unmittelbaren Gefährdung von Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten führen können. Hand-Arm-Vibrationen können bei langjähriger Exposition zu chronischen Beschwerden bzw. Erkrankungen führen. Hochgerechnet auf alle betroffenen Branchen kann davon ausgegangen werden, dass ca. 1,8 Millionen Beschäftigte in Deutschland allein durch Hand-Arm-Vibrationen gesundheitsgefährdend belastet sind.

Hand-Arm-Vibrationen werden vorwiegend durch rotierend oder schlagend arbeitende Handmaschinen oder durch Werkstücke, die während der Bearbeitung mit den Händen gehalten werden, verursacht [1], [2].

7.4.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkung

Wirkungen von Hand-Arm-Vibrationen

Arbeitnehmer, deren Hände regelmäßig Vibrationen ausgesetzt sind, leiden möglicherweise an Schädigungen, die zu den allgemein unter dem Begriff „vibrationsbedingte Erkrankungen“ [1] bekannten Symptomen führen, z. B. Knochen- oder Gelenkschäden, Durchblutungsstörungen oder neurologische Erkrankungen.

Durch langjährige Tätigkeit mit starken Hand-Arm-Vibrationen können degenerative Veränderungen der Handknochen, der Gelenke in der Hand, des Ellenbogens und der Schultern entstehen. Diese sind mit Schmerzen und Bewegungseinschränkungen verbunden. Außerdem können Durchblutungsstörungen in den Fingern auftreten, die sich durch Taubheit und Kribbeln in den Fingern äußern und bis zu krampfartigen Attacken führen (Vibrationsbedingtes vasospastisches Syndrom bzw. Weißfinger-Krankheit) [3], [4]. Langdauernde, intensive Hand-Arm-Vibrationen können zu den Berufskrankheiten BK 2103 „Erkrankungen durch Erschütterung bei Arbeit mit Druckluftwerkzeugen oder gleichartig wirkenden Werkzeugen oder Maschinen“ sowie BK 2104 „Vibrationsbedingte Durchblutungsstörungen an den Händen“ führen. Anfang 2015 trat eine Änderung der Berufskrankheiten-Verordnung in Kraft, welche die Erkrankungen „Carpaltunnel-Syndrom (CTS)“ und „Hypothenar-Hammer-Syndrom (HHS)“ bzw. „Thenar-Hammer-Syndrom (THS)“ als Berufskrankheiten BK 2113 und BK 2114 anerkennt.

Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten kann beeinträchtigt werden durch zeitweiliges oder andauerndes Kribbeln und Schmerzen in den Händen, durch Einschränkungen der Beweglichkeit und der Durchblutung in Händen und Armen, bei kombinierter Belastung, zum Beispiel mit Lärm, Hitze, Kälte und Zugluft.

7.4.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

In der LärmVibrationsArbSchV § 9 sind Expositionsgrenzwerte und Auslösewerte angegeben.

Für Hand-Arm-Vibrationen beträgt

- der Expositionsgrenzwert $A(8) = 5 \text{ m/s}^2$ und
- der Auslösewert $A(8) = 2,5 \text{ m/s}^2$.

Der festgelegte Expositionsgrenzwert und der Auslösewert werden auf eine Achtstundenschicht bezogen [1].

Die Bewertung des Ausmaßes der Exposition gegenüber Hand-Arm-Vibrationen erfolgt nach dem Stand der Technik (z. B. VDI 2057-2, DIN EN ISO 5349-1) anhand der Berechnung des auf einen Bezugszeitraum von acht Stunden normierten Tagesexpositionswertes $A(8)$. Dieser wird ausgedrückt als Quadratwurzel aus der Summe der Quadrate (Gesamtwert) der Effektivwerte der frequenzbewerteten Beschleunigung in den drei orthogonalen Richtungen a_{hwx} , a_{hwy} , a_{hwz} .

Die Bewertung des Ausmaßes der Exposition kann mittels einer

- Schätzung anhand der Herstellerangaben zum Ausmaß der von den verwendeten Arbeitsmitteln verursachten Hand-Arm-Vibrationen und
- mittels Beobachtung der spezifischen Arbeitsweisen oder
- durch Messung vorgenommen werden.

Der Arbeitgeber hat sicherzustellen, dass eine Gefährdungsbeurteilung erfolgt und gegebenenfalls Messungen nach dem Stand der Technik von fachkundigen Personen durchgeführt werden. Dazu müssen:

- Messverfahren und -geräte den vorhandenen Arbeitsplatz- und Expositionsbedingungen angepasst sein; dies betrifft insbesondere die Eigenschaften der zu messenden Vibrationen, die Dauer der Einwirkung und die Umgebungsbedingungen und
- Messverfahren und -geräte geeignet sein, die jeweiligen physikalischen Größen zu bestimmen, und die Entscheidung zu erlauben, ob Auslöse- und Expositionsgrenzwert eingehalten sind.

Die durchzuführenden Messungen können auch eine Stichprobenerhebung umfassen, die für die persönliche Exposition eines Beschäftigten repräsentativ ist. Der Arbeitgeber hat die Dokumentation über die ermittelten Messergebnisse mindestens 30 Jahre in einer Form aufzubewahren, die eine spätere Einsichtnahme ermöglicht [1].

Im Falle von Messungen

- können Stichprobenverfahren verwendet werden, wenn sie für die fraglichen Hand-Arm-Vibrationen, denen der einzelne Beschäftigte ausgesetzt ist, repräsentativ sind; die eingesetzten Verfahren und Vorrichtungen müssen hierbei den besonderen Merkmalen der zu messenden Hand-Arm-Vibrationen, den Umweltfaktoren und den technischen Merkmalen des Messgerätes angepasst sein.
- sind diese an Geräten, die beidhändig gehalten oder geführt werden müssen, an jeder Hand vorzunehmen. Die Exposition wird unter Bezug auf den höheren der beiden Werte ermittelt; der Wert für die andere Hand wird ebenfalls angegeben.

Die Arbeitsmedizinische Vorsorge dient der Beurteilung der individuellen Wechselwirkungen von Arbeit und physischer und psychischer Gesundheit und der Früherkennung arbeitsbedingter Gesundheitsstörungen sowie der Feststellung, ob bei Ausübung einer bestimmten Tätigkeit eine erhöhte gesundheitliche Gefährdung besteht. Arbeitgeberseitig wird zwischen Pflichtvorsorge und Angebotsvorsorge unterschieden.

Beurteilungsgrößen
und Expositionsdauer

Bewertung

Gefährdungsbeurteilung

Messverfahren

arbeitsmedizinische
Vorsorge

Pflichtvorsorge gemäß ArbMedVV ist vom Arbeitgeber regelmäßig zu veranlassen, wenn der Expositionsgrenzwert

$$A(8) = 5 \text{ m/s}^2$$

für Tätigkeiten mit Hand-Arm-Vibrationen erreicht oder überschritten wird.

Angebotsvorsorge ist vom Arbeitgeber anzubieten, wenn der Auslösewert

$$A(8) = 2,5 \text{ m/s}^2$$

für Tätigkeiten mit Hand-Arm-Vibrationen überschritten wird.

Technischen Regeln zur Lärm- und Vibrations- Arbeitsschutzverordnung

Mit den Anfang 2010 veröffentlichten Technischen Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (TRLV) wird die Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (LärmVibrations-ArbSchV) hinsichtlich der Ermittlung und Bewertung von Gefährdungen durch Vibrationen, hinsichtlich der Messung von Vibrationen sowie der Ableitung von geeigneten Schutzmaßnahmen konkretisiert. Entsprechend dem sich fortschreitenden Wissenstands wurden alle Teile der TRLV Vibrationen Anfang 2015 aktualisiert.

Als zusätzliche Informationsquelle für die Gefährdungsbeurteilung durch Vibrationen sind Gefährdungstabellen ein Bestandteil der TRLV. Bei Anwendung der TRLV kann von der Einhaltung der Vorschriften der LärmVibrationsArbSchV ausgegangen werden.

7.4.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

Arbeitsverfahren und -mittel

Zu den Maßnahmen gehören:

- alternative Arbeitsverfahren, die die Expositionen verringern
- Auswahl und Einsatz neuer Arbeitsmittel, die möglichst geringe Vibrationen verursachen, z. B. schwingungsgedämpfte handgehaltene oder handgeführte Arbeitsmaschinen [1]

Arbeitsorganisation

- Wartungsprogramme für Arbeitsmittel und Arbeitsplätze
- Schulung der Beschäftigten im bestimmungsgemäßen Einsatz und in der sicheren und vibrationsarmen Bedienung von Arbeitsmitteln
- Begrenzung der Dauer der Exposition

technische Maßnahmen

Maßnahmen zur Expositionsminderung:

- Es sind möglichst schwingungsarme Technologien auszuwählen.
- Die Griffschwingungen bei Handmaschinen sind vom Hersteller durch Anwendung der Prinzipien des schwingungsarmen Konstruierens möglichst niedrig zu halten. Die technische Dokumentation von Handmaschinen muss eine Angabe zur Schwingungsemission enthalten. Vom Nutzer ist ein Maschinentyp mit möglichst geringer Schwingungsemission und nicht überdimensionierter Maschinenleistung zu wählen.
- Kalte Hände sind während der Schwingungsbelastung zu vermeiden, z. B. durch Handschuhe, durch Arbeitspausen.

Bei Expositionen oberhalb des Auslösewertes ist der Arbeitgeber für die Ausarbeitung und Durchführung eines Programms mit Maßnahmen zur Beseitigung oder Minimierung der Exposition gegenüber Hand-Arm-Vibrationen verantwortlich [1].

7.4.4 Vorschriften, Regelwerk, Literatur

Gesetze, Verordnungen

LärmVibrationsArbSchV	Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibrationen (Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung)
9. ProdSV	Neunte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Maschinenverordnung)
JArbSchG	Jugendarbeitsschutzgesetz
MuSchG	Mutterschutzgesetz
MuSchArbV	Verordnung zum Schutze der Mütter am Arbeitsplatz
ArbMedVV	Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge

Technische Regelwerke zu den Arbeitsschutzverordnungen

	TRLV Vibrationen: Teil Allgemeines
	TRLV Vibrationen: Teil 1 Beurteilung der Gefährdung durch Vibrationen
	TRLV Vibrationen: Teil 2 Messung von Vibrationen
	TRLV Vibrationen: Teil 3 Vibrationsschutzmaßnahmen
	Gefährdungstabellen bei Vibrationen (zu Abschnitt 4.2 TRLV Vibrationen: Teil 1)
	Benutzungshinweise für die Gefährdungstabellen

Weitere Regeln der Technik

DIN EN ISO 5349-1	Mechanische Schwingungen – Messung und Bewertung der Einwirkung von Schwingungen auf das Hand-Arm-System des Menschen, Teil 1: Allgemeine Anforderungen
DIN EN ISO 5349-2	Mechanische Schwingungen – Messung und Bewertung der Einwirkung von Schwingungen auf das Hand-Arm-System des Menschen, Teil 2: Praxisgerechte Anleitung zur Messung am Arbeitsplatz
DIN SPEC 45694	Mechanische Schwingungen – Anleitung zur Beurteilung der Belastung durch Hand-Arm-Schwingungen aus Angaben zu den benutzten Maschinen einschließlich Angaben von den Maschinenherstellern. CEN/TR 15350:2013
DIN V 45695	Hand-Arm-Schwingungen – Leitfaden zur Verringerung der Gefährdung durch Schwingungen – Technische und organisatorische Maßnahmen. CR 1030-1:1995 und CR 1030-2:1995
VDI 2057-2	Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen. Blatt 2: Hand-Arm-Schwingungen
VDI 3831	Schutzmaßnahmen gegen die Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen

DGUV Information 250-453 (bisher BGI 504-46)	Handlungsanleitung für die arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 46 „Belastungen des Muskel- und Skelettsystems“
----------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Geltendes EU-Recht

Richtlinie 2002/44/EG	Richtlinie 2002/44/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Vibrationen). 16. Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 177 vom 6.7.2002, S. 13–19
-----------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Literatur

- [1] **Bundesministerium für Arbeit und Soziales (Hrsg.):** CD-ROM: Arbeitsschutz. Die CD beinhaltet verschiedene Broschüren zum Arbeitsschutz. Neben aktuellen Verordnungen und Technischen Regeln, sind die beiden Handbücher ‚Ganzkörpervibrationen‘ und ‚Hand-Arm-Vibrationen‘ enthalten. Die Handbücher sind auch separat zum Download verfügbar. Beide Publikationen sind ein rechtlich nicht bindendes Handbuch im Hinblick auf die Umsetzung der Richtlinie 2002/44/EG über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Vibrationen). Bonn: BMAS 2015, verfügbar unter www.bmas.de ▶ Service ▶ Medien ▶ Publikationen [Zugriff am 21.12.2015]
- [2] **Christ, E.; Fischer, S.; Kaulbars, U.; Sayn, D.:** Vibrationseinwirkung an Arbeitsplätzen – Kennwerte der Hand-Arm- und Ganzkörperbelastung. Sankt Augustin: HVBG 2006 (BGIA Report, 6/2006), verfügbar unter: www.dguv.de/ifa/Publikationen/Reports-Download/BGIA-Reports-2005-bis-2006/BGIA-Report-6-2006/index.jsp [Zugriff am 21.12.2015]
- [3] **Bovenzi, M.; Hulshof C.T.J.:** An updated review of epidemiologic studies on the relationship between exposure to whole-body vibration and low back pain. *Int Arch. Occup. Environ. Health* 72 (1999) 351–65.
- [4] **Fachausschuss Maschinenbau, Fertigungssysteme, Stahlbau, Berufsgenossenschaft Metall Nord Süd (Hrsg.):** Gefährdungsbeurteilung „Vibrationen“ bei handgeführten und -gehaltenen Arbeitsmaschinen: Hinweise zur Nutzung von Herstellerangaben aus Betriebsanleitungen. Mainz-Weisenau: 07/2006 (Fachausschuss-Informationsblatt 017) verfügbar unter: www.bghm.de ▶ Arbeitsschützer ▶ Fachinformationen ▶ Lärm und Vibrationen ▶ Vibrationen ▶ Fachausschuss-Informationsblätter ▶ FA-Informationsblatt Nr. 017 [Zugriff am 21.12.2015]
- [5] **Fachausschuss Maschinenbau, Fertigungssysteme, Stahlbau, Berufsgenossenschaft Metall Nord Süd (Hrsg.):** Vibrationen am Arbeitsplatz: Hilfestellung zur Umsetzung der LärmVibrationsArbSchV. Mainz-Weisenau: 05/2007 (Fachausschuss- Informationsblatt 008) verfügbar unter: http://wwwpub.zih.tu-dresden.de/~tlaaw/DLP_EVersion/Material/Literatur/008_MFS_A2007-05_LaermVibrationsArbSchV_Vib.pdf [Zugriff am 21.12.2015]
- [6] **European Agency for Safety and Health at Work (Hrsg.):** Workplace exposure to Vibration in Europe: an expert review. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities 2008, verfügbar unter: https://osha.europa.eu/en/tools-and-publications/publications/reports/8108322_vibration_exposure [Zugriff am 21.12.2015]
- [7] **Griffin, M. J.; Howarth, H.V.C. et al.:** Handbuch zum Thema Hand-Arm-Schwingungen. Rechtlich nicht bindendes Handbuch im Hinblick auf die Umsetzung der Richtlinie 2002/44/EG über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Schwingungen). 2006. <http://resource.isvr.soton.ac.uk/HRV/VIBGUIDE.htm> ▶ Hand-arm vibration guide to good practice German 06/06/06 [Zugriff am 21.12.2015]

Internetangebote/Links

- **KarLA – Katalog repräsentativer Lärm- und Vibrationsdaten am Arbeitsplatz.** Landesamt für Arbeitsschutz Potsdam. <https://las-bb.brandenburg.de/karla/index.asp> [Zugriff am 21.12.2015]
- **Kenwertrechner für Hand-Arm-Vibrationen.** Landesamt für Arbeitsschutz Potsdam. http://arbeitsschutzverwaltung.brandenburg.de/media_fast/4055/HAV_calculator.xls [Zugriff am 21.12.2015]
- **Punktetabelle für Hand-Arm-Vibrationen.** Landesamt für Arbeitsschutz Potsdam. http://arbeitsschutzverwaltung.brandenburg.de/media_fast/4055/HAV_Tafel.pdf [Zugriff am 21.12.2015]

7.4.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

- Werden vibrationsarme Handmaschinen benutzt?
- Wird die tägliche Zeit der Belastung durch Hand-Arm-Vibrationen minimiert?
- Hat der Maschinenhersteller die Vibrationsemissionen (richtlinienkonform) angegeben?
- Werden vibrationsarme Maschinen/Geräte ausgewählt?
- Wird geprüft, ob durch Arbeitsschutzmaßnahmen (z. B. Schwingungsisolierung) die Belastung durch Hand-Arm-Schwingungen reduziert werden kann?
- Werden kalte Hände während der Benutzung von Handmaschinen vermieden, z. B. durch Handschuhe oder Aufwärmmöglichkeiten?

- Entstehung von Kribbeln oder Taubheitsgefühl in den Händen nach Arbeiten mit vibrierenden Werkzeugen
- Häufiges oder langzeitiges Benutzen von vibrierenden Handmaschinen

- Substituierung durch andere Arbeitsmittel
- Auswahl der Arbeitsmittel
- Gestaltung des Arbeitsplatzes, Mitarbeiterschulung, Informationen über mögliche Gefährdungen
- Arbeitspläne, Zeitregime
- Arbeitsschutzhandschuhe, Antivibrationsgriffe
- Fachleute für Schwingungsschutz konsultieren
- Schwingungsmessung veranlassen
- Siehe auch [1]

Prüffragen

festgestellte
Gefährdungen/Mängel

Maßnahmen

7.5 Optische Strahlung

Autoren:
 Dipl.-Ing. W. Janßen
 Dr.-Ing. E. Romanus
 Dipl.-Ing. M. Janßen
 Dipl.-Ing. G. Ott

Ansprechpartner:
 Dipl.-Ing. G. Ott

Bearbeitungsstand: Dezember 2015

Gefährdungen durch optische Strahlung bekommen einen zunehmend höheren Stellenwert. Erhöhte Exposition durch neue technologische Entwicklungen sowie stetige Leistungssteigerung von Lampen- und Lasersystemen aber auch durch die natürliche Sonnenstrahlung erfordern angepasste Maßnahmen zur Vermeidung möglicher Gefährdungen.

Wellenlänge und Spektrum

Unter optischer Strahlung versteht man die elektromagnetische Strahlung im Bereich der Wellenlängen (λ) von 100 nm bis 1 mm.

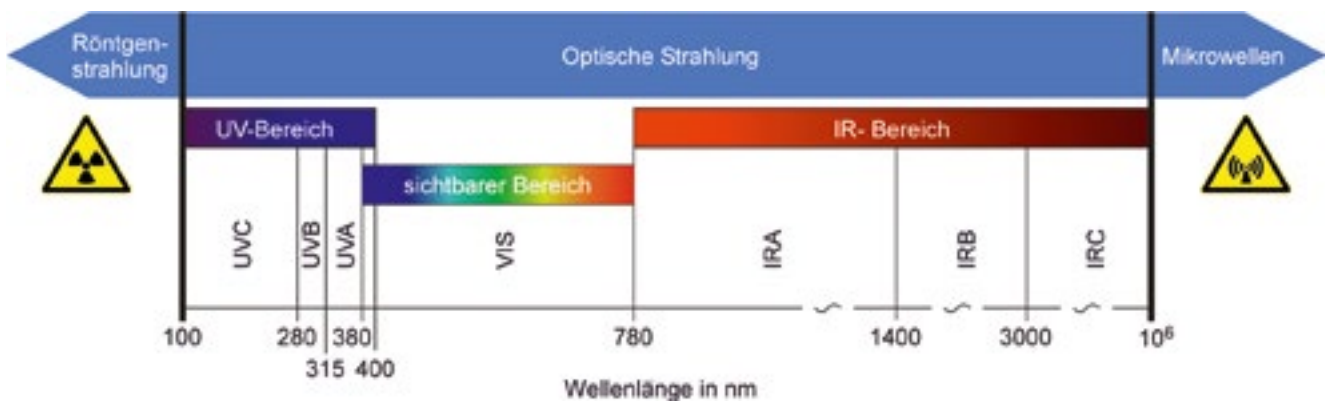


Abb. 7.5–1 Wellenlängenbereiche der optischen Strahlung.

Das Spektrum der optischen Strahlung wird unterteilt in ultraviolette (UV), sichtbare (VIS) und infrarote (IR) Strahlung (Tabelle 7.5-1).

Tab. 7.5–1 Einteilung der optischen Strahlung

Optische Strahlung	Wellenlänge λ
ultraviolette Strahlung	100 nm bis 400 nm
sichtbare Strahlung	380 nm bis 780 nm
Infrarotstrahlung	780 nm bis 1 mm

Weiterhin wird zwischen der kohärenten und inkohärenten optischen Strahlung unterschieden. Lichtwellen sind kohärent, wenn sie von einer Lichtquelle mit gleicher Wellenlänge und Schwingungsart ausgesandt werden. Laserquellen erzeugen kohärente Strahlung. Bei allen anderen optischen Strahlungsquellen sind diese Voraussetzungen nicht erfüllt, sie emittieren inkohärente Strahlung.

**kohärente und
inkohärente Strahlung**

7.5.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen

Durch optische Strahlung können Schädigungen an Haut und Auge hervorgerufen werden. Das Ausmaß der Schädigungen ist von den Parametern Wellenlänge, Expositionsdauer und Betriebsart (kontinuierlich oder gepulst) abhängig.

**Schäden an Haut
und Auge**

Die ultraviolette Strahlung hat im Spektralbereich der optischen Strahlung die höchste Quantenenergie. Sie wird unterteilt in UV-A, UV-B (starke biologische Wirkung) und UV-C (tödlich für Bakterien und Viren). Akute Wirkungen verursachen Hautrötungen, Bindehaut- und Hornhautentzündungen, langfristige Wirkungen können zu vorzeitiger Hautalterung, Hautkrebs (Basaliom, Spinaliom, malignes Melanom) und zur Trübung der Augenlinse (grauer Star) führen.

UV-Strahlung

Die sichtbare Strahlung ($380 \leq \lambda \leq 780 \text{ nm}$) und Strahlung aus dem nahen Infrarotbereich ($\lambda \leq 1.400 \text{ nm}$) können bis zur Netzhaut vordringen und sind daher für die Augensicherheit relevant (ausreichende Helligkeit, Vermeidung von Blendung). Hier können in Abhängigkeit von Wellenlänge und Einwirkungsdauer photochemische und thermische Schädigungen entstehen. Eine akute Gefährdung bis hin zum Verlust des Augenlichtes besteht beim ungeschützten Blick in die Sonne. Bei langjähriger Einwirkung von Infrarotstrahlung kann eine Trübung der Augenlinse (grauer Star) auftreten.

**sichtbare Strahlung und
nahe Infrarotstrahlung**

Strahlung aus dem langwelligen Infrarotbereich ($1.400 \text{ nm} \leq \lambda \leq 1 \text{ mm}$) nennt man Wärmestrahlung. Sie kann Hautverbrennungen sowie thermische Belastungen des Organismus verursachen.

Wärmestrahlung

Laserstrahlung ist eine kohärente optische Strahlung, die meist stark gebündelt ist und einen sehr engen Wellenlängenbereich hat.

Laserstrahlung

Die Schädigungsmöglichkeiten sind die gleichen wie bei nichtkohärenter ultravioletter, sichtbarer und infraroter Strahlung. Durch die starke Bündelung entsteht jedoch eine wesentlich höhere Strahlungsintensität und damit ein weitaus höheres Gefährdungspotenzial.

Für die Augensicherheit ist der sichtbare Bereich ($380 \leq \lambda \leq 780 \text{ nm}$) und der nahe Infrarotbereich ($\lambda \leq 1.400 \text{ nm}$) von besonderer Bedeutung. Hier wird die Strahlung durch die Linse des Auges fokussiert, was die Schädigungsmöglichkeit der Netzhaut zusätzlich um ein Vielfaches verstärkt.

Gepulste Laserstrahlung erfordert eine besondere Gefährdungsanalyse [1], [2].

7.5.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

Mit der Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch künstliche optische Strahlung (OStrV) ist die EU-Richtlinie 2006/25/EG in deutsches Recht umgesetzt worden und bildet, gemeinsam mit dem Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) den Rechtsrahmen für den Schutz vor Gefährdungen durch künstliche optische Strahlung am Arbeitsplatz. Sie ist am 27. Juli 2010 in Kraft getreten.

**Verordnung zum Schutz
der Beschäftigten vor
der Gefährdung durch
künstliche optische
Strahlung (OStrV)**

Die OStrV ist für jegliche Gefährdungen durch optische Strahlung aus künstlichen Quellen an Arbeitsplätzen verbindlich. Eine zentrale Forderung der OStrV ist die Ermittlung und Bewertung der Gefährdungen durch künstliche optische Strahlung am Arbeitsplatz. Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nach § 5 des Arbeitsschutzgesetzes hat der Arbeitgeber zunächst festzustellen, ob Beschäftigte am Arbeitsplatz optischer Strahlung aus künstlichen Quellen ausgesetzt sind bzw. sein können. Ist dies der Fall, hat er alle hiervon ausgehenden Gefährdungen für die Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten zu beurteilen und gegebenenfalls Schutzmaßnahmen zu ergreifen [4].

Technische Regeln zur OStrV

Um die Anwendung der OStrV in der betrieblichen Praxis zu unterstützen, wurden Technische Regeln zur OStrV erarbeitet.

Technische Regeln lösen die Vermutungswirkung aus und bieten damit Rechtssicherheit für Anwender. Das bedeutet, dass Arbeitgeber bei Anwendung Technischer Regeln davon ausgehen können, die Arbeitsschutzvorschriften der entsprechenden Rechtsverordnung einzuhalten. Andere Lösungen sind möglich, müssen aber nachweislich mindestens den gleichen Schutz für die Beschäftigten gewährleisten.

Die Technischen Regeln für inkohärente optische Strahlung aus künstlichen Quellen (TROS IOS) und die TROS Laserstrahlung stehen unter www.baua.de/tros zum Download zur Verfügung.

TROS IOS und TROS Laserstrahlung konkretisieren insbesondere die Festlegungen zur Gefährdungsbeurteilung, zur Messung und Berechnung von inkohärenter optischer Strahlung und Laserstrahlung, sowie für Schutzmaßnahmen. Jede TROS enthält einen Teil Allgemeines und drei weitere Teile.

Teil Allgemeines

Der Teil Allgemeines erläutert den Anwendungsbereich der OStrV und enthält die wesentlichen Begriffe, die bei der Umsetzung der OStrV hinsichtlich inkohärenter optischer Strahlung und Laserstrahlung relevant sind sowie Angaben zu tatsächlichen oder möglichen Gefährdungen der Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten durch inkohärente optische Strahlung und Laserstrahlung. In der Anlage zu diesem Teil werden die biologischen Wirkungen von optischer Strahlung erläutert.

Teil 1: Beurteilung der Gefährdung

Der Teil 1 „Beurteilung der Gefährdung durch inkohärente optische Strahlung“ der TROS IOS und der Teil 1 „Beurteilung der Gefährdung durch Laserstrahlung“ der TROS Laser behandeln das Vorgehen bei der Beurteilung von Gefährdungen durch Expositionen gegenüber inkohärenter optischer Strahlung und Laserstrahlung nach § 3 OStrV. Sie konkretisieren die Vorgaben der OStrV innerhalb des durch die § 5 und § 6 des Arbeitsschutzgesetzes vorgegebenen Rahmens. Es werden Anforderungen an fachkundige Personen festgelegt.

Teil 2: Messungen und Berechnungen von Expositionen

Der Teil 2 „Messungen und Berechnungen von Expositionen gegenüber inkohärenter optischer Strahlung“ der TROS IOS und der Teil 2 „Messungen und Berechnungen von Expositionen gegenüber Laserstrahlung“ der TROS Laserstrahlung beschreiben das Vorgehen bei den Messungen und Berechnungen von Expositionen nach dem Stand der Technik, wie es in der OStrV gefordert wird. Es werden, Expositionsgrenzwerte (EGW) erläutert und weiterführende Anwendungshinweise dazu gegeben.

Messung

Messungen vor Ort verlangen umfangreiche Fachkenntnisse und große Erfahrung. Für Fachkundige, die Expositionsmessungen und -berechnungen im Zusammenhang mit Laserstrahlung durchführen müssen, bietet der Teil 2 vor allem zahlreiche Beispiele aus der Praxis. Mit einem Ablaufschema wird die Vorprüfung, ob zur Ermittlung der Exposition überhaupt Messungen oder Berechnungen erforderlich sind, unterstützt.

Hinweise zur Messstrategie optischer Strahlung sowie Messprotokolle können nachfolgend entnommen werden.

- Messstrategie zur Messung optischer Strahlung
- Messprotokoll zur Messung optischer Strahlung

Zur Unterstützung der Umsetzung der EU-Richtlinie 2006/25/EG in den Mitgliedstaaten hat die EU-Kommission einen unverbindlichen europäischen Leitfaden herausgegeben. Besonderes Augenmerk lag dabei auf Artikel 4 „Ermittlung der Exposition und Bewertung der Risiken“ und Artikel 5 „Maßnahmen zur Vermeidung oder Verringerung der Risiken“ sowie zu den Expositionsgrenzwerten nach Anhang I „Inkohärente optische Strahlung“ und Anhang II „Laserstrahlung“. In den Anhängen des Leitfadens werden die Eigenschaften der optischen Strahlung, ihre biologische Wirkung auf das Auge und die Haut sowie der Gebrauch von Substanzen, die die Lichtempfindlichkeit von Menschen verstärken, erläutert. Weiterhin sind umfangreich ausgearbeitete Beispiele für einige künstliche Quellen optischer Strahlung enthalten und Tätigkeitsbereiche beschrieben, wie z. B. in der Glas- und Stahlverarbeitung.

[Leitfaden zur Richtlinie 2006/25/EG](#)

Der Leitfaden bietet für Arbeitgeber, insbesondere von kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU), auch eine gute Hilfestellung zur Anwendung der OStrV. Für die Praxis von großem Nutzen sind die im Anhang aufgeführten beispielhaften Gefährdungsbeurteilungen für verschiedene Anwendungen von optischen Strahlungsquellen. Der Leitfaden wurde in der deutschen Fassung 2011 veröffentlicht [7].

Für die Sicherheit von Laserprodukten gilt die nach der europäischen Niederspannungsrichtlinie harmonisierte Norm DIN EN 60825-1. Worst-case-Betrachtungen innerhalb entsprechender Sicherheitskonzepte führen zu einem System von Laserklassen, das auch bei der Gefährdungsbeurteilung und der Festlegung von Schutzmaßnahmen eine wichtige Rolle spielt. Dadurch lassen sich auch Messungen oder Berechnungen auf ein Mindestmaß reduzieren. Nach DIN EN 60825-1 (2015) sind Laser in die Klassen 1, 1M, 1C, 2, 2M, 3R, 3B und 4 (höchste Klasse) eingeteilt.

[Laserklassen/ Risikogruppen](#)

Inkohärente optische Strahlungsquellen werden nach DIN EN 62471 in Risikogruppen RG0 (freie Gruppe) RG1, RG2 und RG3 eingeteilt. Je höher die Gruppe, desto höher ist die potenzielle Gefährdung, die von der Quelle ausgeht.

Kennzeichnung und Zutrittsbeschränkung von Räumen ist bei intensiver Strahlung zu fordern. Sicherheitsklassen lassen sich selbst für höhere Gefährdungsgrade relativ leicht festlegen, wenn die Strahlung als gerichteter Strahl (Laser, andere optische Quellen) nur einen bestimmten Raumbereich überstreicht.

7.5.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

Der Teil 3 „Maßnahmen zum Schutz vor Gefährdungen durch inkohärente optische Strahlung“ der TROS IOS und der Teil 3 „Maßnahmen zum Schutz vor Gefährdungen durch Laserstrahlung“ der TROS Laser beschreiben das Vorgehen bei der Festlegung von Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik, wie es in der OStrV gefordert wird.

[TROS Teil 3 Maßnahmen zum Schutz vor Gefährdungen](#)

Die Anforderungen zur Dokumentation der anzuwendenden Schutzmaßnahmen sind im Kapitel 10 der TROS Teil 1 „Beurteilung der Gefährdung durch inkohärente optische Strahlung“ und TROS Laser Teil 1 „Beurteilung der Gefährdung durch Laserstrahlung“ festgelegt.

Arbeitgeber dürfen nur solche Arbeitsmittel zur Verfügung stellen und verwenden lassen, die unter Berücksichtigung der vorgesehenen Einsatzbedingungen sicher sind. Dazu müssen die Arbeits-

[Einsatz sicherer Arbeitsmittel](#)

mittel die Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen der entsprechenden Richtlinien wie beispielsweise der europäischen Regelungen nach Maschinenrichtlinie, Niederspannungsrichtlinie sowie deren nationale Umsetzungen erfüllen und auch über die erforderlichen sicherheitsrelevanten Ausrüstungen verfügen. Arbeitgeber sollen bei der Beschaffung von Arbeitsmitteln darauf achten, dass diese nach europäisch harmonisierten Produktsicherheitsnormen entwickelt und gebaut wurden.

Im Bereich der Normung wird die Emission der Strahlungsquellen beschrieben und somit sind dort Emissionsgrenzwerte definiert. Für die Gefährdungsbeurteilung an Arbeitsplätzen, die Quellen optischer Strahlung enthalten, können Herstellerangaben entsprechend den in diesem Abschnitt angeführten Normen herangezogen werden. Wenn zur Gefährdungsbeurteilung Emissionsangaben des Herstellers nach Normen verwendet werden, ist zu überprüfen, ob die der Norm zugrunde liegenden Bedingungen für die Risikobeurteilung auf die Arbeitsbedingungen übertragen werden können.

Produkte dürfen grundsätzlich nur auf dem Markt bereitgestellt werden, wenn sie nach allgemein anerkannten „Regeln der Technik“ so beschaffen sind, dass Benutzer oder Dritte bei ihrer bestimmungsgemäßen Verwendung vor Gefahren aller Art für Leben und Gesundheit geschützt sind [10].

In Tabelle 7.5.2 sind für einige Produktgruppen beispielhaft harmonisierte europäische Normen dargestellt.

Produktgruppen, die optische Strahlung emittieren	Harmonisierte Normen zur Produktsicherheit bzgl. optischer Strahlung – gelistet unter:	
	Maschinen-RL	Niederspannungs-RL
Lasereinrichtungen allgemein		EN 60825-1
Lasereinrichtungen für die Materialbearbeitung allg.	EN ISO 11553-1	EN 60825-4
Handgeführte Laserbearbeitungsgeräte	EN ISO 11553-2	
Laser und LED in der Lichtwellenleitertechnik		EN 60825-2
Laser in der Freiraum-Datenübertragung		EN 60825-12
Strahlungsemissionen von Maschinen (auch optisch)	EN 12198	
Lampen und Lampensysteme		EN 62471

Tabelle 7.5–2 Harmonisierte Normen zur optischen Strahlungssicherheit nach Produktgruppe

Kennzeichnung und Zutrittsbeschränkung von Räumen ist bei intensiver Strahlung zu fordern. Sicherheitsklassen lassen sich selbst für höhere Gefährdungsgrade relativ leicht festlegen, wenn die Strahlung als gerichteter Strahl (Laser, andere optische Quellen) nur einen bestimmten Raumbereich überstreicht.

Laserschutzbeauftragter

Für das sichere Betreiben von Lasereinrichtungen mit hohem Gefährdungspotenzial (Laserklassen 3R, 3B und 4) ist ein Laserschutzbeauftragter nach OStrV zu bestellen.

Natürliche optische Strahlung

Die Arbeitgeber in Deutschland sind nach dem Arbeitsschutzgesetz [5] gesetzlich verpflichtet, erforderliche Maßnahmen für den Gesundheitsschutz und die Sicherheit ihrer Beschäftigten am Arbeitsplatz zu treffen.

Da die gesundheitlichen Risiken der natürlichen ultravioletten Strahlung seit langem nachgewiesen und anerkannt sind, sollten sich Arbeitgeber dieser Verpflichtung und der damit verbundenen Verantwortung bewusst sein.

Es gelten insbesondere die Verpflichtungen:

- zur Gefährdungsbeurteilung (Expositionsermittlung und -bewertung),
- zur Festlegung und Anwendung von Schutzmaßnahmen,
- zur Unterweisung,
- zur arbeitsmedizinischen Vorsorge.

Geeignete Schutzmaßnahmen sind in [2], [12], [13] beschrieben. Basierend auf der Merkformel „Die Haut vergisst keine einzige Bestrahlung.“ zur Langzeitwirkung von ultravioletter Strahlung, sollte daher die berufliche UV-Exposition minimiert werden.

7.5.4 Vorschriften, Regelwerk, Literatur

Gesetze, Verordnungen

OStrV	Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch künstliche optische Strahlung (Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung)
ProdSG	Gesetz über die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt (Produktsicherheitsgesetz)
ArbStättV	Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung)

Technische Regeln zur Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung (TROS)

	TROS Inkohärente optische Strahlung (TROS IOS)
	TROS Laserstrahlung

Vorschriften und Informationen der Berufsgenossenschaften

DGUV Information 203-036 (bisher BGI 5007)	Laser-Einrichtungen für Show- oder Projektionszwecke
DGUV Information 203-039 (bisher BGI 5031)	Umgang mit Lichtwellenleiter-Kommunikations-Systemen (LWKS)
DGUV Information 203-042 (bisher BGI 5092)	Auswahl und Benutzung von Laser-Schutz- und Justierbrillen

Weitere Regeln der Technik

DIN EN 60825-1	Sicherheit von Lasereinrichtungen – Teil 1: Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen
DIN EN 14255-1	Messung und Beurteilung von personenbezogenen Expositionen gegenüber inkohärenter optischer Strahlung – Teil 1: Von künstlichen Quellen am Arbeitsplatz emittierte ultraviolette Strahlung

DIN EN 14255-2	Messung und Beurteilung von personenbezogenen Expositionen gegenüber inkohärenter optischer Strahlung – Teil 2: Sichtbare und infrarote Strahlung künstlicher Quellen am Arbeitsplatz
DIN EN 14255-3	Messung und Beurteilung von personenbezogenen Expositionen gegenüber inkohärenter optischer Strahlung – Teil 3: Von der Sonne emittierte UV-Strahlung
DIN EN 14255-4	Messung und Beurteilung von personenbezogenen Expositionen gegenüber inkohärenter optischer Strahlung – Teil 4: Terminologie und Größen für Messungen von UV-, sichtbaren und IR-Strahlungs-Expositionen
DIN EN 62471	Photobiologische Sicherheit von Lampen und Lampensystemen
DIN EN 12198-1	Sicherheit von Maschinen: Bewertung und Verminderung des Risikos der von Maschinen emittierten Strahlung – Teil 1: Allgemeine Leitsätze
DIN EN 207	Persönlicher Augenschutz – Filter und Augenschutzgeräte gegen Laserstrahlung (Laserschutzbrillen)
DIN EN 208	Persönlicher Augenschutz – Augenschutzgeräte für Justierarbeiten an Lasern und Laseraufbauten (Laser-Justierbrillen)
Laser-Spezifikation, Oktober 2013	Technische Spezifikation zu Lasern als bzw. in Verbraucherprodukte(n), 30.Oktober 2013

Literatur

- [1] **Sutter, E.; Schreiber, P.; Ott, G.:** Handbuch Laser-Strahlenschutz. Berlin: Springer 1989
- [2] **Sutter, E.:** Schutz vor optischer Strahlung. Berlin: VDE-Verl. 3. Aufl. 2008
- [3] **IRPA/INIRC:** Guidelines on limits of exposure to ultraviolet radiation of wavelengths between 180 nm and 400 nm (incoherent optical radiation). Health physics 56 (1989), 6, 971–972; 49 (1985), 8, 331–340
- [4] **Reidenbach, H.-D., Brose, M., Ott, G., Siekmann, H.:** Praxis-Handbuch optische Strahlung. Berlin: Erich Schmidt Verlag 2012, ISBN: 978-3-503-13822-7
- [5] **Gemeinsames Ministerialblatt 2013,** Bekanntmachung von Technischen Regeln TROS IOS. Jahrg. 64, S. 1302–1368, 19.11.2013
- [6] **Gemeinsames Ministerialblatt 2015,** Bekanntmachung von Technischen Regeln TROS Laserstrahlung. Jahrg. 65, S. 211–294, 5. Mai 2015
- [7] **Ein unverbindlicher Leitfaden zur Richtlinie 2006/25/EG über künstliche optische Strahlung.** Health Protection Agency im Auftrag der EU-Kommission, 29.04.2011
- [8] **Fachverband für Strahlenschutz e. V.:** Leitfaden „Nichtionisierende Strahlung“ Ultraviolettstrahlung künstlicher Quellen, Sichtbare und infrarote Strahlung, Laserstrahlung und Sonnenstrahlung
- [9] **Schreiber, P.; Ott, G.:** Schutz vor ultravioletter Strahlung. 2. Aufl. Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW 1985. (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz: Sonderschrift, S. 14)

Internetangebote/Links

- **Fachverband für Strahlenschutz e. V.**
www.fs-ev.de [Zugriff am 21.12.2015]
- **Bundesamt für Strahlenschutz.**
www.bfs.de [Zugriff am 21.12.2015]
- **Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)**
www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Optische-Strahlung/Optische-Strahlung.html
[Zugriff am 21.12.2015]
- **Rette Deine Haut!** – Hintergründe zu Sonne, Strahlung und Solarien. Arbeitsgemeinschaft Dermatologische Prävention (ADP) e. V.
www.unserehaut.de [Zugriff am 21.12.2015]
- **UV-Index.** Deutscher Wetterdienst (DWD).
www.uv-index.de [Zugriff am 21.12.2015]
- **Deine Haut.** Die wichtigsten 2 m² Deines Lebens. Präventionskampagne von gesetzlicher Kranken- und Unfallversicherung. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V.
www.dguv.de/ ▶ Prävention ▶ Kampagnen, Veranstaltungen und Projekte ▶ Präventionskampagnen ▶ Präventionskampagne Haut [Zugriff am 21.12.2015]

7.5.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

- Ist sichergestellt, dass Geräte, die Laserstrahlung erzeugen oder bei denen infrarote oder ultraviolette Strahlung auftreten, nur entsprechend der Betriebsanweisung des Herstellers verwendet werden?
 - Werden die Geräte, die optische Strahlung erzeugen, regelmäßig sicherheitstechnisch überprüft?
 - Gibt es Arbeitsanweisungen für Tätigkeiten mit Geräten oder Stoffen, die Strahlung erzeugen?
 - Wurde geprüft, ob die Einwirkzeit der optischen Strahlung verringert werden kann?
-
- Laserstrahlung
 - Infrarot-Wärmestrahlung
 - UV-Strahlung
 - Gerät nicht sicherheitstechnisch überprüft
 - Anweisungen zur sicheren Ausführung der Tätigkeiten fehlen
 - Schutzmaßnahmen entsprechen nicht der Betriebsanweisung/Arbeitsanweisung
 - Ausführung der Tätigkeit entspricht nicht der Betriebsanweisung/Arbeitsanweisung
-
- Gerät sicherheitstechnisch überprüfen
 - Arbeitsanweisung erstellen
 - Einwirkungszeit der Strahlung/Wellen verringern
 - Gefahrenbereich kennzeichnen
 - über Betriebsanweisung und Arbeitsanweisung unterweisen

Prüffragen

festgestellte
Gefährdungen/Mängel

Maßnahmen

ANLAGE 1

Messstrategie zur Messung optischer Strahlung

- Zielsetzung der Messung festlegen, z. B.
 - Überwachung der Grenzwerteinhalten an einem Arbeitsplatz.
- Ermittlung der Expositionsbedingungen, z. B.
 - Welche Angaben liegen über die Strahlungsquelle vor?
 - Aufenthaltsorte und Expositionszeiten während der Arbeitsschicht
 - Schädigungsmöglichkeiten, Grenzwerte
 - Persönliche Schutzausrüstung
- Planung
- Auf Grundlage der Zielsetzung und der Messbedingungen sind die Durchführung der Messung und das einzusetzende Messgerät festzulegen.
- Auswahl des Messverfahrens
 - Spektralverfahren
 - Integralverfahren
 - Personendosimeter
- Durchführung der Messung unter Berücksichtigung z. B. folgender Punkte:
 - Messort bzw. Messorte
 - Messrichtung
 - Messdauer, Mittelungsdauer
- Auswertung der Messergebnisse, z. B. Bestimmung der effektiven Bestrahlungsstärke
- Bewertung Vergleich Messwerte – Grenzwerte
- Festlegen, ob und wann Wiederholungsmessungen notwendig sind, z. B. bei Veränderung der Expositionsbedingungen
- Messprotokoll erstellen

In Anlehnung an Siekmann, H.: Messung und Beurteilung optischer Strahlung – Handlungsbedarf, Tagungsband Nichtionisierende Strahlung, Band I. Köln: TÜV-Verlag GmbH 1999, S. 513–526; ISBN 3-8249-0559-0

ANLAGE 2

Messprotokoll zur Messung optischer Strahlung

1. Allgemeine Angaben

Betreiber:	
Anschrift:	
Ort, Datum, Uhrzeit:	
Bearbeiter:	
Bemessene Anlage/Gerät:	
Standort:	
Hersteller und Baujahr:	
Inventarnummer:	
Angaben zur Strahlungsquelle:	
Hersteller:	
Leistung:	
Typ:	
Emissionsdaten bekannt?	
Betriebsart:	
Spektrum bekannt?	
Einhausung:	
Optische Komponenten:	
Arbeitsablauf (typische und kritische Aufenthaltsorte, effektive Expositionsdauer, Kontroll- und Wartungstätigkeiten):	

2. Messungen

– Verwendete Messgeräte:

Typ:	
Seriennummer:	
Messaufnehmer:	
Kalibrierung:	

- Messorte und Messpunkte (Beschreibung, Lageplan oder -skizze):
- Messwerte (Bestrahlungsstärke, Durchschnitts- und Maximalwerte):
- Besonderheiten (Einfluss weiterer optischer Strahlungsquellen, örtliche und zeitliche Varianz der Werte):
- Angaben zur Messunsicherheit:

3. Grenzwerte

- Grenzwertsituation (Rechtsvorschriften, Richtlinien, Normen):
- Grenzwerte für die maximal zulässige Expositionszeit:

4. Auswertung

- Vergleich der Messwerte mit den Grenzwerten für die maximal zulässige Bestrahlung:
- Ermittlung der maximal zulässigen Expositionszeit:
- Zusammenfassende Darstellung der Gefährdungssituation:

5. Empfehlungen für Schutzmaßnahmen

- Technische Gestaltungsmaßnahmen:
- Organisatorische Schutzmaßnahmen (z. B. Festlegung von Aufenthaltszeiten, Warnhinweise, Einweisung und Unterweisung):
- Persönliche Schutzmaßnahmen:

Datum/Unterschrift

7.6 Ionisierende Strahlung

Der Gefährdungsfaktor Ionisierende Strahlung wird nicht im Rahmen dieses Ratgebers behandelt.

7.7 Elektromagnetische Felder

Autoren:

Dr. rer. nat. H. Neuschulz

Dr.-Ing. E. Romanus

Dr. rer. nat. L. Udovicic

Ansprechpartnerin:

Dr. rer. nat. H. Neuschulz

BAuA

Bearbeitungsstand: Dezember 2015

elektromagnetische Felder (EMF)

Die physikalischen Größen Frequenz f und Wellenlänge λ sind über die Lichtgeschwindigkeit $c = \lambda \cdot f$ miteinander verknüpft. Diese drei Größen stellen die Hauptcharakteristika der elektromagnetischen Welle dar.

Die Felder von 0 Hz bis zum UV-Spektralbereich besitzen keine ausreichende Energie, um Moleküle zu dissoziieren oder zu ionisieren, und werden deshalb unter der Bezeichnung nichtionisierende Strahlung zusammengefasst. In diesem Bereich liegen die elektromagnetischen Felder mit den in der folgenden Tabelle aufgeführten Frequenzbereichen.

Tab. 7.7–1 Frequenzbereiche elektromagnetischer Felder

Elektromagnetische Felder	Frequenz f
statische Felder	0 Hz
niederfrequente Felder	> 0 Hz bis 10 MHz
Übergangsbereich	100 kHz bis 10 MHz
hochfrequente Felder	100 kHz bis 300 GHz

Frequenzbereiche, Anwendungen und Feldarten

Man unterscheidet zwischen verschiedenen Frequenzbereichen, weil sich sowohl die Eigenschaften als auch die Wirkungen und dementsprechend auch die Anwendungen voneinander unterscheiden. Es wird unterteilt in

- **statische** oder Gleichfelder (z. B. Erdmagnetfeld, Magnetresonanztomograf),
- **niederfrequente** Wechselfelder (z. B. 16, 7 Hz: Betrieb Bahnanlagen, 50 Hz: Stromversorgung)
- **Übergangsbereich** (z. B. Funkanwendungen, induktive, kapazitive Erwärmung)
- **hochfrequente** Wechselfelder (z. B. Radio- und Fernsehsender, Mobilfunk-, Radarsysteme).

Für medizinische und andere Anwendungen sind insbesondere folgende Frequenzen zugelassen: 27 MHz, 40 MHz, 2,4 GHz.

Weitere wichtige Anwendungen von elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern in der Industrie sind Verfahren wie Trocknen, Schweißen, Vulkanisieren, Garen, Härten.

Feldarten

Es gibt zwei Feldarten: das elektrische und das magnetische Feld. Das elektrische Feld wird durch ruhende Ladungen gleicher oder unterschiedlicher Polarität, das magnetische Feld durch bewegte Ladungen (fließende Ströme) erzeugt. Elektrische und magnetische Felder niedrigerer Frequenzen bis etwa 10 kHz sind an ihre Quelle gebunden und müssen getrennt behandelt werden. Felder mit höheren Frequenzen können sich von der Quelle ablösen und als Wellen im Raum ausbreiten, diese Felder werden als elektromagnetische Felder bezeichnet.

Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über Wellenlängen, Frequenzen, Strahlungsarten und Anwendungen elektromagnetischer Felder.

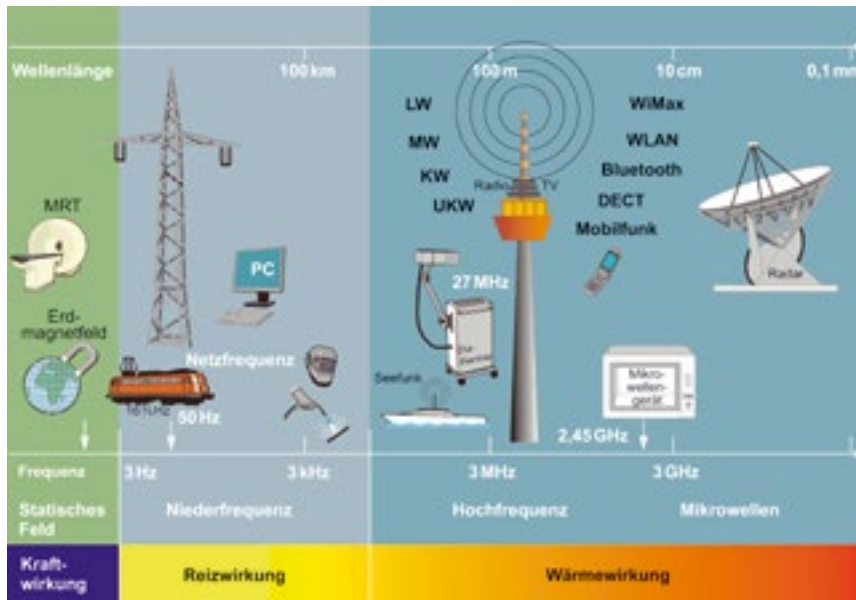


Abb. 7.7–1 Wellenlängen, Frequenzen, Wirkungen und Anwendungen elektromagnetischer Wellen bzw. Felder

7.7.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen

Die Wirkung elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Felder (EMF) auf den Menschen ist abhängig vom Frequenzbereich, der Feldstärke und der zeitlichen Änderung der Feldstärke.

Wirkungen
elektromagnetischer
Felder

Statische elektrische Felder sind in ihrer Wirkung auf die Körperoberfläche beschränkt (z. B. Bewegung von Körperhaaren). Statische magnetische Felder können wegen ihrer Kraftwirkungen auf geladene Teilchen im menschlichen Körper zu elektrischen Feldern im Körpergewebe führen.

Der menschliche Körper ist ein relativ guter Leiter. Niederfrequente elektrische Felder erzeugen durch Influenz Ströme innerhalb des Körpers. Bei Einwirkung niederfrequenter Magnetfelder, die das Körpergewebe ungehindert durchdringen, kann es durch die im Körper induzierten Ströme zu Reizungen von Muskeln und Nerven kommen.

Hochfrequente elektromagnetische Felder werden beim Eindringen in biologische Materie absorbiert, wobei Wärme entsteht. Bei ausreichend hoher Intensität kann es bei lokaler Einwirkung, z. B. auf das Auge, zu einer Temperaturerhöhung in der Augenlinse und bei langjähriger Einwirkung zur Entstehung eines Katarakts (Grauen Stars) kommen. Längere Ganzkörpereinwirkung kann zur Erhöhung der Körperkerntemperatur mit möglichen Schädigungen führen.

Mit zunehmender Frequenz nehmen die für den Niederfrequenzbereich typischen Stimulationswirkungen immer mehr ab, während die für den im Hochfrequenzbereich charakteristischen Wärmewirkungen zunehmen. Diese Besonderheit ist kennzeichnend für den Übergangsbereich.

Dass elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder je nach Frequenz, Modulation und Stärke eine unterschiedliche biologische Wirkung auf den menschlichen Körper haben, bedeutet nicht, dass jede messbare Veränderung eines Parameters, eine relevante physiologische oder gesundheitsschädliche Wirkung hat.

Die Grundlage für gesetzliche Regelungen und Grenzwerte zum Schutz vor gesundheitschädlichen Wirkungen elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Felder am Arbeitsplatz bilden die Empfehlungen der Internationalen Kommission für den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (International Commission on non-ionizing radiation protection, ICNIRP) als internationale Vereinigung von Wissenschaftlern zur Beurteilung von Wirkungen nichtionisierender Strahlung.

Die Anforderungen zur Vermeidung von Gefährdungen durch EMF dürfen nicht mit der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) verwechselt werden. Als elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) wird die Fähigkeit eines Produktes bezeichnet, in seiner elektromagnetischen Umgebung zu arbeiten, ohne elektromagnetische Störungen zu verursachen, die für andere in dieser Umgebung vorhandene Produkte unannehmbar wären. Durch Festlegungen von Mindestanforderungen zur elektromagnetischen Verträglichkeit sollen technische Funktionsstörungen verringert werden.

Herzschrittmacher und andere Körperhilfsmittel

EMF können Herzschrittmacher (HSM) und andere Implantate durch indirekte Wirkungen beeinflussen. Die Schrittmacher-Elektroden-Konfiguration stellt eine Antenne bzw. Induktionsschleife und damit eine Empfangseinrichtung für von außen einwirkende Felder dar, dadurch sind Störungen möglich. Die Folgen einer Funktionsstörung des Implantates reichen von kaum merklichen Unregelmäßigkeiten des Gerätes bis zu Gefährdungen des Implantatträgers (leichter Schwindel, Bewusstseinsverlust, im Extremfall Tod).

Bereiche starker Felder sind mit Warn- bzw. Verbotsschildern zu kennzeichnen, siehe DGUV Vorschrift 15 (bisher BGV B11) und Beispiel in DGUV Information 203-038 (bisher BGI 5011).

Bei der Herstellung von HSM und anderen Körperhilfsmitteln wird die Möglichkeit indirekter Wirkungen berücksichtigt, deshalb wird eine möglichst hohe Störfestigkeit der Geräte angestrebt.

Die Störmöglichkeit eines Implantates hängt von vielen Faktoren ab, z. B. von Typ und Einstellung des Schrittmachers, von Frequenz und Pulsung oder Modulation des störenden Feldes sowie von den geometrischen Verhältnissen. Daher ist die Beurteilung der Arbeitsplatzsituation oft kompliziert. Nach Ermittlung der tatsächlichen Gefährdungssituation kann jedoch der Einsatz des Beschäftigten oftmals weiterhin ermöglicht werden, im idealen Fall wird eine individuelle Gefährdungsbeurteilung bereits vor der Implantation vorgenommen. Wie bei der Ermittlung einer möglichen Beeinflussung von Implantaten durch EMF vorzugehen ist, wird in der DGUV Information 203-043 (bisher BGI/GUV-I 5111) detailliert beschrieben. Schwellenwerte für EMF am Arbeitsplatz, deren Einhaltung die Sicherheit und die Gesundheit von Beschäftigten mit aktiven oder passiven Implantaten gewährleistet, sind im Forschungsbericht FB 457 des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales angegeben und erläutert.

7.7.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

Vorgeschriebene Grenzwerte

Das Arbeitsschutzgesetz gilt allgemein auch für elektromagnetische Felder am Arbeitsplatz. Grenzwerte für die Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern am Arbeitsplatz sind in der DGUV Vorschrift 15 (bisher BGV B11) bzw. in der dazugehörigen DGUV Regel 103-013 (bisher BGR B11) und für die allgemeine Bevölkerung in der 26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV) festgelegt, siehe auch „Empfehlung des Rates vom 12. Juli 1999 zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 bis 300 GHz)“.

Die Einhaltung zulässiger Werte laut DGUV Vorschrift 15 sichert jedoch nicht zwangsläufig den Schutz von Personen mit Körperhilfsmitteln ab (siehe Abschnitt: Herzschrittmacher und andere Körperhilfsmittel, Normen: DIN EN 50527-1: Verfahren zur Beurteilung der Exposition von Arbeitnehmern mit aktiven implantierbaren medizinischen Geräten (AIMD) gegenüber elektromagneti-

schen Feldern und DIN EN 50527-2-1: Besondere Beurteilung für Arbeitnehmer mit Herzschrittmachern) und FB 457 des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales.

In Deutschland ist bei der Gefährdungsbeurteilung die DGUV Vorschrift 15 (bisher BGV B11) bzw. die dazugehörige DGUV Regel 103-013 (bisher BGR B11) anzuwenden. Verfahren zur Messung sind in der DIN EN 50413 enthalten. Die zur Beurteilung von EMF am Arbeitsplatz erforderlichen Grenzwertfestlegungen basieren auf folgenden Empfehlungen der ICNIRP: Empfehlungen zur Begrenzung zeitlich veränderlicher elektrischer und magnetischer und elektromagnetischer Felder (bis zu 300 GHz), 1998 [2], Guidelines zu statischen Feldern (2009) [3] und zu niederfrequenten zeitlich veränderlichen elektrischen und magnetischen Feldern (1 Hz bis 100 kHz) (2010) [4] veröffentlicht. Zu gepulsten Feldern wurde von der ICNIRP außerdem 2003 ein Statement veröffentlicht [5]. Die Methode der DGUV Vorschrift 15 zur Bewertung gepulster Felder (Zeitbereichsbewertungsmethode – ZBM) wurde an die Rahmenbedingungen der Richtlinie 2013/35/EU angepasst, s. FB 457 des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales.

Mess- und
Beurteilungsverfahren

Im Juni 2013 trat die EU-Arbeitsschutz-Richtlinie 2013/35/EU über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor Gefährdungen durch physikalische Einwirkungen (elektromagnetische Felder) als 20. Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Arbeitsschutzrahmenrichtlinie 89/391/EWG und zur Aufhebung der Richtlinie 2004/40/EG in Kraft.

EU-Richtlinie
Elektromagnetische
Felder

Die Richtlinie 2013/35/EU ist darauf gerichtet, Arbeitnehmer vor Gefährdungen durch elektromagnetische Felder zu schützen und dabei unnötige Belastungen und Kosten – insbesondere für Klein und Mittelbetriebe – zu vermeiden. Das überarbeitete Schutzkonzept für EMF am Arbeitsplatz berücksichtigt, dass an den meisten Arbeitsplätzen mit EMF die elektrischen, magnetischen bzw. elektromagnetischen Felder so gering sind, dass keine Maßnahmen ergriffen werden müssen – Beschäftigte mit besonderem Risiko, wie Implantatträger müssen jedoch immer beachtet werden.

Maßnahmen sind demnach insbesondere zu treffen bei Arbeitsplätzen mit starken EM-Feldern (Beispiele: Schweißen, Elektrolyse, medizinische Anwendungen wie Magnetresonanztomographie) bzw. für Beschäftigte mit besonderem Risiko.

Zur Erleichterung der Durchführung stellte die Kommission einen unverbindlichen Leitfaden zur Richtlinie 2013/35/EU „Elektromagnetische Felder am Arbeitsplatz“ bereit.

Der von der EU-Kommission als Hilfestellung für die praktische Anwendung bereitgestellte Leitfaden zur Richtlinie 2013/35/EU besteht aus drei Teilen: Teil 1 hat vier Hauptkapitel (u. a. Grundlagen zu EMF am Arbeitsplatz) und Anhänge mit genauen Ausführungen. Teil 2 liefert Fallbeispiele aus der Praxis und Teil 3 enthält einen verkürzten Text aus Teil 1 als Erläuterung für Klein- und Mittelbetriebe.

Die EU-Mitgliedsstaaten sind verpflichtet, die EU-Arbeitsschutz-Richtlinie 2013/35/EU zu elektromagnetischen Feldern bis zum 1. Juli 2016 in nationales Recht umzusetzen. In Deutschland wird im Zuge der Umsetzung die geltende Unfallverhütungsvorschrift DGUV Vorschrift 15 (bisher BGV B11) bzw. die dazugehörige DGUV Regel 103-013 (bisher BGR B11) durch eine Verordnung der Regierung und ein konkretisierendes Technisches Regelwerk aufgehoben werden.

7.7.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

Der Arbeitgeber hat vor dem Einsatz eines Beschäftigten an einem Arbeitsplatz mit elektromagnetischen Feldern zu entscheiden, ob und wie eine Gefährdungsbeurteilung hinsichtlich EMF durchzuführen ist, die Dokumente sind aufzubewahren.

Beurteilung der
Exposition

Der Arbeitgeber hat zu sichern, dass eine Gefährdungsbeurteilung von fachkundigen Personen durchgeführt wird und die geltenden Vorschriften angewandt werden (s. Unfallverhütungsvorschrift DGUV Vorschrift 15 (bisher BGV B11) bzw. die dazugehörige DGUV Regel 103-013 (bisher BGR B11)).

Eine geschlossene Darstellung aller Schutzmaßnahmen für den gesamten EMF-Bereich ist hier nicht möglich. Eine umfassende Darstellung der physiologischen Grundlagen, der Wirkungen statischer und niederfrequenter Felder bis 100 kHz, der Ableitung von Grenzwerten und der notwendigen Schutzmaßnahmen gibt der Forschungsbericht FB 400 (2011) des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales „Elektromagnetische Felder am Arbeitsplatz“. Im IFA-Report der DGUV „Elektromagnetische Felder an Anlagen, Maschinen und Geräten“ (2011) werden neben der Erläuterung von Grundlagen, Regeln und Normen auch Hilfen für die Beurteilung der Exposition anhand von Praxisbeispielen angeführt.

Zur Beurteilung der Exposition von Arbeitnehmern an Arbeitsplätzen mit EMF dient die DIN EN 50499 (Verfahren für die Beurteilung der Exposition von Arbeitnehmern gegenüber elektromagnetischen Feldern).

Einsatz sicherer Arbeitsmittel

Arbeitgeber dürfen nur solche Arbeitsmittel zur Verfügung stellen und verwenden lassen, die unter Berücksichtigung der vorgesehenen Einsatzbedingungen sicher sind. Dazu müssen die Arbeitsmittel die Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen der entsprechenden Richtlinien wie beispielsweise der europäischen Regelungen nach Maschinenrichtlinie, Niederspannungsrichtlinie sowie deren nationale Umsetzungen erfüllen und auch über die erforderlichen sicherheitsrelevanten Ausrüstungen verfügen. Arbeitgeber sollen bei der Beschaffung von Arbeitsmitteln darauf achten, dass diese nach europäisch harmonisierten Produktsicherheitsnormen entwickelt und gebaut wurden.

Technische und organisatorische Maßnahmen, Schutzausrüstungen

Falls Expositionsgrenzwerte am Arbeitsplatz überschritten werden können, sind Maßnahmen zu treffen. Ist eine Einhaltung der Grenzwerte durch das Arbeitsmittel selbst nicht gewährleistet, sind Maßnahmen zu treffen. Dazu gehören die Anwendung alternativer Verfahren, technische Maßnahmen (wie Abschirmungen, Abstandsvergrößerung zur Feldquelle) und organisatorische Maßnahmen (wie Zugangskontrolle, Kennzeichnung, Warnschilder, kürzere Einsatzzeiten). Die Beschäftigten sind zu unterweisen, gegebenenfalls sind persönliche Schutzausrüstungen (Schutzbekleidung, Schutzbrillen) anzuwenden.

Die Normen DIN EN 12198-1, -2, und -3 „Sicherheit von Maschinen; Bewertung und Verminderung des Risikos der von Maschinen emittierten Strahlung“ behandeln allgemeine Leitsätze der Risikobewertung der Strahlenemission von Maschinen, Messverfahren für die Strahlenemission und Minderungsmaßnahmen durch Abschwächung oder Abschirmung.

Anforderungen an Schutzbekleidung für hochfrequente elektromagnetische Felder behandelt die DIN 32780-100 „Schutzbekleidung“ (siehe DGUV Information 203-027 (bisher BGI 844)).

Unterweisung der Beschäftigten

Bei möglichen Gefährdungen an Arbeitsplätzen mit EMF sind die Beschäftigten bei Aufnahme der Tätigkeit und in regelmäßigen Abständen (mindestens jährlich) zu unterweisen und über die Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung zu informieren.

Beauftragte für Sicherheit

Für das sichere Betreiben von Einrichtungen mit Feldern großer Feldstärke sind gegebenenfalls spezielle Beauftragte für die Sicherheit zu bestellen.

Messung

Da die Messungen vor Ort ein umfangreiches Fachwissen und große Erfahrung verlangen, sind EMF-Messungen stets von fachkundigen Personen durchzuführen. Einige Anwender haben als Auflage, ausreichende eigene Messgeräte vorzuhalten und bestimmte Messungen durchzuführen.

Hinweise zur Messstrategie elektromagnetischer Felder sowie ein Messprotokoll befinden sich in der Anlage zu diesem Kapitel.

Zur Beurteilung der Gefährdung durch EMF sind erforderlichenfalls orientierende Messungen durchzuführen. Nach größeren Reparaturen und/oder Änderungen der Betriebsparameter der Anlage sind die Messungen zu wiederholen. Unter bestimmten Voraussetzungen können die Messungen durch Berechnungen ersetzt werden, vgl. dazu auch DIN EN 50413 (Grundnorm zu Mess- und Berechnungsverfahren der Exposition von Personen in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern).

7.7.4 Vorschriften, Regelwerk, Literatur

Gesetze, Verordnungen

ProdSG	Produktsicherheitsgesetz – Gesetz über die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt
26. BImSchV	Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder)

Vorschriften der Berufsgenossenschaften

DGUV Vorschrift 15 (bisher BGV B11)	Elektromagnetische Felder
DGUV Regel 103-013 (bisher BGR B11)	Elektromagnetische Felder

Weitere Regeln der Technik

DIN EN 50413	Grundnorm zu Mess- und Berechnungsverfahren „Elektromagnetische Felder“
DIN EN 50499	Verfahren für die Beurteilung der Exposition von Arbeitnehmern gegenüber elektromagnetischen Feldern
DIN EN 50527-1	Verfahren zur Beurteilung der Exposition von Arbeitnehmern mit aktiven implantierbaren medizinischen Geräten (AIMD) gegenüber elektromagnetischen Feldern
DIN EN 50527-2-1	Verfahren zur Beurteilung der Exposition von Arbeitnehmern mit aktiven implantierbaren medizinischen Geräten (AIMD) gegenüber elektromagnetischen Feldern – Teil 2-1: Besondere Beurteilung für Arbeitnehmer mit Herzschrittmachern
DIN 32780-100	Schutzkleidung, Teil 100: Schutz gegen hochfrequente elektromagnetische Felder im Frequenzbereich 80 MHz bis 1 GHz – Anforderungen und Prüfung
DIN EN 12198-1	Sicherheit von Maschinen: Bewertung und Verminderung des Risikos der von Maschinen emittierten Strahlung: Allgemeine Leitsätze

DIN EN 12198-2	Sicherheit von Maschinen – Bewertung und Verminderung des Risikos der von Maschinen emittierten Strahlung – Teil 2: Messverfahren für die Strahlenemission
DIN EN 12198-3	Sicherheit von Maschinen – Bewertung und Verminderung des Risikos der von Maschinen emittierten Strahlung – Teil 3: Verminderung der Strahlung durch Abschwächung oder Abschirmung
DGUV Regel 103-013 (bisher BGR B11)	Elektromagnetische Felder (2006), verfügbar unter http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/bgrb11.pdf [Zugriff am 20.11.2015]
DGUV Information 203-027 (bisher BGI 844)	Einsatz von Schutzkleidung gegen Einwirkung durch hochfrequente elektromagnetische Felder im Frequenzbereich 80 MHz bis 1 GHz (2002), verfügbar unter http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/bgi844.pdf [Zugriff am 20.11.2015]
DGUV Information 203-038 (bisher BGI 5011)	Beurteilung magnetischer Felder von Widerstandsschweißeinrichtungen (2006), verfügbar unter http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/bgi5011.pdf [Zugriff am 20.11.2015]
DGUV Information 203-043 (bisher BGI/GUV-I 5111)	Beeinflussung von Implantaten durch elektromagnetische Felder, (2009), verfügbar unter http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/i-5111.pdf [Zugriff am 20.11.2015]

Geltendes EU-Recht, unverbindlicher EU-Leitfaden und EU-Empfehlungen

Richtlinie 2013/35/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Juni 2013 über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (elektromagnetische Felder) (20. Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG) und zur Aufhebung der Richtlinie 2004/40/EG

Unverbindlicher Leitfaden zur Richtlinie 2013/35/EU „Elektromagnetische Felder am Arbeitsplatz“

Empfehlung des Rates vom 12. Juli 1999 zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz–300 GHz). Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, L 199, 30.07.1999

Literatur

- [1] **Fachverband für Strahlenschutz e.V.:** Leitfaden „Nicht-ionisierende Strahlung – Teil: Elektromagnetische Felder“, FS-05-135-AKNIR (2005)
- [2] **ICNIRP:** Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Physics 74 (1998), 4, 494–522, verfügbar unter: www.icnirp.de/documents/emfgdl.pdf [Zugriff am 20.11.2015]
- [3] **ICNIRP:** Guidelines on limits of exposure to static magnetic fields. Health Physics 96 (2009), 4, 504–514. verfügbar unter: www.icnirp.de/documents/statgdl.pdf [Zugriff am 20.11.2015]
- [4] **ICNIRP:** Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz bis 100 kHz) Health Physics 99 (2010), 6, 818–836. verfügbar unter: www.icnirp.de/documents/LFgdl.pdf [Zugriff am 20.11.2015]

- [5] **ICNIRP:** International Commission on Non-Ionising Radiation Protection: Guidance on determining compliance of exposure to pulsed and complex non-sinusoidal waveforms below 100 kHz with ICNIRP guidelines. Health Physics 84 (2003), 383–387.
www.icnirp.org/en/publications/index.html [Zugriff am 20.11.2015]
- [6] **Empfehlungen zur sicheren Anwendung magnetischer Resonanzverfahren in der medizinischen Diagnostik – Empfehlung der Strahlenschutzkommission.** Berichte der Strahlenschutzkommission, Heft 36 (2003)

Internetangebote/Links

- **Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.**
www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Elektromagnetische-Felder/Elektromagnetische-Felder.html
[Zugriff am 20.11.2015]
- **Fachverband für Strahlenschutz e. V.**
www.fs-ev.de [Zugriff am 20.11.2015]
- **Bundesamt für Strahlenschutz.**
www.bfs.de/de/elektro [Zugriff am 20.11.2015]
- **Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V.**
www.dguv.de [Zugriff am 20.11.2015]
- **Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse.**
www.bgetem.de [Zugriff am 20.11.2015]
- **Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung**
www.dguv.de/ifa/index.jsp [Zugriff am 20.11.2015]

7.7.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

- Werden die Geräte, die EMF erzeugen, regelmäßig sicherheitstechnisch überprüft?
 - Gibt es Arbeitsanweisungen für Tätigkeiten mit Geräten oder Stoffen, die EMF erzeugen?
 - Gibt es ausreichende Schutzmaßnahmen zum Schutz vor elektromagnetischen Feldern, z. B. an Arbeitsplätzen mit Schweißeinrichtungen oder im Nahbereich von Sendern für Rundfunk, Fernsehen oder Mobilfunk?
 - Wurde geprüft, ob die Einwirkzeit der Strahlung verringert werden kann?
-
- Funkwellen
 - Gerät nicht sicherheitstechnisch überprüft
 - Anweisungen zur sicheren Ausführung der Tätigkeiten fehlen
 - Schutzmaßnahmen entsprechen nicht der Betriebsanweisung/Arbeitsanweisung
 - Ausführung der Tätigkeit entspricht nicht der Betriebsanweisung/Arbeitsanweisung
-
- Gerät sicherheitstechnisch überprüfen
 - Arbeitsanweisung erstellen
 - Einwirkungszeit der EMF verringern, Abstand vergrößern
 - Gefahrenbereich kennzeichnen
 - über Betriebsanweisung und Arbeitsanweisung unterweisen

Prüffragen

festgestellte
Gefährdungen/Mängel

Maßnahmen

ANLAGE 1

Messstrategie zur Messung elektromagnetischer Felder

1. Zielsetzung der Messung festlegen, z. B.:

- Überwachung der Grenzwerteinhaltung an einem Arbeitsplatz

2. Ermittlung der Expositionsbedingungen, z. B.:

- Welche Angaben liegen über die Feldquelle vor?
- Aufenthaltsorte und Expositionszeiten während der Arbeitsschicht
- Gefährdungsmöglichkeiten, abgeleitete Werte (Auslösewerte), Basiswerte (Expositionsgrenzwerte), zulässige Werte
- Persönliche Schutzausrüstung erforderlich?

3. Planung

- Auf Grundlage der Zielsetzung und der Messbedingungen ist die Durchführung der Messung zu planen.
- Festlegung eines bewertbaren Betriebszustandes bei Anlagen/Feldquellen mit wechselnden Betriebsparametern.

4. Auswahl geeigneter Messverfahren und Messgeräte

- selektive Messverfahren
- Breitbandverfahren
- Personen-Monitore

5. Durchführung der Messung unter Berücksichtigung z. B. folgender Punkte:

- Messorte bzw. Messpunkte
- Messraster
- Messdauer, Mittelungsdauer
- Effektivwert- oder Spitzenwertmessung
- Schutzmaßnahmen für Messgeräte vorsehen (z. B. bei Messbereichsüberschreitungen)

6. Auswertung der Messergebnisse

- Berücksichtigung von Messunsicherheiten, Korrekturfaktoren

7. Bewertung

- Vergleich Messwerte mit zulässigen Werten der Expositionsbereiche
- Beurteilung des Einsatzes von Implantatträgern
- Empfehlungen für Schutzmaßnahmen
- Einfluss weiterer Feldquellen berücksichtigen

8. Festlegen, ob und wann Wiederholungsmessungen notwendig sind

- z. B. nach einer wesentlichen Änderung oder Instandsetzung und in bestimmten Zeitabständen

9. Messprotokoll erstellen

ANLAGE 2

Messprotokoll zur Messung elektromagnetischer Felder

1. Allgemeine Angaben:

Betreiber:	
Anschrift:	
Ort, Datum, Uhrzeit:	
Angaben zur Anlage:	
Standort:	
Hersteller:	
Typ/Baujahr:	
Verwendungszweck:	
Angaben zur Feldquelle:	
Standort:	
Hersteller:	
Typ/Baujahr:	
Betriebsart:	
Signalform:	
Arbeitsfrequenz:	
Spektrum:	
Betriebsspannung und -strom:	
Mastbild und Leiter-/Bodenabstand:	
Lageplan/Skizze/Abbildung:	
bisherige Schutzmaßnahmen:	
Bearbeiter des Messprotokolls:	

2. Arbeitsplatz:

Bezeichnung:	
Tätigkeit:	
Expositionsbereich nach BGV B11:	
Expositionsregime:	
Expositionsdauer pro Schicht:	
weitere Arbeitsumweltfaktoren:	
soziale Faktoren:	
Implantatträger:	

3. Messungen:

Verwendete Messgeräte:

Typ:	
Hersteller:	
Seriennummer:	
Messorte und Messpunkte (Beschreibung, Lageplan oder -skizze):	
Messwerte (elektrische Feldstärke, magnetische Feldstärke, magnetische Flussdichte, Leistungsdichte):	
Besonderheiten (Effektivwert oder Spitzenwertmessung, Einfluss weiterer Feldquellen):	
Angaben zur Messunsicherheit:	
Messaufnehmer:	
Kalibrierung:	
Name des Messenden:	

4. Grenzwerte:

- Grenzwertsituation (Rechtsvorschriften, Richtlinien, Normen):
- Zulässige Werte in den einzelnen Expositions- und Frequenzbereichen:
- Entscheidung, ob Basiswerte (Expositionsgrenzwerte) herangezogen werden müssen

5. Auswertung:

- Vergleich der Messwerte mit den zulässigen Werten:
- Bestimmung von Bereichen mit erhöhter Exposition und Gefahrenbereichen:
- Bewertung der Messergebnisse:

6. Empfehlungen für Schutzmaßnahmen:

- Technische Gestaltungsmaßnahmen
- Organisatorische Schutzmaßnahmen (z. B. Festlegung von Aufenthaltszeiten, Kennzeichnung von Gefahrenbereichen, Warnhinweise, Verbotsschilder, Einweisung und Unterweisung)
- Persönliche Schutzausrüstung
- Besondere Hinweise zum Einsatz von Implantatträgern

Datum/Unterschrift

7.8 Unterdruck, Überdruck

Autor:

Dipl.-Ing. Ch. Barth

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Ch. Barth

Systemkonzept GmbH, Köln

Bearbeitungsstand: Dezember 2015

Umgebungsdruck

Druck wird als die auf eine Fläche wirkende Kraft verstanden und in verschiedenen Einheiten angegeben. Üblich sind die Einheiten Pascal (Pa) und bar¹:

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = 0,01 \text{ mbar}$$

$$1 \text{ bar} = 1.000 \text{ mbar} = 100.000 \text{ Pa} = 1.000 \text{ HPa} = 100 \text{ kPa}$$

Dieser Abschnitt bezieht sich auf die Druckverhältnisse, denen ein Mensch ausgesetzt ist (Umgebungsdruck). **Nicht** gemeint ist in diesem Abschnitt technischer Über- oder Unterdruck in Leitungen, Geräten usw., denen der Mensch nicht als Ganzes ausgesetzt ist. Diese unterliegen bezüglich der technischen Sicherheit insbesondere der Produktsicherheit (vgl. Produktsicherheitsgesetz mit seinen Verordnungen) und bezüglich der überwachungsbedürftigen Anlagen mit Druckgefährdung der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV).

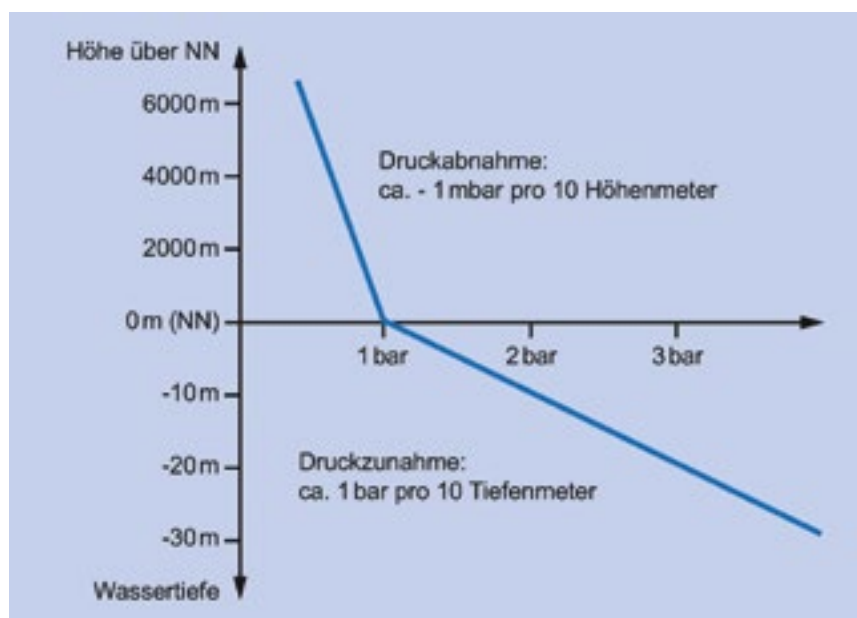


Abb. 7.8–1 Druckzu- und -abnahme in Abhängigkeit von Wassertiefe bzw. Höhe über NN.

Atmosphärendruck auf NN

Vielfach werden die Druckverhältnisse durch Aufenthalt in größeren Höhen über dem Meeresspiegel oder unter der Wasseroberfläche bestimmt.

¹ Veraltete Einheiten sind z. B. die technische Atmosphäre ($1 \text{ ta} = 1 \text{ kp/cm}^2 = 0,981 \text{ bar}$), die physikalische Atmosphäre ($1 \text{ atm} = 1,013 \text{ bar}$), Millimeter-Quecksilbersäule ($1 \text{ mmHg} = 1 \text{ Torr} = 1,33 \text{ mbar}$) oder im angloamerikanischen Bereich pounds-force per square inch ($1 \text{ psi} = 69 \text{ mbar}$).

Angaben zu Unterdruck oder Überdruck beziehen sich meist auf den Atmosphärendruck auf Meereshöhe (ca. 1 bar). Ein Überdruck von 0,5 bar entspricht beispielsweise einem Gesamtdruck von 1,5 bar; ein Unterdruck von 0,2 bar entspricht dem Gesamtdruck von 0,8 bar.

Unterdruck

Unterdruck bezeichnet den Zustand, bei dem ein Mensch einem Druck ausgesetzt ist, der den normalen Luftdruck auf Meereshöhe von etwa 1 bar unterschreitet.

Als Arbeiten in Unterdruck gelten:

- Tätigkeiten bei einem Umgebungsdruck kleiner als 0,73 bar
- Tätigkeiten in großen Höhenlagen ab etwa 2.500 m über dem Meeresspiegel

Unterdruck tritt u. a. auf:

- in Luftfahrzeugen während des Flugs² (bei Piloten, Flugbegleitern und Passagieren),
- an hoch gelegenen Arbeitsplätzen (z. B. Bergführer, professionelle Bergsteiger, Arbeiten auf hoch gelegenen Baustellen, Tätigkeiten in hoch gelegenen Hotels, an Skiliften usw., Auslands-tätigkeiten, Entwicklungshelfer usw. in großen Höhenlagen),
- in Unterdruckkammern (z. B. Forschungstätigkeiten, Training von Leistungssportlern in Unterdruckkammern, Lagerung von Salaten in Unterdruckkammern).

Nicht zu Arbeiten in Unterdruck zählen Arbeiten unter sogenannter „Schutzdruckatmosphäre“, bei denen ein leichter Unterdruck verhindern soll, dass gefährliche Stoffe (z. B. Asbest, Biologische Arbeitsstoffe) in die Umwelt gelangen. Hier treten in der Regel nur geringe Unterdrücke auf.

Überdruck

Überdruck bezeichnet den Zustand, bei dem ein Mensch einem Druck ausgesetzt ist, der den normalen Luftdruck von etwa 1 bar übersteigt.

Als Arbeiten in Überdruck gelten:

- Arbeiten in Druckluft mit einem Überdruck von mehr als 0,1 bar
- Arbeiten unter Wasser, bei denen der Beschäftigte über ein Tauchgerät mit der erforderlichen Atemluft versorgt wird.

Nicht als Arbeiten in Überdruck sind anzusehen:

- Tätigkeiten in Räumen, in denen aus Lüftungstechnischen Gründen ein Druck herrscht, der geringfügig höher ist als der atmosphärische Druck (also weniger als 0,1 bar Überdruck)
- Arbeiten mit Atemschutzgeräten, die z. B. entsprechend DIN EN 137 als Überdruckpressluftatmer in Normaldruck zum Einsatz kommen.

Überdruck wird zum einen gezielt erzeugt, um das Eindringen von unerwünschten Stoffen zu vermeiden. Im Spezialtiefbau, meist um Wasser zu verdrängen und unter Wasser trockenes Arbeiten zu ermöglichen (Taucherglocke, Senkkasten/Schwimmtauchergeräte (sogenannte Caissons), Schildvortrieb im Tunnelbau – hier fallen u. a. Bau-, Schweiß- und Transportarbeiten, Überwachungs- und Instandhaltungsarbeiten an).

Überdruck tritt zum anderen beim Tauchen als unerwünschte Begleiterscheinung auf. Bei Tauchgängen werden handwerkliche Tätigkeiten sowie Bergungs-, Sicherungs-, Such-, Überwachungs- und Messarbeiten durchgeführt.

² Übliche Flughöhen sind 30.000 bis 42.000 Fuß (entspricht 10.000 bis 12.000 Meter, entspricht einem Luftdruck von 0,27 bis 0,19 bar). In dieser Flughöhe werden Flugzeuge mit Druckkabinen eingesetzt, die einen höheren Kabinendruck aufrechterhalten.

Definition
Unterdruckarbeiten

Auftreten und
Tätigkeiten

Definition
Überdruckarbeiten

Auftreten und
Tätigkeiten

7.8.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen

Gefährdungen durch Unterdruck

Gefährdungen treten insbesondere bei zu schnellem Aufstieg in größere Höhen bzw. bei zu schneller Druckminderung auf.

Wirkungen auf den Menschen

Sehr schnelle Druckschwankungen (z. B. in Aufzügen, Seilbahnen, bei Flugzeugstarts, plötzlichem Druckabfall in Kabinen oder Kammern) wirken sich zunächst vorwiegend auf das Mittelohr und die Nasennebenhöhlen aus.

Hauptproblem bei Arbeiten in Unterdruck ist der mit dem Druck abnehmende Sauerstoffgehalt in der Atemluft, ggf. verstärkt durch erhöhten Sauerstoffbedarf bei gleichzeitig körperlicher Anstrengung.

Höhenbeschwerden

Ab einer Druckabnahme von etwa 0,2 bar treten bei fast jedem Exponierten leichte Höhenbeschwerden wie leichte Kopfschmerzen, Schlaf- und Appetitstörungen sowie Dyspnoe (erschwerete Atmung) auf, die aber nach mehreren Tagen Höhenanpassung verschwinden.

Höhenkrankheit

Bei höherer Druckabnahme (z. B. bei schnellem Aufstieg in Höhen über 3.000 m) zeigen sich innerhalb von 4 bis 24 Stunden Symptome der akuten Höhenkrankheit. Es können stärkere Kopfschmerzen, Herzrasen, Kurzatmigkeit, Appetit- und Schlaflosigkeit, Schwindel, Übelkeit, Kältschweißigkeit, Erbrechen, Konzentrations- und Koordinationsstörungen, ungewohnter Leistungsverlust, Reizbarkeit, Apathie, Selbstüberschätzung und Fehleinschätzungen, verengtes Gesichtsfeld, Bewusstseinsbeeinträchtigung (sogenannter Höhenrausch) sowie Abfall der Lichtempfindlichkeit und Störungen der Nachtsehfähigkeit auftreten. Es schließen sich Störungen der Motorik und Koordination an bis hin zum denkbaren Hypoxiekollaps (Sauerstoffmangel im Gewebe). Ab 5.000 m Höhe ist jeder Zweite betroffen. Bei empfindlichen Personen treten diese Erscheinungen auch schon in geringeren Höhen auf. Es bestehen Einschränkungen der Höhenverträglichkeit bei bestimmten Erkrankungen.

Ödeme

Oberhalb 4.000 m (entspricht Luftdruck unter 0,62 bar) können innerhalb von 24 Stunden in 1–3 % ein Höhenlungenödem bzw. oberhalb 5.000 m seltener das Höhenhirnödem auftreten, die in 25 % bzw. 40 % der Fälle tödlich verlaufen.

Wechselwirkungen

Wechselwirkungen bestehen z. B. im Flugverkehr durch Nacht- und Schichtarbeit und wechselnde Tagesrhythmen (Jetlag).

Die oben beschriebenen Wahrnehmungseinschränkungen und Rauschzustände erhöhen das Unfallrisiko stark.

Die verminderte Durchblutung bei Unterdruck erhöht das Risiko von Erfrierungen, insbesondere der Extremitäten.

Gefährdungen durch Überdruck

Gefährdungen beziehen sich insbesondere auf Phasen der Kompression bzw. Dekompression, aber auch auf die Isopressionsphase.

Wirkungen auf den Menschen

Bei zunehmendem Druck werden die in der Atemluft enthaltenen Gase, insbesondere Stickstoff, vermehrt aufgenommen. Die Sättigung hängt vom Arbeitsdruck bzw. der Tauchtiefe und der Expositions- bzw. Tauchzeit, aber auch von der Kreislaufaktivität (körperlich schwere Arbeiten) ab, wobei es anfangs zur Sättigung der Körperflüssigkeiten, dann von gut durchbluteten, später aller Gewebe kommt. Bei Dekompression (abfallender Druck) werden die eingelagerten Gase über das Kreislaufsystem und die Lunge wieder freigesetzt ausgeschieden.

Gesundheitsprobleme können i. d. R. ab einem Überdruck $> 0,1$ bar auftreten.

Bei hohem konstantem Überdruck (**Isopressionsphase**) besteht die Gefahr von Atemgasintoxikation:

Atemgasintoxikation

- Ab einem Überdruck über 2,5 bar (entspricht ca. 25 m Tauchtiefe) verursachen Stickstoff und auch Wasserstoff und Edelgase in der Atemluft durch ihre mit dem Druck zunehmende narkotische Wirkung den so genannten „Tiefenrausch“. Er führt zu schweren Rauschzuständen bis hin zu Ohnmacht, schädigt aber den Körper nicht unmittelbar.
- Bei zunehmendem Druck steigt auch die Sauerstoffmenge in der Atemluft. Ab einem Überdruck von 2 bar wirkt Sauerstoff toxisch.
- Weiter können Sauerstoffmangel und CO₂-Intoxikationen auftreten.

Problematisch sind aber vor allem zu schnelle Druckschwankungen:

- In der **Kompressionsphase** kann es durch zu schnellen Druckanstieg beim Einschleusen infolge mangelnden Druckausgleichs zu mechanischen Schäden in lufthaltigen Körperhöhlen (z. B. Ohrtuben, Nasenneben-, Stirn- und Kieferhöhlen) kommen. Bei Schleimhautschwellungen, z. B. durch Erkältung, können bereits ab 0,1 bar Druckzunahme Beschwerden (Druckschmerzen, Schwindel, Tinnitus) und Schädigungen eintreten („Barotraumen“, Trommelfellperforation, atrophische Trommelfellnarben, chronischer Tubenverschluss, chronische Erkrankungen der Nasennebenhöhlen). Bei schadhaftem Gebiss treten auch Zahnschmerzen auf.
- Nach zu schneller **Dekompression** (Druckabnahme auf normalen Luftdruck; Tauchunfall mit zu schnellem Auftauchen) kann die sogenannte Caissonkrankheit (auch Dekompressionskrankheit oder Gasembolie genannt) auftreten. Dabei bildet insbesondere gelöster Stickstoff im Gewebe Bläschen (ähnlich wie beim Öffnen einer Sprudelflasche), die Körperfunktionen, z. B. Blut- und Nervenbahnen, blockieren können. Die Ausscheidung der Gase über das Kreislaufsystem und die Lunge gelingt je nach Gewebetyp unterschiedlich schnell.
- Innerhalb der ersten halben Stunde, häufig auch erst Stunden oder Tage nach der Ausschleusung können mehr oder weniger heftige Druckfallbeschwerden auftreten. Als Leitsymptome gelten Gelenk- und Muskelschmerzen und manchmal Hautmarmorierungen. Weitere Folgen können sein: Ohrensausen, Schwerhörigkeit, Gleichgewichtsstörungen, Tonusverlust der Muskulatur (Zusammensinken des Körpers), Sprachverlust/Sprachstörung, vorübergehende psychische Störungen, epilepsieförmige Anfälle, Atemlähmung, (auch dauerhafte) Lähmungen besonders der unteren Gliedmaßen, Durchblutungs- und Kreislaufstörungen, Herzinfarkt bis hin zum Tod. Lebensbedrohliche Komplikationen kommen vor allem bei Beteiligung des Zentralnervensystems, des Kreislaufs und der Atemorgane vor.
- Da insbesondere Knochen und Knorpel unter Druck sehr schnell mit Stickstoff aufsättigen, aber die Entsättigungshalbwertzeiten bei der Dekompression sehr lang sind, können als Spätfolgen auch Gelenkschäden mit deformierenden Arthrosen und Sequesterbildung u. a. auftreten.
- Erhöhte Körpertemperatur über mehrere Tage weist auf eine gestörte Wärmeregulation hin.
- Eine Dekompressionserkrankung kann die Handlungsfähigkeit beeinträchtigen, z. B. das Fahrvermögen einschränken.
- Zu schnelle Dekompression oder der Notaufstieg bei Tauchern kann auch zu einer gefährlichen Überdehnung der Lunge führen.
- Unter bestimmten Bedingungen kann es bei Tauchern zu relativen Unterdrücken bestimmter Körperpartien, besonders der Lunge und des Kopfes kommen, die Schwellungen, Ergussbildung, Gewebereinriss oder Einblutungen verursachen können.

Schäden in lufthaltigen Körperhöhlen

Caissonkrankheit

Druckfallbeschwerden

Gelenkschäden

Fieber

Handlungsunfähigkeit

gesundheitliche Risiken für Taucher

Erkrankung durch Arbeit in Druckluft ist in der Liste der Berufskrankheiten als BK 2201 enthalten. Auch Verunreinigungen der Atemluft mit Kohlenmonoxid, nitrosen Gasen und Kohlendioxid kommen vor und können zu Intoxikationserscheinungen führen.

Wechselwirkungen

Darüber hinaus bestehen in Überdruck über Wechselwirkungen mit anderen Gefährdungen erhöhte Risiken:

- Dekompressionserscheinungen können verstärkt werden, wenn sich Exponierte innerhalb der folgenden Stunden in Unterdrucksituationen begeben, z. B. einen Flug antreten oder in höhere Lagen fahren.
- Da Druckluft mehr Sauerstoff enthält, erhöht sich die Brandgefahr. Die Zündtemperatur ist verringert und die Abbrandgeschwindigkeit nimmt zu.
- Rauchgase, die beim Schweißen und Schneiden entstehen, wirken in Überdruck erheblich gesundheitsschädlicher. Die für Normaldruck ausgelegten Luftgrenzwerte sind nicht anwendbar.

7.8.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

Bei Unterdruck kleiner als 0,73 bar bzw. Tätigkeiten in großen Höhenlagen ab etwa 2.500 m über dem Meeresspiegel ist mit gesundheitlichen Problemen zu rechnen.

Beschäftigungsverbote

In Druckluft von mehr als 0,1 bar Überdruck dürfen Arbeitnehmer unter 18 oder über 50 Jahre nicht beschäftigt werden³. In Druckluft von mehr als 3,6 bar Überdruck dürfen Arbeitnehmer nur mit staatlicher Ausnahmegenehmigung beschäftigt werden (§ 9 DruckLV).

Taucharbeiten dürfen nur Personen ab 21 Jahren und bis 50 Jahre durchführen. Beschäftigungsverbote bestehen auch bei akuten und chronischen Erkrankungen, auch Zahnerkrankungen.

Schwangere und stillende Mütter dürfen unter Überdruck nicht arbeiten (§§ 4 und 5 MuSchArbV).

7.8.3 Arbeitsschutzmaßnahmen**Bei Unterdruck****Unterdruck vermeiden**

Der Aufenthalt in Höhenlagen bzw. Flughöhen ohne Druckkabine über 3.000 Meter (entspricht Luftdruck unter 0,73 bar) sollte möglichst gemieden werden.

sicherheitstechnische Maßnahmen

Für Flüge über 6.000 Meter (20.000 Fuß) NN müssen Flugzeuge mit Druckkabinen ausgerüstet sein. Flugzeuge mit Druckkabinen müssen mit einer Sauerstoffanlage ausgerüstet sein und bei Flügen über 3.000 Meter einen ausreichenden Sauerstoffvorrat mitführen (§ 21 LuftBO).

persönliche Schutzausrüstung

In Höhenlagen ab 2.500 Meter können aufblasbare Drucksäcke (ggf. mit Sauerstoffzufuhr) zur schnellen Linderung bei auftretender Höhenkrankheit bereitgestellt werden.

In Höhenlagen ab 3.000 Meter wird für unangepasste Personen das Mitführen eines Sauerstoffspendegerätes empfohlen.

organisatorische und verhaltensbezogene Maßnahmen

In Höhenlagen ab 2.500 Meter ist in den ersten Tagen schwere körperliche Arbeit zu vermeiden. Nach mehrtägiger Anpassung ist jedoch Arbeit bis zu einer Höhe von 5.000 bis 6.000 m (> 0,48 bar) noch möglich.

Zur Vorbeugung der Höhenkrankheit ist ein langsamer Anstieg und ausreichende Flüssigkeitszufuhr zu empfehlen.

³ Für Beschäftigte über 50 Jahre ist entsprechend § 6 DruckLV auf Antrag und unter bestimmten Voraussetzungen eine Ausnahmegenehmigung möglich.

Treten bei Höhen ab 2.500 Meter erste Anzeichen einer Höhenkrankheit auf, ist neben Rast und Flüssigkeitszufuhr insbesondere der zügige Abstieg in niedrigere Lagen erforderlich.

Für das Kabinenpersonal sind in DGUV Information 214-008 (bisher BGI 768-1), für das Cockpitpersonal in DGUV Information 214-007 (bisher BGI 768-2) Arbeitshilfen zur Durchführung von arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen verfügbar.

Bei Überdruck

Übergreifende Gestaltungskonzepte

Da Arbeiten in Überdruck mit hohen Belastungen und Gesundheitsrisiken verbunden sind, sind alle Möglichkeiten auszuschöpfen, um solche Arbeiten zu vermeiden und zu minimieren. Dabei geht es unter Einbeziehung von Experten darum, alternative Produktions- und Arbeitsverfahren auszuloten bzw. zu entwickeln.

Überdruck vermeiden

Für das Inverkehrbringen von Geräten mit einem Überdruck von 0,5 bar ist ggf. die Druckgeräteverordnung zu beachten.

Beim Einsatz von Atemgeräten kann bei höherem Überdruck die Zusammensetzung des Atemgases verändert werden, z. B. Ersatz von Stickstoff durch Helium oder/und Wasserstoff oder Reduzierung des Sauerstoffanteils (z. B. Nitrox und Bell O₂). Derartige Gasgemische ermöglichen Arbeiten unter noch höherem Druck (z. B. 20–30 bar) bzw. in größeren Tauchtiefen bis zu mehreren 100 m.

sicherheitstechnische Maßnahmen

Der Einsatz von Atemgasen ohne Stickstoff oder/und Sauerstoffatmung über Sauerstoffmaske in der Dekompression ermöglicht eine schnellere Dekompression und senkt das Risiko von Dekompressionserkrankungen signifikant. Weitere Hinweise enthält die „Richtlinie für das Ausschleusen mit Sauerstoff nach Arbeiten in Druckluft“.

An Arbeitskammern und Einrichtungen werden zahlreiche Beschaffenheitsanforderungen gestellt (§§ 4 und 5 DruckLV in Verbindung mit Anhang 1).

Weitere technische Gestaltungsmaßnahmen enthalten Regeln zum Arbeitsschutz auf Baustellen – RAB 25 „Arbeiten in Druckluft“, Anhang, Abschnitt 4.

Um zeitaufwendige Dekompressionsphasen zu vermeiden, halten sich Druckluftarbeiter bzw. Taucher zwischen den Arbeits- bzw. Tauchgängen über längere Zeit in Druckkammern mit Arbeitsdruck auf (Sättigungstauchen).

organisatorische Maßnahmen

Insbesondere Dekompressionsprozesse müssen sehr langsam ablaufen, damit die im Gewebe gesättigten Gase (besonders Stickstoff) ohne gefährliche Bläschenbildung aus dem Gewebe entweichen können. Bei einem 30-minütigen Tauchgang in 100 m Tiefe dauert die Dekompression mehrere Stunden. Eine vollständige Entsättigung ist erst nach ca. 36 Stunden erreicht.

An die Ausschleusungs- und Wartezeiten zwischen den Einsätzen in Druckluft werden, abhängig von den Einsatz- und Rahmenbedingungen, unterschiedliche spezifische Anforderungen gestellt (§ 21 DruckLV). Anhang 2 der DruckLV enthält Tabellen für Ausschleusungs- und Wartezeiten bei unterschiedlichen Bedingungen. Weitere Hinweise sind in den Regeln zum Arbeitsschutz auf Baustellen – RAB 25 „Arbeiten in Druckluft“, Teil 3 zu finden.

Durch organisatorische Maßnahmen können die Gesundheitsrisiken verringert werden (vgl. auch Regeln zum Arbeitsschutz auf Baustellen – RAB 25 „Arbeiten in Druckluft“, Anhang, Abschnitt 3):

- Die ersten beiden Einsätze in Druckluft (auch nach längeren Pausen) sollten verkürzt erfolgen.
- Vor dem Ausschleusen trockene Kleidung anziehen.
- Während der Druckluftarbeiten und des Ausschleusens auf ausreichende Flüssigkeitsaufnahme achten.
- Zusätzlichen Dekompressionsstress durch druckgeminderte Höhenlagen (z. B. Flug, Höhengedächtnis, Passfahrten), körperliche Anstrengung, längere Autofahrten vermeiden bzw. in Abstimmung mit dem Druckluftarzt zusätzliche Maßnahmen ergreifen, wie verlängerte Dekompressions- und Wartezeiten, verkürzte Arbeitszeiten.
- Für den Fall von Drucklufterkrankungen ist ein Verfahrensablauf festzulegen und allen Mitarbeitern zu vermitteln, um eine schnelle fachgerechte Behandlung sicherzustellen (DGUV Information 250-006, bisher BGI 690).

verhaltensbezogene Maßnahmen

Die Dekompression muss sich an festgelegten Regelungen orientieren (DruckLV, Anhang 2; DGUV Vorschrift 40, bisher BGV C 23).

Es wird empfohlen, dass jeder Beschäftigte auch außerhalb der Arbeitszeit eine rote Notfallkarte bei sich führt, die u. a. lebensrettende Hinweise zur Behandlung von Druckfallbeschwerden enthalten kann (DGUV Information 250-006, bisher BGI 690).

Vorsorge- untersuchungen

Der Arbeitgeber darf einen Arbeitnehmer in Druckluft oder zu Taucherarbeiten nur beschäftigen, wenn er durch einen ermächtigten Arzt nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G31 „Gefährdung durch Überdruck“ untersucht worden ist (§ 10 DruckLV bzw. ArbMedVV, Anhang Teil 3). Die Bescheinigung der gesundheitlichen Unbedenklichkeit ist Tätigkeitsvoraussetzung. Die Vorsorgeuntersuchungen müssen erfolgt sein:

- innerhalb von 12 Wochen vor Beginn der Beschäftigung
- und anschließend jeweils vor Ablauf von 12 Monaten.

Vor der Weiterbeschäftigung nach Erkrankungen, Erkältungen oder sonstigem Nicht-Wohlfühlen muss der ermächtigte Arzt festgestellt haben, dass gesundheitliche Bedenken gegen die Weiterbeschäftigung nicht bestehen (§ 11 DruckLV).

Der Arbeitgeber hat über die in Druckluft Beschäftigten eine Vorsorgekartei zu führen mit Angaben, dass, wann und aus welchen Anlässen arbeitsmedizinische Vorsorge stattgefunden hat (§ 3, Abs. 4 ArbMedVV).

Spezifische Maßnahmen bei Druckluftarbeiten

Arbeitgeber, die Beschäftigte in Luftdruck über 0,1 bar Überdruck einsetzen wollen, müssen die erforderlichen Schutzmaßnahmen ergreifen:

Anzeigepflicht

- Anzeige von Arbeiten unter Druckluft bei der zuständigen Behörde spätestens 2 Wochen vor Aufnahme der Arbeiten. Geplante oder eingetretene Änderungen gegenüber der Anzeige muss der Arbeitgeber unverzüglich schriftlich anzeigen (§ 3 DruckLV).

Erholungsräume, sanitäre Einrichtungen, Druckluftkammer

- Der Arbeitgeber muss bestimmte Erholungsräume und sanitäre Einrichtungen für die Beschäftigten bereitstellen (§ 17 DruckLV).
- Ab einem Arbeitsdruck von 0,7 bar ist am Arbeitsplatz eine Krankendruckluftkammer zur Dekompression bereitzustellen, mit der im Falle einer auftretenden Drucklufterkrankung eine Behandlung sehr schnell eingeleitet werden kann und damit irreversible Spätfolgen infolge verspäteter Behandlung vermieden werden können (§ 17 DruckLV).

technische Prüfungen

- Arbeitskammern sind vor der Inbetriebnahme und nach wesentlichen Änderungen einer Prüfung durch behördlich anerkannte Sachverständige zu unterziehen. Schleusen und Schachttore müssen darüber wiederkehrend geprüft werden, vor Ablauf von 3 Jahren bzw. nachdem sie zum dritten Mal neu installiert worden sind (§ 7 DruckLV).

- Der Arbeitgeber hat einen ermächtigten Arzt mit spezieller arbeitsmedizinischer Fachkunde bzgl. Arbeiten in Druckluft (Druckluftarzt genannt) zu beauftragen, die notwendigen Maßnahmen zur Verhütung von Gesundheitsgefahren zu veranlassen, die Arbeitnehmer zu beraten und Drucklufterkrankte zu behandeln. Dazu muss der Arzt i. d. R. während der Arbeits- und Wartezeiten jederzeit an der Arbeitsstelle erreichbar sein (§ 12 DruckLV). Für Ausnahmen auf Antrag geben die Regeln zum Arbeitsschutz auf Baustellen „Arbeiten in Druckluft“ (RAB 25) weitere Hinweise.
- Der Arbeitgeber hat bestimmte speziell geschulte Fachkräfte zu bestellen, die während des Betriebs festgelegte Überwachungs- und bei Bedarf Brandbekämpfungs- oder Erste-Hilfe-Maßnahmen wahrnehmen (§ 18 DruckLV). Die Regeln zum Arbeitsschutz auf Baustellen „Arbeiten in Druckluft“ (RAB 25) geben in Teil 2 weitere Hinweise zu den Aufgaben und Qualifikationsanforderungen an den leitenden Fachkundigen.
- Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass der leitende Fachkundige und der beauftragte Arzt die Arbeitnehmer vor Beginn der Beschäftigung und mindestens halbjährlich über die Unfall- und Gesundheitsgefahren und die Einrichtungen und Maßnahmen zur Abwendung dieser Gefahren belehrt. Vor Beginn der Beschäftigung hat der Arbeitgeber jedem Arbeitnehmer zudem ein entsprechendes Merkblatt in dessen Sprache auszuhändigen (§ 20 DruckLV).

ermächtigter Arzt

geschulte Fachkräfte

Unterweisung

Spezifische Maßnahmen bei Baumaßnahmen

Arbeiten in Überdruck auf Baustellen zählen zu den besonders gefährlichen Arbeiten nach § 2, Abs. 3 BaustellV. Da es sich meist um Bauvorhaben größeren Umfangs mit mehreren Arbeitgebern handelt, muss der Bauherr i. d. R. einen Koordinator bestellen, der einen Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan erstellt sowie eine Unterlage für spätere Arbeiten zusammenstellt. Der Koordinator muss i. d. R. unter Einschaltung zusätzlicher Fachleute auf die Auswahl von Bauverfahren mit möglichst geringen Risiken hinwirken (siehe Regeln zum Arbeitsschutz auf Baustellen – RAB 25 „Arbeiten in Druckluft“, Anhang, Abschnitt 11).

Baustellenkoordinator

Spezifische Maßnahmen bei Tauchgängen

Bei Tauchgängen muss der Arbeitgeber unabhängig von Druckluftarbeiten folgende Pflichten erfüllen:

- Taucheinsätze müssen unter der Leitung eines schriftlich bestellten Taucheinsatzleiters erfolgen. Dieser muss die Einsatzbedingungen beurteilen, den Tauchgang schriftlich planen, den sicheren Ablauf des Tauchereinsatzes überwachen und die bei Unfällen und Störungen erforderlichen Maßnahmen treffen können (§§ 8 und 15 bis 16 DGUV Vorschrift 40, bisher BGV C 23).
- Taucherarbeiten dürfen nur von Tauchergruppen aus zwei geprüften Tauchern, Signalmann sowie Tauchhelfer erfolgen. Die Verständigung zwischen Tauchern und Signalmann muss sichergestellt sein (§§ 9 bis 13 und 18 DGUV Vorschrift 40, bisher BGV C 23).
- Es ist eine festgelegte Ausrüstung bereitzustellen, die bestimmte Beschaffenheitsanforderungen erfüllt (§§ 14 und 3 bis 7 DGUV Vorschrift 40, bisher BGV C 23).
- Anforderungen an Bau und Ausrüstung sowie Betrieb von Taucherdruckkammern enthält DGUV Regel 101-022 (bisher BGR 235).
- Für die Vorbereitung und Durchführung von Tauchgängen sind zahlreiche Regeln zu beachten (§§ 19 bis 25 DGUV Vorschrift 40, bisher BGV C 23).
- Weitere Regelungen betreffen die Not-Dekompression, Maßnahmen nach dem Tauchgang, zusätzliche Bestimmungen für Helmtauchgeräte und Leichttauchgeräte, Prüfung der Ausrüstung und Verhalten bei Taucherunfällen (§§ 26 bis 32 DGUV Vorschrift 40, bisher BGV C 23).
- Hinweise für Tauchereinsätze mit Mischgas enthält DGUV Information 201-033 (bisher BGI 897).
- Für Tauchereinsätze mit wissenschaftlicher Zielsetzung, d. h. Forschungstauchereinsätze, gelten spezielle Regeln gemäß DGUV Regel 101-023 (bisher GUV R 2112).

Taucheinsatzleiter

Signalmann, Tauchhelfer

Ausrüstung

Vorschriften, Regelwerk

7.8.4 Vorschriften, Regelwerk, Literatur

Gesetze, Verordnungen

DruckLV	Verordnung über Arbeiten in Druckluft (Druckluftverordnung)
ArbMedVV	Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge
LuftVZO	Luftverkehrs-Zulassungs-Ordnung
LuftBO	Betriebsordnung für Luftfahrtgerät
MuSchArbV	Verordnung zum Schutze der Mütter am Arbeitsplatz
TauchPrV	Verordnung über die Prüfung zum anerkannten Abschluss Geprüfter Taucher/Geprüfte Taucherin

Technische Regelwerke zu den Arbeitsschutzverordnungen

RAB 25	Arbeiten in Druckluft
--------	-----------------------

Vorschriften der Berufsgenossenschaften

DGUV Vorschrift 40 (bisher BGV C23)	Taucherarbeiten (mit Durchführungsanweisungen)
----------------------------------------	------------------------------------------------

Weitere Regeln der Technik

DGUV Regel 101-022 (bisher BGR 235)	Taucherdruckkammern
DGUV Regel 112-190 (bisher BGR/GUV-R 190)	Benutzung von Atemschutzgeräten
DGUV Regel 101-023 (bisher GUV-R 2112)	Einsatz von Forschungstauchern
DGUV Information 201-033 (bisher BGI 897)	Handlungsanleitung Tauchereinsätze mit Mischgas
DGUV Information 201-025 (bisher BGI 817)	Taucher-Dienstbuch
DGUV Information 240-310 (bisher BGI/GUV-I 504-31)	Handlungsanleitung für die arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 31 „Überdruck“
DGUV Information 250-006 (bisher BGI 690)	Merkblatt für die Behandlung von Erkrankungen durch Arbeiten in Überdruck
Merkblatt zu Berufskrankheit Nr. 2201	Erkrankungen durch Arbeit in Druckluft
DGUV Information 214-008 (bisher BGI 768-1)	Arbeitshilfe zur Durchführung von arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen bei fliegendem Personal (Kabine)
DGUV Information 214-007 (bisher BGI 768-2)	Arbeitshilfe zur Durchführung von arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen bei Cockpitpersonal
	Richtlinie für das Ausschleusen mit Sauerstoff nach Arbeiten in Druckluft (BMA vom 28. August 1974)

	Richtlinie über die Voraussetzungen für die Ausstellung eines Befähigungsscheines nach § 18 Abs. 2 der Druckluftverordnung (BMA vom 27. Februar 1975)
	Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e. V. (DGAUM): „Arbeiten in Überdruck“
	Leitlinie „Tauchunfall“ der Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin e. V.

Literatur

- [1] **Pressel, G.; Neubauer, B.:** Erkrankungen durch Arbeit unter erhöhtem Luftdruck. In: Konietzko, J.; Dupuis, H. (Begr.); Letzel, St. et al. (Hrsg.): Handbuch der Arbeitsmedizin. Landberg/Lech: ecomed Medizin, Losebl.-Ausg. 37. Erg.-Lfg. Sep. 2004, IV – 3.6
- [2] **Treibel, W.:** Erste Hilfe und Gesundheit am Berg und auf Reisen. München: Bergverl. Rother 2006
- [3] **Berghold, F.; Schaffert, W.:** Handbuch der Trekking- und Expeditionsmedizin. Praxis der Höhenanpassung – Therapie der Höhenkrankheit. München: DAV Summit Club 2004

Internetangebote/Links

- **Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin** www.gtuem.org [Zugriff am 14.02.2012]

7.8.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

- Tritt Unterdruck unter 0,73 bar auf?
- Wird in Höhenlagen über 2.500 Meter gearbeitet?
- Tritt Überdruck von mehr als 0,1 bar auf?
- Sind Taucharbeiten unter 1 Meter Wassertiefe vorgesehen?
- Überschreitet der Luftdruck 3,6 bar Überdruck?

Prüffragen

- Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit und der Gesundheit ab 2.500 Meter Höhe
- Erhöhte Gesundheitsrisiken ab 4.000 Meter Höhe
- Gefährdung lufthaltiger Körperhöhlen bei zu schneller Kompression
- Sauerstofftoxizität ab 2 bar Überdruck
- Narkotische Wirkung von Stickstoff ab 2,5 bar Überdruck
- Störung zahlreicher Körperfunktionen bis zum Tod bei zu schneller oder nicht fachgerechter Dekompression

Gefährdungen

Bei Unterdruck

- ab 2.500 Meter Höhenanpassung erforderlich (mehrtägige Schonung)
- ab 2.500 Meter ggf. Drucksäcke zur schnellen Behandlung auftretender Höhenkrankheiten bereithalten
- ab 3.000 Meter ggf. Sauerstoffspendegerät mitführen
- Flugzeugausrüstung mit Druckkabinen und Sauerstoffanlage bei Flügen über 6.000 Meter
- Schwangere im Flugdienst nicht einsetzen.

wichtige Maßnahmen
(kein Anspruch auf
Vollständigkeit)

Bei Überdruck

- Mindestalter von 18 Jahren bei Druckluftarbeiten bzw. 21 Jahren bei Taucharbeiten einhalten
- Höchstalter bei Druckluftarbeiten unter 50 Jahre einhalten
- Schwangere oder stillende Mütter nicht in Überdruck einsetzen
- Nur Taucher mit Taucherzeugnis nach Verordnung über die Prüfung zum anerkannten Abschluss geprüfter Taucher einsetzen
- Sicherstellen, dass nur Beschäftigte in Überdruck arbeiten, die vor nicht länger als 12 Monaten nach G 31 durch einen entsprechend qualifizierten Betriebsarzt untersucht worden sind und die vollkommen gesund und nachgewiesen nicht erkältet sind
- Druckluftarbeiten spätestens 2 Wochen vor der Aufnahme der Arbeiten bei der zuständigen Behörde anzeigen; Änderungen unverzüglich anzeigen
- bei Druckluft über 3,6 bar Überdruck staatliche Ausnahmegenehmigung erforderlich
- Bereitstellen spezieller Räume und Einrichtungen nach § 17 DruckLV vor Beginn der Arbeiten unter Luftdruck
- bei Druckluft über 0,7 bar eine Krankendruckluftkammer am Arbeitsplatz bereitstellen
- regelmäßige Prüfung von Arbeitskammern, Schleusen und Schachtrohren entsprechend § 7 DruckLV sicherstellen
- einen Arzt mit spezieller arbeitsmedizinischer Fachkunde bzgl. Arbeiten in Druckluft beauftragen, die notwendigen Maßnahmen zur Verhütung von Gesundheitsgefahren zu veranlassen, die Arbeitnehmer zu beraten und Drucklufterkrankte zu behandeln
- Erreichbarkeit des beauftragten Druckluftarztes während der Arbeits- und Wartezeiten an der Arbeitsstelle sicherstellen
- Bestellung und Schulung eines leitenden Fachkundigen sowie weitere nach § 18 DruckLV erforderliche Fachkräfte
- schriftliche Bestellung eines verantwortlichen und kompetenten Taucheinsatzleiters, der die Einsatzbedingungen beurteilt, den Tauchgang schriftlich fachgerecht plant, den sicheren Ablauf des Taucheinsatzes überwacht und bei Unfällen und Störungen die erforderlichen Maßnahmen treffen kann
- Taucharbeiten nur von Tauchgruppen aus zwei geprüften Tauchern, Signalmann sowie Tauchhelfern ausführen lassen
- Prüfung der Tauchausrüstung gemäß §§ 14 und 3 bis 7 DGUV Vorschrift 40 (bisher BGV C 23)
- Einhaltung der Regeln für die Vorbereitung und Durchführung von Taucheinsatzgängen gemäß §§ 19 bis 25 DGUV Vorschrift 40 (bisher BGV C 23) in jedem Einzelfall sicherstellen
- Prüfung der erforderlichen Ausrüstungsgegenstände (Geräte, Einrichtungen und Hilfsmittel) vom Taucheinsatzleiter vor jedem Tauchgang sicherstellen
- Einsatz von Sauerstoffatmung und ausreichende Flüssigkeitszufuhr bei der Dekompression sicherstellen
- Ausschleusungs- und Wartezeiten entsprechend Anhang 2 DruckLV sowie weitere Regeln zum Arbeitsschutz auf Baustellen – RAB 23 „Arbeiten auf Baustellen“, Anhang, Abschnitt 3 einhalten
- Gestaltungsmaßnahmen nach RAB 25 „Arbeiten in Druckluft“, Anhang, Abschnitt 4 ergreifen
- zusätzlichen Dekompressionsstress durch druckgeminderte Höhenlagen (z. B. Flug, Höhenaufenthalt, Passfahrten), körperliche Anstrengung, längere Autofahrten vermeiden bzw. in Abstimmung mit dem Druckluftarzt zusätzliche Maßnahmen ergreifen
- Festlegen eines Verfahrensablaufs für eine schnelle fachgerechte Behandlung bei Druckluft erkrankungen und Einweisung aller Mitarbeiter
- jedem Beschäftigten die rote Notfallkarte gemäß DGUV Information 250-006 (bisher BGI 690) mit lebensrettenden Hinweisen zur Behandlung von Druckfallbeschwerden bereitstellen



8 Gefährdungen durch Arbeitsumgebungsbedingungen

8 Gefährdungen durch Arbeitsumgebungsbedingungen

Die verschiedenen Arbeitsumgebungsbedingungen können eine Gefährdung der Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten bewirken. Neben akuten Wirkungen, die unmittelbar zu Unfällen führen können, gibt es langzeitliche Einwirkungen, die zu einer chronischen Schädigung der Gesundheit, aber auch zur Minderung der Leistungsfähigkeit und zur Unzufriedenheit der Beschäftigten führen können. Außer den physikalischen Parametern Klima, Beleuchtung und Luft werden gestalterische Elemente der Arbeitsstätte und an der Schnittstelle Mensch/Maschine betrachtet.

Hinsichtlich der Gestaltung der Arbeitsstätte wird aufgrund der derzeitigen Anpassung des Technischen Regelwerkes zur Arbeitsstättenverordnung nur die Gefährdung durch unzureichende Fluchtwege beschrieben. Die Themenbereiche Verkehrswege, Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung sowie freie Bewegungsfläche am Arbeitsplatz, Anordnung des Arbeitsplatzes und Pausen-/Sanitärräume werden zu einem späteren Zeitpunkt aufgenommen.

- **Klima:** Hitze am Arbeitsplatz kann zum Hitzekollaps bis hin zum Hitzschlag führen. Bei extremer Kälte kann es zur Unterkühlung und lokalen Erfrierungen des Körpers kommen.
- **Beleuchtung:** Zu geringe Beleuchtung oder Blendung kann zu Arbeitsunfällen führen. Zur Erfüllung der Sehaufgabe am Arbeitsplatz sind Mindestbeleuchtungsstärken nötig.
- **Ersticken, Ertrinken:** Eine Reduzierung der Sauerstoffkonzentration in Räumen durch Verdrängung oder Verbrauch kann zum Ersticken von Beschäftigten führen. Beim Sturz in Gewässer oder in offene Becken besteht die Gefahr des Ertrinkens.
- **Arbeitsstätte:** Bei einer unzureichenden Gestaltung der Flucht- und Rettungswege kann z. B. im Falle eines Brandes für die Beschäftigten das sichere Verlassen der Arbeitsstätte nicht gewährleistet werden.
- **Mensch-Maschine/Rechner-Schnittstelle:** Eine mangelhafte bzw. nicht ergonomische Gestaltung von Bedienelementen einer Maschine kann zur Fehlbedienung führen und auch Unfälle zur Folge haben.

8.1 Klima

Autoren:

Dr.-Ing. K. Bux

Dr. med. D. Krastel

Dipl.-Ing. I. Lepenies

Ansprechpartner:

Dr.-Ing. K. Bux

BAuA

Bearbeitungsstand: Dezember 2015

Klima am Arbeitsplatz

Das Klima am Arbeitsplatz lässt sich grob in folgende Bereiche gliedern:

- Kältebereich
- thermisch-neutrales Klima bzw. Behaglichkeitsbereich
- Erträglichkeits- und Hitzebereich

Wirkung auf den Menschen

Die Wirkung des Klimas auf den Menschen wird bestimmt durch die Klimagrößen

- Lufttemperatur,
- Luftfeuchtigkeit,
- Luftgeschwindigkeit,
- Wärmestrahlung (Maschinen, Lampen, Wandflächen, Fenster)

und die personenbezogenen Größen

- energetische Arbeitsbelastung und
- Bekleidung.

Behaglichkeitsbereich

Im thermisch neutralen Klima, das weitgehend identisch mit dem Behaglichkeitsbereich ist, befindet sich der Wärmeaustausch des Menschen mit der Umgebung im Gleichgewicht, d. h. erzeugte und aufgenommene Wärmeenergie entsprechen der Wärmeabgabe. In relativ engen Grenzen kann der Mensch die Wärmebilanz ausgleichen. Zur Regulierung bestehen folgende Möglichkeiten:

Wärmebilanz

- Wärmeproduktion durch Stoffwechsel (Muskularbeit)
- Wärmeabgabe durch Verdunstung (Schweißbildung)
- Wärmeaustausch durch Leitung (direkter Kontakt)
- Wärmeaustausch durch Konvektion (Luftbewegung)
- Wärmeaustausch durch Strahlung
- Wärmeisolation durch Kleidung

Bei hochgradiger Wärme- oder Kältebelastung werden die Grenzen der internen (thermophysiologischen) und externen (verhaltensbezogenen) Möglichkeiten zur Kompensation überschritten. Es können dann in Abhängigkeit von Art, Intensität und Dauer der thermischen Einwirkung akute oder chronische Gesundheitsschäden entstehen.

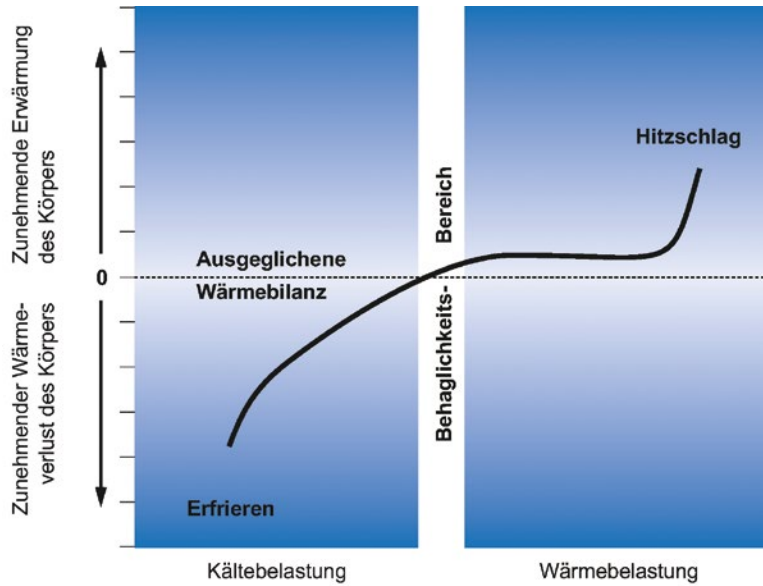


Abb. 8.1-1 Die Wärmebilanz des Körpers bei verschiedenen Klimabedingungen (nach E. Grandjean)

Den Zusammenhang zwischen den Einflussgrößen und Körperreaktionen verdeutlicht Abbildung 8.1-2.

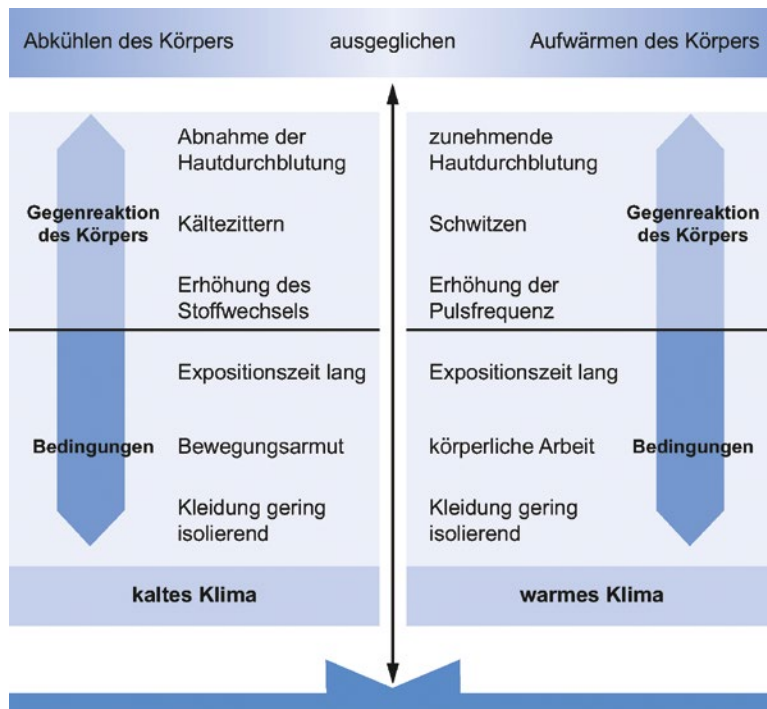


Abb. 8.1-2 Wärmebilanz des menschlichen Körpers

thermisch-neutrales Klima

In Anhang 3.5 und 3.6 der ArbStättV sind Festlegungen zu Lüftung und Raumtemperaturen getroffen, die einzuhalten sind (siehe auch ASR A3.5 und ASR A3.6).

Anhaltspunkte für ein behagliches Raumklima bei leichter und hauptsächlich sitzender Tätigkeit gibt Tabelle 8.1 – 1. Auf geeignete Kleidung und möglichst geringe Wärmeleitung durch Hautkontakt sollte geachtet werden.

Tab. 8.1 – 1 Empfohlene Behaglichkeitsgrenzen für das Umgebungsklima bei leichter und hauptsächlich sitzender Tätigkeit nach DIN EN ISO 7730 (gilt für Kategorie B, was Büros o. ä. Bereichen entspricht)

Klimagrößen		Winterbedingungen (Heizperiode)	Sommerbedingungen (Kühlungsperiode)
operative Raumtemperatur ¹⁾	°C	20–24	23–26
Temperaturdifferenz zwischen 1,1 m und 0,1 m oberhalb des Fußbodens (Kopf- und Fußhöhe)	°C	< 3	< 3
Oberflächentemperatur des Fußbodens	°C	19–29	
mittlere Luftgeschwindigkeit, abhängig von Lufttemperatur und Turbulenzgrad	m/s	< 0,16	< 0,2
relative Luftfeuchtigkeit ²⁾	%	40	60

¹⁾ Die operative Raumtemperatur t_o ist annähernd der Mittelwert von Lufttemperatur t_a in °C und mittlerer Strahlungstemperatur t_r in °C.

²⁾ Bei nicht klimatisierten und natürlich belüfteten Räumen hängt die relative Luftfeuchtigkeit stark von den Außenbedingungen ab. Witterungsbedingte Feuchteschwankungen bleiben deswegen unberücksichtigt (siehe auch ASR A3.6)

Klimaermittlung

Grundlagen zur Klimaermittlung und Anforderungen an Messgeräte enthalten DIN-Fachbericht 128 und DIN EN ISO 7726.

Protokolle von Klimamessungen sollten außer den eigentlichen Messergebnissen folgende Angaben enthalten, sofern diese entscheidenden Einfluss auf das Klima haben:

- Messzeit (Datum, Uhrzeit, Dauer)
- Messort, Messpunkte (gegebenenfalls Skizze)
- Raummaße, Beschaffenheit der umgebenden Flächen
- Messgeräte (z. B. Hersteller, Typ, Baujahr, Messbereich)
- Betriebsverhältnisse, insbesondere solche, die auf das Klima Einfluss haben, z. B. Anzahl der Personen, Beleuchtung, Lastzustände von Maschinen und Anlagen und andere Wärmequellen sowie Luftströmungen aufgrund von Fenstern, Toren und Hallendachöffnungen
- Außenklimaverhältnisse (z. B. Lufttemperatur, Luftfeuchte, Sonne, Luftgeschwindigkeit)

Ein Messprotokoll zur Klimamessung finden Sie in der Anlage zu diesem Kapitel:

Anlage 1: Protokoll Klimamessung

Anlage 2: Begriffe

8.1.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen

8.1.1.1 Kälte

Nach DIN 33403-5 unterscheidet man fünf Kältebereiche:

Tab. 8.1–2 Kältebereiche

Kältebereich	Benennung	Lufttemperatur t_a [°C]
I	kühler Bereich	von +15 bis +10
II	leicht kalter Bereich	unter +10 bis –5
III	kalter Bereich	unter –5 bis –18
IV	sehr kalter Bereich	unter –18 bis –30
V	tiefkalter Bereich	unter –30

Kälte kann durch Geräte, Verfahren oder Witterungsbedingungen verursacht werden, z. B.

- in Kühlhäusern, in der Lebensmittel-, Getränkeindustrie, bei Arbeiten im Freien,
- in der Land- und Forstwirtschaft oder Bauindustrie.

Bereits leichte Abweichungen vom Behaglichkeitsbereich mindern das Wohlbefinden. Die kältebedingte Minderdurchblutung von Haut und Extremitäten ruft Kälteempfindungen sowie Einschränkungen von Beweglichkeit, Sensibilität und Geschicklichkeit hervor. Durch die gleichzeitige Abnahme des Reaktionsvermögens, der Aufmerksamkeit und der Leistungsfähigkeit erhöht sich die Unfallgefahr.

Die Minderdurchblutung von Haut und Extremitäten kann bei starker Abkühlung örtliche Schäden des Körpergewebes (Erfrierungen 1. bis 4. Grades) verursachen. Anhaltender starker Wärmeentzug kann zu einer Abkühlung des Gesamtorganismus führen. Die Abkühlung kann im extremen Fall eine lebensbedrohliche Absenkung der Körperkerntemperatur mit Bewusstseinsverlust zur Folge haben.

8.1.1.2 Hitze

An vielen Arbeitsplätzen, z. B. in der Metall-, Glas-, Keramik- und Gummiindustrie, treten neben den witterungsbedingten Hitzeeinwirkungen auch technologisch bedingte Wärmebelastungen durch hohe Temperaturen und hohe Wärmestrahlungsintensitäten auf.

Steigen die Umgebungstemperaturen über 26 °C an, ist mit Konzentrationsmängeln, Leistungsabfall, Zunahme von Arbeitsfehlern, Erschöpfung, Ermüdung und Zunahme von Unfällen zu rechnen. Hochgradige Wärmeeinwirkung kann auch zur Belastung des Herz-Kreislauf-Systems, der Atemwege und des Wasser- und Elektrolyt-Haushalts führen. Im extremen Fall können Hitzekrankheiten wie Hitzekrämpfe, Hitzekollaps und Hitzschlag ausgelöst werden. Durch direkten Kontakt mit heißen Oberflächen, Flüssigkeiten, Dämpfen oder durch Einwirkung intensiver Wärmestrahlung können lokale Gewebeschäden (Verbrennungen, Verbrühungen) entstehen (siehe auch Kapitel 6 Thermische Gefährdungen).

Gesundheitsgefahren

Ursachen

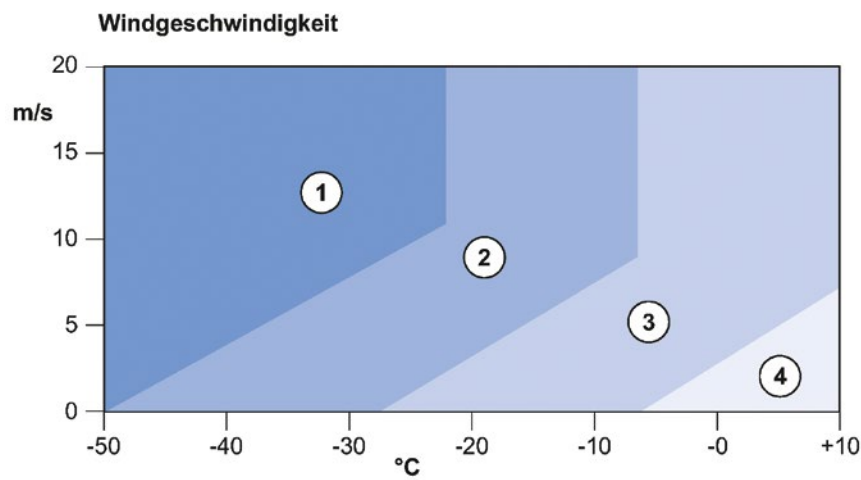
Gesundheitsgefahren

8.1.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

8.1.2.1 Kälte

Gefährdungs- abschätzung

Für eine grobe Einschätzung des Gesundheitsrisikos bei Arbeiten im Freien unter Berücksichtigung auch höherer Luftgeschwindigkeiten kann Abbildung 8.1–3 als Anhaltspunkt dienen (siehe auch DIN EN ISO 15743).



- (1) große Gefährdung
- (2) erhöhte Gefährdung für Erfrierungen ungeschützter Körperteile
- (3) geringe Gefährdung bei hinreichender Bekleidung
- (4) Gefahr durch Unterschätzung der notwendigen Schutzmaßnahmen

Abb. 8.1–3 Bereiche kalter Klimabedingungen mit verschieden großer Gefährdung des Menschen

Einflussgrößen

Folgende Einflussgrößen, die sich nach DIN-Fachbericht 128 und DIN 33403-5 ermitteln bzw. anhand von Tabellen abschätzen lassen, sind für thermische Belastungen an Kältearbeitsplätzen maßgebend:

- Lufttemperatur
- Luftgeschwindigkeit
- Wärmestrahlung
- energetische Arbeitsbelastung
- Wärmeisolation der Bekleidung
- Expositionszeit

Die DIN 33403-5 gilt nur für Arbeiten in Räumen (z. B. Kühlhaus). Für Arbeiten im Freien (z. B. Baustellen) ist die DIN EN ISO 15743 zu verwenden.

mittlere Hauttemperatur

Die thermischen Belastungen bei Kältearbeit sollten so gering wie möglich sein oder im Erträglichkeitsbereich liegen. Erträgliche Bedingungen sind nach DIN 33403-5 dann gegeben, wenn die mittlere Hauttemperatur (gemessen nach DIN EN ISO 9886) nicht unter +30 °C absinkt.

Besonders häufig treten lokale Unterkühlungen an Kopf, Gesicht (Nase, Kinn, Ohren), Händen (Finger) und Füßen (Zehen) auf. Die Schutzmaßnahmen sollten mindestens sicherstellen, dass an keiner dieser Körperstellen die Hauttemperatur unter +12 °C absinkt.

8.1.2.2 Hitze

Einflussgrößen der thermischen Belastung sind:

- Lufttemperatur
- Luftfeuchtigkeit
- Luftgeschwindigkeit
- Wärmestrahlung
- energetische Arbeitsbelastung
- Wärmeisolation der Bekleidung
- Expositionszeit

Einflussgrößen

Klimasummenmaße

Klimasummenmaße sollen die durch verschiedene Einflussgrößen bedingte komplexe thermische Beanspruchung des Menschen in einem Zahlenwert zusammenfassen.

Als Beurteilungsmaßstab im Hitzeklima können die Klimasummenmaße nach DIN 33403-3 dienen:

- Normal-Effektivtemperatur NET (ohne Wärmestrahlung, normale Kleidung)
- Basis-Effektivtemperatur BET (ohne Wärmestrahlung, Arbeit mit unbedecktem Oberkörper)
- WBGT-Index (Wet Bulb Globe Temperature, mit Wärmestrahlung)
- Vorhergesagte Wärmebeanspruchung PHS (DIN EN ISO 7933, Anlage 6)

Beurteilungsmaßstäbe

Die zur Ermittlung der Klimasummenmaße erforderlichen Klimagrößen werden in DIN-Fachbericht 128 sowie DIN EN ISO 7726 beschrieben.

Bei der Anwendung der Klimasummenmaße muss berücksichtigt werden, dass sie nicht bei allen Umgebungsbedingungen zuverlässige Orientierungswerte liefern.

Berücksichtigung der Umgebungsbedingungen

Die Normal-Effektivtemperatur unterschätzt die Klimabelastung im trocken-warmen Klimabereich und berücksichtigt die Belastung durch Wärmestrahlung nicht. Sie wird aus einem Nomogramm ermittelt und in den Auswahlkriterien für die arbeitsmedizinische Vorsorge als Klimamaß für die Angabe von Richtwerten verwendet (s. AMR Nr. 13.1).

Die Anwendung der Basis-Effektivtemperatur ist besonders im feucht-warmen Klima durch Erfahrungswerte aus dem Bergbau abgesichert, berücksichtigt aber ebenfalls die Belastung durch Wärmestrahlung nicht.

Der WBGT-Index ist relativ einfach zu erfassen. Er ist für die Bewertung zeitlich konstanter Klimabedingungen geeignet (Anlage 4: WBGT-Index).

Das Klimasummenmaß „Vorhergesagte Wärmebeanspruchung“ beruht auf einem physiologischen und physikalischen Modell der Wärmeabgabe des Menschen an die Umgebung und berücksichtigt alle Einflussgrößen der thermischen Belastung. Es bestimmt die für den Ausgleich der Wärmebilanz (Wärmeabgabe = Wärmezufuhr) erforderliche Schweißabgabe und erlaubt es, innerhalb eines weiten Bereichs der Klimaparameter maximale zulässige Expositionsdauern abzuschätzen (Anlage 6: PHS).

Ermittlung der Erträglichkeitsgrenze

Orientierungswerte für die Erträglichkeit von Klimabelastungen

In Tabelle 8.1–3 sind Orientierungswerte für die Erträglichkeitsgrenze anhand des WBGT-Indexes angegeben. Zur Einstufung des Arbeitsenergieumsatzes ist Tabelle 1 der DIN 33403-3 anzuwenden. Die Orientierungswerte gelten für eine achtstündige Expositionszeit bei konstanten Klimabelastungen. Bei zeitlich schwankenden Klimabelastungen ist ein angemessen langer Beurteilungszeitraum zu betrachten (siehe DIN EN 27243). Die angegebenen Orientierungswerte gelten für eine Bekleidungsisolationswert von etwa 0,6 clo (siehe DIN EN ISO 7730). Im Allgemeinen erfordert das Tragen wasserdampfdurchlässiger Kleidung eine Verminderung der Orientierungswerte und das Tragen wärmestrahlungsreflektierender Kleidung eine Erhöhung.

Tab. 8.1–3 Orientierungswerte der Erträglichkeitsgrenze für den WBGT-Index in Abhängigkeit vom Arbeitsenergieumsatz (AU) für akklimatisierte Personen (nach DIN 33403-3:2001-04) (Hinweis: In der aktuellen DIN 33403-3:2011-07 sind die Werte der Tabelle nicht mehr enthalten. Dafür wird auf die DIN EN 27243 verwiesen, die gültige Fassung vom Oktober 1993 enthält jedoch nicht dem Stand der Technik entsprechende Werte. Derzeit erfolgt eine Aktualisierung dieser Norm, der Entwurf befindet sich im öffentlichen Stellungnahmeverfahren. Veröffentlicht wird sie als DIN EN ISO 7243, dann erfolgt eine Anpassung der Werte an dieser Stelle.)

Stufe	Arbeitsenergieumsatz AU		Orientierungswerte für den WBGT-Index (°C)	
	kJ/min	W		
I	AU ≤ 8	AU ≤ 130	32	
II	18 AU ≤ 12	130 AU ≤ 200	29	
III	12 AU ≤ 16	200 AU ≤ 270	28	
			Luftbewegung (-geschwindigkeit)	
			nicht spürbar	spürbar
IV			26	26,5
V			24,5	26
VI			24	25,5
VII			23	25

Belastungsgrenzen durch Wärmestrahlung

Wärmestrahlung

Belastungen durch technisch bedingte Wärmestrahlung lassen sich nicht immer ausschließen. Belastungsgrenzen durch Wärmestrahlung (Orientierungswerte) sind in Bild 5 der DIN 33403-3 für Dauerbelastung (8-h-Schicht) und in Bild 6 der DIN 33403-3 für Kurzzeitbelastung (1–2 h) angegeben.

effektive Bestrahlungsstärke

Effektive Bestrahlungsstärke

Durch Wärmestrahlung nimmt der Mensch aus seiner Umgebung Wärme auf und gibt gleichzeitig Wärme ab. Die Differenz zwischen der durch Strahlung zugeführten und der durch Strahlung abgeführten Wärmestromdichte wird effektive Bestrahlungsstärke E_{eff} genannt. Sie wird aus Gründen einer einheitlichen Bezugsbasis auf eine Haut- oder Oberflächentemperatur des Menschen von 32 °C bezogen. Sie stellt damit den auf diese Basis bezogenen, aus Wärmestrahlung resultierenden Wärmestrom je Fläche dar.

Die Wärmestrahlungsexposition kann in Abhängigkeit von der effektiven Bestrahlungsstärke (siehe DIN 33403-3) grob in drei Bereiche (A, B, C) unterteilt werden.

(A) $E_{\text{eff}} \leq 35 \text{ W/m}^2$:

Ist die mittlere effektive Bestrahlungsstärke nicht höher als 35 W/m^2 , so hat die Wärmestrahlung keinen zusätzlich arbeitsbelastenden Einfluss. Hier sind die übrigen Klimaparameter – insbesondere Lufttemperatur und Luftfeuchte – ausschlaggebend. Arbeitsenergieumsätze bis zu 300 W sind möglich.

(B) $35 \text{ W/m}^2 < E_{\text{eff}} \leq 300 \text{ W/m}^2$:

In diesem Wertebereich der mittleren effektiven Bestrahlungsstärke ist eine Dauerexposition nur bei Arbeitsenergieumsätzen unterhalb der in Bild 4 der DIN 33403-3 eingetragenen Geraden möglich. Oberhalb dieser Geraden sind Muskelerholzeiten erforderlich. Ein Verbleib im Wärmestrahlungsbereich ist möglich.

(C) $E_{\text{eff}} > 300 \text{ W/m}^2$:

Bei mittleren effektiven Bestrahlungsstärken oberhalb von 300 W/m^2 sind in jedem Fall Entwärmungsphasen erforderlich. Eine Dauerexposition ist nicht zulässig. Bei höherer Bestrahlungsstärke ist auch bei kurzer Einwirkung auf die ungeschützte Haut unter Umständen eine Verbrennungsgefahr gegeben.

Auf unbedeckte Hautpartien darf Wärmestrahlung nicht unbegrenzt einwirken. Aus Bild 7 der DIN 33403-3 ist zu entnehmen, ob eine Wärmestrahlungs-Schutzkleidung zum Schutz vor Verbrennungen getragen bzw. ob die Zeitspanne des Arbeitseinsatzes ohne Verwendung von Schutzkleidung begrenzt werden muss.

unbedeckte
Hautpartien

Arbeitgeber haben für Beschäftigte, die einer extremen Hitzebelastung ausgesetzt sind, arbeitsmedizinische Pflichtvorsorge zu Richtwerten überschritten werden veranlassen (siehe § 4 Abs. 1 in Verbindung mit Anhang Teil 3 Abs. 1 Nr. 1 ArbMedVV). Richtwerte der Normal-Effektivtemperatur (NET) in $^{\circ}\text{C}$ sowie für die effektive Bestrahlungsstärke E_{eff} in $[\text{W/m}^2]$, die für die Auswahl der zu untersuchenden Beschäftigten sowie für die effektive Bestrahlungsstärke E_{eff} in $[\text{W/m}^2]$, die für die Auswahl der zu untersuchenden Beschäftigten dienen, sind in der AMR Nr. 13.1 zu finden.

Arbeitsmedizinische
Vorsorge

8.1.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

8.1.3.1 Kälte

Maßnahmen zur Reduzierung der Kältebeanspruchung der Beschäftigten können sein:

– Kältebelastung reduzieren

Die Lufttemperatur ist die grundlegende und wichtigste Belastungsgröße und sollte nicht niedriger als technologisch erforderlich sein.

– Zugluft vermeiden

Die Luftgeschwindigkeit ist möglichst gering zu halten. DIN 33403-5 empfiehlt für vorwiegend sitzende oder stehende Tätigkeiten eine mittlere Luftgeschwindigkeit von $< 0,2 \pm 0,1 \text{ m/s}$.

– Wärmestrahler einsetzen

Reduzierung
der Kältebelastung

**wechselnde
Klimabelastungen
vermeiden**

Arbeitsschutzmaßnahmen bei häufig wechselnden Klimabelastungen:

- häufig wechselnde Klimabelastungen zwischen den Kältebereichen sowie zwischen Kältebereich und Außenklima einschränken, z. B.
 - durch überbaute Rampen mit möglichst klimadichtem Abschluss an Lastkraftwagen
 - beheizbare Fahrerkabinen (Gabelstapler)
 - Einrichtung von Zwischenlagerräumen
 - Arbeitsteilung zwischen den Klimabereichen
- persönliche Schutzausrüstung

Bekleidung an die jeweiligen Arbeits- und Klimabedingungen anpassen, eventuell ist beheizbare Kälteschutzkleidung zur Verfügung zu stellen. Anlage 3: Isolationswerte verschiedener Bekleidungen

**Aufwärmzeiten
beachten**

- nach DIN 33403-5 empfohlene Kälteexpositions- und Aufwärmzeiten möglichst einhalten (siehe Tabelle 8.1–4)

Tab. 8.1–4 Kälteexpositions- und Aufwärmzeiten nach DIN 33403-5

Kältebereich	Lufttemperatur t_a (°C)	Maximale, ununterbrochene Kälteexpositionszeit (min)	Empfohlene Aufwärmzeit in % zur Kälteexpositionszeit (%)	Empfohlene Aufwärmzeit (gerundete Werte) (min)
I	von +15 bis +10	150	5	10
II	unter +10 bis –5	150	5	10
III	unter –5 bis –18	690	20	15
IV	unter –18 bis –30	90	30	30
V	unter –30	60	100	60

**Bedingungen in
Pausenräumen**

Pausenräume

- Aufwärm- und Umkleieräume einrichten (§ 6 und Anhang 4.1 und 4.2 ArbStättV)
- Die Raumtemperatur muss mindestens +21 °C betragen, die Räume sollen trocken und zugluftfrei sein.
- eventuell Einrichtungen zur Wiedererwärmung der Hände und Füße vorsehen (Warmluftgeräte, Wärmeplatten)

Kleidung trocknen

Trockenschränke

- Möglichkeit schaffen, Kälteschutzkleidung abzulegen und zu trocknen
- Für Arbeit in den Kältebereichen III bis IV sollten Einrichtungen zur Trocknung (Trockenschränke) und Erwärmung der Kleidung, Stiefel und Handschuhe vorgesehen werden.

Kontaktkälte vermeiden

Kontaktkälte

- Kontaktkälte ist möglichst zu vermeiden (siehe Kalte Medien).

Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen

- Beschäftigte, die bei Temperaturen unter -25 °C arbeiten, sind gemäß ArbMedVV arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen zu unterziehen (Pflichtvorsorge). Derzeit gibt es kein dies vertiefendes Dokument, da die BGI 504-21 Auswahlkriterien für die spezielle arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 21 Kältarbeiten zurückgezogen wurde.

arbeitsmedizinische
Vorsorge

8.1.3.2 Hitze

Technische Maßnahmen

Gebäudegestaltung

- Dachüberstände, Auskragungen, Jalousien, absorbierendes oder reflektierendes Fensterglas können die Sonnenstrahlung erheblich abschirmen.

Schutz vor
Sonnenstrahlung

Luftführung

- Natürliche Lüftung oder Lüftungstechnische Anlagen (Ventilatoren, Luftduschen) sorgen für Abkühlung durch erhöhten Luftwechsel oder höhere Luftgeschwindigkeiten.

Lüftung und
Klimatisierung

Luftkühlung

- In räumlich eng umgrenzten Bereichen (Steuerstände, Krankabinen) sollte die zugeführte Luft gekühlt werden. Die Temperaturdifferenz zwischen dem gekühlten Raum und der Umgebung sollte nicht mehr als 4 bis 6 °C betragen.

Klimatisierung

- Die Klimatisierung von Arbeitsplätzen und -bereichen ist anzustreben. Strahlungswärme muss auf andere Art beseitigt werden.

Wärmestrahlschutz

- Die Wärmestrahlung sollte verringert werden, z. B. durch:
 - Anlagenkapselung
 - Schutzgläser
 - Drahtgewebe
 - Hitzeschutzschirme
 - Kettenvorhänge

Wärmestrahlung
verringern

Ergonomisch-organisatorische Maßnahmen

Reduzierung der Arbeitsschwere

- Reduzierung der Muskelarbeit großer Muskelgruppen (Arm-, Bein- und Rumpfmuskulatur) auf das unbedingt erforderliche Maß

Maßnahmen gegen
Wärmebelastung

Muskel-Erholungszeiten

- Viele kurze muskuläre Pausen im klimabelasteten Bereich sind effektiver als wenige, längere.

Entwärmungsphasen

- Die Entwärmungsphasen sollten länger als 10 Min sein. Das Klima in den Aufenthaltsräumen sollte im Behaglichkeitsbereich liegen (Anlage 5: Entwärmungsphasen).

Akklimation, Hitzegetränke

- Eine langsame Gewöhnung an Hitze (Akklimation) und eine ausreichende Getränkeaufnahme tragen wesentlich zur Herabsetzung der Hitzebeanspruchung bei.

PSA benutzen

Persönliche Schutzausrüstung

- Lassen sich durch technische und ergonomisch-organisatorische Maßnahmen die Klimabelastungen nicht weiter reduzieren, müssen persönliche Schutzausrüstungen getragen werden, die den jeweiligen Anforderungen (§ 4 ArbSchG; PSA-BV) bestmöglich anzupassen sind.

arbeitsmedizinische Vorsorge

Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen

- Für Beschäftigte, die Tätigkeiten mit extremer Hitzebelastung ausüben, sind regelmäßig arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen nach ArbMedVV zu veranlassen.

8.1.4 Vorschriften, Regelwerk, Literatur

8.1.4.1 Kälte

Gesetze, Verordnungen

ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung
ArbMedVV	Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge
PSA-BV	PSA-Benutzungsverordnung

Technische Regelwerke zu den Arbeitsschutzverordnungen

ASR A3.5	Raumtemperatur
ASR A3.6	Lüftung

Vorschriften der Unfallversicherungsträger

DGUV Vorschrift 1	Grundsätze der Prävention
-------------------	---------------------------

Weitere Regeln der Technik

DIN EN 342	Schutzkleidung – Kleidungssysteme und Kleidungsstücke zum Schutz gegen Kälte
DIN 33403-5	Klima am Arbeitsplatz und in der Arbeitsumgebung: Ergonomische Gestaltung von Kältearbeitsplätzen
DIN 50010-2	Klimate und ihre technische Anwendung: Klimabegriffe: Physikalische Begriffe
DIN EN 340	Schutzkleidung: Allgemeine Anforderungen
DIN EN ISO 7726	Umgebungsklima – Instrumente zur Messung physikalischer Größen

DIN EN ISO 9886	Ergonomie – Ermittlung der thermischen Beanspruchung durch physiologische Messungen
DIN-Fachbericht 128	Klima am Arbeitsplatz und in der Arbeitsumgebung – Grundlagen zur Klimaermittlung
DIN EN ISO 9920	Ergonomie der thermischen Umgebung – Abschätzung der Wärmeisolation und des Verdunstungswiderstandes einer Bekleidungskombination
DIN EN ISO 11079	Ergonomie der thermischen Umgebung – Bestimmung und Interpretation der Kältebelastung bei Verwendung der erforderlichen Isolation der Bekleidung (IREQ) und lokalen Kühlwirkungen
DIN EN ISO 15743	Ergonomie der thermischen Umgebung – Arbeitsplätze in der Kälte – Risikobewertung und Management

Literatur

- [1] **Bux, K.:** Klima am Arbeitsplatz – Stand arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse; Bedarfsanalyse für weitere Forschungen, Dortmund, Dresden. BAuA 2006 (Forschung Projekt, F 1987)
- [2] **Bux, K. & Kampmann, B.:** B III-1 Raumklima. In S. Letzel & D. Nowak (Eds.), Handbuch der Arbeitsmedizin – Arbeitspsychologie, Klinische Arbeitsmedizin, Prävention und Gesundheitsförderung. (Vol. 35. Erg. Lfg. 12/14, pp. 1–35). Heidelberg: ecomed MEDIZIN.

8.1.4.2 Hitze

Gesetze, Verordnungen

ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung
PSA-BV	PSA-Benutzungsverordnung
ArbMedVV	Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge

Technische Regelwerke zu den Arbeitsschutzverordnungen

ASR A3.5	Raumtemperatur
ASR A3.6	Lüftung
AMR 13.1	Tätigkeiten mit extremer Hitzebelastung

Vorschriften der Unfallversicherungsträger

DGUV Vorschrift 1	Grundsätze der Prävention
-------------------	---------------------------

Weitere Regeln der Technik

DIN 33 403-3	Klima am Arbeitsplatz und in der Arbeitsumgebung: Beurteilung des Klimas im Warm- und Hitzebereich auf der Grundlage ausgewählter Klimasummenmaße
DIN 50010-2	Klimate und ihre technische Anwendung: Klimabegriffe: Physikalische Begriffe
DIN EN 340	Schutzkleidung – Allgemeine Anforderungen
DIN EN 531	Schutzkleidung für hitzeexponierte Arbeiter
DIN EN 27243	Warmes Umgebungsklima: Ermittlung der Wärmebelastung des arbeitenden Menschen mit dem WBGT-Index (wet-bulb-globe-temperature)
DIN EN ISO 7726	Umgebungsklima – Instrumente zur Messung physikalischer Größen
DIN EN ISO 7730	Ergonomie der thermischen Umgebung – Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMV- und des PPD-Indexes und Kriterien der lokalen thermischen Behaglichkeit
DIN EN ISO 7933	Ergonomie der thermischen Umgebung – Analytische Bestimmung und Interpretation der Wärmebelastung durch Berechnung der vorhergesagten Wärmebeanspruchung
DIN EN ISO 9886	Ergonomie – Ermittlung der thermischen Beanspruchung durch physiologische Messungen
DGUV Information 213-002 (bisher BGI/GUV-I 579)	Hitzearbeit; Erkennen – beurteilen – schützen
DGUV Information 213-022 (bisher BGI/GUV-I 7002)	Beurteilung von Hitzearbeit – Tipps für Wirtschaft, Verwaltung, Dienstleistung
DGUV Information 215-510 (bisher BGI/GUV-I 7003)	Beurteilung des Raumklimas

Literatur

- [1] **Bux, K. & Kampmann, B.:** B III-1 Raumklima. In S. Letzel & D. Nowak (Eds.), Handbuch der Arbeitsmedizin – Arbeitspsychologie, Klinische Arbeitsmedizin, Prävention und Gesundheitsförderung. (Vol. 35. Erg. Lfg. 12/14, pp. 1–35). Heidelberg: ecomed MEDIZIN.
- [2] **Spitzer, H.; Hettinger, Th.; Kaminsky, G.:** Tafeln für den Energieumsatz bei körperlicher Arbeit. 6. Aufl. Berlin: Beuth 1982
- [3] **Wenzel, H. G.; Piekarski, G.:** Klima und Arbeit. München: Bayerisches Staatsministerium für Arbeit 1982
- [4] **Hettinger, Th.; Müller, B. H. u. a.:** Belastung und Beanspruchung bei unterschiedlicher Effektivtemperatur und Arbeitsschwere. Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW 1991. (Bundesanstalt für Arbeitsschutz: Forschung, Fb 634)
- [5] **Gebhard, H.; Kampmann, B. u. a.:** Systematische Analyse aktueller Klimasummenmaße für Hitze Arbeitsplätze. Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW 1999. (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Forschung, Fb 829)
- [6] **Pangert, R.; Bux, K.; Frener, P.:** Hitzearbeit – Hitzepausen. ErgoMed (2003), 3, 82–89

- [7] **Gebhard, H.; Kampmann, B.; Müller, B.:** Arbeits- und Entwärmungsphasen in wärmebelasteten Arbeitsbereichen. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 2007. (Forschung Projekt, F 1860)
- [8] **Grandjean, E.:** Physiologische Arbeitsgestaltung. 4. Aufl. Landsberg: ecomed 1991
- [9] **Bux, K.; Pangert, R.:** Sommerlich bedingte hohe Raumtemperaturen in Arbeitsstätten – Rechtliche Lage, Wirkungen auf den Menschen und Maßnahmen. ErgoMed (2007), 3, 84–88
- [10] **Bux, K.:** Klima am Arbeitsplatz – Stand arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse; Bedarfsanalyse für weitere Forschungen. Dortmund, Dresden. BAuA 2006 (Forschung Projekt, F 1987)
- [11] **Bux, K.:** Klima. In A. Seidler, U. Euler, S. Letzel & D. Nowak (Eds.), Gesunde Gestaltung von Büroarbeitsplätzen – Arbeitsmedizinische Aspekte, Physikalische Einflussfaktoren, Gefahrstoffexposition, Organisationsformen. (pp. 34–51). Landsberg am Lech: ecomed MEDIZIN.

8.1.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

8.1.5.1 Kälte

- Werden Kältebelastungen durch Witterungsbedingungen, Geräte oder Verfahren weitestgehend verhindert?
- Ist die Lufttemperatur nicht niedriger als technologisch unbedingt erforderlich?
- Wird Zugluft weitgehend vermieden?
- Sind vorhandene Schutzmaßnahmen ausreichend?
- Kältebeanspruchung durch Witterungsbedingungen
- Kältebeanspruchung durch Geräte/Verfahren
- Lufttemperatur nicht niedriger als technologisch unbedingt erforderlich einstellen
- Zugluft vermeiden (z. B. durch Abdichten von Fenstern/Türen, Windschutz, geringe Luftgeschwindigkeit)
- Wärmestrahler einsetzen
- PSA anwenden
- Aufwärmzeiten nach DIN 33 403-5 einhalten
- Umkleieräume einrichten
- Aufwärmräume einrichten
- Warmluftgeräte/Wärmeplatten zur Wiedererwärmung der Hände aufstellen
- Trockenschränke zum Vorwärmen und Trocknen der Kleidung vorsehen
- Kontaktkälte vermeiden
- überbaute Rampen zum klimadichten Abschluss an Lastkraftwagen vorsehen
- beheizbare Fahrerinnen einrichten
- Zwischenlagerräume einrichten
- Arbeitsteilung zwischen den Klimabereichen vorsehen

Prüffragen

festgestellte
Gefährdungen/Mängel

Maßnahmen

Maßnahmen bei
häufig wechselnden
Klimabelastungen

8.1.5.2 Hitze

- Bestehen Hitzebelastungen durch Witterungseinflüsse, Geräte und Verfahren oder durch Wärmestrahlung?
- Ist die Sonneneinstrahlung ausreichend durch bauliche Einrichtungen, Jalousien oder Vorhänge abgeschirmt?
- Wird ausreichend für natürliche Lüftung gesorgt?

festgestellte Gefährdungen/Mängel

- Hitzebelastung durch Geräte/Verfahren
- Hitzebelastung durch Witterungseinflüsse
- Hitzebelastung durch Wärmestrahlung

Maßnahmen

- Sonnenstrahlung abschirmen (durch Jalousien, Dachüberstände)
- natürliche Lüftung ermöglichen
- Lüftungsanlagen installieren (z. B. Ventilatoren, Luftduschen)
- Steuerständen oder Kabinen gekühlte Luft zuführen
- Arbeitsbereiche klimatisieren
- Wärmestrahlung verringern (durch Anlagenkapselung, Schutzgläser)
- Arbeitsschwere reduzieren
- viele kurze Pausen zur Muskelerholung vorsehen
- längere Entwärmungspausen (Anlage 5) einplanen
- PSA anwenden

ANLAGE 2

Begriffe

In Anlehnung an DIN-Fachbericht 128

Wärmestrahlung

Für die Einwirkung von Wärme am Arbeitsplatz ist der auf den menschlichen Körper bezogene, durch Wärmestrahlung bedingte Wärmestrom maßgebend. Die Wirkung der Wärmestrahlung auf den Menschen kann auch aus der Kenntnis der „effektiven Bestrahlungsstärke“ E_{eff} , der „mittleren Strahlungstemperatur“ t_{R} oder der „Globe-Temperatur“ t_{G} beurteilt werden.

Effektive Bestrahlungsstärke

Durch die Wärmestrahlung nimmt der Mensch aus seiner Umgebung Wärme auf und gibt gleichzeitig Wärme ab. Die Differenz zwischen der durch Strahlung zugeführten und der durch Strahlung abgeführten Wärmestromdichte wird hier effektive Bestrahlungsstärke E_{eff} genannt. Sie wird aus Gründen einer einheitlichen Bezugsbasis auf eine Haut- oder Oberflächentemperatur des Menschen von 32 °C bezogen. Sie stellt damit den auf diese Basis bezogenen, aus Wärmestrahlung resultierenden Wärmestrom je Fläche dar. Die effektive Bestrahlungsstärke kann direkt mit geeigneten Messgeräten gemessen werden. Dabei ist zu beachten, dass bei der Messung der gesamte umschließende Raum erfasst wird.

Globe-Temperatur

Die Globe-Temperatur t_{G} ist die Temperatur im Innern einer geschwärzten Hohlkugel aus einem dünnen, gut wärmeleitenden Material. Die Globe-Temperatur t_{G} stellt sich in Abhängigkeit von den folgenden Größen ein:

- Lufttemperatur
- Luftgeschwindigkeit
- Wärmestrahlung
- Durchmesser der Kugel (15 cm) und
- Absorptionsvermögen der Kugeloberfläche (Emissionsgrad $e = 0,95$)

Bei der Messung ist zu beachten, dass die Einstellzeit des Globe-Thermometers 20 bis 30 Minuten beträgt.

Mittlere Strahlungstemperatur

Die mittlere Strahlungstemperatur t_{R} ist eine Größe, die insbesondere im Behaglichkeitsbereich zur Kennzeichnung der Wärmestrahlung benutzt wird. Sie ist die äquivalent einwirkende Strahlungstemperatur der umschließenden Flächen auf einen Empfänger unter Berücksichtigung der Raumwinkel und des Emissionsvermögens in einer temperierten Umgebung.

Die mittlere Strahlungstemperatur t_{R} in °C wird aus der Lufttemperatur t , der Luftgeschwindigkeit und der Globe-Temperatur t_{G} nach folgender Näherungsformel berechnet:

$$\bar{t}_{\text{R}} = \sqrt[4]{(t_{\text{G}} + 273)^4 + 2,5 \cdot 10^8 \cdot (t_{\text{G}} - t) \cdot v^{0,6}} - 273$$

ANLAGE 3

Beispiele für Isolationswerte verschiedener Bekleidungen (trocken)

in Anlehnung an DIN 33403-3

Bekleidung	Isolationswert Icl	
	m ² · K/W	clo*
Unbekleidet	0	0
Overall (Baumwolle) – Oberhemd, kurze Unterwäsche, Socken, Schuhe	0,124	0,8
Feste Arbeitskleidung – lange Unterwäsche, einteiliger Arbeitsanzug, Socken, feste Schuhe	0,155	1,0
Leichter Straßenanzug – kurze Unterwäsche, geschlossenes Oberhemd, leichte Jacke, lange Hose, Socken, Schuhe	0,155	1,0
Schmelzeranzug (flammenhemmende Ausrüstung) – Oberhemd, kurze Unterwäsche, Socken, Schuhe	0,155	1,0
Schmelzeranzug und Hitzeschutzmantel – Oberhemd, kurze Unterwäsche, Socken, Schuhe	0,217	1,4
Leichter Straßenanzug mit leichtem Mantel	0,233	1,5
Kleidung für nasskaltes Wetter – lange Unterwäsche, geschlossenes langes Oberhemd, feste Jacke und Hose, Pullover, Wollmantel, Wollsocken, feste Schuhe	0,233 bis 0,310	1,5 bis 2,0

* Kennwert für den Wärmedurchlasswiderstand der Bekleidung in „clothing-Einheiten“ – clo genannt (1 clo = 0,155 m² K/W).

ANLAGE 4

WBGT-Index

in Anlehnung an DIN 33403-3

WBGT-Index (Wet Bulb Globe Temperature)

Der WBGT-Index wird in °C angegeben und kann nach folgenden Formeln bestimmt werden:

- innerhalb und außerhalb von Gebäuden und ohne direkte Einwirkung von Sonnenstrahlung,

$$\text{WBGT} = 0,7 t_{nw} + 0,3 t_g$$

- außerhalb von Gebäuden und bei direkter Einwirkung von Sonnenstrahlung,

$$\text{WBGT} = 0,7 t_{nw} + 0,2 t_g + 0,1 t_a$$

mit:

- t_{nw} Temperatur eines natürlich belüfteten, befeuchteten Thermometers in °C
- t_g Globetemperatur in °C und
- t_a Lufttemperatur in °C

Die Globetemperatur und die Temperatur eines natürlich belüfteten Feuchtthermometers sind Mischgrößen. Sie werden von den Klimagrößen Lufttemperatur, Luftfeuchte (nur t_{nw}), Wärmestrahlung und Luftgeschwindigkeit beeinflusst.

Die Messung der Temperatur t_{nw} wird definitionsgemäß mit einem Thermometer nach folgender Form vorgenommen:

Es wird ein zylindrisches Thermometergefäß mit einem Durchmesser von 6 ± 1 mm und einer Länge von mindestens 30 mm angewendet. Das Thermometergefäß ist mit einem weißen Strumpf überzogen, der eine gute Saugfähigkeit für Wasser aufweist. Die Messung erfolgt bei vollständiger Befeuchtung dieses Strumpfes durch destilliertes Wasser ohne zusätzliche Belüftung des Gerätes. Die vollständige Befeuchtung ist besonders bei starker Wärmestrahlung zu beachten.

Es ist zu beachten, dass es sich bei der Größe t_{nw} um die Temperatur eines durch die am Messort vorhandenen (natürlichen) Luftbewegungen beeinflussten Feuchtthermometers handelt; sie ist nicht zu verwechseln mit der Feuchttemperatur t_w (DIN EN ISO 7726 sowie im DIN-Fachbericht 128) eines zwangsbelüfteten Psychrometers nach Aßmann. Bei der Ermittlung der Globetemperatur ist die Einstellzeit des Globethermometers, die etwa 20–30 Minuten beträgt, zu beachten. Das Messgerät muss entsprechend lange am Messort verbleiben.

Der WBGT-Index ist zur Beurteilung der Klimawirkungen im Bereich thermischer Behaglichkeit nicht geeignet.

ANLAGE 5

Gestaltung von Entwärmungsphasen bei Hitzearbeit

In Anlehnung an BGI 579 und [6]

Ist die Hitzebelastung so hoch, dass ein dauernder Aufenthalt auch nach einer Reduzierung der Arbeitsschwere nicht mehr möglich ist, sind Entwärmungsphasen vorzusehen. Entwärmungsphasen sind Zeiträume, in denen der Körper durch den Aufenthalt in weniger belastenden Klimabereichen Wärme abgeben kann. Dabei kann leichte körperliche Arbeit durchgeführt werden.

Nach sehr hohen Hitzebelastungen können auch Hitzepausen (ohne körperliche Arbeit) innerhalb der Entwärmungsphasen notwendig sein. Die Entwärmungsphasen und Hitzepausen sind in einem Bereich zu verbringen, der kühler ist als der Arbeitsbereich, jedoch keine zu großen Temperaturunterschiede aufweist. Der Temperaturbereich von 25–35 °C hat sich unter Berücksichtigung der Bekleidung als zweckmäßig erwiesen. Die Entwärmungsphasen und Hitzepausen müssen zur Aufnahme geeigneter Getränke genutzt werden, um die durch Schwitzen verlorene Flüssigkeit wieder zu ersetzen.

Die Dauer der Entwärmungsphasen richtet sich nach den vorangegangenen Belastungen. Legt der Beschäftigte nicht schon aufgrund seiner eigenen Einschätzung früher eine Unterbrechung ein, werden die nachfolgenden Zeiten (Richtwerte nach Tabelle 1) in Abhängigkeit von Lufttemperatur und Luftfeuchte empfohlen (Abbildung 1). Der Grad der Belastung durch Hitzearbeit orientiert sich an den Bereichen H1, H2 und H3. Die Hitzearbeit kann nach der Entwärmungsphase wieder aufgenommen werden.

Bei nennenswerter zusätzlicher Wärmestrahlung wird empfohlen, die Lufttemperatur durch eine „resultierende Temperatur“ (t_{res}) zu ersetzen, die auf der Grundlage der Lufttemperatur (t_a) und der Globetemperatur (t_g) nach folgender Formel bestimmt wird:

$$t_{res} = 0,7 \cdot t_g + 0,3 \cdot t_a$$

Tabelle 2 gibt eine Übersicht zu Bedingungen und Handlungsempfehlungen bei der Gestaltung von Arbeits- und Entwärmungsphasen. Generell bzw. darüber hinaus gilt:

- Beschäftigte auf Gefahren hinweisen und für Anzeichen einer Überbeanspruchung sensibilisieren, nur gesunde und nicht vorgeschädigte Beschäftigte einsetzen;
- ausreichendes Trinkregime sicherstellen;
- Entwärmungsphasen in klimaneutraler Umgebung bei Ruhe oder höchstens leichter körperlicher Arbeit gewährleisten;
- sonstige Vorschriften und Regelungen besonderer Berufsgruppen beachten.

Ungünstigere Bedingungen liegen z. B. dann vor, wenn die Bekleidungsisolation größer als 0,9 clo ist oder der Arbeitsenergieumsatz während der Expositionsphasen größer als 200 W ist. Ebenso wird die Anwendung des PHS-Modells empfohlen, wenn der Bezug auf eine Stunde aufgrund der organisatorischen Randbedingungen nicht sinnvoll erscheint, d. h. längere Entwärmungsphasen möglich sind und hieraus die Frage resultiert, wie lang unter diesen Umständen die Expositionsphase sein kann.

Zum Schutz der Gesundheit der Beschäftigten, aber auch aus wirtschaftlichen Überlegungen, sollte generell vorab geprüft werden, ob eine Reduzierung der Belastungssituation während der Expositionsphase möglich ist, d. h. ob Klimabedingungen, Arbeitsschwere und/oder Bekleidungsisolation reduziert werden können. Bei der Bekleidungsisolation sind jeweils u. U. erforderliche zusätzliche Schutzanforderungen zu berücksichtigen.

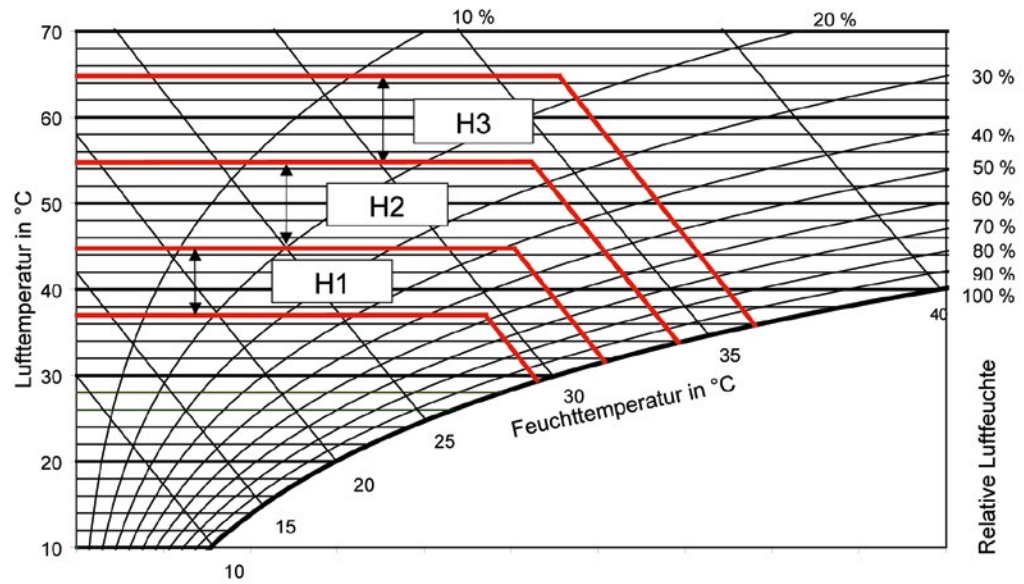
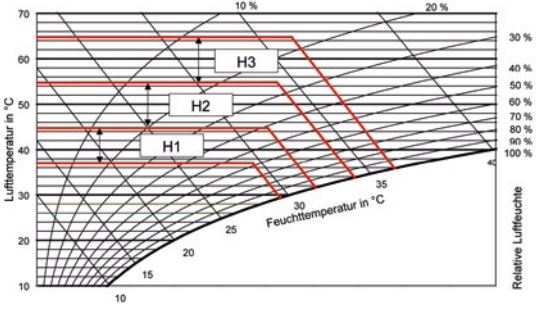


Abb. 1 Richtwerte für Entwärmungsphasen bei Hitzearbeit

Tab. 1 Richtwerte der Entwärmungsphasen je Stunde

Hitzebereich	Entwärmungsphase
H1	15 Minuten/Stunde
H2	30 Minuten/Stunde
H3	45 Minuten/Stunde
über H3	keine gesicherte Angabe möglich

Tab. 2 Handlungs- und Entscheidungshilfe bei der Gestaltung von Arbeits- und Entwärmungsphasen

Bedingung	Handlungsempfehlung
<p>Die Randbedingungen für die Anwendung des Diskussionsvorschlages sind erfüllt, d.h. während der Expositionsphase</p> <ul style="list-style-type: none"> – leichte bis mittlere Bekleidungs-isolation (ca. 0,6–0,9 clo) – leichte bis mittlere Arbeitsschwere (bis ca. 200 W Arbeitsenergieumsatz) – geringe Luftgeschwindigkeiten (bis ca. 0,2–0,5 m/s) – weitestgehend konstante Klimabedingungen – Lufttemperatur unter ca. 65 °C und Feuchttemperatur unter ca. 36 °C – keine zusätzliche Wärmestrahlung, z. B. durch heiße Oberflächen oder Aggregate 	 <p>Anwendung des Diagramms (vgl. Abbildung 1) zur Bestimmung der Dauer von Expositions- und Entwärmungsphasen auf der Grundlage von Lufttemperatur und relativer Luftfeuchte während der Expositionsphasen.</p>
<p>Während der Expositionsphasen besteht zusätzliche Wärmestrahlungsbelastung, z. B. durch heiße Oberflächen oder Aggregate.</p>	<p>Bestimmung einer resultierenden Temperatur (t_{res}) aus Globetemperatur (t_g) und Lufttemperatur (t_a) nach folgender Formel:</p> $t_{res} = 0,7 \cdot t_g + 0,3 \cdot t_a$ <p>Ersatz der Lufttemperatur durch die resultierende Temperatur bei der Anwendung des Diagramms (vgl. Abbildung 1) zur Bestimmung der Dauer von Expositions- und Entwärmungsphasen</p>
<p>geringere Belastbarkeit, z. B. von weiblichen Beschäftigten berücksichtigen</p>	<p>Zur Anpassung an die bei gleichen Anforderungen erhöhte Beanspruchungsreaktion sollte der angesetzte Arbeitsenergieumsatz erhöht werden, z. B. im Fall von weiblichen Beschäftigten +30 %.</p>
<p>schwere körperliche Arbeit, d. h. Arbeitsenergieumsatz > 200 W und/oder schwere Bekleidung (> 0,9 clo) erforderlich</p>	<p>Überprüfung des Ergebnisses auf der Grundlage des PHS-Modells: Wenn die Expositionsphasen kürzer sind/ausfallen, diese kürzeren Zeiten anwenden.</p>
<p>erhöhte Luftgeschwindigkeiten und/oder nicht weitgehend konstante Klimabedingungen während der Expositionsphasen</p>	
<p>Lufttemperatur über ca. 65 °C oder Feuchttemperatur über ca. 36 °C oder auf der Grundlage des PHS-Modells ermittelte Expositionsdauer < 15 min</p>	<p>Einleitung technischer Schutzmaßnahmen bzw. Kontrolle physiologischer Parameter während der Belastung (z. B. Herzfrequenz, Körperkerntemperatur) unter Hinzuziehung des Betriebsarztes</p>

ANLAGE 6

Berechnung der vorhergesagten Wärmebeanspruchung – PHS

in Anlehnung an DIN 33403-3

Das Klimasummenmaß „Berechnung der vorhergesagten Wärmebeanspruchung“ beruht auf einem physiologischen und physikalischen Modell der Wärmeabgabe des Menschen an die Umgebung. Da die Anpassung an eine Wärmebelastung physiologisch im Wesentlichen durch eine Erhöhung der Schweißbildung erfolgt, bestimmt das Klimasummenmaß die für den Ausgleich der Wärmebilanz (Wärmeabgabe = Wärmezufuhr) erforderliche Schweißabgabe.

Die „Berechnung der vorhergesagten Wärmebeanspruchung“ wird nach einem Verfahren durchgeführt, in dem die klima- und die personenbezogenen Größen als Eingangsgrößen berücksichtigt werden. Im Einzelnen werden der Wärmeaustausch durch Konvektion und Strahlung sowie die zum Ausgleich der Wärmebilanz erforderliche Schweißverdunstung berechnet. Die erforderliche Schweißrate wird aus der zum Ausgleich der Wärmebilanz erforderlichen Schweißverdunstung bestimmt, indem zusätzlich zum verdunsteten auch der von der Bekleidung aufgesogene und der von der Haut abgetropfte Schweiß Berücksichtigung findet (Abbildung 1).

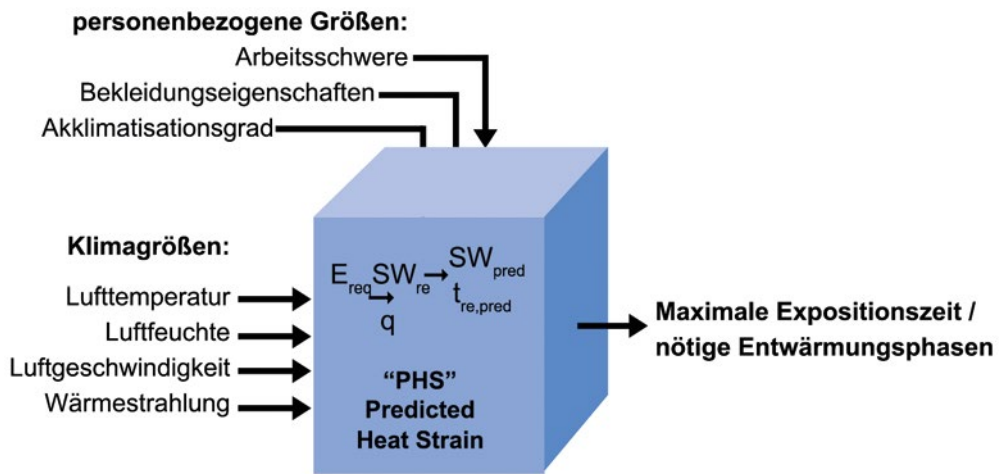
Bei einem Ungleichgewicht der Wärmebilanz, d. h. wenn die Wärmezufuhr die mögliche Wärmeabgabe übersteigt, tritt eine mit der Erhöhung der Körpertemperatur einhergehende Wärmespeicherung auf. Zur Vermeidung von Gesundheitsrisiken darf die Körpertemperatur (rektal) für die Gesamtheit exponierter Personen im Mittel einen Wert von 38 °C nicht überschreiten.

Die Dehydratation des Körpers durch Schweißabgabe darf einen Betrag von 3 % des Körpergewichtes nicht überschreiten, um pathologische Effekte zu vermeiden.

Wenn mindestens einer dieser Maximalwerte unter den vorgegebenen Bedingungen überschritten wird, weist das Modell eine maximal zulässige Expositionszeit aus. Für die Durchführung der Berechnungen ist der Einsatz von Datenverarbeitungs-Programmen zu empfehlen; ein entsprechendes BASIC-Programm ist in DIN EN ISO 7933 enthalten.

Die Berechnung der vorhergesagten Wärmebeanspruchung PHS erlaubt es, innerhalb eines weiten Bereichs der Klimaparameter (DIN EN ISO 7933; Tabelle A.1) maximale zulässige Expositionsauern abzuschätzen.

Die maximalen zulässigen Expositionsauern entsprechend PHS lassen sich für vorgegebene Belastungsgrößen – und auch für Folgen unterschiedlicher Klimaexpositionen – mithilfe des angegebenen Computerprogramms errechnen.



Wärmebilanz des menschlichen Körpers

Abb. 1 PHS-Modell: Predicted Heat Strain – nach DIN ISO 7933. Vorhergesagte Wärmebeanspruchung des Menschen

8.2 Beleuchtung, Licht

Autorin:
Dipl.-Chem. B. Görner

Ansprechpartnerin:
Dipl.-Chem. B. Görner
BAuA

Bearbeitungsstand: Juli 2012

grundlegende Anforderungen

Die Beleuchtung am Arbeitsplatz muss ausreichend sein, um

- die Sehaufgabe erfüllen und
- Gefahren rechtzeitig erkennen und abwenden zu können.

Die Beleuchtung von Arbeitsstätten sollte möglichst mit Tageslicht erfolgen. Da Tageslicht

- örtlich (z. B. betriebstechnisch bedingt, wie Fotolabore, OP-Bereiche) und
- zeitlich (z. B. tages- und jahreszeitliche Schwankungen, Nachtarbeit)

nicht immer ausreichend zur Verfügung steht, ist zusätzlich eine künstliche Beleuchtung erforderlich.

Einfluss der Beleuchtung

Die Beleuchtung hat nicht nur direkten Einfluss auf das Sehvermögen, sondern beeinflusst auch das vegetative Nervensystem und die Lebensfunktionen des Körpers, z. B. Atmung, Verdauung, Hormonhaushalt.

Wahrnehmung, Konzentration und Aufmerksamkeit werden durch höhere Beleuchtungsstärken erhöht. Die Leistungsbereitschaft des Menschen nimmt zu. Der Einfluss der Beleuchtungsstärke ist umso größer, je höher der Anteil der visuellen Anforderungen und je schwieriger die Sehaufgabe ist. Durch höhere Beleuchtungsstärken kann die Fehler- sowie Unfallhäufigkeit gesenkt werden.

8.2.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen

mangelhafte Beleuchtung

Bei übermäßigen und lang andauernden Belastungen des Sehapparates sowie ungenügenden Beleuchtungsbedingungen können sowohl Augenermüdung (Augenbeschwerden und Kopfschmerzen) als auch allgemeine Ermüdung (z. B. Mattigkeit, herabgesetzte Aufmerksamkeit und Leistungsfähigkeit) auftreten.

Tageslicht ist der künstlichen Beleuchtung vorzuziehen. Die Sehaufgabe kann mit Tageslicht bei gleichem Niveau der lichttechnischen Parameter leichter bewältigt werden. Arbeitsplätze sollten deshalb z. B. fensternah und unter Berücksichtigung der Sehaufgabe angeordnet werden.

Blendung

Blendung wirkt sich nachteilig auf Leistung und Arbeitssicherheit aus und setzt das Sehvermögen wie auch den Sehkomfort herab. Mit zunehmendem Alter werden die Fähigkeiten des Sehapparates reduziert, die Elastizität der Augenlinse lässt nach. Es steigt der Lichtbedarf und die Empfindlichkeit gegenüber Blendung nimmt zu.

Das sichtbare Flimmern bei Leuchtstofflampen wird als sehr lästig empfunden, bewirkt eine Störung der Wahrnehmung bewegter Teile und erhöht die Unfallgefahr.

Die Qualität einer Beleuchtungsanlage für Arbeitsstätten kann durch Gütemerkmale gekennzeichnet werden, wie sie sowohl in der ASR A3.4 als auch in DIN EN 12665 und DIN EN 12464 beschrieben sind:

- Beleuchtungsstärke
- Leuchtdichteverteilung
- Blendungsbegrenzung
- Lichtrichtung, Schattigkeit
- Lichtfarbe, Farbwiedergabe
- Flimmern

Diese Merkmale sollten in ihrer Gesamtheit beachtet werden. Schon die Verletzung eines Gütemerkmals kann zu einer Unfallgefahr führen bzw. die Erfüllung der Sehaufgabe beeinträchtigen.

Unfallgefahren können beispielsweise entstehen durch:

- unangemessene Beleuchtungsstärke; dadurch beispielsweise
 - Erfüllung der Sehaufgabe gefährdet
 - nicht rechtzeitiges Erkennen von Stolperstellen
 - Anstoßen von Personen an Gegenstände im Raum
- zu große Beleuchtungsstärkeunterschiede innerhalb des Bereiches der Sehaufgabe oder zwischen Arbeitsplatz und Umgebung oder im weiteren Umfeld
- Direktblendung, z. B. unmittelbares Sehen in eine Lichtquelle
- Reflexblendung, z. B. spiegelnde Oberflächen
- Beleuchtung, die Schlagschatten und Gefahrenquellen überdecken, z. B. auf Treppen (räumliche Erstreckung der Stufen ist nicht klar bestimmbar)
- zu weiche oder zu große Kontraste
- unangepasste Lichtrichtung, führt z. B. zu mangelnder Erkennbarkeit von Feinheiten und eventuell zur Blendung
- Farbverfälschung, z. B. Erkennbarkeit von Sicherheitsfarben
- optische Täuschung durch stroboskopischen Effekt (scheinbarer Stillstand oder scheinbar langsamere Bewegung rotierender Teile bei der Beleuchtung mit Leuchtstofflampen)

8.2.2 Beurteilungskriterien

Die Beurteilung der Beleuchtung bzw. Beleuchtungsanlagen kann erforderlich sein aus

- gesetzlichen Gründen (Vorschriften durch Gesetzeswerke, örtliche Auflagen von Behörden, Auflagen der Sachversicherer o. ä.),
- ergonomischen Gründen (Beanstandungen der Beschäftigten, Umsetzung neuer Erkenntnisse o. ä.),
- technischen Gründen (Alterung von Lampen, Verschmutzungen von Leuchten, Austausch von Schaltnetzen o. ä.),
- bei Neubau, Umbau, Modernisierung, Rekonstruktion der Arbeitsstätte.

Merkmale einer guten Beleuchtung

Unfallgefahren

Gründe für die Beurteilung

Für die Beurteilung und Planung der Beleuchtung von Arbeitsstätten sollten die oben genannten Gütemerkmale berücksichtigt werden. Dazu können beispielsweise herangezogen werden:

- die ArbStättV und Arbeitsstättenregeln ASR A3.4 und ASR A3.4/3
- die Normen DIN EN 12665, DIN EN 12464-1 und DIN EN 12464-2

Beurteilung lichttechnischer Größen

Die einzelnen Merkmale werden durch lichttechnische Größen (DIN EN 12665) gekennzeichnet, für die zahlenmäßige Angaben in der ASR A3.4 sowie ASR A3.4/3, DIN EN 12464-1 und -2 enthalten sind. In den nachfolgenden Ausführungen werden die wichtigsten für erforderlich gehaltenen Angaben zur Beurteilung der Qualität der Beleuchtung dargestellt.

8.2.2.1 Beleuchtungsstärke

Die Beurteilung der Beleuchtungsstärke erfolgt nach ASR A3.4, ASR A3.4/3 sowie nach DIN EN 12464-1 und -2.

Nach ASR A3.4 gelten folgende Kriterien:

Mindestwert der Beleuchtungsstärke

- Die Angabe der Beleuchtungsstärken für Arbeitsstätten in Innenräumen und im Freien erfolgt als Mindestwert der Beleuchtungsstärke.
- Beispiele für Mindestwerte der Beleuchtungsstärke in Innenräumen (ASR A3.4, Anhang 1):
 - Büroarbeitsplätze (Schreiben, Lesen, Datenverarbeitung) 500 lx
 - Sanitärräume (Waschräume, Bäder, Toiletten, Umkleieräume) 200 lx
 - Treppen 100 lx
 - Verkehrswege, Flure (ohne Fahrzeugverkehr) 50 lx
 - Lagerräume mit Leseaufgaben 200 lx
- Beispiele für Mindestwerte der Beleuchtungsstärke im Freien (ASR A3.4, Punkt 8(2) Tabelle 2 und Anhang 2):
 - Baustellen (anspruchsvolle Montage, Oberflächenbehandlung, Verbindung von Tragwerkselementen) 200 lx
 - Gleisanlagen, Bahnbereiche, Laderampen 150 lx
 - Tankstellen 100 lx
 - Baustellen (Erdarbeiten, Hilfs- und Lagerarbeiten, Transport, Verlegen von Entwässerungsrohren) 50 lx
 - Verkehrswege (Fußwege) 5 lx

Not- und Sicherheitsbeleuchtung

Die Beurteilung der Not- und Sicherheitsbeleuchtung erfolgt nach ASR A3.4/3. Diese enthält Anforderungen für die

- Sicherheitsbeleuchtung von Fluchtwegen und Arbeitsbereichen mit besonderer Gefährdung und
- optischen Sicherheitsleitsysteme.

Sicherheitsbeleuchtung, Sicherheitsleitsysteme und Sicherheitszeichen ermöglichen, bei Ausfall der Allgemeinbeleuchtung den Gefahrenbereich schnell zu verlassen oder gefährliche Arbeitsabläufe sicher zu beenden.

Planung und Bau von Notbeleuchtungssystemen

Bei Planung und Bau von Notbeleuchtungssystemen sollte die Europäische Norm DIN EN 1838 mit beachtet werden.

Messung und Bewertung

In DIN 5035-6 und ASR A3.4 (Punkt 7) sind Angaben zur Messung und Bewertung der Beleuchtung enthalten. Danach ist die Beleuchtungsstärke mittels Beleuchtungsstärkemessgerät an mehreren Punkten zu messen.

Beleuchtungsstärke

Die Messung und Berechnung von Tageslicht in Innenräumen kann nach DIN 5034 erfolgen.

Zur Charakterisierung des Tageslichtes im Innenraum wird der messtechnisch ermittelte Tageslichtquotient herangezogen. Sofern die Raumgeometrie und die Anordnung der Fenster bekannt sind, kann der Tageslichtquotient auch rechnerisch ermittelt werden.

8.2.2.2 Leuchtdichtevertellung

Die Leuchtdichte L in Candela/m² (cd/m²) ist ein Maß für den Helligkeitseindruck, den das Auge von einer Fläche hat. Sie ist abhängig von der Beleuchtungsstärke und vom Reflexionsgrad der Oberfläche.

Leuchtdichte

Um eine ausgewogene Leuchtdichtevertellung im Gesichtsfeld zu erreichen, ist die Abstimmung der Beleuchtungsstärke des unmittelbaren Umgebungsbereiches auf die Beleuchtungsstärke der Sehaufgaben erforderlich. Dieses Verhältnis der Beleuchtungsstärkewerte ist in DIN EN 12464-1 und -2, jeweils in Tabelle 1 angegeben. Die Beleuchtungsstärke im Hintergrundbereich sollte 1/3 der Beleuchtungsstärke für den unmittelbaren Umgebungsbereich betragen.

Nach DIN EN 12464-1 werden für die wichtigsten diffus reflektierenden Raumboberflächen folgende Reflexionsgrade empfohlen:

- Decke von 0,7 bis 0,9,
- Wände von 0,5 bis 0,8,
- Boden von 0,2 bis 0,4.

Empfohlen wird, dass der Reflexionsgrad von Oberflächen großer Objekte, z. B. Möbel, Maschinen, im Bereich von 0,2 bis 0,7 liegen soll.

Die Leuchtdichten sind mit einem Leuchtdichtemessgerät oder einem Beleuchtungsstärkemessgerät (mit Leuchtdichtevorsatz) bestimmbar.

Messung/Bewertung

8.2.2.3 Blendungsbegrenzung

Blendung wird durch eine ungünstige Leuchtdichtevertellung bzw. durch zu hohe Leuchtdichten hervorgerufen.

Direktblendung
und Reflexblendung
vermeiden

Blendung darf weder durch Lampen oder Leuchten (Direktblendung), noch durch Spiegelung hoher Leuchtdichten auf reflektierenden Flächen (Reflexblendung) auftreten.

Die Bewertung der Direktblendung durch Leuchten einer Beleuchtungsanlage kann in Innenräumen nach dem Unified Glare Rating-Verfahren (UGR) und im Freien nach der GR-Methode vorgenommen werden.

Messung/Bewertung

Die UGR- bzw. GR-Werte sind in DIN EN 12464-1 und -2, jeweils in Tabelle 5, Spalte 4 bzw. 5 für Art des Raumes/Bereiches, Aufgabe und Tätigkeit angegeben.

Mindestabschirmwinkel einhalten

Bei Leuchten müssen bei festgelegten Lampen-Leuchtdichten die zugehörigen Mindestabschirmwinkel nach DIN EN 12464-1, Tabelle 2 eingehalten werden.

8.2.2.4 Lichtrichtung, Schattigkeit**Lichtrichtung/ Schattigkeit**

Für eine gute Erkennbarkeit von Formen und Strukturen ist eine angemessene Schattenwirkung Voraussetzung.

Die Schattigkeit wird beeinflusst durch die Anzahl, Verteilung und Anordnung der Leuchten im Raum.

8.2.2.5 Lichtfarbe, Farbwiedergabe**Lichtfarbe**

Die Lichtfarbe künstlicher Lichtquellen wird in 3 Gruppen eingeteilt:

- warmweiß (ww)
- neutralweiß (nw)
- tageslichtweiß (tw)

In DIN EN 12464-1, Tabelle 5, Spalte „Spezifische Bedingungen“, ist teilweise die Farbtemperatur (T_{cp}) als Bewertungsgröße für die Lichtfarbe von Lampen angegeben.

Die Anforderungen hinsichtlich der Farbwiedergabe lassen sich durch die Wahl von Lampen mit geeigneten Farbwiedergabeeigenschaften erfüllen.

Farbwiedergabe-Index

Nach ASR A3.4 sowie DIN EN 12464-1 und -2 wird die Farbwiedergabe von Lichtquellen durch den Farbwiedergabe-Index (R_a) charakterisiert. R_a ist eine Kennzahl von 0 bis 100, die beste Farbwiedergabe ist bei $R_a = 100$.

Die Mindestwerte für Farbwiedergabe-Indizes sind in der ASR A3.4 in den Anhängen 1 und 2 (Spalte 4) sowie für Art der Räume/Bereiche, Aufgaben bzw. Tätigkeiten in DIN EN 12464-1 und -2, jeweils Tabelle 5, Spalte 6, angegeben.

8.2.3 Arbeitsschutzmaßnahmen**Anforderungen an die Beleuchtung**

In Anhang Nr. 3.4 der ArbStättV werden die Anforderungen an die Beleuchtung von Arbeitsstätten genannt. Danach müssen Arbeitsstätten möglichst ausreichend Tageslicht erhalten und mit Einrichtungen für eine der Sicherheit und dem Gesundheitsschutz der Beschäftigten angemessenen künstlichen Beleuchtung ausgestattet sein. Die Beleuchtungsanlagen sind so auszuwählen und anzuordnen, dass sich dadurch keine Unfall- oder Gesundheitsgefahren ergeben können. Des Weiteren müssen Arbeitsstätten, in denen die Beschäftigten bei Ausfall der Allgemeinbeleuchtung Unfallgefahren ausgesetzt sind, eine ausreichende Sicherheitsbeleuchtung haben. Im Anhang Nr. 3.5 der ArbStättV werden u. a. Anforderungen zur Vermeidung von Blendungen genannt. Danach müssen Fenster, Oberlichter und Glaswände je nach Art der Arbeitsstätte Abschirmungen gegen übermäßige Sonneneinstrahlung ermöglichen.

Punkt 8.2.4 enthält eine Reihe von Empfehlungen zur Beleuchtung, u. a. zu:

Zur Berücksichtigung von Tageslicht sollten Arbeitsräume so errichtet werden, dass möglichst ausreichend Tageslicht durch Fenster, Türen oder Oberlichter einfällt. Voraussetzung dafür ist ein ausreichender Abstand zu benachbarten Gebäuden. Der Mindestabstand wird durch das Bauordnungsrecht der Länder geregelt.

Tageslicht

Zur Beleuchtung mit Tageslicht enthält die ASR A3.4 Anforderungen für ausreichendes Tageslicht. Dies ist gegeben, wenn

- am Arbeitsplatz ein Tageslichtquotient größer als 2 %, bei Dachoberlichtern größer als 4 % erreicht wird,
- mindestens ein Verhältnis von lichtdurchlässiger Fenster-, Tür- oder Wandfläche zur Raumgrundfläche von mindestens 1:10 (entspricht ca. 1:8 der Rohbaumaße) eingehalten ist.

Empfohlen wird, dass die Einrichtung fensternaher Arbeitsplätze zu bevorzugen ist.

Nach ASR A3.4 kann die Beleuchtung raumbezogen oder auf den Bereich des Arbeitsplatzes bezogen gestaltet werden. Bei besonderen Sehaufgaben ist eine zusätzliche Beleuchtung erforderlich, um die Mindestbeleuchtungsstärken entsprechend den Sehaufgaben sicherzustellen. Folgende Beleuchtungskonzepte werden empfohlen:

Auswahl des Beleuchtungssystems

- Raumbezogene Beleuchtung, wenn ein Raum in seiner ganzen Ausdehnung weitgehend gleichmäßig auszuleuchten ist. Das kann z. B. der Fall sein, wenn Arbeitsplätze in der Planungsphase örtlich noch nicht zugeordnet werden können bzw. wenn eine flexible Anordnung der Arbeitsplätze vorgesehen ist. Entsprechend der späteren Nutzung ist ggf. eine zusätzliche Beleuchtung erforderlich.
- Auf den Bereich des Arbeitsplatzes bezogene Beleuchtung kann angewendet werden, wenn die Anordnung der Arbeitsplätze und deren Umgebungsbereiche bekannt sind bzw. wenn an bestimmten Arbeitsplätzen unterschiedliche Beleuchtungsbedingungen erforderlich sind.
- Teilflächenbezogene Beleuchtung zur Beleuchtung einer speziellen Sehaufgabe oder zur Anpassung an das individuelle Sehvermögen der Beschäftigten. Hierzu können zusätzlich Arbeitsplatzleuchten verwendet werden.

Zur Gestaltung der Beleuchtung gelten die folgenden Grundsätze:

Beleuchtungsgestaltung

- Sicherung einer ausreichend hohen Beleuchtungsstärke nach Art der Sehaufgabe oder Tätigkeit bzw. des Raumes oder Bereiches.
- Am Arbeitsplatz sollten in der Mitte des Gesichtsfeldes die helleren und außen die dunkleren Flächen liegen.
- Die Leuchtdichten (Flächenhelligkeiten) aller größeren Flächen und Gegenstände im Gesichtsfeld sollten möglichst gleicher Größenordnung sein.
- Flächenhelligkeiten in den häufigsten Blickrichtungen sollten durch Farb- und Lichtgebung ausgeglichen werden.
- Im Gesichtsfeld eines Beschäftigten, d. h. dem Teil der Umgebung, der mit ruhendem Kopf und ruhenden Augen überblickt werden kann, soll sich kein Leuchtkörper befinden.
- Bei allen Leuchten sollte durch geeignete Maßnahmen die Blendwirkung begrenzt werden, z. B. Abschirmung durch Reflektoren, Raster bzw. Einbauten.
- Zur Vermeidung von Blendungen durch Spiegelungen sollte der Arbeitsplatz zur Lichtquelle (oder Lichtquelle zum Arbeitsplatz) so angeordnet sein, dass die häufigste Blickrichtung nicht mit reflektiertem Licht zusammenfällt.
- Auf reflektierende Farben und Materialien an Maschinen, Apparaten, Tischflächen, Schalttafeln usw. sollte zur Vermeidung von Spiegelungen verzichtet werden.

Reduktion des Flimmerns

- Schattigkeit sollte entsprechend der Sehaufgabe bemessen sein, z. B. für Büroarbeit sind weiche Schatten mit geringem Kontrast empfehlenswert.
- Leuchtstofflampen mit sichtbarem Flimmern oder Flackern sind zu ersetzen.
- Gegen den stroboskopischen Effekt sind Maßnahmen zu treffen, z. B. Dreiphasenschaltung, elektronische Vorschaltgeräte mit hohen Frequenzen.

Arbeitsplatzbeleuchtung

Für die Gestaltung der Arbeitsplatzbeleuchtung gilt:

- bevorzugt Tageslichtbeleuchtung vorsehen
- ausgewogene Verhältnisse zwischen Allgemein-/Arbeitsplatzbeleuchtung und diffuser/direkter Beleuchtung vorsehen
- bei der Auswahl der Arbeitsplatzbeleuchtung auf sicherheitstechnische, ergonomische und lichttechnische Erfordernisse achten
- Blendung durch geeignete Maßnahmen vermeiden

Sonnenschutz

Gegen Blendung durch Sonnenlicht und Wärmestrahlung ist ein wirksamer Sonnenschutz vorzusehen bzw. zu planen.

- primär durch entsprechende Gestaltung des Gebäudes und Anordnung des Arbeitsplatzes, z. B. Gebäudeorientierung, Vordächer, Sonnenschutzglas
- sekundär durch mit dem Gebäude verbundene einstellbare Einrichtungen, z. B. Außenjalousien, Markisen oder mittels Verschattung durch Bäume
- tertiär durch nachträgliche Maßnahmen, z. B. Rollos, Jalousien, Textil-Lamellen

8.2.4 Vorschriften, Regelwerk, Literatur**Gesetze, Verordnungen**

ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung
BildscharbV	Bildschirmarbeitsverordnung

Technische Regelwerke zu den Arbeitsschutzverordnungen

ASR A3.4	Beleuchtung
ASR A3.4/3	Sicherheitsbeleuchtung, optische Sicherheitsleitsysteme

Weitere Regeln der Technik

DIN 5034-1	Tageslicht in Innenräumen: Allgemeine Anforderungen
DIN 5034-2	Tageslicht in Innenräumen: Grundlagen
DIN 5034-3	Tageslicht in Innenräumen: Berechnung
DIN 5034-4	Tageslicht in Innenräumen: Vereinfachte Bestimmung von Mindestfenstergrößen für Wohnräume
DIN 5034-5	Tageslicht in Innenräumen: Messung
DIN 5034-6	Tageslicht in Innenräumen: Vereinfachte Bestimmung zweckmäßiger Abmessungen von Oberlichtöffnungen in Dachflächen
DIN 5035-3	Beleuchtung mit künstlichem Licht: Beleuchtung im Gesundheitswesen

DIN 5035-6	Beleuchtung mit künstlichem Licht: Messung und Bewertung
DIN 5035-7	Beleuchtung mit künstlichem Licht: Beleuchtung von Räumen mit Bildschirmarbeitsplätzen
DIN 5035-8	Beleuchtung mit künstlichem Licht: Arbeitsplatzleuchten – Anforderungen, Empfehlungen und Prüfung
DIN EN 12464-1	Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten: Arbeitsstätten in Innenräumen
DIN EN 12464-2	Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten: Arbeitsplätze im Freien
DIN EN 12665	Licht und Beleuchtung – Grundlegende Begriffe und Kriterien für die Festlegung von Anforderungen an die Beleuchtung
DIN EN 13032-1	Licht und Beleuchtung – Messung und Darstellung photometrischer Daten von Lampen und Leuchten: Messung und Datenformat
DIN EN 13032-2	Licht und Beleuchtung – Messung und Darstellung photometrischer Daten von Lampen und Leuchten: Darstellung der Daten für Arbeitsstätten in Innenräumen und im Freien
DIN EN 13932-2 Berichtigung 1	Licht und Beleuchtung – Messung und Darstellung photometrischer Daten von Lampen und Leuchten: Darstellung der Daten für Arbeitsstätten in Innenräumen und im Freien
DIN EN 13032-3	Licht und Beleuchtung – Messung und Darstellung photometrischer Daten von Lampen und Leuchten: Darstellung von Daten für die Notbeleuchtung von Arbeitsstätten
DIN EN 1838	Angewandte Lichttechnik: Notbeleuchtung
BGR 216	Optische Sicherheitsleitsysteme (einschließlich Sicherheitsbeleuchtung)
BGI 523	Mensch und Arbeitsplatz
BGI 650	Bildschirm- und Büroarbeitsplätze: Leitfaden für die Gestaltung
BGI 827	Sonnenschutz im Büro: Hilfen für die Auswahl von geeigneten Blend- und Wärmeschutzvorrichtungen an Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen
BGI 856	Beleuchtung im Büro: Hilfen für die Planung von Beleuchtungsanlagen von Räumen mit Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen
BGI/GUV-I 7007	Tageslicht am Arbeitsplatz – leistungsfördernd und gesund
LV 40	Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (Hrsg.): Leitlinien zur Arbeitsstättenverordnung. LASI 2009
LV 41	Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (Hrsg.): Handlungsanleitung zur Beleuchtung von Arbeitsstätten: Gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse für Tageslicht in Gebäuden, künstliches Licht in Gebäuden, künstliches Licht im Freien, Sicherheitsbeleuchtung. LASI 2005

8.2.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

Prüffragen

- Erfolgt eine angemessene Nutzung des Tageslichtes in Innenräumen?
- Sind die Arbeitsplätze fensternah angeordnet?
- Ist das Beleuchtungssystem zweckmäßig ausgelegt bzw. angeordnet?
- Sind die Arbeitsplätze durch eine künstliche Beleuchtung ausreichend (Beleuchtungsstärke) beleuchtet?
- Ist die Arbeitsstätte durch eine Allgemeinbeleuchtung ausreichend beleuchtet (Kontraste)?
- Sind die Beleuchtungsanlagen ausreichend gegen Blendung geschützt?
- Werden Blendung und Reflexionen auf reflektierenden Flächen vermieden?
- Ist eine angemessene Schattenwirkung gewährleistet?
- Wird Flimmern/Flackern bei Leuchten vermieden?
- Ist die Lichtfarbe der Beleuchtungsanlage für die entsprechende Raum- und Tätigkeitsart geeignet?
- Ist die erforderliche Stufe der Farbwiedergabeeigenschaften der Lampen eingehalten?
- Sind die Arbeitsplätze gegen direkte Sonneneinstrahlung geschützt?
- Ist eine ausreichende Sicherheitsbeleuchtung für Fluchtwege und Arbeitsplätze mit besonderer Gefährdung vorhanden?

festgestellte Gefährdungen und Mängel

- Tageslicht in Innenräumen wird nicht angemessen genutzt
- Beleuchtungssystem ist unzureichend ausgelegt/angeordnet
- Beleuchtungsstärke ist unzureichend
- bei Ausfall der Allgemeinbeleuchtung besteht Unfallgefahr
- Kontraste sind zu groß oder zu klein (Leuchtdichteverteilung im Gesichtsfeld ist unausgewogen)
- Direktblendung durch nichtabgeschirmte Lampen oder Leuchten
- Reflexblendung durch Spiegelung hoher Leuchtdichten auf reflektierenden Flächen
- zu geringe oder zu tiefe Schattigkeit (Formen und Oberflächenstrukturen werden schlecht erkannt durch nicht angemessene Schattenwirkung)
- Flimmern/Flackern bei Leuchtstofflampen
- stroboskopischer Effekt bei der Beobachtung bewegter Teile
- Lichtfarbe bzw. Farbwiedergabeeigenschaft der Lampen ist ungeeignet
- Sonnenschutz ist nicht ausreichend/fehlt
- Sicherheitsbeleuchtung ist nicht ausreichend/fehlt

Maßnahmen

- Fachleute konsultieren ...
- Arbeitsplätze günstig zu den Fenstern anordnen ...
- Beleuchtungsanlage ändern/neu projektieren ...
- Messung der Innenraumbelichtung durchführen/veranlassen ...
- Leuchten regelmäßig warten/reinigen ...
- Beleuchtungsstärke nach Art der Tätigkeit und räumlichen Bedingungen anpassen ...
- Sicherheitsbeleuchtung auf Fluchtwegen einrichten ...
- Sicherheitsbeleuchtung für Arbeitsplätze mit besonderer Gefährdung einrichten ...

- große Kontraste (Unterschiede der Leuchtdichten) im Gesichtsfeld beseitigen ...
(durch Oberflächengestaltung von Wänden und Decke, Reflexionsgrade, Farbe)
- Blendung beseitigen/begrenzen ...
(durch Abschirmung von Blendquellen)
- angemessene Schattigkeit anstreben ...
(durch entsprechende Anzahl, Verteilung und Anordnung der Leuchten im Raum)
- Leuchtstofflampen mit sichtbarem Flimmern/Flackern ersetzen ...
- stroboskopischen Effekt beseitigen ...
(durch Zwei- oder Dreiphasenschaltung, Vorschaltgeräte mit HF-Betrieb)
- Lichtfarbe und Farbwiedergabe im Raum sowie Farbgebung des Raumes überprüfen/
aufeinander abstimmen ...
- wirksamen Sonnenschutz vorsehen ...

8.3 Ersticken, Ertrinken

Autor:

Dipl.-Ing. Ch. Barth

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Ch. Barth

Systemkonzept GmbH, Köln

Bearbeitungsstand: Dezember 2015

Eine Reduzierung der Sauerstoffkonzentration in Räumen durch Verdrängung oder Verbrauch kann zum Ersticken von Beschäftigten führen. Beim Sturz in Gewässer oder in offene Becken besteht die Gefahr des Ertrinkens.

8.3.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen

8.3.1.1 Ersticken

Ersticken ist die tödliche Wirkung unterschiedlicher wirksam gewordener Gefährdungen:

- Mangelnde Sauerstoffzufuhr beim Verschüttetwerden
- Einatmen oder Verschlucken von Fremdkörpern mit einer Blockierung der Atemwege, in besonderer Form bei Einatmen oder Verschlucken von Wasser als Ertrinken
- Mangelnde Sauerstoffkonzentration in großen Höhen
- Verbrauch von Sauerstoff in engen oder abgeschlossenen Räumen
- Verdrängung von Sauerstoff durch andere Gase
- Tätigkeiten in Räumen und Bereichen mit reduzierter Sauerstoffkonzentration
- Blockierung der Atmung durch giftige Gase und Dämpfe
- Einatmen von höheren Konzentrationen von Kohlendioxid

Der Mensch ist auf eine ständige und gleichbleibende Sauerstoffzufuhr angewiesen. Sauerstoffmangel in der Einatemluft führt zu einem Sauerstoffmangel in den Zellen des menschlichen Körpers und blockiert wichtige Lebensfunktionen. Er wird durch die menschlichen Sinne nicht wahrgenommen. Sauerstoffmangel kann zu Bewusstlosigkeit führen, irreversible Schädigung von Gehirnzellen und sogar den Tod bewirken. Der Umfang der Schädigung ist abhängig von der restlichen Sauerstoffkonzentration in der Einatemluft, der Einwirkdauer, dem Atemminutenvolumen und der körperlichen Verfassung.

Verschüttung

Bei Verschüttungen entsteht die Gefährdung durch unkontrolliert bewegte Erdmassen oder Sände sowie durch Schnee bei Lawinenabgängen. Durch mangelnde Sauerstoffzufuhr ist Atemnot die Folge. Teilweise tritt auch eine mechanische Blockierung der Atmung durch eine Quetschung des Brustkorbs hinzu. Aufgrund der genannten Gefahrenquellen, die zu den mechanischen Faktoren gehören, wird diese Gefährdung im Kapitel 1.4 behandelt.

Fremdkörper verschlucken oder einatmen

Einatmen oder Verschlucken von Fremdkörpern ist häufig eine Folge zu hastigen Essens. Ist der Fremdkörper (z. B. Bestandteile des Essens) zu groß, kann es beim Verschlucken und Verklemmen am Kehlkopf durch eine Nervenreizung zum Herzstillstand (Bolustod) kommen. Es handelt sich dabei nicht um Ersticken.

Das Einatmen oder Verschlucken von größeren Mengen Wasser wird als Sonderfall behandelt, hier spricht man vom Ertrinken (siehe auch Abschnitt 8.3.1.2).

Die mangelnde Sauerstoffkonzentration ist eine Folge des abnehmenden Luftdrucks, insbesondere in Höhen über 3.000 m. Diese Gefährdung wird im Kapitel 7.8 Unterdruck, Überdruck behandelt.

**mangelnde
Sauerstoffkonzentration**

In engen oder abgeschlossenen Räumen kann es bei unzureichender Frischluftzufuhr zu einem Verbrauch von Sauerstoff kommen. Gefahrquellen sind

- der Mensch durch seine eigene Atmung,
- offenes Feuer, z. B. bei Schweißarbeiten,
- chemische Reaktionen, z. B. Oxidationen.

Es erfolgt bei diesen Prozessen eine Bindung des Sauerstoffs in Oxidationsprodukten, oft in Form von Kohlendioxid CO₂. Die Gefährdungen bestehen im Sauerstoffmangel und im Einatmen von Gefahrstoffen.

Durch die Freisetzung von anderen Gasen kann die atmosphärische Luft verdrängt werden, damit sinkt der Sauerstoffanteil in der Atemluft. Eine besondere Gefährdung besteht in engen, unbelüfteten Räumen wie Tanks, Behältern, Schächten, Kanälen und Kellern. Viele Gase sind schwerer als Sauerstoff und reichern sich daher in Bodennähe an. Tödliche Unfälle haben sich schon ereignet, bei denen sich Mitarbeiter leicht in einen Behälter gebeugt haben, um ihn zu inspizieren, und dort kein ausreichender Sauerstoffgehalt war.

**Sauerstoffverdrängung
durch andere Gase**

Inerte Gase, wie Stickstoff, Argon und Helium, sind geruchs-, farb- und geschmacklos, sie haben daher keine Warnwirkung. Die Erstickung tritt ohne vorher spürbare Signale ein.

Weitere mögliche Gefährdungen sind Vergiftungen durch giftige Gase sowie Explosionsgefahren durch brennbare Gase.

Mögliche Gefahrenquellen sind:

- Undichtigkeiten an Druckgasflaschen und Gasleitungen
- Unzureichende Belüftung von Tanks und Behältern, die mit Stickstoff gespült wurden
- Auslösung von Kohlendioxid-Feuerlöschanlagen
- Umgang mit tiefkalt-verflüssigten oder unter Druck verflüssigten Gasen. Wenn verflüssigte Gase (z. B. tiefkalt verflüssigter Stickstoff, der zu Kühlzwecken eingesetzt wird) verdampfen, so entstehen aus einem Liter Flüssigkeit ca. 600–850 Liter Gas. Durch diese Ausdehnung kann es zu einer schnellen Verdrängung kommen.
- Biologische Reaktionen, z. B. Gärung bei der Herstellung von Bier mit der Freisetzung von Kohlendioxid im Gärkeller oder Verrottung von biologischem Material in Abwassersystemen mit Bildung von Faulgasen

Eine aktive Verdrängung des Sauerstoffs, in der Regel durch Stickstoff, ist eine technische Maßnahme zur Brandverhütung. Sie wird u. a. eingesetzt in EDV-Räumen, Telekommunikationsanlagen, Lebensmittellagern, Kühlhäusern, Bibliotheken und Archiven, in denen Beschäftigte regelmäßig Kontroll-, Reparatur- und Wartungsarbeiten mit Aufenthaltsdauern von mehreren Stunden vornehmen.

**Tätigkeiten in Räumen
mit reduzierter
Sauerstoffkonzentration**

Der Sauerstoffgehalt wird in diesen Bereichen von 21 Vol.-% auf 13 bis 17 Vol.-% durch Einbringung von Stickstoff abgesenkt. Neben Beeinträchtigungen der Leistungsfähigkeit können Ohnmacht und Tod eintreten, wenn der Sauerstoffgehalt durch Störungen unter die festgelegte Mindestsauerstoffkonzentration absinkt (Abschnitt 8.3.2.1 und 8.3.3.1).

Blockierung der Atmung durch giftige Gase und Dämpfe

Kohlenmonoxid (CO) sowie Blausäure (Cyanwasserstoff HCN) blockieren durch ihre starke Bindung am Hämoglobin den Sauerstofftransport im Blut. Nach Einatmen von Dichlormethan-Dämpfen wird im Körper als Abbauprodukt Kohlenmonoxid gebildet, das wiederum am Hämoglobin gebunden wird. Schwefelwasserstoff (H₂S) hemmt wichtige Enzyme der Atmungskette, dadurch werden vor allem Gewebe mit hohem Sauerstoffverbrauch (Nerven, Herz) geschädigt.

Schon nach wenigen Atemzügen ist Bewusstlosigkeit und Tod durch Ersticken möglich. Aufgrund dieser Wirkungen als innerer Erstickung (Vergiftung) sind diese Stoffe als Gefahrstoffe zu betrachten. Die Gefährdung Einatmen von Gefahrstoffen wird im Kapitel 3.2 behandelt.

Einatmen von höheren Konzentrationen von Kohlendioxid

Kohlendioxid (CO₂) ist nicht als gefährlicher Stoff (nach § 3a ChemG) eingestuft. Ab einer Raumluft-Konzentration von ca. 4 Vol.-% wird aber das Abatmen vom im Körper gebildeten CO₂ behindert und es kommt dadurch zu einer Anreicherung im Körper. Bei höheren Konzentrationen sind Bewusstlosigkeit und Tod durch Ersticken möglich. Aufgrund dieser erstickenden Wirkung (sonstige durch Gefahrstoff bedingte Gefährdung) ist Kohlendioxid ein Gefahrstoff (TRGS 400).

Gefährdungen durch Kohlendioxid bestehen insbesondere bei

- Undichtigkeiten an Getränkeschankanlagen; hier ist Kohlendioxid, umgangssprachlich als Kohlendioxid bezeichnet, das am häufigsten verwendete Druckgas,
- Umgang mit Trockeneis (tiefkalt verfestigtes Kohlendioxid) zu Kühlzwecken,
- Einatmen von Motorabgasen, z. B. in Garagen, hier ist auch die Vergiftung durch Einatmen von Kohlenmonoxid zu beachten.

Arbeiten Personen in Behältern, teilweise geschlossenen Räumen, Gräben, Gruben oder in kleinen Räumen und werden plötzlich ohnmächtig und geben kein Lebenszeichen mehr von sich, dann ist davon auszugehen, dass Sauerstoffmangel vorliegt.

Gefährdungen beim Retten von verunfallten Personen

Bei Rettungsversuchen kam es schon zu Todesfällen, weil Personen ohne von der Umgebungsluft unabhängiges Atemschutzgerät zum Verunfallten gelangen wollten. Hier ist von einem hohen Risiko auszugehen, weil in der Stresssituation notwendige Schutzmaßnahmen häufig außer Acht gelassen werden.

8.3.1.2 Ertrinken

Ertrinken ist ein Tod durch Sauerstoffmangel, der infolge Einatmens von Wasser oder anderen Flüssigkeiten in die Lunge eintritt. Oft wird verallgemeinernd jeder Tod im Wasser als Ertrinken bezeichnet. In der Medizin wird als Ertrinken das Eintauchen des Körpers und des Kopfes mit Todesfolge innerhalb von 24 Stunden bezeichnet.

„trockenes“ Ertrinken

Beim Einatmen selbst geringer Mengen Flüssigkeit kann es zu einem Atemwegskrampf (Verschluss der Stimmritze im Bereich des Kehlkopfes durch die Stimmbänder) kommen, wodurch die Atmung unterbunden wird. Hält dieser Krampf z. B. bei Bewusstlosigkeit an, führt dies innerhalb von fünf bis zehn Minuten zum Tod, dem sogenannten „trockenen Ertrinken“. In der Mehrzahl der Fälle löst sich aber der Krampf innerhalb von Sekunden und die verunfallte Person unter Wasser schluckt und atmet größere Mengen Wasser ein. Ein Tod infolge von eingeatmetem Wasser in der Lunge wird als „nasses Ertrinken“ bezeichnet. In beiden Fällen führt der Sauerstoffmangel in der Regel zum Kammerflimmern und schließlich zum Herzstillstand.

„nasses“ Ertrinken

sekundäres Ertrinken

In Fällen, in denen ein Verunfallter aus dem Wasser gerettet wird (Beinaheertrinken) kann es innerhalb von Stunden durch Lungenschäden (Lungenödeme oder Lungenentzündung) ebenfalls zu Todesfällen kommen (sekundäres Ertrinken). Die Lungenschädigung kann durch Bestandteile im Wasser (z. B. Salze, Bakterien, Algen) verstärkt werden. Unterschiedliche Wirkungen von Salz-

und Süßwasser sind für die Praxis kaum von Bedeutung, hier ist eher der Verschmutzungsgrad entscheidend. Auch kann es nach dem Verschlucken von größeren Mengen Wasser zum Erbrechen kommen. Dadurch besteht die Möglichkeit, dass Bestandteile des Mageninhalts eingeatmet werden. Dies löst ebenfalls eine starke Entzündungsreaktion aus.

Als unmittelbare Gefährdung ist der Sturz in eine Flüssigkeit anzusehen, wobei vorrangig ein Sturz in einen Wasserbehälter, ein Wasserbecken oder in ein Gewässer zu betrachten ist.

Sturz in eine Flüssigkeit

Insbesondere sind folgende Situationen zu betrachten (DGUV Regel 112-201, bisher BGR 201):

- Sturz in eine Flüssigkeit
- Sturz in eine Flüssigkeit in bewegungsunfähigem Zustand oder Ohnmacht, hervorgerufen durch ein vorhergehendes Ereignis oder einen Unfall
- Bewegungsunfähigkeit nach dem Sturz in die Flüssigkeit, hervorgerufen durch Schock, Kreislaufversagen oder Ohnmacht bzw. durch Eigenschaften der Flüssigkeit (z.B. Kälte)
- Bewegungsunfähigkeit oder Ohnmacht durch Erschöpfung oder durch Unterkühlung bei entsprechend langer Verweildauer in der Flüssigkeit,
- Probleme der Ortung bei Nacht und unsichtigem Wetter und in strömenden Gewässern

Es können auch mehrere Situationen kombiniert auftreten. Bei der Gefährdungsermittlung ist grundsätzlich davon auszugehen, dass der Abgestürzte nicht aktiv zu seiner Rettung beitragen kann.

Zum möglichen Sturz in eine Flüssigkeit können auch weitere gefahrbringende Bedingungen am jeweiligen Arbeitsplatz beitragen; sie sind deshalb in die Gefährdungsermittlung mit einzubeziehen, z. B.

weitere gefahrbringende Bedingungen

- unzureichende oder fehlende Absturzsicherungen
- Stürzen oder Stolpern
- Ausrutschen auf Verunreinigungen oder Eis
- austretende Flüssigkeiten oder Gase
- mechanische Einwirkungen, z. B. getroffen werden von bewegten Gegenständen
- optische Einwirkungen, Blendung, Spiegelungen, unzureichende Beleuchtung
- chemische Einwirkungen
- thermische Einwirkungen

Tätigkeiten mit einer Gefährdung des Sturzes in Flüssigkeiten oder Gewässer sind z. B.:

gefährdende Tätigkeiten

- Tätigkeiten auf Deck von Binnen- oder Hochseeschiffen, insbesondere auf Fischereifahrzeugen beim Ausbringen und Einholen der Fischernetze
- Bootsübergänge z. B. beim Überwechseln eines Lotsen, bei Schiffskontrollen durch die Wasserschutzpolizei
- Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten an Schiffen sowie im Schiffbau
- Tätigkeiten in Häfen, an Kanälen und Talsperren
- Bau- und Abbrucharbeiten im Bereich von Gewässern, insbesondere Arbeiten an Brücken, Ufer- und Kanalbefestigungen sowie Schifffahrtseinrichtungen
- Tätigkeiten in Kläranlagen und Kanalisationsanlagen
- Tätigkeiten der Kiesgewinnung
- Hilfseinsätze an Gewässern von Feuerwehr, THW, DLRG und anderen Hilfsorganisationen im und am Wasser sowie bei Überschwemmungen und der Eisrettung

Wassereinbruch in Arbeitsbereiche	Als weitere Gefährdung kann der Einbruch von Wasser auftreten <ul style="list-style-type: none"> – beim Tunnelbau und Bohrungen, insbesondere bei Arbeiten unterhalb der Grundwasserlinie, – bei Inspektionen und Arbeiten in Kanalisationsanlagen, insbesondere bei starken Gewitterregen, die zu einem kurzzeitigen, starken Anstieg des Wasserspiegels führen.
Taucherarbeiten	Gefährdend sind auch Taucherarbeiten, ca. 80 % aller tödlichen Tauchunfälle beruhen auf Ertrinken. Neben Mängeln in der Ausrüstung ist oft die mangelnde Erfahrung bei Sporttauchern Ursache eines Unfalls.
Wasserrettung	Retter bei Unfällen im Wasser sind ebenfalls einer Gefährdung ausgesetzt. Sie können vom wild um sich schlagenden Verunfallten getroffen werden oder der Verunfallte klammert sich an den Retter und zieht ihn unter Wasser.

8.3.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

Der Arbeitgeber hat im Rahmen der Beurteilung der Arbeitsbedingungen nach § 5 ArbSchG für alle Tätigkeiten zu ermitteln, ob

- Erstickten durch Sauerstoffmangel, Gefahrstoffe oder beides die Atemluft möglich ist,
- Beschäftigte ertrinken können.

8.3.2.1 Ersticken

Bei der Beurteilung der Arbeitsbedingungen sind die lokalen Gegebenheiten (z. B. Höhe über dem Meeresspiegel (NN), Wetter-/Luftdruckbedingungen), zusätzliche chemische, biologische oder physikalische Einwirkungen (wie Kälte) sowie der Schweregrad der zu verrichtenden körperlichen Arbeit und die psychomentalen Belastungen mit zu berücksichtigen. Ab einer Höhe von $h = 700$ m über NN ist der Einfluss der Höhe über Meer mit zu berücksichtigen. Zur arbeitsmedizinischen Risikoklassifikation ist die reale Höhe und die Äquivalenzhöhe, die die Anlage produziert, zu addieren. Die baulichen, technischen, organisatorischen und arbeitsmedizinischen Maßnahmen sind in der Gefährdungsbeurteilung (dem betriebsspezifischen Sicherheitskonzept) zu dokumentieren (DGUV Information 205-006, bisher BGI/GUV-I 5162).

Nach DGUV Regel 113-004 (bisher BGR/GUV-R 117-1) sind Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen gefährliche Arbeiten nach § 8 DGUV Vorschrift 1 und § 22 Jugendarbeitsschutzgesetz (JArbSchG). Auch Bereiche, die nur teilweise von festen Wandungen umgeben sind, in denen sich aber Gefahrstoffe ansammeln können beziehungsweise Sauerstoffmangel entstehen kann, sind enge Räume im Sinne der DGUV Regel 113-004.

Gefährdungen durch Sauerstoffmangel

Es gibt im staatlichen Arbeitsschutzrecht keinen festgelegten Grenzwert für den Sauerstoffgehalt in der Atemluft. Die Technische Regel für Arbeitsstätten ASR A3.6 definiert, dass in umschlossenen Arbeitsräumen eine „gesundheitlich zuträgliche Atemluft in ausreichender Menge vorhanden sein muss“. In der Regel entspricht dies der Außenluftqualität. Es wird aber keine Angabe zum Sauerstoffgehalt gemacht.

Sauerstoffmangel liegt nach DGUV Regel 103-003 (bisher BGR 126) und DGUV Regel 113-004 (bisher BGR/GUV-R 117-1) vor, wenn bei Normaldruck der Sauerstoffgehalt niedriger ist als der Sauerstoffgehalt der natürlichen Atemluft von ca. 20,9 Vol.-% Sauerstoff. Einatmen erhöhter Sauerstoffkonzentrationen unterhalb 50–60 Vol.-% bei Normaldruck ist für Erwachsene unbedenklich.

Mit abnehmendem Sauerstoffgehalt in der Luft treten schwere Folgen ein [1]:

Tab. 8.3–1 Gefährdung bei abnehmender Sauerstoffkonzentration

O ₂ -Anteil in der Atemluft	Gefährdung und Auswirkung bei abnehmender O ₂ -Konzentration
21 – 18 Vol.-%	Betroffene können keine erkennenden Symptome feststellen.
18 – 11 Vol.-%	Ohne dass der Betroffene es merkt, sind körperliche und geistige Leistungsfähigkeiten beeinträchtigt.
11 – 8 Vol.-%	Mögliche Ohnmacht innerhalb weniger Minuten ohne Vorwarnung. Unter 11 % tödliches Risiko.
8 – 6 Vol.-%	Ohnmacht nach kurzer Zeit. Bei sofortiger Durchführung ist Wiederbelebung möglich.
6 – 0 Vol.-%	Unmittelbare Ohnmacht. Hirnschäden, auch bei Rettung.

DGUV Information 205-006 (bisher BGI/GUV-I 5162) legt Risikobereiche mit Sauerstoffkonzentrationen in der Luft fest [2]:

- **Risikoklasse 0:** ≥ 17 Vol.-% O₂ in der Luft: unbedenklich
- **Risikoklasse 1:** < 17 und ≥ 15 Vol.-% O₂ in der Luft: Leistungseinschränkungen
- **Risikoklasse 2:** < 15 und ≥ 13 Vol.-% O₂ in der Luft: gesundheitsschädlich
- **Risikoklasse 3:** < 13 Vol.-% O₂ in der Luft: Bewusstlosigkeit, irreversible Schäden, Tod

Nach DGUV Regel 101-007 (bisher BGR 160) müssen Arbeitsplätze und Verkehrswege unter Tage so belüftet sein, dass an jeder Arbeitsstelle ein Sauerstoffgehalt von mehr als 19 Vol.-% vorhanden ist.

Für Kohlendioxid besteht ein Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) von 5.000 ml/m³ (ppm), dies entspricht 0,5 Vol.-%. Als resorptiv wirksamer Stoff gilt für Kurzzeitwerte (15-Minuten-Mittelwert) ein Überschreitungsfaktor von 2; dies entspricht einem Mittelwert von 1 Vol.-% (TRGS 900).

Gefährdungen durch Kohlendioxid

Kohlendioxid kommt mit einer Konzentration von ca. 0,035 Vol.-% in der Atmosphäre vor. In der Ausatemluft des Menschen beträgt die Konzentration ca. 4 Vol.-%. Steigt der Gehalt in der Einatemluft über 4 Vol.-% kommt es zu einer Anreicherung von Kohlendioxid im Blut, da kein Austausch gegen Sauerstoff mehr stattfindet.

In der DGUV Regel 110-007 (bisher BGR/GUV-R 228) werden folgende Wirkungen in unterschiedlichen Konzentrationsbereichen genannt:

Tab. 8.3–2 Gefährdung und Auswirkung bei zunehmender CO₂ Einwirkung

CO ₂ -Anteil in der Atemluft	Gefährdung und Auswirkung bei zunehmender CO ₂ -Einwirkung
Ca. 0,5–1 Vol.-%	Bei nur kurzzeitiger Einatmung generell noch keine besonderen Beeinträchtigungen der Körperfunktionen
Ca. 2–3 Vol.-%	Zunehmende Reizung des Atemzentrums mit Aktivierung der Atmung und Erhöhung der Pulsfrequenz
Ca. 4–7 Vol.-%	Verstärkung der vorgenannten Beschwerden, zusätzlich Durchblutungsprobleme im Gehirn, Aufkommen von Schwindelgefühl, Brechreiz und Ohrensausen
Ca. 8–10 Vol.-%	Verstärkung der vorgenannten Beschwerden bis zu Krämpfen und Bewusstlosigkeit mit kurzfristig folgendem Tod
Über 10 Vol.-%	Tod tritt kurzfristig ein

8.3.2.2 Ertrinken

Beurteilungskriterien

Gefahr des Ertrinkens

Besonders gefährliche Arbeiten im Sinne der Baustellenverordnung (Anhang II und RAB 10):

– Eine unmittelbare Gefahr des Ertrinkens im Sinne der BaustellV besteht dann, wenn Tätigkeiten an, auf oder über Flüssigkeit, insbesondere Wasser, in einem Abstand von weniger als 2,00 m von der Absturzkante ohne technische Schutzmaßnahmen stattfinden.

Brunnenbau

– Brunnenbauarbeiten im Sinne der BaustellV sind Arbeiten zur Errichtung, Änderung, Instandhaltung oder Instandsetzung von Brunnen jeder Art, bei denen die Gefahr des Hineinfallens, des Verschüttetwerdens, des Ertrinkens, des Vergiftetwerdens oder eine Verpuffungsgefahr aufgrund eines explosiven Gas-Luft-Gemisches besteht.

Taucharbeiten

– Arbeiten mit Tauchgeräten sind Arbeiten in flüssigen Medien, bei denen die Taucher über Tauchgeräte mit Atemgas versorgt werden. Dabei befinden sich die Taucher in lebensfeindlicher Umgebung. Der Ausfall der Atemgasversorgung bedeutet akute Lebensgefahr für den Taucher. Daher dürfen derartige Arbeiten nur unter besonderen Schutzmaßnahmen durchgeführt werden, s. DGUV Vorschrift 40 "Taucharbeiten" (bisher BGV C23).

Absturzhöhe

In Abhängigkeit von der jeweiligen Absturzhöhe muss bei der Beurteilung des Risikos bedacht werden, dass der Verunfallte beim Aufprall auf der Wasseroberfläche verletzt wird oder bewusstlos werden kann.

Schwimmfähigkeiten

Beim Sturz in fließende oder kalte Gewässer sowie auf hoher See sind Schwimmfähigkeiten des Verunfallten kein Beurteilungskriterium, da auch ein geübter Schwimmer schnell unterkühlt und schon nach wenigen Minuten nicht mehr handlungsfähig sein kann.

Unterkühlung

Da Wasser eine höhere Wärmeleitfähigkeit als Luft hat, kommt es bei Stürzen in Gewässer häufig zu einer schnellen Auskühlung des Verunfallten. Eine Faustformel spricht von etwa einer Minute Handlungsfähigkeit pro Grad Wassertemperatur über Null. Ab ca. 26 °C ist kaum mehr von einer Unterkühlung auszugehen. Bei Wassertemperaturen um den Gefrierpunkt muss damit gerechnet werden, dass der Verunfallte innerhalb weniger Minuten bewusstlos wird.

Flüssigkeiten mit geringem Auftrieb

Bei Arbeiten in Kläranlagen muss der mangelnde Auftrieb in Belüftungs- und Belebungsbecken berücksichtigt werden. Durch eingblasene Luft wird die Dichte des Wassers herabgesetzt. Stürzt ein Mensch in das Becken, sinkt er sofort zu Boden. Schwimmwesten sind in der Regel wirkungslos. Infolge des eingeatmeten stark verschmutzten Abwassers verlaufen derartige Unfälle in der Regel tödlich.

Die am Arbeitsplatz vorhandenen Gefährdungen können auch direkten Einfluss auf die Schutzwirkung der persönlichen Schutzausrüstungen gegen Ertrinken haben, z. B. durch mechanische Einwirkungen (Stiche oder Stöße) oder thermische Einflüsse (Schweißperlen bei Schweißarbeiten). Hier sind ggf. zusätzliche Schutzmaßnahmen, z. B. das Anbringen spezieller Schutzhüllen, vorzusehen.

Wechselwirkungen

8.3.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

8.3.3.1 Ersticken

Die Maßnahmen sind vorrangig darauf auszurichten, dass eine ausreichend gesundheitlich zu-trägliche Atemluft vorhanden ist (Anhang, Nr. 3.6 ArbStättV).

DGUV Regel 113-004 (bisher BGR 117-1) legt Anforderungen und erforderliche Maßnahmen für Tätigkeiten in **Behältern, Silos und engen Räumen** fest, bzgl. möglichem Sauerstoffmangel u. a.:

Maßnahmen bei Tätigkeiten mit einem möglichen Sauerstoffmangel

- Planung des Arbeitsablaufs mit Bestimmung eines Aufsichtsführenden und der Einteilung von Sicherungsposten sowie Unterweisung aller beteiligten Personen
- Erstellung eines Erlaubnisscheins (oder Betriebsanleitung) mit festgelegten Maßnahmen durch den Unternehmer oder Aufsichtsführenden mit Unterschriften von Aufsichtsführendem, Sicherheitsposten und ggf. Fremdfirmenverantwortlichen
- Entleeren, Reinigung und Abtrennen der Behälter, Silos und engen Räume
- Lüftung mit Frischluft
- Freimessen der Behälter, Silos und engen Räume
- Ist ein Sauerstoffgehalt von mindestens 17 Vol.-% Sauerstoff nicht zuverlässig sicherzustellen, muss Atemschutz (Isoliergeräte, nicht Filtergeräte: vgl. DGUV Regel 112-190, bisher BGR/GUV-R 190) verwendet werden.

Für Arbeiten in umschlossenen Räumen von **abwassertechnischen Anlagen** sind entsprechende Maßnahmen in DGUV Regel 103-003 (bisher BGR 126) beschrieben.

Vor der Einführung der neuen Technologie der Sauerstoffreduzierung ist zu prüfen, ob das Schutzziel (Brandschutz) nicht auch mit anderen, weniger die Gesundheit der Beschäftigten gefährdenden Maßnahmen erreicht werden kann.

Tätigkeiten in sauerstoffreduzierter Atmosphäre

DGUV Information 205-006 (bisher BGI/GUV-I 5162) bestimmt Anforderungen und erforderliche Maßnahmen für Bereiche mit sauerstoffreduzierter Atmosphäre und Tätigkeiten darin, u. a.:

- In sauerstoffreduzierten Bereichen dürfen keine ständigen Arbeitsplätze eingerichtet werden. Der Aufenthalt soll möglichst kurz gehalten werden.
- Alle Zugänge sind mit Warnzeichen gem. ASR A 1.3 zu kennzeichnen, die auf sauerstoffreduzierte Atmosphäre und Zugangsbeschränkungen hinweisen.
- Regelmäßige Messung der Sauerstoffkonzentration (mind. alle 10 Minuten).
- Bei zu niedriger Sauerstoffkonzentration akustische Alarmierung mit Leuchttabelleau.
- Organisatorische Maßnahmen des Betreibers (u. a. Betriebsanweisung, schriftliche Festlegung der zugangsberechtigten Personen, Zutrittskonzept, Unterweisung dieser Personen)
- Regelmäßige Prüfungen der Sauerstoffreduzierungsanlage sowie der Messung- und Alarmierungseinrichtungen.
- Abhängig von der niedrigst möglichen Sauerstoffkonzentration sind weitere Maßnahmen erforderlich:

Tab. 8.3–3 Erforderliche Maßnahmen bei Tätigkeiten in Räumen mit reduziertem Sauerstoffgehalt

Risikoklasse	Sauerstoffkonzentration c in Vol.-% O ₂	Sicherheitsmaßnahmen
Klasse 0	20,9 > c ≥ 17,0	Unterweisung der Mitarbeiter
Klasse 1	17,0 > c ≥ 15,0	<ul style="list-style-type: none"> – Arbeitsmedizinische Untersuchung gemäß G 28 „Arbeiten in sauerstoffreduzierter Atmosphäre“ – Unterweisung der Mitarbeiter – Nach 4 Stunden Aufenthalt Pause von 30 Minuten außerhalb der sauerstoffreduzierten Bereiche
Klasse 2	15,0 > c ≥ 13,0	<ul style="list-style-type: none"> – Arbeitsmedizinische Untersuchung gemäß G 28 „Arbeiten in sauerstoffreduzierter Atmosphäre“ – Unterweisung der Mitarbeiter – nach 2 Stunden Aufenthalt Pause von mindestens 30 Minuten außerhalb der sauerstoffreduzierten Bereiche
Klasse 3	< 13,0	Betreten ohne spezifische Zusatzmaßnahmen nicht zulässig

Sind diese Maßnahmen nicht gewährleistet, ist in Bereichen mit einer Sauerstoffkonzentration < 17 Vol.-% Umgebungsluft unabhängiger Atemschutz zu tragen.

Freimessen

Freimessen ist das Ermitteln einer möglichen Gefahrstoffkonzentration beziehungsweise des Sauerstoffgehaltes vor und während der Arbeiten in Behältern oder engen Räumen mit dem Ziel der Feststellung, ob die Atmosphäre im Behälter oder engen Raum ein gefahrloses Arbeiten ermöglicht (DGUV Regel 113-004, bisher BGR 117-1).

Vorsorge für Rettungsmittel und -maßnahmen

Zur Vorsorge für Unfälle sollten geeignete Rettungs- und Transportmittel vor Ort bereitgehalten werden. Die Zusammenstellung der Rettungsausrüstung muss sich aus der Gefährdungsbeurteilung ergeben, dabei ist zu berücksichtigen, ob Beschäftigte bei der Rettung aus Schächten gehoben oder in horizontaler Richtung gezogen werden können.

Geeignete Rettungsausrüstungen werden in DGUV Regel 113-004 (bisher BGR 117-1), DGUV Regel 103-003 (bisher BGR 126) und DGUV Regel 112-199 (bisher BGR/GUV-R 199) beschrieben, dabei handelt es sich z. B. um

- ein frei tragbares, von der Umgebungsluft unabhängig wirkendes Atemschutzgerät, das für die Fremdrettung von Personen geeignet ist,
- PSA gegen Absturz mit integrierter Rettungshubeinrichtung,
- Rettungstragen und Rettungsschlaufe,
- Schleifkorb oder Rettungswanne.

Rettungskräfte dürfen nur in umschlossene Räume von abwassertechnischen Anlagen bzw. in Behälter, Silos und enge Räume ohne Isoliergerät einsteigen, wenn sichergestellt ist, dass keine gefährlichen Gefahrstoffkonzentrationen oder Sauerstoffmangel vorliegt (DGUV Regel 113-004, bisher BGR 117-1; DGUV Regel 103-003, bisher BGR 126).

Eine schnelle Rettung ist in der Regel nur dann gewährleistet, wenn der Beschäftigte den Rettungsgurt bereits während der Arbeiten angelegt hat.

Aufstellung eines Alarm- und Rettungsplans, um eine schnelle Alarmierung der Rettungskräfte zu gewährleisten.

Alarm- und Rettungsplan, Übungen

Die Beschäftigten, insbesondere die Sicherungsposten, sind über die Benutzung der persönlichen Schutzausrüstungen zum Retten zu unterweisen. Die erforderlichen Maßnahmen zur Rettung von in Not geratenen Beschäftigten sind in regelmäßigen Abständen, mindestens jedoch einmal jährlich, praxisnah zu üben. Ist im Rettungsplan vorgesehen, außerbetriebliche Rettungskräfte, z. B. öffentliche Feuerwehren, in die Rettungsmaßnahmen mit einzubeziehen, sind diese an den Übungen zu beteiligen.

Ein unkontrollierter Austritt des Kohlendioxids oder ein Zerknall der Druckgasflaschen muss verhindert werden. Druckgasflaschen von Getränkeschankanlagen müssen deshalb gegen Umfallen oder Herabfallen gesichert sein. Bei der Aufstellung ist zu beachten, dass die Druckgasflaschen keiner gefährlichen Wärmeeinwirkung ausgesetzt sind.

Kohlendioxid in Getränkeschankanlagen

Eine gefährliche Konzentration durch Austreten von Druckgas muss vermieden sein, z. B. durch

- Gewährleistung einer ausreichenden natürlichen Be- und Entlüftung der Räume,
- Installation einer technischen Lüftung (Zu- und Abluftanlage) oder
- Gaswarneinrichtung.

Druckgasflaschen müssen stehend, mit einem geeigneten Druckminderer an die Getränkebehälter angeschlossen, betrieben werden.

Im Umgang mit Druckbehältern dürfen nur Personen tätig werden, die unterwiesen sind und von denen zu erwarten ist, dass sie ihre Aufgabe zuverlässig erfüllen.

8.3.3.2 Ertrinken

An Arbeitsplätzen und Verkehrswegen an, auf und über dem Wasser oder anderen Stoffen, in denen die Gefahr des Ertrinkens, Erstickens oder Versinkens besteht, müssen unabhängig von der Absturzhöhe Einrichtungen, die ein Abstürzen von Beschäftigten verhindern (Absturzsicherungen) vorhanden sein (ASR A 2.1, Abschnitt 8.2).

Absturzsicherung

Für Bootsübergänge können ausfahrbare Stege und Brücken bis hin zu hydraulisch betriebenen Übersteigeinrichtungen eingesetzt werden [3].

Stege, Brücken

Lässt die Eigenart des Arbeitsplatzes oder der durchzuführenden Arbeiten eine ständige Sicherung nicht zu, muss die Sicherung gegen Abstürzen oder Hineinstürzen von Beschäftigten auf andere Weise, z. B. durch Fangnetze oder eine geeignete persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz nach DGUV Regel 112-198 (bisher BGR/GUV-R 198), ermöglicht werden.

In Anhang 2 der DGUV Regel 112-201 (bisher BGR 201) sind Arbeiten aufgeführt, bei denen persönliche Schutzausrüstung gegen Ertrinken getragen werden muss oder bei denen Absturzgefahr mit zusätzlicher Gefahr des Ertrinkens besteht.

Besteht bei Arbeiten am, auf und über dem Wasser die Gefahr des Ertrinkens, müssen geeignete Rettungsmittel in ausreichender Zahl einsatzbereit zur Verfügung stehen und benutzt werden (DGUV Regel 105-002, bisher GUV-R 2101). Dies bedeutet, dass

geeignete Rettungsmittel

- jeder Beschäftigte eine automatisch aufblasbare Rettungsweste tragen muss,
- Rettungsstangen und Rettungshaken sowie
- Rettungsringe mit Leine in ausreichender Zahl vorhanden sind.

- Gegebenenfalls sind Beiboote bereitzuhalten. Bei stark strömendem Gewässer ($V > 2$ m/sec) ist zusätzlich eine Ausstattung der Beiboote mit Motorantrieb notwendig.

Rettungswesten sind als geeignet anzusehen, wenn sie der BGR 210 entsprechen, die Regel enthält ausführliche Hinweise zur Bewertung und Auswahl von Rettungswesten. Die Oberbekleidung ist auf das Tragen von Rettungswesten abzustimmen.

PSA-Prüfungen

Die Beschäftigten haben die persönlichen Schutzausrüstungen gegen Ertrinken vor jeder Benutzung durch eine Sichtprüfung auf Einsatzbereitschaft und auf äußerlich erkennbare Mängel zu prüfen (BGV A1). Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass persönliche Schutzausrüstungen gegen Ertrinken entsprechend den Einsatzbedingungen und den betrieblichen Verhältnissen nach Bedarf, mindestens jedoch einmal jährlich, auf ihren einwandfreien Zustand durch eine sachkundige Person geprüft werden (DGUV Regel 112-201, bisher BGR 201).

Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan

Werden auf Baustellen Arbeiten durchgeführt, bei denen die unmittelbare Gefahr des Ertrinkens besteht (besonders gefährliche Arbeit im Sinne des Anhangs II BaustellV), so ist nach § 3 Abs. 2 BaustellV dafür zu sorgen, dass vor Einrichtung der Baustelle ein Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan erstellt wird. In dem Plan müssen die besonderen Maßnahmen für die besonders gefährlichen Arbeiten enthalten sein.

abwassertechnische Anlagen

Für Arbeiten in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen Anlagen enthält die DGUV Regel 103-003 (bisher BGR 126) Anforderungen an Schutzmaßnahmen gegen Gefahren bei starker Wasserführung.

Betriebsanweisung und Unterweisung

Für den Einsatz der persönlichen Schutzausrüstungen gegen Ertrinken ist eine Betriebsanweisung (Benutzungsinformation nach § 3 PSA-BV) zu erstellen. Da es sich hierbei um eine persönliche Schutzausrüstung handelt, die gegen tödliche Gefahren schützen soll, ist nach § 31 BGV A1 der Inhalt der Betriebsanweisung den Beschäftigten im Rahmen von Unterweisungen mit Übungen zu vermitteln. Unterweisungen mit Übungen sind vor der ersten Benutzung und anschließend nach Bedarf, mindestens jedoch einmal jährlich durchzuführen. Ziel dieser Übungen ist neben einer sicheren Benutzung der persönlichen Schutzausrüstungen im Rahmen der jeweiligen Arbeitsaufgaben auch das richtige Verhalten in kritischen Situationen.

8.3.4 Vorschriften, Regelwerk, Literatur

8.3.4.1 Ersticken

Gesetze, Verordnungen

ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
ChemG	Chemikaliengesetz
ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung
GefStoffV	Gefahrstoffverordnung
JArbSchG	Jugendarbeitsschutzgesetz
MuSchG	Mutterschutzgesetz
MuSchArbV	Verordnung zum Schutze der Mütter am Arbeitsplatz

Technische Regelwerke zu den Arbeitsschutzverordnungen

TRGS 401	Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
TRGS 900	Arbeitsplatzgrenzwerte
ASR A 3.6	Lüftung

Vorschriften der Berufsgenossenschaften

DGUV Vorschrift 1	Grundsätze der Prävention
DGUV Vorschrift 21 (bisher BGV C5)	Abwassertechnische Anlagen mit Durchführungsanweisungen
DGUV Vorschrift 79 (bisher BGV D34)	Verwendung von Flüssiggas mit Durchführungsanweisungen

Weitere Regeln der Technik

DGUV Information 205-006 (bisher BGI/GUV-I 5162)	Arbeiten in sauerstoffreduzierter Atmosphäre
DGUV Regel 110-001 (bisher BGR 110)	Arbeiten in Gaststätten
DGUV Regel 113-004 (bisher BGR/GUV-R 117-1)	Behälter, Silos und enge Räume, Teil 1: Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen
DGUV Grundsatz 313-002 (bisher BGG/GUV-G 970)	Auswahl, Ausbildung und Beauftragung von Fachkundigen zum Freimessen nach BGR 117 – Teil 1
DGUV Regel 109-002 (bisher BGR 121)	Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen
DGUV Regel 103-003 (bisher BGR 126)	Arbeiten in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen Anlagen
DGUV Regel 101-007 (bisher BGR 160)	Sicherheitsregeln für Bauarbeiten unter Tage
DGUV Regel 112-190 (bisher BGR/GUV-R 190)	Benutzung von Atemschutzgeräten
DGUV Regel 112-199 (bisher BGR/GUV-R 199)	Retten aus Höhen und Tiefen mit persönlichen Schutzausrüstungen
DGUV Regel 110-007 (bisher BGR/GUV-R 228)	Einrichtung und Betrieb von Getränkeschankanlagen
DGUV Information 213-001 (bisher BGI 534)	Arbeiten in engen Räumen (derzeit in Überarbeitung)

Literatur

- [1] **Kampagne gegen den Erstickungstod.** Safety Newsletter, EIGA – European Industrial Gases Association. Extraausg. SAG NL 77/03/D, verfügbar unter: www.industriegaseverband.de/eiga/eigasafetynews/erstickungstod.pdf [Zugriff am 14.02.2012]

Internetangebote/Links

- [2] **Arbeiten in sauerstoffreduzierter Atmosphäre.** Schweizer Unfallversicherungsanstalt. SUVA. www.suva.ch/sauerstoffreduzierte-atmosphaere [Zugriff am 16.02.2012]

8.3.4.2 Ertrinken

Gesetze, Verordnungen

ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung
BaustellV	Baustellenverordnung
PSA-BV	PSA-Benutzungsverordnung

Technische Regelwerke zu den Arbeitsschutzverordnungen

ASR A 2.1	Raumabmessungen und Bewegungsflächen
TRBS 2121	Gefährdung von Personen durch Absturz – Allgemeine Anforderungen
RAB 10	Begriffsbestimmungen – Konkretisierung von Begriffen zur Baustellenverordnung

Vorschriften der Unfallversicherungsträger

DGUV Vorschrift 1	Grundsätze der Prävention
DGUV Vorschrift 21 (bisher BGV C5)	Abwassertechnische Anlagen (mit Durchführungsanweisungen)
DGUV Vorschrift 38 (bisher BGV C22)	Bauarbeiten (mit Durchführungsanweisungen)
DGUV Vorschrift 40 (bisher BGV C23)	Taucharbeiten
DGUV Vorschrift 45 (bisher BGV C28)	Schiffbau
DGUV Vorschrift 49 (bisher GUV-V C53)	Feuerwehren
DGUV Vorschrift 60 (bisher BGV D 19)	Wasserfahrzeuge mit Betriebserlaubnis auf Binnengewässern (mit Durchführungsanweisungen)

Weitere Regeln der Technik

DIN EN ISO 12402	Teile 1 – 10 Persönliche Auftriebsmittel
DGUV Regel 100-001	Grundsätze der Prävention
DGUV Regel 103-003 (bisher BGR 126)	Arbeiten in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen Anlagen
DGUV Regel 103-009 (bisher BGR/GUV-R 240)	Wärme- und Heizwerke
DGUV Regel 101-009 (bisher BGR 178)	Vermessungsarbeiten
DGUV Regel 112-198 (bisher BGR/GUV-R 198)	Benutzung von persönlichen Schutzausrüstungen gegen Absturz
DGUV Regel 112-201 (bisher BGR 201)	Benutzung von persönlichen Schutzausrüstungen gegen Ertrinken
DGUV Regel 105-002 (bisher GUV-R 2101)	Tauchen mit Leichttauchgeräten in Hilfeleistungsunternehmen
DGUV Information 201-052 (bisher BGR 236)	Rohrleitungsarbeiten
DGUV Information 212-515 (bisher BGI 515)	Persönliche Schutzausrüstungen
DGUV Information 213-001 (bisher BGI 534)	Arbeiten in engen Räumen (wird derzeit überarbeitet)
DGUV Information 208-007 (bisher BGI/GUV-I 588-1)	Roste – Auswahl und Betrieb
DGUV Information 201-013 (bisher BGI 665)	Abbrucharbeiten
DGUV Information 201-022 (bisher BGI 802)	Sicherheitshinweise für die Arbeit mit provisorischen Rohrabsperngeräten
DGUV Information 205-010 (bisher BGI/GUV-I 8651)	Sicherheit im Feuerwehrdienst
DGUV Information 214-066 (bisher GUV-I 8757)	Beurteilung von Gefährdungen und Belastungen am Arbeitsplatz bei der Gewässerbewirtschaftung

Geltendes EU Recht

RL 92/57/EWG	Richtlinie 92/57/EWG des Rates über die auf zeitlich begrenzte oder ortsveränderliche Baustellen anzuwendenden Mindestvorschriften für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz
RL 89/686/EWG	Richtlinie 89/686/EWG des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für persönliche Schutzausrüstungen

Literatur

- [3] **Dechmann, U.; Holtmann, B.; Liesenfeld, J.; Zigic, B.:** Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzepte für Polizeiiboote, BAuA Dortmund, Projektnummer: F 2094, verfügbar unter www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/F2094.html [Zugriff am 16.02.2012]

Internetangebote/Links

- [4] **Checkliste für PSA gegen Ertrinken.** DGUV, www.dguv.de/ifa/de/pr/psa_auswahl/psa_checklisten/download/ertrinken.pdf [Zugriff am 16.2.2012]
www.dguv.de/ifa/de/pr/psa_auswahl/psa_checklisten/index.jsp [Zugriff am 16.02.2012]

8.3.5 Textbausteine für Prüflisten

8.3.5.1 Ersticken

Prüffragen

- Kann es in engen Räumen (z. B. durch Feuer, chemische Reaktionen) zum Verbrauch von Sauerstoff kommen?
- Kann Sauerstoff durch biologische Reaktionen, z. B. Gärung oder Verrottungsvorgänge, verbraucht werden?
- Kann in engen Räumen Sauerstoff durch andere Gase verdrängt werden?
- Werden tiefkalt verflüssigte Gase oder tiefkalt verfestigtes Kohlendioxid (Trockeneis) offen verwendet?
- Bestehen Undichtigkeiten an Druckgasflaschen oder Gasflaschen, z. B. an Getränkeschankanlagen?
- Können Kohlendioxid-Feuerlöschanlagen ausgelöst werden?
- Wird in Arbeitsbereichen die Sauerstoffkonzentration künstlich herabgesetzt?

festgestellte Gefährdungen/Mängel

- Gefährdung durch Sauerstoffmangel
- Gefährdung durch Sauerstoffverbrauch
- Gefährdung durch Sauerstoffverdrängung
- Gefährdung durch Freisetzung von Kohlendioxid
- Ermittlung des Sauerstoff- bzw. Kohlendioxidgehalts

Maßnahmen

- Vollständige Entleerung von Behältern, Silos und engen Räumen und anschließende Lüftung
- Gewährleistung einer ausreichenden natürlichen Be- und Entlüftung der Arbeitsbereiche
- Installation einer technischen Lüftung
- Bereitstellung geeigneter Rettungs- und Transportmittel
- Aufstellung eines Alarm- und Rettungsplans
- Freimessen
- Bereitstellung und Benutzung von Atemschutzgeräten
- Festlegung der Mindestsauerstoffkonzentration
- Beschränkung der Aufenthaltsdauer
- Sicherstellung einer ständigen Überwachung
- Kennzeichnung der Bereiche
- Bestimmung eines Aufsichtsführenden
- Einteilung von Sicherungsposten

- Erstellung einer Betriebsanweisung
- Unterweisung der Beschäftigten
- Durchführung von praktischen Übungen zur Rettung

8.3.5.2 Ertrinken

- Ist bei Arbeiten am oder auf dem Wasser die Gefahr des Hineinfallens, Abdriftens und Ertrinkens gegeben? **Prüffragen**
- Ist ein Sturz in eine Flüssigkeit möglich, z. B. in Tank, Behälter, Gruben?
- Ist ein Sturz von Deck eines Wasserfahrzeugs möglich?
- Ist z. B. bei Bau- oder Abbrucharbeiten ein Sturz in ein Gewässer möglich?
- Ist durch Ausrutschen auf glatten Flächen oder Eis ein Sturz in ein Gewässer möglich?
- Besteht die Gefahr, im Eis einzubrechen?
- Kann Wasser in Baugruben, Bohrungen oder Tunnel eindringen?
- Kann es in Kanalisationsanlagen zu einem schnellen Anstieg des Wasserspiegels kommen?
- Werden Taucherarbeiten durchgeführt?

- Gefährdung des Ertrinkens durch Sturz in Flüssigkeiten **festgestellte Gefährdungen/Mängel**
- Gefährdung des Ertrinkens durch Sturz in Gewässer
- Gefährdung des Ertrinkens durch schnellen Anstieg von Wasserspiegeln, z. B. in Kanalisationsanlagen, Baugruben, Bohrungen
- Gefährdung des Ertrinkens bei der Wasserrettung
- Gefährdung des Ertrinkens bei Taucherarbeiten

- Absturzsicherungen, z. B. Abdeckungen, Geländer oder Seitenschutz anbringen **Maßnahmen**
- Auffangeinrichtungen, z. B. Schutznetze, Schutzwände oder Schutzgerüste aufstellen
- Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz bereitstellen und benutzen
- Persönliche Schutzausrüstung gegen Ertrinken bereitstellen und benutzen
- Bei Arbeiten am oder auf dem Wasser, bei denen die Gefahr des Hineinfallens, Abdriftens und Ertrinkens gegeben ist, entsprechende Rettungsmittel verwenden
- Automatisch aufblasbare Rettungsweste tragen
- Rettungsstangen und Rettungshaken bereitstellen
- Rettungsringe mit Leine bereitstellen
- Rettungsboote, ggf. mit Motorantrieb bereitstellen
- Regelmäßige Prüfung von persönlicher Schutzausrüstung gegen Ertrinken durch sachkundige Personen
- Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan bei Bauarbeiten erstellen
- Sperrung von Zuflüssen, Pumpen
- Beachtung der Wetterlage
- Einstellung der Arbeiten bei Hochwasser, starker Wasserführung, starker Strömung
- Betriebsanweisung erstellen
- Unterweisungen mit Übungen durchführen

8.4 Unzureichende Fluchtwege

Autoren:

Dr.-Ing. K. Bux

Dipl.-Chem. G. Lohse

Ansprechpartner:

Dr.-Ing. K. Bux

BAuA

Bearbeitungsstand: Dezember 2015

In der Praxis werden die Begriffe Fluchtweg und Rettungsweg verwendet. Während der Begriff Rettungsweg aus dem Bauordnungsrecht stammt, hat Fluchtweg seinen Ursprung in der EG-Arbeitsstättenrichtlinie. Die Verwendung dieses Begriffes erfolgt im Arbeitsstättenrecht, da hier Anforderungen für das gefahrlose Verlassen der Beschäftigten aus der Arbeitsstätte getroffen werden, während sich die Anforderungen an Rettungswege auch auf den Einsatz der Rettungskräfte beziehen. Beide Wege können über weite Strecken identisch sein.

8.4.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen

Die Selbstrettung der Beschäftigten und sonstiger Personen, die sich in der Arbeitsstätte befinden, steht im Arbeitsstättenrecht im Vordergrund. Fluchtwege müssen im Gegensatz zum Bauordnungsrecht immer selbstständig begangen werden können.

Die unzureichende Anzahl, Anordnung, Abmessung und Beleuchtung sowie die unzureichende Kennzeichnung und die Nichtfreihaltung der Fluchtwege können dazu führen, dass im Gefahrfall die erforderliche Personensicherheit nicht gewährleistet ist.

8.4.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

Fluchtweglänge

Die Festlegung der Fluchtwege erfolgt in Abhängigkeit

- der Gefährdungen,
- von Lage und Größe des Raumes,

auf der Grundlage einer Gefährdungsbeurteilung unter Berücksichtigung

- der Höchstzahl der Personen und
- dem Anteil an ortsunkundigen Personen.

Die Fluchtweglänge muss möglichst kurz sein und darf die in Tabelle 8.4-0 aufgeführten Werte nicht überschreiten (siehe ASR A2.3).

Tab. 8.4–0 Fluchtweglänge

Raumart	Fluchtweglänge
a) für Räume, ausgenommen b) bis f)	bis zu 35 m
b) für brandgefährdete Räume mit selbsttätigen Feuerlöscheinrichtungen	bis zu 35 m
c) für brandgefährdete Räume ohne selbsttätige Feuerlöscheinrichtungen	bis zu 25 m
d) für giftstoffgefährdete Räume	bis zu 20 m
e) für explosionsgefährdete Räume, ausgenommen Räume nach f)	bis zu 20 m
f) für explosivstoffgefährdete Räume	bis zu 10 m

Die tatsächliche Lauflänge darf nicht mehr als das 1,5-fache der Fluchtweglänge betragen.

Die Festlegung der Mindestbreite der Fluchtwege richtet sich nach der Höchstzahl der Personen, die im Bedarfsfall den Fluchtweg benutzen (siehe ASR A2.3).

Fluchtwegbreite

Tab. 8.4–1 Mindestbreite von Fluchtwegen

Anzahl der Personen (Einzugsgebiet)	Lichte Breite (in m)
bis 5	0,875
bis 20	1,00
bis 200	1,20
bis 300	1,80
bis 400	2,40

Die lichte Höhe über Fluchtwegen muss mindestens 2,00 m betragen, an Türen ist eine Reduzierung um 0,05 m zulässig.

Fluchtweghöhe

8.4.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

- Festlegung der erforderlichen Fluchtwege (Anzahl, Anordnung, Abmessung). Wichtiges Hilfsmittel ist hierbei die Gefährdungsbeurteilung.
- Dauerhafte Kennzeichnung von Fluchtwegen und Notausgängen sicherstellen. Erforderlichenfalls Sicherheitsleitsystem bei erhöhten Gefährdungen einrichten (z. B. bei großen zusammenhängenden oder mehrgeschossigen Gebäudekomplexen, bei einem hohen Anteil ortsunkundiger Personen oder einem hohen Anteil an Personen mit eingeschränkter Mobilität).
- Freihalten der Fluchtwege und Notausgänge (z. B. Notausgänge nicht verstellen).
- Ausrüstung der Fluchtwege mit einer Sicherheitsbeleuchtung, wenn bei Ausfall der allgemeinen Beleuchtung das gefahrlose Verlassen der Arbeitsstätte nicht gewährleistet ist.
- Aufstellung eines Flucht- und Rettungsplanes (z. B. bei unübersichtlicher Flucht- und Rettungswegführung, Arbeitsstätten mit Publikumsverkehr, Bereichen mit erhöhter Gefährdung wie explosions- und brandgefährdete Anlagen).
- Durchführung von Räumungsübungen auf der Grundlage der Flucht- und Rettungspläne.

Anlegen von Fluchtwegen Kennzeichnung

Freihalten der Fluchtwege Sicherheitsbeleuchtung

Räumungsübungen

8.4.4 Vorschriften, Regelwerk

Gesetze, Verordnungen

ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung
	Bauordnungsrecht der Länder

Technische Regelwerke zu den Arbeitsschutzverordnungen

ASR A1.3	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung
ASR A2.3	Fluchtwege und Notausgänge, Flucht- und Rettungsplan
ASR A3.4/3	Sicherheitsbeleuchtung, optische Sicherheitsleitsysteme
ASR V3a/2	Barrierefreie Gestaltung von Arbeitsstätten (insbesondere Anhänge A1.3, A2.3 und A3.4/4)

Vollständige Übersicht der ASR unter: www.baua.de/asr [Zugriff am 31.01.2012]

Geltendes EU-Recht

89/654/EWG	Richtlinie 89/654/EWG des Rates vom 30. November 1989 über Mindestvorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz in Arbeitsstätten (Erste Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG)
92/58/EWG	Richtlinie 92/58/EWG des Rates vom 24. Juni 1992 über Mindestvorschriften für die Sicherheits- und/oder Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz (Neunte Einzelrichtlinie im Sinne von Artikel 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG)

8.4.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

- Sind Fluchtwege ausreichend vorhanden und gekennzeichnet?
- Sind Fluchtwege und Notausgänge ständig freigehalten?
- Führen Fluchtwege auf möglichst kurzem Weg ins Freie oder in einen gesicherten Bereich?
- Lassen sich Türen im Verlauf von Fluchtwegen und Türen von Notausgängen jederzeit leicht öffnen?
- Lassen sich Türen von Notausgängen in Fluchtrichtung aufschlagen?
- Ist eine Sicherheitsbeleuchtung vorhanden?
- Gibt es einen Flucht- und Rettungsplan?
- Wird entsprechend dem Flucht- und Rettungsplan geübt, wie sich die Beschäftigten bei Gefahr in Sicherheit bringen können?
- Werden dabei Personen mit eingeschränkter Mobilität einbezogen?

Prüffragen

- Unzureichende Fluchtwege (Anzahl, Anordnung, Abmessung)
- Fehlende Kennzeichnungen
- Verstellte Fluchtwege und Notausgänge
- Verschlussene Fluchttüren und Notausgänge
- Fehlende Sicherheitsbeleuchtung
- Mangelhafte Flucht- und Rettungspläne

festgestellte
Gefährdungen/Mängel

- Regelmäßiges Begehen der Fluchtwege
- Regelmäßige Prüfung vorhandener Sicherheitsbeleuchtungen
- Regelmäßige Information der Beschäftigten zum Inhalt des Flucht- und Rettungsplanes und zum Verhalten im Gefahrfall
- Räumungsübungen durchführen

Maßnahmen

8.5 Unzureichende Bewegungsfläche am Arbeitsplatz, ungünstige Anordnung des Arbeitsplatzes, unzureichende Pausen-, Sanitärräume

Zur Gestaltung des Arbeitsplatzes hinsichtlich Anordnung und Bewegungsflächen für die Beschäftigten sowie der Pausen- und Sanitärräume enthält die neue Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV, BGBl. I Nr. 44 vom 24.08.2009, S. 2179) Mindestanforderungen. Damit werden allgemeine Schutzziele anstatt konkreter Maßzahlen und Detailanforderungen vorgegeben.

Ein wesentliches Hilfsmittel für die praktische Umsetzung der ArbStättV sind die Technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR).

Auf eine ausführliche Darstellung der Gefährdungen durch unzureichende Bewegungsfläche am Arbeitsplatz, ungünstige Anordnung des Arbeitsplatzes sowie unzureichende Pausen- und Sanitärräume wird aufgrund der zurzeit laufenden Anpassung des Technischen Regelwerkes zur Arbeitsstättenverordnung verzichtet.

Das Bundesministerium für Arbeit und Soziales gibt auf der Grundlage des § 7 Abs. 4 der ArbStättV neu ermittelte Regeln für Arbeitsstätten im Gemeinsamen Ministerialblatt bekannt (online verfügbar unter: www.baua.de/asr).

8.6 Mensch-Maschine/Rechner-Schnittstelle

Autoren:

Dr. rer. nat. A. Windel

P. Jeschke, M. Eng.

Ansprechpartner:

P. Jeschke, M. Eng.

BAuA

Bearbeitungsstand: Januar 2012

Die Mensch-Maschine/Rechner-Schnittstelle oder auch Benutzungsschnittstelle beschreibt Komponenten, die zwischen Menschen und technischen Systemen (Maschinen, Computer) eingerichtet sind. Diese Komponenten lassen den Menschen auf technische Systeme einwirken und geben ihm über die Folgen der Einwirkung Rückmeldung. Sie können in Hardware und Software unterschieden werden. Stellteile, Bildschirme usw. lassen sich unter dem Begriff Hardware zusammenfassen. Software betrachtet dagegen die Wechselwirkungen zwischen den Menschen und der Maschine bzw. dem Rechner. Das heißt, die Informationsübertragung vorrangig mittels Computerdialogen, aber auch die dialogbezogenen Kriterien zur Anzeigengestaltung (z. B. Farbgestaltung), werden unter dem Aspekt Software betrachtet.

Hardware und Software

Informationsaustausch ist die Grundlage der Mensch-Maschine/Rechner-Kommunikation. In jedem Arbeitsprozess muss der Mensch Informationen aufnehmen, verarbeiten und in Handlungen umsetzen. Die aufzunehmenden Informationen können aus dem Arbeitsprozess direkt oder vermittelt hervorgehen (Tabelle 8.6–1):

Informationsaustausch

Tab. 8.6–1 Informationen und angesprochene Sinnesbereiche

aufzunehmende Informationen	angesprochene Sinnesbereiche
direkt über Prozessmerkmale, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> – Laufgeräusch eines Motors – Form der abgehobenen Späne – Stellung von Bedienteilen – brenzlicher Geruch – Vibrieren einer Anlage 	nahezu alle: Sehen, Hören, Riechen, Fühlen, Bewegungswahrnehmung, ...
vermittelt durch Signale, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> – Gefahrensignale, z. B. Hupe, Sirene, Warnblinken – Sicherheits-Kennzeichnung – Anzeige von Betriebszuständen, z. B. über Monitor, Lichtzeichen, – Digitalanzeige, Zeigerstand auf Skala – sprachliche Informationen (mündlich oder schriftlich) – rechner(software-)gestützte Prozesssteuerung 	im Wesentlichen Sehen und Hören

Der Austausch von Informationen kann beispielsweise über das Betätigen von Hardware erfolgen. Darunter fallen neben den Stellteilen ebenfalls Eingabe- und Ausgabegeräte für die Mensch-Rechner-Kommunikation (z. B. Bildschirm, Drucker, Tastatur).

8.6.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen

Die Informationsaufnahme, -verarbeitung und -umsetzung wird maßgeblich von der Gestaltung der Hardware sowie der Software beeinflusst. Darüber hinaus sind weitere Faktoren, z. B. Umgebungsbedingungen, Arbeitsorganisation, Beeinträchtigungen durch persönliche Schutzausrüstungen und Einschränkungen der individuellen Leistungsvoraussetzungen, zu berücksichtigen (vgl. Abschnitt 8.6.2 und 8.6.3.2).

psychische Fehlbeanspruchungen

Durch häufige Über- oder Unterforderungen bei der Informationsaufnahme und -verarbeitung sowie durch den Einsatz ungeeigneter Hardware und Software können psychische und physische Fehlbeanspruchungen mit entsprechenden Gesundheitsbeeinträchtigungen (vgl. Kapitel 10: Psychische Faktoren sowie DIN EN ISO 10075) auftreten. Besonders kritisch sind in diesem Zusammenhang Abweichungen vom Normalbetrieb (Wartung, Störung, Reparatur usw.) wegen des erhöhten Bedarfs an kognitiven Kapazitäten zur Informationsaufnahme und -verarbeitung.

Begünstigung von Fehlhandlungen

Wenn Informationen objektiv fehlen, übersehen bzw. überhört, verwechselt oder falsch wahrgenommen werden, kann dies sicherheitskritische Situationen hervorrufen. Hardware, vor allem Stellteile oder deren Software-Repräsentation, die verwechselt, falsch oder unbeabsichtigt betätigt werden, können weitere Fehlhandlungen begünstigen. Außerdem dürfen Sicherheitseinrichtungen und -vorkehrungen nicht umgangen werden.

Belastungen durch Umgebungsbedingungen

Ebenso kann es durch eine ungünstige Auswahl und Aufstellung von Hardware zu einer höheren Belastung durch Emissionen, höhere Lärmpegel oder ungünstige Beleuchtung kommen.

8.6.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

Hardware und Software sollten nach den folgenden Kriterien geprüft werden:

Informationsaufnahme Hardware

Kriterien für die Aufnahme der erforderlichen Informationen:

- Vorhandensein und Wahrnehmbarkeit von Signalen und Prozessmerkmalen, die kritische Situationen anzeigen
- Hörbarkeit bzw. Sichtbarkeit von Informationen
- Unterscheidbarkeit von Informationen
- Verständlichkeit von Zeichen, Symbolen, Piktogrammen
- Sinnfälligkeit zwischen Gestaltung der Informationsmittel und Inhalt der Information

Vgl. DIN EN ISO 9241-12

Informationsaufnahme Software

Kriterien für die Aufnahme von Informationen durch die Software:

- übersichtliche, strukturierte und informatorisch nicht überladene Masken
- einheitliche Oberflächen für unterschiedliche Anwendungen
- Verfügbarkeit aller für einen bestimmten Arbeitsschritt benötigten Informationen, ohne Masken/Anwendungen wechseln zu müssen
- zuverlässige, zutreffende und verständliche Fehlermeldungen
- aktuelle und fehlerfreie Daten
- klare Systemmeldungen bzw. Systemzustände, ggf. mit -entwicklungen (Trendcharts)

Vgl. DIN EN ISO 9241 Teile 12 bis 17 und 171

Kriterien für fehlertolerante, motorisch-unterstützende Software:

- Möglichkeiten, Eingaben zu korrigieren
- Möglichkeiten der Zwischenspeicherung
- Möglichkeit des unmittelbaren Zugriffs auf häufig benötigte Masken
- angemessene automatische Cursorpositionierung
- Systemvorgaben, die bei der Aufgabenerledigung angemessen sind (z. B. kein automatisches Beenden oder Weiterleiten zu Eingabefeldern)
- kein umständlicher Wechsel zwischen unterschiedlichen Anwendungen

Vgl. BITV 2.0, DIN EN ISO 9241 Teile 110, 11 bis 20, WCAG 2.0

fehlertolerante, motorisch-unterstützende Software

Kriterien für reale und virtuelle Stellteile, die die Umsetzung der Information gewährleisten:

- körperliche Überbelastung wird vermieden
- Benutzer erhält klare Rückmeldung über getätigte Eingaben (Mausklick, klar definierter Druckpunkt der Tastatur oder von Schaltern, eindeutiges Anzeigen des Aktivierungszustandes virtueller Stellteile)
- Griffbarkeit und Bedienbarkeit
- Sinnfälligkeit von Funktion und Betätigungsrichtung von Stellteilen sowie zwischen der Bewegung von Stellteilen und korrespondierenden Anzeigen
- Anordnung, auch in Verbindung mit Anzeigeelementen
- Erkennbarkeit der Stellgröße
- unbeabsichtigte Betätigung wird vermieden bzw. führt nicht zu irreversiblen Eingaben

Vgl. DIN EN ISO 6682, DIN EN ISO 11064-5, DIN EN 894-3

Anforderungen an Stellteile

Faktoren, die die Informationsaufnahme und deren Verarbeitung bzw. Umsetzung beeinträchtigen können, sind ebenfalls zu berücksichtigen (vgl. [1], [2]), z. B.:

- Signalverdeckungen aufgrund ungünstiger Arbeitsumgebungsbedingungen wie Lärm, unzureichende Beleuchtung, Hitze, mechanische Schwingungen, austretende Dämpfe/Nebel, Witterungseinflüsse
- Überangebot aufzunehmender Informationen
- zeitliche Dichte der Informationsverarbeitung
- besondere Bedingungen bei Abweichungen vom Normalbetrieb
- Behinderung der Informationsübertragung und -umsetzung durch das Tragen von persönlichen Schutzausrüstungen, z. B.
 - durch Handschuhe oder Schutzbekleidung erschwerte Betätigung von Stellteilen
 - durch Gesichtsschutz eingeschränkte Sicht
 - durch Tragen von Gehörschutz eingeschränktes Hören
- eingeschränkte individuelle Leistungsvoraussetzungen, z. B. Schwerhörigkeit, altersbedingte Veränderungen des Sehvermögens ab dem 40. Lebensjahr
- eingeschränkte Kenntnisse bei Auszubildenden oder neu eingestellten Beschäftigten

Störungen vermeiden

Beeinträchtigungen berücksichtigen

8.6.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

Die Empfehlungen zur Mensch-Maschine/Rechner-Schnittstelle beziehen sich auf Hardware und Software.

8.6.3.1 Empfehlungen für die Gestaltung von Hardware

Auswahl und Gestaltung von Stellteilen

Die ergonomische Auswahl bzw. Gestaltung von Stellteilen erfordert eine Analyse der Arbeitsaufgabe, da das Stellteil die Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine/Rechner bildet.

Wichtige Parameter für die Stellteilauswahl sind beobachtbar:

- Schnelligkeit
- Häufigkeit
- Genauigkeit von notwendigen Handlungen

Weitere Parameter wie

- Arbeitswiderstand,
- Krafrichtung,
- Bewegungsform und
- Bewegungsrichtung

können durch physikalische Messungen von Kräften oder Geschwindigkeiten ermittelt werden.

Anhand dieser Merkmale können anschließend geeignete Stellteile ausgewählt (oder konstruiert) werden (vgl. DIN EN 894-3). So wird sichergestellt, dass die erforderlichen Arbeitsschritte optimal auf die Körperstellung des Benutzers, dessen Handhaltung, Greifart oder auch Kopplungsart zwischen Benutzer und Stellteil abgestimmt sind.

körperliche Überbelastung vermeiden

Körperliche Überbelastungen bei der Handhabung von mechanischen Stellteilen, z. B. durch lang andauernde statische Haltearbeit, zu große Stellwege oder zu schnelle Bewegungsabläufe, sind zu vermeiden, vgl. DIN EN 894-3, [2], [3], [4].

Eine ausreichende Rückmeldung nach Betätigung von Stellteilen ist zu gewährleisten, z. B. durch:

- Betätigungsmindestwiderstand bei manuell betätigten Stellteilen
- (zusätzliche) Anzeigen bei motorisch angetriebenen Stellteilen

sinnfälliges Zusammenspiel zwischen Hard- und Software

Auf die Sinnfälligkeit zwischen der Bewegung von Hardware, insbesondere Stellteilen, und der ausgelösten Wirkung bzw. zwischen Hard- und Software (z. B. Stellteilen und Anzeigen) ist zu achten:

- Sinnfälligkeit zwischen Funktion und Bewegungsrichtung von Hardware (Stellteile und Rechner-Hardware) (Tabelle 8.6-2)
- Sinnfällige Bewegung von Stellteilen und Anzeigen (Abbildung 8.6-1)

Anordnung von Stellteilen

Die Anordnung von Stellteilen muss den Handhabungsanforderungen entsprechen:

- Häufig zu betätigende sowie von ihrer Funktion her wichtige Stellteile (z. B. Not-Aus-Schalter) innerhalb des zentralen Greifraumes bzw. Fußraumes anordnen
- Stellteile, die entweder in ihrer Funktion (z. B. alle Ventile) oder im Ablauf (z. B. Inbetriebnahme eines Motors) zusammengehören, in Gruppen anordnen

- Bei Mehrmaschinenbedienung einheitliche Anordnung von Funktionen in den Bedienfeldern und in den Anzeigedisplays der zu bedienenden Maschinen anstreben

Vgl. DIN EN ISO 6682, DIN EN 894-3, DIN EN 61310-3/VDE 01130-103, [4]

Die zu verstellende Größe sowie die jeweilige Einstellung müssen eindeutig erkennbar und verständlich sein:

- Kennzeichnung der Stellgröße durch Form, Größe, Oberflächenstruktur, Lage, Beschriftung, Farbe und Bildzeichen
- Kennzeichnung der Einstellung durch Lage, Zeiger, Skalen bzw. Weganfangs- und -endmarken, Stellwiderstand, zusätzliche optische und akustische Signale

Kennzeichnung der Stellgrößen

Tab. 8.6–2 Betätigungssinn und Anordnung von Stellteilen [3]

Funktion	Bewegungsrichtung
ein	aufwärts, nach rechts, vorwärts, im Uhrzeigersinn, ziehen (Zug- und Druckschalter)
aus	abwärts, nach links, rückwärts, gegen den Uhrzeigersinn, drücken
rechts	im Uhrzeigersinn, nach rechts
links	gegen den Uhrzeigersinn, nach links
heben	aufwärts, rückwärts
senken	abwärts, vorwärts
einziehen	aufwärts, rückwärts, ziehen
ausfahren	abwärts, vorwärts, drücken
verstärken	vorwärts, aufwärts, nach rechts, im Uhrzeigersinn
vermindern	rückwärts, abwärts, nach links, gegen den Uhrzeigersinn
Ausnahme:	
Ventil öffnen	gegen den Uhrzeigersinn
Ventil schließen	im Uhrzeigersinn

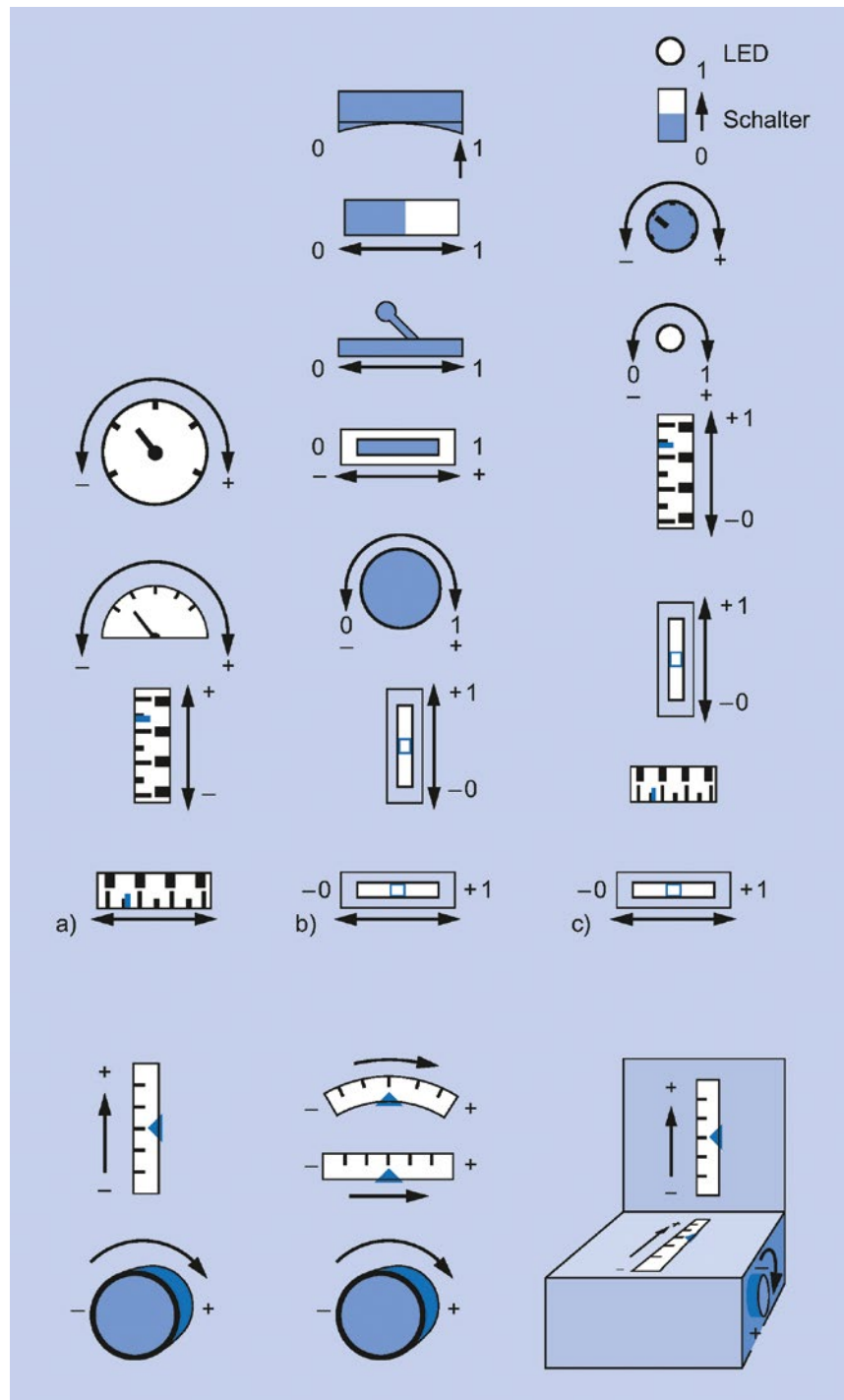


Abb. 8.6 – 1 Sinnfällige Zuordnungen der Bewegungsrichtung von Drehknöpfen zur Zeigerbewegung bei Anzeigen mit fester Skala (BGI 523 und [3])

unbeabsichtigte Betätigung vermeiden

- Ein unbeabsichtigtes Betätigen von Stellteilen ist zu verhindern, z. B. durch:
- hinreichenden Stellwiderstand (Stellkraft)
 - eine vor dem Stellen zu lösende Sperre

- versenkten Einbau des Stellteils
- Stellrichtung verschieden von der Berührungsrichtung
- Einbau an Stellen geringer Berührungswahrscheinlichkeit
- hinreichenden Abstand von anderen Stellteilen
- Abdeckung des Stellteils
- Verschließen des Stellteils

Für die Interaktion des Menschen mit der (haptischen/greifbaren) Hardware sind akustische und optische Anzeigen für den Informationsaustausch wichtig. Weitere Kriterien zur Gestaltung virtueller Anzeigen befinden sich im Abschnitt Software (8.6.3.2).

Anzeigen

Akustische Informationen müssen sich ausreichend von Umgebungsgeräuschen abheben:

akustische
Informationen

- Schallpegel von Gefahrensignalen (Warnsignalen, Notsignalen):
 - A-Schallpegel des Signals: mindestens 15 dB höher als der A-Schallpegel des Störgeräusches
 - A-Schallpegel des Gefahrensignals sollte nicht kleiner als 65 dB sein
 Vgl. auch DIN EN 981, DIN EN ISO 7731
- Schallpegel zur Sprachverständigung:
 - A-Schallpegel der Sprache (beim Hörer) sollte 2 dB(A) (befriedigend) bis 10 dB(A) (gut) höher sein als der A-Schallpegel des Umgebungsgeräusches
 - Nachhallzeit sollte für Büroräume 0,5–1,0 sek für Fertigungsräume 2,0 sek unterschreiten.
 Vgl. auch DIN EN ISO 7731, DIN EN ISO 9921, DIN 33404-3

Optische Informationen müssen ausreichend sichtbar sein:

optische
Informationen

- Gefahrensignale (Warnsignale, Notsignale):
 - Leuchtdichte des Warnsignals bei Leuchtflächen $\geq 5 \times$ Leuchtdichte des Hintergrundes
 - Leuchtdichte des Notsignals bei Leuchtflächen $\geq 2 \times$ Leuchtdichte des Warnsignals
 - bei punktförmigen Strahlungsquellen ist die erforderliche Beleuchtungsstärke in Abhängigkeit vom Hintergrund festzulegen (vgl. DIN EN 842)
 - störende Umgebungsfaktoren, z. B. Dämpfe, Rauche, Nebel beachten
- Anordnung:
 - nahe der Gefahrenquelle
 - direkt gegebene Signale möglichst im Gesichtsfeld
 - Auftreten von Blendung, Spiegelung, Abschattung vermeiden
- Anordnung von Anzeigeeinrichtungen:
 - möglichst im Gesichtsfeld, gruppiert nach
 - Wichtigkeit der Anzeige
 - Häufigkeit der Benutzung
 - Ablesefolge

Vgl. auch DIN EN 981, DIN EN 842, DIN EN 894-2, DIN EN 61310-1/VDE 0113-101, DIN 67510-2 bis 4, DIN EN ISO 10075-2

Grafische Symbole für Sicherheitszeichen am Arbeitsplatz: siehe BGV A8, Anhang I Nr. 2 GefStoffV. (Branchenspezifische Symbole werden hier nicht erfasst.) Weitere Hinweise zur Gestaltung von grafischen Symbolen siehe DIN 461, DIN 43790, DIN 80416 Teile 1 bis 4

grafische Symbole

Farbgestaltung

Farbliche Gestaltung als Informationsträger nach [5], [6] z. B.:

- psychologische Wirkung von Farben beachten, z. B.
 - bei monotonen reizarmen Tätigkeiten sowie bei großen Räumen mit wenig Tageslicht und bei niedrigen Temperaturen und Geräuschpegeln warme und anregende Farben einsetzen
 - bei schwerer körperlicher Arbeit, bei betriebsamen, eher hektischen Tätigkeiten in kleinen Räumen mit viel Tageslicht (z. B. mit Südfenster), bei hohen Temperaturen und bei hohem Geräuschpegel kühle und beruhigende Farben einsetzen (Wirkung von Farben im Abschnitt Software)
 - Farbgebung von Maschinen und Anlagen: farbliche Abhebung wichtiger Elemente der Maschinen/Anlagen, z. B. Bedienteile oder Not-Halt-Stellteile, vom Hintergrund (Kontrastverhältnis maximieren)

Vgl. auch DIN EN 61310-1, DIN 2403

Näheres zur Farbgestaltung im Abschnitt Software (8.6.3.2).

Verständlichkeit und Unterscheidbarkeit von Informationen

Die Informationen müssen verständlich und voneinander unterscheidbar sein:

Gefahrensignale

Kriterien für Gefahrensignale (Warnsignale, Notsignale):

- Gefahrensignale müssen eindeutig sein
- Gefahrensignale müssen deutlich von anderen Signalen und voneinander unterscheidbar sein
- nach Möglichkeit Kopplung von zwei Wahrnehmungskanälen (2-Kanal-Prinzip)
- Gestaltungsempfehlungen zur Lichtfarbe:
 - Warnsignal: gelb oder rot je nach Dringlichkeit
 - Notsignal: rot; wenn Warnsignal rot auftritt, gelten Anforderungen an Notsignal gemäß DIN EN 842:
 - mindestens doppelte Intensität
 - Blinken
 - Verdopplung in der gleichen Signaleinrichtung
- Gestaltungsempfehlungen zur Anordnung: relative Position der Leuchte, wenn mehrere Signalleuchten in einer Signalrichtung angeordnet sind: rotes Signal über gelben Signal anordnen; zwei rote Signale horizontal anordnen

Vgl. auch DIN EN 981, DIN EN ISO 7731, DIN EN 842, DIN 33404-3

Sinnfälligkeit bei der Anzeige von Informationen

Die Sinnfälligkeit zwischen der Gestaltung von Anzeigen und erwarteter Information muss ausreichend sein, sodass der Decodierungsaufwand bei der Informationsverarbeitung gering ist [3], siehe z. B. Abbildung 8.6-2.

Anordnung von Stellteilen

Die Anordnung von Stellteilen muss den Handhabungsanforderungen entsprechen:

- häufig zu betätigende sowie von ihrer Funktion her wichtige Stellteile (z. B. Not-Aus-Schalter) innerhalb des zentralen Greifraumes bzw. Fußraumes anordnen
- Stellteile, die entweder in ihrer Funktion (z. B. alle Ventile) oder im Ablauf (z. B. Inbetriebnahme eines Motors) zusammengehören, in Gruppen anordnen
- bei Mehrmaschinenbedienung einheitliche Anordnung von Funktionen in den Bedienfeldern und in den Anzeigedisplays der zu bedienenden Maschinen anstreben

Vgl. DIN EN ISO 6682, DIN EN 894-3, DIN EN 61310-3/VDE 01130-103, [4]

Die zu verstellende Größe sowie die jeweilige Einstellung müssen eindeutig erkennbar und verständlich sein:

Kennzeichnung der Stellgrößen

- Kennzeichnung der Stellgröße durch Form, Größe, Oberflächenstruktur, Lage, Beschriftung, Farbe und Bildzeichen
- Kennzeichnung der Einstellung durch Lage, Zeiger, Skalen bzw. Weganfangs- und -endmarken, Stellwiderstand, zusätzliche optische und akustische Signale

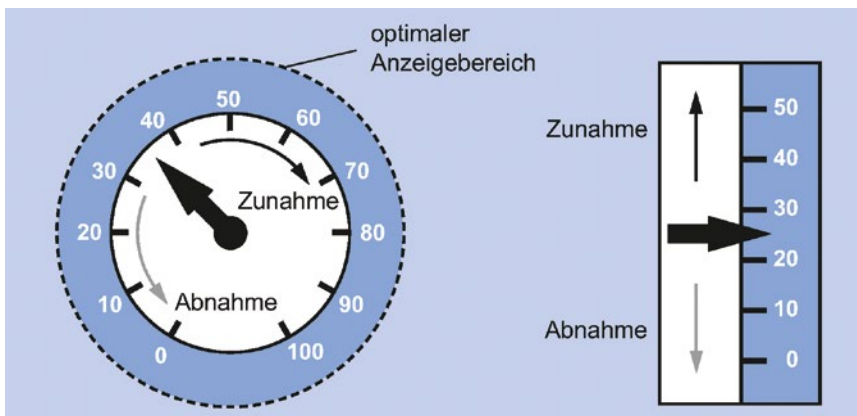


Abb. 8.6–2 Sinnfällige Zuordnung von Zeigerbewegung zu Funktionsänderung bei Anzeigen mit fester Skala und bewegtem Zeiger [3]

Tab. 8.6–3 Eignung gebräuchlicher Analog- und Digitalanzeigen [7]

	Analoganzeigen				Digitalanzeigen			
Bezeichnung	Rundskalenanzeige	Sektorskalenanzeige	Langfeldskalenanzeige	Fensterkalenanzeige	Leuchtbalkenanzeige	elektron. Ziffernanzeige	Bildschirm	
aktives Element	Zeiger	Zeiger	Zeiger	Skala	Balken	Ziffer	Zeichen	
Abbildung								
Auswahlkriterien	sicheres Ablesen	+	+	0	+	+	++	++
	qualitatives Ablesen	+	+	+	-	+	-	-
	quantitatives Ablesen	++	+	0	-	+	++	++
	Vergleichen von Anzeigen	0	0	+	0	++	0	+
	Einstellen von Werten	+	+	+	--	+	++	++
	Regeln	+	+	0	--	++	-	-

-- ungeeignet
 - bedingt geeignet
 0 geeignet
 + gut geeignet
 ++ sehr gut geeignet

sicherheitskritische Prozessmerkmale

Sicherheitskritische Prozessmerkmale sollten den Beschäftigten in ihrer Bedeutung und hinsichtlich der erforderlichen Handlungen besonders erläutert werden (z. B. Gerüche, Beschleunigungen, Schwingungen als Anzeichen von Überlastung von Maschinen oder von undichten Rohrleitungen).

Rechner-Hardware: Bildschirm

Als besondere Schnittstelle wird nachfolgend die Rechner-Hardware betrachtet. Sie findet sich nicht nur an klassischen Bildschirmarbeitsplätzen in herkömmlichen Büros, sondern in vielen anderen Arbeitsbereichen, z. B. an CNC-Maschinen, an medizinischen Geräten wie CT und MRT, zur Prozessüberwachung und -steuerung usw.

Bei Flachbildschirmen (LCD oder LED) entspricht die sichtbare Bildschirmdiagonale der angegebenen. Die Bildschirmgröße ist in Abhängigkeit von der zu bearbeitenden Aufgabe zu wählen. Beispielsweise wird empfohlen, für Schreivarbeiten in bedeutendem Umfang Monitore zu verwenden, welche DIN-A4-Seiten in 100 % als ganze Seite darstellen können. Bei Monitoren kleiner 27 Zoll kann dies auch durch Verdrehen des Monitors auf Hochformat erreicht werden. Hierfür empfiehlt es sich, einen zweiten Monitor am Arbeitsplatz bereitzustellen (siehe BGI 650).

Schriftgröße

Die Schriftgröße dem Sehabstand (mind. 50 cm) zum Bildschirm anpassen: Die Zeichenhöhe (Großbuchstaben ohne Oberlänge) sollte einem Sehwinkel von mind. 22 Bogenminuten (Erkennbarkeit) und max. 31 Bogenminuten (flüssiges Lesen) entsprechen. Bei angenehmer Zeichenhöhe von 27 Bogenminuten ergibt sich eine Näherung von:

$$\begin{array}{l} \text{Zeichenhöhe} = \text{Sehabstand} \times 8 \\ \text{(in Millimeter)} \quad \text{(in Meter)} \end{array}$$

Die ausreichende Schriftgröße darf nicht über die Auflösung des Monitors erreicht werden, sondern sollte über die Software einstellbar sein (entweder Betriebssystem oder programmspezifisch).

Die Verwendung einer Lupenfunktion ist nicht für das kontinuierliche Arbeiten empfohlen, sondern nur in Ausnahmen oder bei entsprechenden Sehbehinderungen zu verwenden.

Farbverschiebungen, Verzerrungen

Mittels Farbtemperaturauswahl kann das dargestellte Farbspektrum nach Rot oder Blau verschoben werden. Die Farbtemperatur des Monitors sollte eine natürliche Farbwiedergabe ermöglichen.

- Farbbildschirme mit veralteter CRT-Technologie weisen zudem oft Konvergenzfehler (Farbverschiebungen, farbige Ränder) und Linearitätsfehler (Verzerrungen) auf, die die Zeichenschärfe negativ beeinflussen (siehe Abschnitt Software: visuelle Softwaregestaltung, Schrift und Farbe).

Flimmern

LCD-Geräte sind aufgrund ihrer technisch baulichen Eigenschaften immer flimmerfrei.

Bei CRT-Geräten ist die Flimmerfreiheit durch geeignete Bildschirmauflösung und Bildwiederholfrequenz zu erreichen (Tabelle 8.6–4)

Tab. 8.6–4 Empfehlungen zur Bildschirmgröße und Auflösung bei CRT-Geräten (BGI 650)

Bildschirmgröße (Außenmaß)	empfohlene Auflösung (Zeilen und Spalten)	mindestens notwendige Bildwiederholfrequenz
15 Zoll	mind. 600 x 800	mind. 85 Hz
15 Zoll	mind. 1024 x 768	mind. 85 Hz
19 Zoll	mind. 1280 x 1024	mind. 100 Hz
21 Zoll	mind. 1280 x 1024	mind. 100 Hz

Bei Flach-Bildschirmen:

- Aktivmatrixbildschirme (TFT) verwenden, die Nachleuchtspuren (ghosting) und die dadurch verursachte schlechte Erkennbarkeit von Zeichen konstruktionsbedingt reduzieren
- Je nach Anwendungsfall sollte auf eine geringe Reaktionszeit geachtet werden, um bei schnellen Bildwechseln das Verwischen von Bildelementen zu vermeiden (ghosting)
- Geräte wählen, bei denen die Bildgüte nicht oder nur gering vom Blickwinkel beeinflusst wird (horizontal und vertikal)
- Nur die native Auflösung verwenden, da Zeichen sonst unscharf werden. Diese Unschärfe führt zu ständigen Akkomodationen der Augen und trägt somit zur Erhöhung der visuellen Belastung bei.
- Bei hochauflösenden Monitoren auf ausreichende Zeichengröße achten (Zeichengröße nicht über Auflösung einstellen, sondern über Auswahl größerer Zeichendarstellung mittels Software)
- Bildschirmhelligkeit nicht zu hoch wählen (Kontrastverhältnis zwischen Bildschirmhintergrund und Bildschirm zwischen 1/3 bis 1/10, siehe DIN 5035-7)
- Geeignete Farbtemperatur wählen, um Natürlichkeit der Farbwiedergabe zu unterstützen
- Monitore bevorzugt mit höhenverstellbarem und neigbarem Stand wählen

Besonderheiten von
Flach-Bildschirmen

Bei CRT-Geräten auf Folgendes achten:

- hohe Bildstabilität (kein Zittern, kein Springen von Bildpunkten)
- gute Zeichengeometrie auf dem gesamten Bildschirm und insbesondere in den Eckbereichen

Besonderheiten von
CRT-Monitoren

Entspiegelung:

- bei Flachbildschirmen, Modelle ohne glänzende Displays oder Vorsatzscheiben wählen (z. B. High Gloss LCD, Ultra Bright LCD usw.)
- glänzende oder spiegelnde Stellen des Bildschirmgehäuses vermeiden (vor allem des sichtbaren Rahmens)
- regelmäßige Reinigung der Bildschirmoberfläche durchführen
- gleiches gilt für CRT-Modelle, bei Büroanwendungen nur Bildschirme der Klasse 1 Entspiegelung verwenden

Entspiegelung

Vgl. Normenreihe DIN EN ISO 9241-300 (vormals u. a. DIN EN ISO 9241-7 und DIN EN ISO 13406-2)

- Nicht zu empfehlen:
 - aufgeraute Oberflächen verringern Zeichenschärfe und Kontrast
 - Polarisationsfilter vor dem Bildschirm führen zu Doppelbildern
 - feine Gitter (Micromesh-Filter) vermindern die Leuchtdichte

Spiegelungen und Blendungen werden durch eine richtige Aufstellung des Bildschirms und Beleuchtung am Arbeitsplatz (siehe Kap. 8.2) vermieden. Dabei sollten:

- die Blickrichtung parallel zur Fensterfläche und zur künstlichen Beleuchtung verlaufen,
- Tageslicht und künstliche Beleuchtung seitlich auf die Arbeitsfläche fallen,
- die Beleuchtungsstärken und Kontrastverhältnisse am Arbeitsplatz beachtet werden,
- der Sehabstand entsprechend den obigen Empfehlungen eingehalten werden,
- die Bildschirmpositionierung der Körperhaltung des Nutzers angepasst sein (siehe Kapitel 9.4).

Vgl. BildscharbV, DIN 5035-7, DIN EN ISO 9241 Teile 300 bis 307

Positionierung des Bildschirms

Bei häufiger Nutzung sollte der Bildschirm im Blickfeld stehen (direkter Blick auf den Monitor, ohne den Kopf drehen zu müssen). Dabei ist auf eine entspannte Haltung des Kopfes (leicht gesenkt) zu achten, um Belastungen der Muskulatur der Augen und des Nackens zu minimieren. Wird der Bildschirm nur gelegentlich genutzt, kann er auch am Rande des Blickfeldes (Blickwinkel max. 15° nach rechts oder links) platziert werden. Hier sind oftmals Ständer oder Bildschirm-schwenkarme nützlich (vgl. DIN EN ISO 9241-5, BGI 650).

Vorlagenhalter

Vorlagenhalter sind ebenfalls hilfreich, um ermüdende Arbeitshaltungen zu vermeiden.

Kriterien:

- ausreichend groß und stabil, entsprechend den verwendeten Vorlagen
- in Höhe und Neigung verstellbar
- freie Anordnung auf der Arbeitsfläche ermöglichen
- reflexionsarm
- Sehentfernung Vorlage-Auge entspricht Bildschirm-Auge
- zusätzlich Papierklemmen und Zeilenlineal verwenden, vgl. BGI 650

Strahlung

LCD-Geräte emittieren aufgrund des technischen Funktionsprinzips keine ionisierende Strahlung. Kriterien für strahlungsarme CRT-Bildschirme:

- CRT-Geräte wählen, die strahlungsarm entsprechend schwedischer Grenzwerte nach MRP II sind, vgl. BildscharbV, StrlSchV, RöV, EMVG, 26. BImSchV, DIN EN ISO 9241 Teile 6, 300–307
- DIN EN ISO 13406-2, BGV B11, BGR B11, BGI 650

Vor- und Nachteile von Flachbildschirmen

Vorteile von Flachbildschirmen:

- flimmerfrei mit (Aktivmatrix-) TFT-Technologie
- platzsparend → empfohlener Sehabstand und Hand- und Unterarmauflage einhaltbar, flexibles Positionieren möglich
- geringes Gewicht
- stromsparend
- geringe Wärmeentwicklung durch niedrigen Energieverbrauch
- scharfes und kontrastreiches Bild
- keine Verzerrungen in den Bildschirmecken
- nur geringe Reflexionen (wenn es sich nicht um ein Multimedia- bzw. Hochglanzdisplay handelt) → weniger ermüdend

Nachteile von Flachbildschirmen:

- eingeschränkter Ablesewinkel für gute Bildqualität (bei günstigeren Geräten)
- bei älteren Modellen: längere Reaktionszeit/Nachleuchtspuren (ghosting)
- bauartbedingt nur eine optimale (native) Bildauflösung (bei häufigem Wechsel der Auflösungen nicht empfehlenswert)

Bildschirmgehäuse

Gestaltung des Bildschirmgehäuses:

- halb- bis seidenmatt und beige bis kieselgrau (geringe Kontraste im Blickfeld)
- keine scharfen Ecken und Kanten, um Verletzungen auszuschließen
- frei und leicht dreh- und neigbar, um optimales Sehen ohne Reflexe und Zwangshaltungen zu ermöglichen (ohne Kraftaufwand; Neigbarkeit von 5° vorne bis mind. 20° nach hinten)
- Schwenkarme oder Spezialfuß (bei Flachbildschirmen) für Höhenverstellung müssen stand-sicher, vibrationsfrei und sollten arretierbar sein

- Bildschirme nicht zu hoch stehend, der Blick sollte leicht gesenkt sein (oberste Zeichenzeile unterhalb der Augenhöhe)

Drehbare Flach-Bildschirme (um 90°) ermöglichen die Darstellung einer DIN-A4-Seite im Hochformat (Pivot-Funktion) und sind somit vorteilhaft für die Textverarbeitung.

Pivot-Funktion

Rechner-Hardware: mobile Endgeräte (Notebooks, Netbooks, Convertibles, Tablets, Smartphones etc.)

Viele moderne mobile Endgeräte sind mit Touchfunktionen ausgerüstet. Die Verwendung von Touchdisplays mit oder ohne Stift (Pen), Multitouch etc. kann eine ergonomisch sinnvolle Ergänzungen stationärer oder mobiler Arbeitsplätze darstellen. Bei der Verwendung von Touchdisplays mit oder ohne Stift im Rahmen einer dauerhaften, wiederkehrenden und nicht untergeordneten Verwendung wird eine Trennung von Bildschirm und alternativem Eingabegerät (Touchdisplay) empfohlen.

Touchdisplays

Touchdisplays sind nur für ausgewählte Tätigkeiten zu empfehlen. Sie sind verschmutzungsanfällig oder bei der Verwendung von persönlicher Schutzausrüstung nur eingeschränkt verwendbar.

Bei der Auswahl ist z. B. zu beachten:

- der Arbeitsaufgabe angemessene Displaygröße und Interaktionsform wählen (filigraner Stift und Handschuhe)
- verschmutzungsanfällig
- im Außeneinsatz können Reflexblendung und mangelnde Helligkeit die Handhabung erschweren
- Gefahr zusätzlicher Belastungen/Zwangshaltungen durch Gewicht und Bedienung vor allem handgehaltener Touchdisplays
- Sperrung der Eingabe über Touchdisplay, um Fehlbedienungen oder versehentliche Eingabe zu vermeiden
- ältere Systeme haben Probleme bei der Erkennung der Handschrift und mit der Sensibilität in den Bildschirmecken
- für flexiblen Einsatz ist neben der Erkennung der Handschrift eine virtuelle Tastatur empfehlenswert
- sensumotorische Rückmeldungen (z. B. leichte Vibrationen) kann 2-Kanal-Prinzip (visuell, akustisch) ergänzen

Für die dauerhafte, wiederkehrende und nicht untergeordnete Benutzung an festen Arbeitsplätzen sind mobile Endgeräte ohne Zusatzausstattung nicht geeignet. Dies gilt auch für Telearbeit.

erforderliche
Zusatzausstattung

Vgl. BildscharbV und Hinweise zu deren Auslegung

Erforderliche Zusatzausstattung:

- Notebookständer – ohne Verwendung der integrierten Tastatur – mit flexibler Höheneinstellung für eine optimale Körper- und Kopfhaltung; geeignet zur Nutzung ohne externen Monitor, wenn die LCD-Anzeige des Endgerätes ausreichend groß ist (siehe Abschnitt Monitor)
- Docking Station als Ladestation, zum Anschluss an ein Netzwerk und von Peripherie (wie Bildschirme, Drucker, Tastatur, Maus etc.)
- getrennt aufstellbarer ausreichend großer Bildschirm bei kleinen LCD-Anzeigen, um unnötige Belastungen, wie der Augen oder Fehlhaltungen, zu vermeiden
- getrennt und frei aufstellbare Tastatur und Maus

- ausreichend Platz zur Aufstellung der Peripherie
 - für rückschonenden Transport: Notebooktrolleys und -rucksäcke für schwere Notebooks (> 3 kg), Notebooktaschen nur für kurze Wege
- Vgl. BildscharbV, DIN EN ISO 9241-4, DIN 2137-12, BGI 650

Rechner-Hardware: Drucker, Kopierer, Scanner, Faxgeräte, Multifunktionsgeräte

Anforderungen

Alle Geräte sollten

- günstigerweise nicht am Arbeitstisch stehen, sondern in einem separaten, gut durchgelüfteten Raum (Schutz vor Lärm, Papierstaub, Tonerpartikel und Ozon und Förderung der Bewegung am Arbeitsplatz),
- von vorn zu bedienen sein (Ein-Aus-Schaltung, Papiereinzug usw.),
- ein mattes bis seidenmattes helles Gehäuse besitzen (Reflexionsgrad: 20–50%),
- auch für Recyclingpapier verwendbar sein (Prüfsiegel „Blauer Engel“),
- lärmarm sein (< 30 dB(A) im Standby, max. 63 dB(A)), z. B. S/W-Laserdrucker, keine Matrixdrucker (ggf. nur mit Schallschutzhaube),
- hinsichtlich Emissionen, Verbrauch, Geräuschentwicklung (im eingeschalteten Zustand und beim Ausdrucken), Energieverbrauch (Wärmeentwicklung beachten) und Tonerverbrauch schon bei der Beschaffung begutachtet werden,
- ein Prüfsiegel (Blauer Engel, BG PRÜFZERT, Eco-Kreis) besitzen (siehe Abschnitt Prüfzeichen),
- regelmäßig von Fachpersonal gewartet und ordnungsgemäß bedient werden.

Weitere Kriterien:

- geschulte Mitarbeiter mit Wechsel der Tonerkartuschen und Beseitigung kleiner Störungen betrauen
- geschlossene Toner Systeme verwenden
- Betriebsanweisung erstellen und Mitarbeiter unterweisen

Vgl. BildscharbV Anhang Nr. 17, ArbStättV Anhang 3.7, 2002/96/EG, ElektroG, DIN EN ISO 7779, DIN EN 60950, DIN 33870 -1, BGI 820, [8], [20]

Rechner-Eingabe: Tastatur

unergonomische Arbeitshaltungen vermeiden

Zur Vermeidung ergonomisch ungünstiger Arbeitshaltungen oder Zwangshaltungen sollte die Tastatur

- getrennt vom Bildschirm aufstellbar und frei anzuordnen sein,
- neigbar sein,
- eine Bauhöhe von höchstens 30 mm aufweisen (gemessen an der mittleren Tastenreihe),
- die Möglichkeit zur Handauflage mit einer Tiefe von 50 bis 100 mm bestehen,
- um eine zusätzliche Handgelenkauflage (z. B. Gel) ergänzt werden.

technische Anforderungen an die Tastatur

Um ein fehlerfreies und ergonomisches Betätigen der Tastatur zu gewährleisten, sollte

- die Tastatur rutschfest und standsicher sein,
- die Beschriftung der Tastatur der Anzeigenart entsprechen, d. h. Positivdarstellung ist zu empfehlen,
- die Beschriftung abriebfest sein,
- die Tastatur einen Reflexionsgrad von 20–50 % aufweisen (reflexionsarme Oberfläche),
- der Tastenbetätigungsdruck bei 0,25–1,5 N liegen,
- die Form der Tasten konkav sein, um die Griffigkeit zu erhöhen,

- der Tastenhub zwischen 2 und 4 mm liegen und einen eindeutigen Druckpunkt aufweisen,
- der Durchmesser der Tasten bei 12–15 mm liegen,
- möglichst das Zehn-Finger-System genutzt werden,
- der Buchstabenbereich deutlich vom numerischen und dem Sonderfunktionsbereich getrennt sein,
- häufig benutzte Tasten für Eingabe (return), Rückwärtlöschen und Hochstellen (shift) größer gestaltet sein,
- häufiger eine Betätigungspause eingelegt und Schreibgeschwindigkeit auch mal reduziert werden,

Vgl. DIN 2137 Teile 1 und 6, DIN EN ISO 9241-4, BGI 650

Rechner-Eingabe: Maus

Die Maus sollte der Anatomie der Hand angepasst sein, d. h.:

- zum Handballen rund geformt, Mausoberseite in der Mitte gewölbt und der Größe der gewölbten Hand entsprechen
- zu den Fingern hin breiter auslaufend, sodass Finger gespreizt werden können,
- vordere Maushälfte niedriger als hintere
- Rollkugel im vorderen unteren Gehäusebereich für bessere Feinmotorik
- bei älteren Modellen, Platzierung der Maustasten sollten leicht zu erreichen und ohne Kraftaufwand zu bedienen sein
- Handgelenk darf nicht bei der Bedienung verdreht werden müssen und nicht auf Tischkante drücken
- Unterscheidung nach Rechts- und Linkshändern

anatomische Anpassung

Anordnung der Maus:

- neben der Tastatur möglichst körpernah zum Vermeiden von angespannten Haltungen und Belastungen im Arm-/Schulter-Bereich
- Unterarm am besten ganz auf Arbeitstisch aufliegend
- Kabel zwischen Maus und Rechner ausreichend lang, um Bewegungen nicht einzuschränken
- optimal: optische Funkmäuse → kein Kabel, prompte Reaktion, kaum Reinigung und je nach Untergrund kein Mousepad notwendig

Anordnung

Mousepad:

- guter Kontakt zwischen Maus und Unterlage ermöglichend
- rutschfest, damit Kontrolle nicht verloren geht
- nicht zu spröde, sonst erheblicher Kraftaufwand
- nicht zu dick und nicht aus Oberflächenmaterialien, die sich kalt anfühlen

Anwendung der Maus:

- Geschwindigkeitsregelungen und Einstellungsmöglichkeiten der Treiber-Software nutzen → ausladende Bewegungen für Cursorbewegung über Bildschirm vermeiden
- Doppelklick weitgehend vermeiden (Klicksparfunktion im Treiber)
- Tastenkombinationen (Shortcuts) nutzen, z. B. STRG+S für Speichern unter WORD
- zwischen den Eingabegeräten Maus und Tastatur wechseln
- Hände nur an der Maus, wenn nötig
- kleine Pausen einlegen

Anwendung der Maus

Auch die Verwendung alternativer Eingabegeräte, wie vertikale Maus, Trackball, Joystick, Tablett und Stift, Touchpad oder Pointer, sollten den ergonomischen Anforderungen genügen.

Rechner-Eingabe: Spracheingabe

Alternativ zu Tastatur und Maus können Bedienung und Informationseingabe am Computer mittels Spracheingabe erfolgen. Spracheingabesysteme zählen als Software, benötigen aber ein Mikrofon zur akustischen Befehlsgebung. Mittels dieser Technologie können Zwangshaltungen im Zusammenhang mit Tastatur und Maus vermieden werden. Spracheingabesoftware kann neben der alleinigen Verwendung auch parallel zu Maus und Tastatur benutzt werden.

Die größtenteils eingesetzte benutzerabhängige Spracheingabe muss vom Benutzer trainiert werden, bevor sie verwendet werden kann. Potenzielle Verständigungsschwierigkeiten zwischen Software und Benutzer in der ersten Zeit der Benutzung können eine zusätzliche Belastung darstellen.

Rechner-Hardware: Beschaffung und Entsorgung von Hardware

Beschaffung und Entsorgung

Zu beachtende Aspekte:

– Auswahl nach angestrebtem Einsatzzweck, z. B.:

- Arbeiten mit Texten und kleinen Datenmengen: kleinere Rechner → weniger Energieverbrauch
- Arbeiten mit Grafiken, Internet und großen Datenmengen: leistungsstarke Rechner und Anbindung

Vgl. [9], [10], [11], [21], [22], [23]

– einfaches und preiswertes Nachrüsten der Leistung durch den Anwender möglich → Erhöhung der Lebensdauer

- Prüfsiegel und/oder Umweltzeichen (siehe Tabelle 8.6–5)
- Rücknahme des Altgerätes durch Hersteller oder Spende an gemeinnützige Einrichtungen (z. B. Schulen, Vereine) schon bei der Beschaffung berücksichtigen
- Multifunktionsgeräte anstatt vieler Einzelgeräte

Prüfzeichen

Prüfzeichen erteilen Auskunft über bestimmte Qualitätskriterien wie Strahlungsarmut, Ergonomie, Umweltverträglichkeit usw. (siehe auch Tabelle 8.6–5).




Geräte weisen elektrische Sicherheit auf, wenn sie folgende Prüfzeichen haben und die Prüffristen eingehalten werden: GS, VDE, BG PRÜFZERT oder ENEC.

Während das CE-Zeichen in den europäischen Richtlinien für alle Geräte vorgeschrieben ist, gibt es zahlreiche freiwillige (private) Prüfzeichen.

Vgl. 93/68/EWG, 2004/108/EG, 2006/95/EG, BetrSichV, BGV A3, BGI 597-2, BGI 5001

Tab. 8.6–5 Übersicht über die häufigsten privaten Prüfzeichen im Bereich Bildschirmarbeit, Stand 2008, [12], Teil 1

Zeichen	TCO '99 gültig bis Ende 2008	TCO '01	TCO '03 zuletzt angepasst 2005	TCO '04 Office Furniture	TCO '05 Desktops	TCO '05 Note- books	TCO '06 Media Displays
Produktgruppen	CRT-/Flachbildschirme, Tastaturen, Drucker, Desktop-/ tragbare Computer	Mobiltelefone	CRT-/Flachbildschirme	Bürostühle Steh-Sitz-Tische, elektrisch höhenverstellbar	Desktop-Computer	Tragbare Computer	Multimedia Bildschirme (gilt auch für Fernsehgeräte)
visuelle Ergonomie	üQ	bhQ	hQ		hQ	hQ	bhQ
Nutzungsergonomie	üQ	bhQ	hQ	hQ	hQ	hQ	hQ
Emissionen							
elektrische Felder	hQ	hQ SAR-Wert	hQ		hQ	hQ	hQ
magnetische Felder	hQ	hQ TCP-Wert	hQ		hQ	hQ	hQ
Geräusch	hQ		hQ		hQ	hQ	hQ
stoffliche Emissionen	hQ	hQ	hQ	hQ	hQ	hQ	hQ
Ökologie							
Umweltzertifizierung	hQ		hQ	hQ	hQ	hQ	hQ
Recycling- freundlichkeit	hQ	hQ	hQ		hQ	hQ	hQ
elektrische Sicherheit	hQ		hQ		hQ	hQ	
Energieverbrauch	üQ		hQ Energy- Star		hQ Energy- Star	hQ Energy- Star	
Benutzerinformation	hQ	hQ	hQ		hQ	hQ	hQ
spezifische Aspekte	Gerätespezifische Anforderungen an Drucker und Tastaturen	Körpernahe Materialeigen- schaften, Anforderungen an Zubehör		Körpernahe Materialeigen- schaften, Wartung, Körperhaltung	Produktangaben		Hohe Qualität bei Farbwieder- gabe und bewegten Bildern

 üQ – üblicher Qualitätsanspruch
 hQ – hoher Qualitätsanspruch
 bhQ – besonders hoher Qualitätsanspruch

Tab. 8.6–5 Übersicht über die häufigsten privaten Prüfzeichen im Bereich Bildschirmarbeit, Stand 2008, [12], Teil 2

Zeichen	TCO '07 gültig bis Ende 2008	BG- Prüfzert	TÜV Egono- mie geprüft	TÜV ECO- Kreis 2006	Blauer Engel	Energy Star	Eco- Label/ Euro- Blume
Produktgruppen	Headsets	Steh-/Sitzarbeitsische, Büroarbeitsische, Arbeitsflächen	Bildschirme, Bürostühle, höhenverstellbare Büroische (sowie Software)	Bildschirme, Drucker, Faxgeräte, Notebooks, PCs	Drucker, Kopierer, Multi- funktionsgeräte, Bildschirme, Tastaturen, Computer	Computer (diverse Arten), Bildschirme, bildgebende Systeme	Computer, tragbare Computer
visuelle Ergonomie		hQ	hQ	hQ	üQ Tastaturen		
Nutzungsergonomie	bhQ	hQ	bhQ	hQ	üQ ISO 9241-4		
Emissionen							
elektrische Felder	hQ		hQ	hQ	hQ TCO '03		
magnetische Felder	hQ	hQ	hQ	hQ	hQ Bildschirme		hQ
Geräusch		hQ	hQ	hQ	hQ		bhQ
stoffliche Emissionen				hQ	bhQ		bhQ
Ökologie							
Umweltzertifizierung				hQ			
Recycling- freundlichkeit				hQ	bhQ		bhQ
elektrische Sicherheit		hQ		hQ			
Energieverbrauch	bhQ			bhQ Blauer Engel	bhQ	hQ	bhQ
Benutzerinformation	hQ	hQ	hQ	hQ	hQ	hQ	bhQ
spezifische Aspekte	Spezif. akust. Merkmale, neu- ester EU-Energiestandard	Basis neben DIN EN 527 Teile 1 – 3 insbesondere DIN-Fachbericht 147	Sitzergonomie Container, CAD-Arbeitsische	Aufrüstbarkeit bei Druckern, Zertifikat kann aktualisiert werden	Anforderungen an Toner und Tinten inkl. Behälter, Wartung, Verpackung	Detaillierte Anforderungen und Prüfbestimmungen, Benutzerinformation	Der gesamte Lebenszyklus wird berücksichtigt

üQ – üblicher Qualitätsanspruch
 hQ – hoher Qualitätsanspruch
 bhQ – besonders hoher Qualitätsanspruch

8.6.3.2 Empfehlungen für die Gestaltung von Software

Allgemeine Gestaltungsempfehlungen

Software stellt eine Spezialform einer Anzeige dar, insofern sind neben den bereits beschriebenen Anforderungen an Anzeigen (Abschnitt Hardware) zusätzlich die folgenden Empfehlungen zu geben.

Um eine Software ausreichend bewerten und anschließend evtl. eine Entscheidung zur Beschaffung treffen zu können, bieten sich u. a. Fragebögen an [13], [14] und [15].

Bewertung vornehmen

Für die Gestaltung von Web-Anwendungen und Multimedia gibt es ebenfalls Gestaltungskriterien, die an dieser Stelle nicht erfasst sind (siehe [14]).

Barrierefreie Software und barrierefreies Internet zeichnen sich dadurch aus, dass sie für eine möglichst weit gefasste Gruppe von Menschen in der allgemein üblichen Weise, ohne besondere Erschwernis und grundsätzlich ohne fremde Hilfe zugänglich und nutzbar sind (siehe §4 BGG). Barrieren betreffen den gesamten Bereich der menschlichen Fähigkeiten und beschränken sich nicht nur auf Benutzer, die formal als behindert gelten (z. B. siehe demografischer Wandel). Trotz der Barrieren soll ein hohes Ausmaß an Effektivität, Effizienz und Zufriedenstellung erreicht werden.

**Barrierefreiheit/
Zugänglichkeit
(Accessibility)**

Wichtige Ansätze zur Verbesserung der Zugänglichkeit:

- Anwendung eines benutzerorientierten Ansatzes bei der Gestaltung
 - Befolgen eines kontextbasierten Gestaltungsprozesses, d. h. Betrachtung der Arbeitsaufgabe, des Menschen, der Arbeitsmittel und der Umgebung bei der Gestaltung
 - Vorsehen von Möglichkeiten zur Individualisierung (individueller Anpassung) (siehe DIN EN ISO 9241-110)
 - Angebot von auf den individuellen Benutzer zugeschnittenen Anweisungen und Schulungen
- Vgl. DIN EN ISO 9241-171 und [16]

Für die Informationsdarstellung sind zuerst fachliche Überlegungen unter Beteiligung der späteren Nutzer, bezogen auf die gesamte Software/Anwendung, notwendig:

**visuelle
Softwaregestaltung**

- Welches mentale Modell des Prozesses ist für die Informationsdarstellung zu beachten?
- Welche Daten gehören zusammen?
- Welche Daten gehören in welche Reihenfolge?
- Welche Daten gehören zu welchen Vorgängen?
- Gibt es vorgangsübergreifende Daten u. ä.?
- Welche Daten sind Kerndaten, welche Zusatzinformationen?
- Welche Aufteilung innerhalb der Fenster?

Faustregeln:

- Gruppen von Datenblöcken bilden
- einheitliche Unterteilung des gesamten Bildschirms in Arbeitsinformationen, Status- bzw. Systeminformationen und Steuerungsinformationen
- durchschnittliche Aufmerksamkeitsverteilung am Bildschirm in Abhängigkeit der Leserichtung beachten
- Bündigkeit als Gestaltungsprinzip benutzen (Zahlen linksbündig; Spaltenüberschriften wie Spalteninhalt)

- max. 30–40 % des zur Verfügung stehenden Platzes sinnvoll nutzen: so viel Information wie möglich und so viel wie nötig unterbringen
- pixelgenau arbeiten, aber relativ zu Auflösung: Gestaltungsraster für Masken erstellen mit relativen Abständen (zu Rändern, der Elemente untereinander) damit Umbrechung des Inhalts und Anordnung der Struktur auflösungsunabhängig erfolgt
- sparsame Kodierungen (z. B. Farbe, Größe, Fettschrift, Helligkeit, Form, Umrandung, Gestalt, Blinken, Feldinvertierung)
- Zahlen gliedern: numerische Zahlen mit mehr als 4 Ziffern in 2er-, 3er- oder 4er-Gruppen gliedern (z. B. 66 234), Ausnahme: Postleitzahlen als 5er-Gruppe und Bankleitzahlen (z. B. 250 100 30)
- bei Auflistung von Gegenständen, Eigenschaften usw. vorzugsweise Ziffern wählen
- Bezeichnungen einheitlich verwenden und positionieren, möglichst kurze Wörter
- Anwendung eines Styleguides als Qualitätssicherungsinstrument empfohlen, in dem Gestaltungsentscheidungen festgelegt sind

Tastatursteuerung

Routinetätigkeiten sollten über die Tastatur gesteuert werden, um physiologische Belastungen („Mausarm“) zu minimieren.

Tastatursteuerung (Abbildung 8.6–3) möglich über:

- Zugriffstasten (Mnemonic) für alle Menüeinträge, Tool Bar und Push Buttons (z. B. führt das Drücken der Taste „N“ bei geöffnetem Kontextmenü „Datei“ zum Ausführen des Befehls „Neu“)
- Schnelltasten (Accelerator Keys oder Shortcuts) nur in Pull-Down-Kaskadenmenüs (z. B. Strg + C)

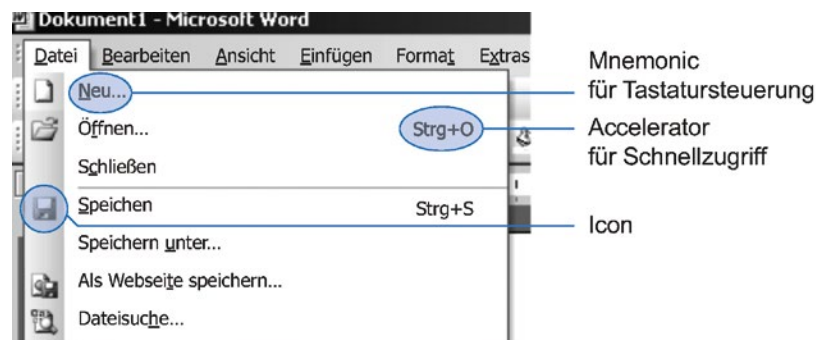


Abb. 8.6–3 Tastatursteuerung über Zugriffstasten und Schnelltasten (in Anlehnung an [14])

Gestaltung der grafischen Benutzeroberfläche

grafische Benutzeroberfläche

Die grafische Benutzeroberfläche (auch GUI: graphical user interface) ist für die visuelle Kommunikation von Informationen und Verhalten der Soft- oder Hardware essenziell. Die Elemente des GUI sind Interaktionsobjekte (z.B. Schaltflächen, Bildlaufleisten, Listen, Diagramme, Ein-/Ausgabefelder) und sollten somit erwartungskonform verwendet und zugänglich gestaltet werden. Das schließt z. B. eine schnelle visuelle Informationsaufnahme (wie Vergleich von Ist- und Soll-Wert) ein.

Da Benutzeroberflächen softwarespezifisch sind, ist es wichtig, dass diese auch auf verschiedenen Endgeräten (meistens mit kleinerer Auflösung als ein Standard-Monitor) oder in anderen Darstellungsformen gut wahrnehmbar sind.

Für detaillierte Informationen siehe BITV; DIN EN ISO 9241 Teile 12 bis 17, 20, 110, 151 und 171. Regeln für die Anwendung in [14] und [17].

Zur belastungsarmen Gestaltung von GUIs sollten folgende Prinzipien Berücksichtigung finden:

Gestaltungsprinzipien

- Benutzung visueller Eigenschaften, um Objekte zu gruppieren und um eine klare Hierarchie zu erzeugen
- Auf jeder Organisationsebene der Software vergleichbare visuelle Strukturen (und Informationsfluss) darstellen
- kontinuierliche sowie zweckmäßige Funktionszuweisung und Darstellung von Objekten und Informationen
- zusammenhängende, wiederkehrende und sinnvolle Visualisierungen nutzen
- nicht erforderliche Informationen und unstrukturierte Darstellung vermeiden

Dazu stehen folgende visuelle Eigenschaften als Gestaltungsvariablen des GUI-Designs zur Verfügung:

- Form
- Größe
- Kontrast
- Farbe
- Lage
- Orientierung/Ausrichtung
- Textur/Struktur

Die Lesbarkeit einer Schrift ist abhängig von [14]:

lesbare Schrift

- Sehabstand
- Licht- und Kontrastverhältnisse im Umfeld des Monitors
- Schriftart (gut lesbar sind serifenlose Proportionalschriften)
- Schriftstil (Hervorhebungen, wie fett oder kursiv, für längere Textpassagen ungeeignet, Unterstreichungen können mit einem Link verwechselt werden)
- Pixelgröße bzw. Pixelabstand
- Zeichengröße und -schärfe
- (innerer) Zeichenkontrast
- Groß- und Kleinschreibung verwenden
- vertikal und horizontal benachbarte Zeichen dürfen sich nicht berühren (einschließlich Ober- und Unterlängen)
- siehe auch Abschnitte „Gestaltung von Hardware – Bildschirm“ und „Barrierefreiheit“

Die Verwendung von mehr als 7 Farben in der Bildschirmdarstellung reduziert in der Regel den Hintergrund-Zeichenkontrast und verschlechtert somit die kontextuelle Zurordnung und Wahrnehmbarkeit [14].

Verwendung von Farben

Deshalb:

- Farben zurückhaltend verwenden, erst alle anderen Gestaltungsmöglichkeiten ausschöpfen (Farbunterscheidbarkeit muss auch in Schwarz-Weiß-Darstellung gegeben sein)
- zur sicheren Unterscheidbarkeit max. schwarz/weiß und 6 Farben gleichzeitig verwenden
- gut voneinander unterscheidbare Farben verwenden
- konsistente Kodierung mit Farbe, d. h. nie zwei Farben mit derselben Bedeutung und jede Farbe stets in derselben Bedeutung verwenden

- standardmäßig die vom Betriebssystem vorgegebenen Farben verwenden, Anpassung an individuelle Bedürfnisse nur in begründeten Ausnahmefällen
- keine gesättigten (rot, blau) und nur aufeinander abgestimmte Farben verwenden (kein rot auf blau oder grün, kein gelb auf grün oder weiß, kein schwarz auf blau oder rot bzw. umgekehrt)
- relativ geringen Helligkeitskontrast (= Leuchtdichte-Kontrast) anstreben; besonders bei größeren Flächen auf dem Bildschirm Farben mit ähnlicher Helligkeit verwenden (angenehm: helle Farben für große Flächen und dunkle Farben für kleine Flächen)
- Kodierungsplan erstellen, wenn Farbe zur Kodierung notwendig (in Anlehnung an Tabelle 8.6–6)

Tab. 8.6–6 Bedeutung von Farben beachten

Rot	„Alarm“	blinkend, falls sofortige Reaktion erforderlich
Gelb	„Vorsicht“	Grenzsituation, Vorsicht geboten
Grün	„in Ordnung“	volle Funktionsfähigkeit, Zustand korrekt
Weiß	„unbestimmt“	nicht definierbarer Zustand, Übergang, Darstellung von Alternativen
Blau	„Hilfsfarbe“	am besten vermeiden

Gestaltung von Masken

Prüfung der Maskengestaltung durch Benutzer:

- Wo bin ich?
- Wie kam ich hierhin?
- Was kann ich hier tun?
- Wohin und wie kann ich navigieren?

Es wird empfohlen, zur Gestaltung von Masken die Tabelle 8.6-7 sowie die Abbildungen 8.6–4 bis 8.6–6 zu beachten.

Gestaltgesetze

Tab. 8.6–7 Gestaltgesetze [14]

Gesetz	Beschreibung	Bedeutung für Informationsgestaltung
Gesetz der Nähe/Gleichheit	in einer Menge gleichartiger Elemente schließen sich in unserer Wahrnehmung die räumlich nahe beieinander liegenden zusammen (auch wenn sie sich in Form, Größe, Farbe unterscheiden)	logisch zusammengehörige Informationen auch örtlich zusammen gruppieren; Unterschiede in der Hierarchie o. ä. durch räumliche Trennung
Gesetz der Gleichartigkeit	bei Darbietung verschiedener Elemente werden gleiche oder gleichartige Elemente in einer Gruppe zusammengefasst wahrgenommen	zusammengehörige Informationen gleichartig darstellen
Gesetz der guten Gestalt	der Mensch bevorzugt in seiner Wahrnehmung gute Gestalten (symmetrisch, ...)	Normalwerte als gute Gestalt darstellen; Abweichungen verzerrt darstellen

The diagram shows two versions of a form, 'Variante A' and 'Variante B', illustrating the Law of Proximity. On the left, there are two groups of icons: one with a blue square and a white circle, and another with a blue square and a white circle. In 'Variante A', the form fields are grouped by proximity: 'Name' and 'Vorname' are together, 'Straße' is on a new line, 'PLZ, Ort' is on another, and 'Kunden-Nr.' and 'Konto-Nr.' are on the final line. In 'Variante B', the fields are separated by more space, making the groups less distinct.

Variante A		Variante B	
Name	Vogt	Name	Vogt
Vorname	Britta	Vorname	Britta
Straße	Kaiserstr. 27	Straße	Kaiserstr. 27
PLZ, Ort	55116, Mainz	PLZ, Ort	55116, Mainz
Kunden-Nr.	26097	Kunden-Nr.	26097
Konto-Nr.	972601	Konto-Nr.	972601

Abb. 8.6-4 Gesetz der Nähe [14]

The diagram shows two versions of a form, 'Variante A' and 'Variante B', illustrating the Law of Similarity. On the left, there are two groups of icons: one with four white circles and one with four blue squares. In 'Variante A', the form fields are grouped by similarity: 'Name' and 'Vorname' are together, 'Straße' is on a new line, 'PLZ' and 'Ort' are on another line, and 'Kunden-Nr.' and 'Konto-Nr.' are on the final line. In 'Variante B', the fields are separated by more space, making the groups less distinct.

Variante A		Variante B	
Name	Vogt	Name	Vogt
Vorname	Britta	Vorname	Britta
Straße	Kaiserstr. 27	Straße	Kaiserstr. 27
PLZ	55116	PLZ	55116
Ort	Mainz	Ort	Mainz
Kunden-Nr.	26097	Kunden-Nr.	26097
Konto-Nr.	972601	Konto-Nr.	972601

Abb. 8.6-5 Gesetz der Gleichartigkeit [14]

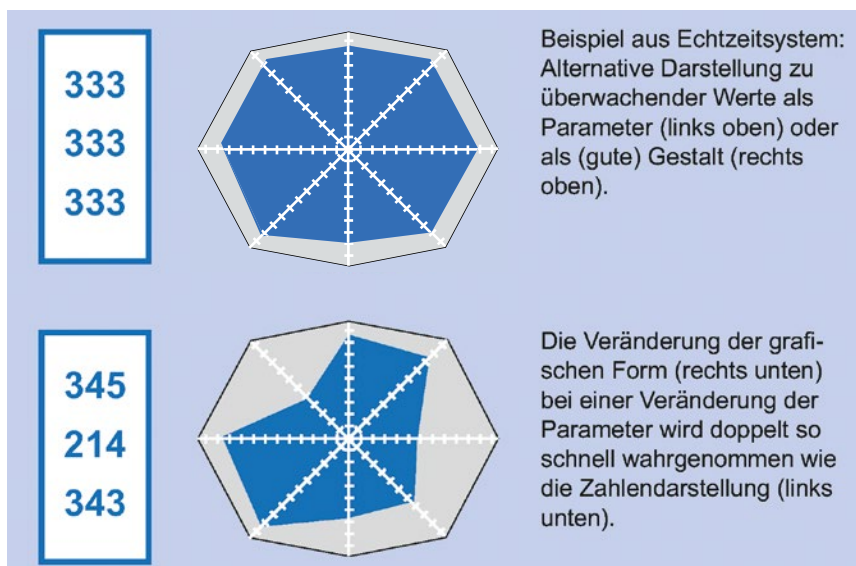


Abb. 8.6-6 Gesetz der guten Gestalt [14]

Gestaltung von Icons**Gestaltung von Icons**

Bei der Gestaltung von Icons spielt das Design und/oder Corporate Design eine wichtige Rolle. Aus ergonomischer Sicht muss das Icon jedoch nicht gefallen, sondern nachweislich funktionieren. Das heißt, es muss ohne Erklärung verstanden werden und unverwechselbar sein [14].

Icons sollten unter anderem [14]

- ein Referenzobjekt oder ein charakteristisches Merkmal in stark abstrahierter visueller Form darstellen, (z. B. ein Globus für das Internet)
- kultur- und bildungsneutral sein,
- den Aktivierungszustand deutlich anzeigen,
- ebenfalls in der Toolbar unter dem Menü vorhanden sein,
- mit einem Text (Quickinfo) versehen sein, der erscheint, wenn man mit der Maus über das Icon fährt.

Gestaltung von Texten**Gestaltung von Texten**

Bei der Verwendung von Texten sollte Folgendes beachtet werden:

- Vokabular soll sich an der Aufgabe des Benutzers orientieren und für diesen verständlich sein (z. B. deutsche Begriffe)
- keine Abkürzungen verwenden, wenn genügend Platz vorhanden oder der Benutzer nur selten darauf zugreift, Abkürzung muss sprechbar sein (z. B. begründet durch Benutzung technischer Hilfsmittel), bei der Bedeutungszuweisung kann ein Mouseover-Text unterstützen
- Text in Frageform bejahend formulieren (z. B. „Möchten Sie die Daten nicht sichern?“ → „Möchten Sie die Daten sichern?“)
- kurze, einfache und klare Sätze verwenden, Verben nicht substantivieren
- Nachrichten oder Meldungen sollten spezifische Informationen enthalten oder die Situation eindeutig beschreiben, nicht nur z. B. „Eingabefehler“
- zuerst das Ergebnis angeben, dann auszuführende Aktion beschreiben (z. B. „Zum Löschen von ... drücken Sie ...“)
- Ton freundlich und positiv halten und nicht belehrend klingend (nicht verwenden: „dürfen“, „müssen“, „sollen“, „gehören“, „falsch“, „unzulässig“, „unvollständig“, „nicht erlaubt“)

Gestaltung von Dialogen

Die ergonomische Dialoggestaltung kann durch folgende 7 Grundsätze bewertet werden. Diese Grundsätze sollen helfen zu vermeiden, dass der Benutzende typische Nutzungsprobleme erfährt (alle Punkte nach DIN EN ISO 9241-110):

**Aufgaben-
angemessenheit**

Ein interaktives System ist aufgabenangemessen, wenn es den Benutzer unterstützt, seine Arbeitsaufgabe zu erledigen, d. h. wenn Funktionalität und Dialog auf den charakteristischen Eigenschaften der Arbeitsaufgabe basieren, anstatt auf der zur Aufgabenerledigung eingesetzten Technologie.

**Selbstbeschreibungs-
fähigkeit**

Ein Dialog ist in dem Maße selbstbeschreibungsfähig, in dem für den Benutzer zu jeder Zeit offensichtlich ist, in welchem Dialog, an welcher Stelle im Dialog er sich befindet, welche Handlungen unternommen werden können und wie diese ausgeführt werden können.

Erwartungskonformität

Ein Dialog ist erwartungskonform, wenn er den aus dem Nutzungskontext heraus vorhersehbaren Benutzerbelangen sowie allgemein anerkannten Konventionen entspricht.

Ein Dialog ist lernförderlich, wenn er den Benutzer beim Erlernen der Nutzung des interaktiven Systems unterstützt und anleitet.

Lernförderlichkeit

Ein Dialog ist steuerbar, wenn der Benutzer in der Lage ist, den Dialogablauf zu starten sowie seine Richtung und Geschwindigkeit zu beeinflussen, bis das Ziel erreicht ist.

Steuerbarkeit

Ein Dialog ist fehlertolerant, wenn das beabsichtigte Arbeitsergebnis trotz erkennbar fehlerhafter Eingaben entweder mit keinem oder mit minimalem Korrekturaufwand seitens des Benutzers erreicht werden kann. Fehlertoleranz wird mit den Mitteln erreicht:

Fehlertoleranz

- Fehlererkennung und -vermeidung (Schadensbegrenzung)
- Fehlerkorrektur oder
- Fehlermanagement, um mit Fehlern umzugehen, die sich ereignen

Ein Dialog ist individualisierbar, wenn Benutzer die Mensch-System-Interaktion und die Darstellung von Informationen ändern können, um diese an ihre individuellen Fähigkeiten und Bedürfnisse anzupassen.

Individualisierbarkeit

Für detailliertere Informationen: BildscharbV, BITV 2.0, DIN EN ISO 9241 Teile 8, 11–17, 110, 129, 143, 154, 171, 210 DIN EN ISO 10075-1, BGI 650, BGI 852 Teile 1, 3 und 4, WCAG 2.0, [14], [16], [18], [19] und [24]

8.6.4 Vorschriften, Regelwerk, Literatur

Gesetze, Verordnungen

26. BImSchV	Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder)
ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung
BetrSichV	Betriebssicherheitsverordnung
BGG	Behindertengleichstellungsgesetz
BildscharbV	Bildschirmarbeitsverordnung
BITV 2.0	Barrierefreie-Informationstechnik-Verordnung
ElektroG	Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten
EMVG	Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Betriebsmitteln
GefStoffV	Gefahrstoffverordnung
RöV	Röntgenverordnung
StrSchV	Strahlenschutzverordnung

Vorschriften der Berufsgenossenschaften

BGV A3	Elektrische Anlagen und Betriebsmittel
BGV A8 (VBG 125)	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz
BGV B11	Elektromagnetische Felder

Weitere Regeln der Technik**Geltendes EU-Recht**

2006/95/EWG	Niederspannungsrichtlinie
2004/108/EG	EMV-Richtlinie (Elektromagnetische Verträglichkeit)
93/68/EWG	CE-Kennzeichnung
2002/96/EG	Europäische Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte

Literatur

- [1] **Schlick, C.; Luczak, H.; Bruder, R.:** Arbeitswissenschaft. Heidelberg: Springer 2010
- [2] **Nohl, J.:** Verfahren zur Sicherheitsanalyse. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verl. 1989
- [3] **Schmidtke, H.:** Ergonomie. München: Carl Hauser Verl. 1993.
- [4] **Dangelmaier, M.; Muntzinger, W. F.; Solf, J. J.:** Eignung von handbetätigten Stellteilen für translatorische und rotatorische Stellbewegungen. Dortmund: BAU 1990 (Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse, 83: Stellteile)
- [5] **Neumann, J.; Timpe, K.-P.:** Psychologische Arbeitsgestaltung. VEB Deutscher Verl. d. Wissenschaften 1976
- [6] **Frieling, E.; Sonntag, K.:** Lehrbuch Arbeitspsychologie. 2. vollst. überarb. und erweiterte Aufl. Bern: Huber 1999
- [7] **Kern, P.:** Ergonomie. Seminarunterlagen, Universität Stuttgart, Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT), 1992 In: Bullinger, H.-J.: Ergonomie. Produkt- und Arbeitsplatzgestaltung. Stuttgart: Teubner 1994
- [8] **Thüringer Ministerium für Soziales, Familie und Gesundheit (Hrsg.):** Gefahrstoff-Information Büro. Erfurt: TMSFG 2001
- [9] **Keller Chandra, S.:** Ergonomische Anforderungen an Eingabemittel für Geräte und Informationstechnik. St. Augustin: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung 2008. (BGIA-Report, 3/2008)
- [10] **Martin, P.; Prümper, J.; von Harten, G.:** Ergonomie – Prüfer zur Beurteilung von Büro- und Bildschirmarbeitsplätzen (mit Fragebogen und Prüflisten auf CD-ROM). Frankfurt/Main: Bund-Verlag 2008.
- [11] **Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg.):** Wohlbefinden im Büro – Arbeits- und Gesundheitsschutz bei der Büroarbeit. 7. Auflage. Dortmund: BAua 2010, auch als pdf unter www.baua.de
- [12] **Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg.):** Qualitätszeichen für technische Produkte im Büro. Informationshilfe für die Beschaffung. Gd 33. Dortmund: BAua 2008, auch als pdf unter www.baua.de

- [13] **Dzida, W. et. al.:** Gebrauchstauglichkeit von Software – ErgoNorm: Ein Verfahren zur Konformitätsprüfung von Software auf der Grundlage von DIN EN ISO 9241 Teil 10 und 11. Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW 2001 (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Forschungsbericht, Fb 921)
- [14] **Rudlof, C.:** Handbuch Software-Ergonomie. Usability Engineering. 2. Aufl. Tübingen: Unfallkasse Post und Telekom 2006, verfügbar unter www.ukpt.de/pages/dateien/software-ergonomie.pdf [Zugriff am 19.01.2012]
- [15] **Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg.):** (K)Eine wie die andere? – Handlungshilfe zum Kauf von ergonomischer Software, inkl. CD-ROM. F2294. Dortmund 2010, auch als pdf unter www.baua.de
- [16] **Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.):** DIN Fachbericht 124 – Gestaltung barrierefreier Produkte. Berlin: Beuth 2002
- [17] **Cooper, A.; Reimann, R.; Cronin, D.:** About Face – The Essentials of Interaction Design. 3. Auflage. Indianapolis: Wiley 2007
- [18] **Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.):** DIN-Taschenbuch 354 – Software-Ergonomie. Empfehlungen für die Programmierung und Auswahl von Software. Berlin: Beuth 2004 (CD-ROM)
- [19] **Herczeg, M.:** Software-Ergonomie. Grundlagen der Mensch-Maschine-Kommunikation. München: Oldenbourg 2004

Internetangebote/Links

- [20] **Bundesamt für Risikobewertung (Hrsg.):** Gesundheitliche Bewertung Tonerstaub Nr. 014/2008. Berlin: Bundesamt für Risikobewertung 2008
- [21] **Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (Hrsg.):** Lern- und Informationsprogramm „Ergonomie im Büro“ www.vbg.de ▶ Arbeitssicherheit & Gesundheitsschutz ▶ Qualifizierungsangebote ▶ E-Learning und mehr ... ▶ Lernprogramme ▶ Ergonomie im Büro [Zugriff am 19.01.2012]
- [22] **Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (Hrsg.):** Der DGUV-Test Einkaufsführer „Geprüfte Produkte“ der VBG unter www.vbg.de ▶ Arbeitssicherheit & Gesundheitsschutz ▶ Präventionsleistungen ▶ GS-geprüfte Arbeitsmittel ▶ DGUV-Test Einkaufsführer „Geprüfte Produkte“ [Zugriff am 19.01.2012]
- [23] **Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (Hrsg.):** Praxishilfen für die Büroarbeit der VBG unter www.vbg.de ▶ Arbeitssicherheit & Gesundheit ▶ Büroarbeit ▶ Büroarbeit – sicher und gesund ▶ Themenseite Büro [Zugriff am 19.01.2012]
- [24] **Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (Hrsg.):** INFO-MAP Software nutzerfreundlich einstellen und gestalten unter www.vbg.de ▶ Downloads & Medien ▶ Suche nach „Software nutzerfreundlich einstellen“ [Zugriff am 19.01.2012]

8.6.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

Prüffragen Hardware

- Werden körperliche Überlastungen bei der Handhabung von mechanischen Stellteilen vermieden?
- Ist eine ausreichende Rückmeldung nach der Betätigung von Stellteilen gewährleistet?
- Entspricht die Griffigkeit von Stellteilen den Anforderungen der Tätigkeit?
- Ist die Sinnfälligkeit zwischen der Bewegung von Stellteilen und der ausgelösten Wirkung gegeben?
- Entspricht die Anordnung der Stellteile den Handhabungsanforderungen?
- Ist die Sinnfälligkeit zwischen Stellteilen und Anzeigen gegeben?
- Sind die zu verstellenden Größen sowie die jeweilige Einstellung eindeutig erkennbar und verständlich?
- Wird die unbeabsichtigte Betätigung von Stellteilen vermieden?
- Sicherheitseinrichtungen an Stellteilen können nicht manipuliert werden?
- Persönliche Schutzausrüstung oder individuelle Leistungsmerkmale beeinträchtigen nicht die Wahrnehmung von Informationen oder die Betätigung von Stellteilen?
- Werden kritische Situationen durch Gefahrensignale rechtzeitig angezeigt und ist deren Wahrnehmung durch das 2-Kanal-Prinzip gesichert?
- Können aus Prozessmerkmalen (z. B. Gerüche, Vibrationen) Rückschlüsse auf sicherheitskritische Situationen geschlossen werden und ist den Beschäftigten deren Bedeutung bekannt?
- Sind akustische Informationen ausreichend hörbar?
- Ist die Sprachverständigung gesichert?
- Sind optische Informationen ausreichend sichtbar, z. B. wechseln digitale Anzeigen so langsam, dass diese lesbar sind?
- Sind Informationen verständlich und eindeutig voneinander unterscheidbar, z. B. unverwechselbare Bezeichnung?
- Ist die Sinnfälligkeit zwischen der Gestaltung von Anzeigen und den erwarteten Informationen gegeben?

Prüffragen Software

Allgemeine Gestaltung

- Sind die dargestellten Elemente scharf und klar zu identifizieren?
- Sind die Elemente und Informationen z. B. auch unter anderen Auflösungen gut wahrnehmbar?
- Wird die Positivdarstellung verwendet?
- Unterstützt die Software das mentale Modell der Aufgabenerledigung durch die Nutzenden?

Zugänglichkeit

- Verschiedene Ein- und Ausgabegeräte können mit der Software verwendet werden?
- Die Software ist auch mit individuellen Leistungseinschränkungen (z. B. Farbblindheit) effizient, effektiv, zufriedenstellend nutzbar?
- Ist die Wahrnehmbarkeit von Informationen individuell möglich, wird z. B. im 2-Kanal-Prinzip präsentiert?
- Die Informationsdichte kann individuell angepasst werden?

Gestaltung grafischer Benutzeroberflächen

- Entspricht die Zeichengröße min. 16 Bogenminuten?

- Werden Kodierungen (Farben, Größe etc.) sparsam benutzt?
- Ist die Verwendung von Kodierungen und Strukturen einheitlich?

Gestaltung von Masken

- Sind Eingabemasken gut erkenntlich?
- Wird die Eingabe in Masken durch Eingabebeispiele unterstützt?
- Wird die Übersichtlichkeit und Wahrnehmbarkeit durch die Gestaltungsgrundsätze unterstützt?

Gestaltung von Icons

- Ein Icon repräsentiert nur eine Funktion?
- Ist Aktivierungszustand oder die Anwahl von Icons für alle Nutzenden deutlich erkennbar?

Gestaltung von Texten

- Sind Texte unter normalen Arbeitsbedingungen lesbar?
- Besteht zwischen den Wörtern ein Abstand von einem Leerzeichen?
- Werden Schriftarten mit unverwechselbaren Zeichen verwendet?

Gestaltung von Dialogen

- Aufgabenangemessenheit – z. B. Die Software und deren Darstellung enthält alle für ihren Einsatz benötigten Funktionen und Informationen?
- Selbstbeschreibungsfähigkeit – z. B. Rückmeldungen, Sicherheitsabfragen, Warnungen oder Fehlermeldungen sind in der Software und deren Darstellung eindeutig unterscheidbar?
- Erwartungskonformität – z. B. Die Software unterstützt die Aufgabenerledigung durch einheitliche Darstellungen?
- Lernförderlichkeit – z. B. Programmbefehle oder -abläufe sind leicht zu merken?
- Steuerbarkeit – z. B. Laufende Vorgänge können angehalten oder abgebrochen werden?
- Fehlertoleranz – z. B. Die Software warnt vor dem Auslösen potenziell gefährlicher Aktionen? oder Zur Behebung von Fehlersituationen gibt die Software Hinweise?
- Individualisierbarkeit – z. B. Die Eingabeeigenschaften (z. B. Geschwindigkeit) von Eingabegeräten (z. B. Maus, Tastatur) können durch Nutzende eingestellt werden?

- Stellteilhandhabung erfordert zu hohe körperliche Belastung
- Rückmeldung nach Betätigung der Stellteile ist unzureichend
- Stellteile sind nicht griffig
- Bewegung der Stellteile ist nicht sinnfällige
- Anordnung der Stellteile und Anzeigen ist ungünstig
- Stellgrößen sind schwer zu erkennen/unverständlich
- unbeabsichtigte Betätigung der Stellteile ist möglich

festgestellte
Gefährdungen/Mängel
der Hardware

- Informationsaufnahme, -verarbeitung und -umsetzung durch ungeeignete Software erschwert
- Signale für die Anzeige sicherheitskritischer Situationen fehlen/haben Funktionsstörungen
- akustische Informationen sind zu leise oder undeutlich (z. B. Gefahrensignale, Sprachverständigung)
- optische Informationen sind schlecht zu erkennen (z. B. Gefahrensignale, Anzeigen, Schriften, Symbole, Farben)

festgestellte
Gefährdungen/Mängel
der Software

- Signale werden durch ungünstige Arbeitsumgebungsbedingungen verdeckt (z. B. persönliche Schutzausrüstung, Signalton durch Störlärm; Signallampen durch Dämpfe)
- Informationen sind schlecht voneinander zu unterscheiden
- Zeichen/Symbole/Piktogramme sind unverständlich
- Anzeigen sind nicht sinnfällig
- Bedeutungen sicherheitskritischer Prozessmerkmale sind unzureichend bekannt (z. B. Gerüche, Beschleunigungen, Laufgeräusche von Motoren)

Maßnahmen

- ergonomische Software und Hardware beschaffen
- Hardware richtig aufstellen und verwenden
- akustische Signale verstärken und Störgeräusche reduzieren ...
- optische Gefahrensignale besser sichtbar machen ... (z. B. Leuchtdichte erhöhen; störende Umgebungsfaktoren [Dämpfe, Rauche, Nebel, Blendung, Abschattung] vermeiden; Gefahrensignale nahe der Gefahrenquelle anordnen; Gefahrensignale im Gesichtsfeld anordnen)
- Anzeigen im Gesichtsfeld anordnen; nach Wichtigkeit, Benutzungshäufigkeit und Ablesefolge gruppieren ...
- Lesbarkeit der Schrift/Symbole/Piktogramme verbessern ...
- Beschäftigte unterweisen über sicherheitstechnische Prozessmerkmale, erforderliche Handlungsweisen, Signale, Umgang mit Software und Hardware...
- Stellteile entsprechend den Handhabungsanforderungen anordnen ...
- unbeabsichtigte Betätigung von Stellteilen verhindern ...
- Griffbarkeit von Stellteilen verbessern ...
- körperliche Belastungen bei der Handhabung von Stellteilen reduzieren



9

Physische Belastung/Arbeitsschwere

9 Physische Belastung/Arbeitsschwere

Physische Belastungen sind ein Teil des menschlichen Daseins und zum Erhalt der Gesundheit zwingend erforderlich. Ziel der Gestaltung der physischen Arbeit ist deshalb die Schaffung eines optimalen Verhältnisses zwischen Arbeitsbelastung und individueller Belastbarkeit. Lang dauernde Überforderungen, Unterforderungen und einseitige Belastungen sind zu vermeiden.

Vermeidung von Über- und Unterforderung

Muskel-Skelett-Beschwerden liegen in den Statistiken der Krankheiten und Frührenten weit vorn und verursachen hohe volkswirtschaftliche Verluste.

Das Arbeitsschutzgesetz fordert eine Gefährdungsabschätzung. Die Ergebnisse sind die Grundlage für betriebliches Handeln. Bei erkannten Gefahren sind Präventionsmaßnahmen erforderlich. Das können technologische, ergonomische oder organisatorische Umgestaltungen und spezielle arbeitsmedizinische Vorsorge sein. Um wirksame und effiziente Maßnahmen zu begründen, sind sichere Gefährdungsanalysen die Grundvoraussetzung. Das erfordert die Beschreibung der Belastungsform, der Zeitdauer, Häufigkeit und Abfolge sowie die Bewertung des möglichen Gefahrenpotenzials.

Präventionsansätze

Entsprechend BGI/GUV-I 504-46 und BGI 7011 werden folgende Formen aktiver physischer Arbeitsbelastung unterschieden:

Formen der Arbeitsbelastung

- Manuelle Lastenhandhabung
 - Heben, Halten, Tragen
 - Ziehen, Schieben
- Arbeit in erzwungenen Körperhaltungen
 - Sitzen
 - Stehen
 - Rumpfbeuge
 - Hocken, Knien, Liegen
 - Arme über Schulterniveau
- Arbeit mit erhöhter Kraftanstrengung und/oder Krafteinwirkung
 - Tätigkeiten in schwer zugänglichen Arbeitsstellen (Steigen, Klettern)
 - Einsatz des Hand-/Arm-Systems als Werkzeug (Klopfen, Hämmern, Drehen, Drücken)
 - Kraft-/Druckeinwirkung bei der Bedienung von Arbeitsmitteln
- Repetitive Tätigkeiten mit hohen Handhabungsfrequenzen

Im Folgenden werden davon folgende sechs Formen der aktiven physischen Arbeitsbelastung im Einzelnen behandelt:

- Heben, Halten, Tragen (Lastgewichte > 3 kg), Transport von Lasten
- Ziehen, Schieben (Aktionskräfte > 30 N), Transport von Lasten
- Manuelle Arbeit (mit geringen Körperkräften)
- Zwangshaltungen (erzwungene Körperhaltungen)
- Steigen, Klettern
- Arbeiten mit erhöhten Kraftanstrengungen und/oder Krafteinwirkungen

Beanspruchungsreaktionen

Jede Belastungsform führt zu speziellen Beanspruchungsreaktionen des menschlichen Körpers. Bei Überbeanspruchung durch hohe Intensität oder unzureichende Erholung besteht die Gefahr einer Schädigung. Eine Vorhersage des Ausmaßes der erwartbaren Schädigung ist nur pauschal möglich, da neben arbeitsbedingten Belastungen auch außerberufliche Belastungen und individuelle Faktoren wirken.

Fehlbeanspruchungen

Die Grenze der physischen Belastbarkeit ist individuell stark unterschiedlich und hängt von mehreren Einflussfaktoren wie Konstitution, Gesundheit, Alter, Geschlecht, Trainiertheit und Arbeitstechnik ab. Negative Folgen von physischen Fehlbeanspruchungen sind akute Ermüdungserscheinungen und längerfristig chronische degenerative Veränderungen und Beschwerden an den Gelenken, Muskeln, Sehnen und peripheren Nerven.

Hinzu kommen zahlreiche Verletzungen durch Unfälle. Diese passieren am häufigsten bei Lastenhandhabungen. Typische Beispiele sind plötzlicher Kontrollverlust über die Last, stolpern oder stürzen, angefahren werden. Folgen sind Verstauchungen, Zerrungen, Verhebungen, Blockieren von Wirbelgelenken oder Knochenbrüche.

Für die Belastung des Herz-Kreislauf-Systems als auch für die Belastung des Muskel-Skelett-Systems gibt es keine rechtsverbindlichen Grenzwerte, jedoch gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse.

9.1 Heben, Halten, Tragen

Autoren:

Dipl.-Ing. U. Steinberg

Dr. sc. med. G. Caffier

Dr. med. F. Liebers

Dipl.-Ing. E. Tschöcke

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Felix Brandstädt

BAuA

Bearbeitungsstand: Dezember 2015

Heben, Halten, Tragen sind Formen der „Manuellen Lastenhandhabung“ im Sinne der Lastenhandhabungsverordnung (LasthandhabV) und dieses Ratgebers.

9.1.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen

Heben, Halten, Tragen (HHT) kommen in der Arbeitswelt sehr häufig vor. Manchmal sind es nur Teile einer Tätigkeit, bei der ein Gegenstand zur Bearbeitung herangeholt bzw. abgelegt wird. Manchmal sind sie jedoch auch ausschließlicher Arbeitsinhalt. Dabei geht es dann meist um den Transport der Last. Typische Beispiele sind Auspacken/Beladen von Containern, Ablegen auf Transportbänder, Heranholen von Material, Befüllen von Maschinen, Tragen von Möbeln oder Transport von gehunfähigen Personen.

[Heben, Halten, Tragen](#)

Beim HHT wirken im Wesentlichen vertikale Kräfte zum Schwerkraftausgleich: das Lastgewicht. Die erforderlichen Aktionskräfte werden beim HHT durch das Lastgewicht bestimmt. Beschleunigungskräfte beim schnellen Anheben beeinflussen die Aktionskräfte in vernachlässigbarem Umfang. Übersteigt das Lastgewicht die Körperkräfte, kann die Last nicht bewegt oder gehalten werden. Die denkbare Obergrenze des Lastgewichtes liegt bei günstigen Bedingungen und körpernahe Heben bei 50 kg. Unter Berücksichtigung der individuell unterschiedlichen Leistungsfähigkeit und den mit der Last auszuführenden Bewegungen liegen die ungefährlichen Lastgewichte erheblich darunter und sind immer tätigkeitsbezogen zu ermitteln.

[Wirkungen des Lastgewichts](#)

Hohe Intensität und Dauer/Häufigkeit von Aktions- und Haltungskräften sowie ungünstige Körperhaltungen sind eine Gefahr für das Muskel-Skelett-System. Es können gesundheitliche Folgeerscheinungen auftreten:

[Muskel-Skelett-Beschwerden](#)

- akute schmerzhafte Schädigungen durch kurzzeitige mechanische Fehlbelastung mit deutlicher Funktionseinschränkung (z. B. Muskelzerrung beim Heben, Knochenbruch durch Sturz beim Tragen einer Last auf unebenem Boden, Blockierung eines Wirbelgelenkes beim Lastenanheben)
- chronische Schäden durch fortgesetzte mechanische Fehlbelastungen mit stetig zunehmenden Dauerbeschwerden (Bandscheibenverschleiß, Bänderdehnung, Sehnenscheidenentzündung, Muskelverspannung)

9.1.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

Gefährdungen beurteilen

Für die manuelle Handhabung von Lasten, die aufgrund ihrer Merkmale oder ungünstiger ergonomischer Bedingungen für die Beschäftigten eine Gefährdung für Sicherheit und Gesundheit, insbesondere der Lendenwirbelsäule, mit sich bringt, gilt die Lastenhandhabungsverordnung (LasthandhabV). Nach § 2 LasthandhabV ist der Arbeitgeber unter anderem verpflichtet, die Arbeitsbedingungen hinsichtlich ihrer möglichen gesundheitsschädigenden Wirkungen zu beurteilen.

Zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen gemäß LasthandhabV wird von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin und vom Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik die **Leitmerkmalmethode Heben, Halten, Tragen** empfohlen (Anlagen 1 und 2).

Grenzwerte und Belastungsfaktoren

Es gibt keine rechtsverbindlichen Grenzwerte für empfohlene Lastgewichte für alle Beschäftigten. Da die Beanspruchung des Muskel-Skelett-Systems von Zeitdauer/Häufigkeit, Körperhaltungen, Ausführungsbedingungen und Lastgewicht abhängt, sind diese Faktoren in ihrer Kombination zu beachten. Lasten größer als 40 kg für Männer und 25 kg für Frauen sind jedoch grundsätzlich als Risiko einzustufen.

Grenzwerte für besondere Personengruppen

Für besondere Personengruppen gelten folgende Regelungen:

- Für werdende Mütter sind Höchstgewichte im § 4 Abs. 2 Mutterschutzgesetz (MuSchG) festgelegt. Die Lastgewichte dürfen bei seltenem Heben und Tragen 10 kg und beim wiederholten Heben und Tragen 5 kg nicht überschreiten.
- Jugendliche dürfen nach § 22 Abs. 1 Jugendarbeitsschutzgesetz nicht mit Arbeiten beschäftigt werden, die ihre physische oder psychische Leistungsfähigkeit übersteigen.

9.1.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

Vermeidung manueller Lastenhandhabung

Maßnahmen sind primär auf eine Vermeidung manueller Lastenhandhabungen mit Gefährdungen der Gesundheit der Beschäftigten zu richten (§ 2 Abs. 1 LasthandhabV).

Wo dies nicht möglich ist, sind auf der Basis einer Beurteilung der Arbeitsbedingungen nach § 5 ArbSchG durch den Arbeitgeber geeignete Maßnahmen zu treffen, um eine Gefährdung der Gesundheit der Beschäftigten möglichst gering zu halten (§ 2 Abs. 2 LasthandhabV).

Gestaltung von Arbeitsplätzen und Arbeitsorganisation

Dabei sind technische und organisatorische Maßnahmen möglich:

- Vermeidung von sich ständig wiederholenden gleichartigen Lastenhandhabungen
- Automatisierung, Mechanisierung oder Tätigkeitswechsel und Vermeidung von Mechanisierungslücken
- Vermeidung von Lastgewichten, die die Belastbarkeit überfordern
- Gewichtsreduzierung
- Einsatz von Hebehilfen und Transportvorrichtungen
- Vermeidung von unnötigen Lastenhandhabungen
- optimale Logistik, wenig Zwischenlager
- günstige Körperhaltungen und effektive Bewegungen
- ergonomisch günstige Lastaufnahme- bzw. Absetzhöhe zwischen 70 cm und 110 cm, z. B. Hubtische, versenkbare Arbeitsbühnen
- körpernahe Lastenhandhabung
- genügend Fuß- und Beinraum

- sichere Arbeitsbedingungen
 - ausreichender Bewegungsraum
 - ebener, rutschfester und stabiler Boden, keine Schwellen, Absätze, Treppen bzw. Rampen
 - geeignete Arbeitsschuhe, Handschuhe
 - gute Sichtverhältnisse, extreme Temperaturen und Feuchtigkeit vermeiden
- sichere Lastaufnahme
 - wenn möglich: keine unhandlichen oder sperrigen Lasten, sonst: ergonomische Griffgestaltung, Lastanschlagpunkte vorsehen, Tragegurte
 - Vermeidung gefährlicher Lasteigenschaften, wie z. B. scharfe Kanten, undichte Flüssigkeitsbehälter
 - wenn erforderlich: Kennzeichnung höherer Lastgewichte, die nicht verringert werden können, Angabe des Gewichtes, Angabe des Schwerpunktes
- angemessenes Arbeitspensum
 - Verringerung des Arbeitstempos, Wechsel zwischen be- und entlastenden Tätigkeiten, ausreichende Erholzeiten

Folgende personenbezogene Maßnahmen sind zu empfehlen:

personenbezogene
Maßnahmen

- **Unterweisung** der Beschäftigten mit Erläuterungen, die eigens auf die besonderen Gefährdungen durch manuelle Lastenhandhabung ausgerichtet sind:
 - vor Aufnahme der Tätigkeit der Beschäftigten,
 - bei der Einstellung der Beschäftigten,
 - bei Veränderungen im Aufgabenbereich,
 - bei der Einführung neuer Arbeitsmittel oder einer neuen Technologie,
 - wenn besonders schutzbedürftige Beschäftigtengruppen derartige Tätigkeiten ausführen müssen (Berufseinsteiger, Jugendliche und junge Erwachsene, ältere Beschäftigte, Beschäftigte mit besonderer Konstitution oder Disposition).

Die Unterweisung muss an die Gefährdungsentwicklung angepasst sein und erforderlichenfalls regelmäßig wiederholt werden.

- **tätigkeitsbezogenes Training** der Beschäftigten
 - Verringern der Lastgewichte
 - korrekte Nutzung von Hilfsmitteln
 - richtige Körperhaltung
 - richtiges Verhalten bei der Lastenhandhabung
 - vernünftige Arbeitseinteilung
 - Ausgleichsübungen
- **individuelle Beratung** der Beschäftigten im Rahmen der arbeitsmedizinischen Vorsorge. Rechtsgrundlage nach ArbMedVV (Anhang Teil 3 (2) 4a) und nach § 11 ArbSchG:
 - Wunschvorsorge: auf Wunsch des Beschäftigten bei nachgewiesener Gefährdungslage (ab 10 Punkten Gesamtpunktschwere bzw. Risikobereich 2 nach LMM Heben, Halten und Tragen von Lasten),
 - Angebotsvorsorge: bei Tätigkeiten mit wesentlich erhöhter körperlicher Belastung durch das Heben, Halten, Tragen von Lasten (ab 25 Punkten Gesamtpunktschwere bzw. Risikobereich 3 nach LMM Heben, Halten und Tragen von Lasten).

9.1.4 Vorschriften, Regelwerk, Literatur

Gesetze, Verordnungen

ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
ArbMedVV	Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge
MuSchG	Mutterschutzgesetz
JArbSchG	Jugendarbeitsschutzgesetz
LasthandhabV	Lastenhandhabungsverordnung
BKV	Berufskrankheiten-Verordnung

Weitere Regeln der Technik und der Arbeitsmedizin

AMR 13.2	Tätigkeiten mit wesentlich erhöhten körperlichen Belastungen mit Gesundheitsgefährdungen für das Muskel-Skelett-System – Bek. d. BMAS v. 17.11.2014 – IIIb1-36628-15/9
DGUV Information 240-460 (bisher BGI/GUV-I 504-46)	Handlungsanleitung für die arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 46 „Belastungen des Muskel- und Skelettsystems einschließlich Vibrationen“
DGUV Information 208-033 (bisher BGI 7011)	Gesunder Rücken – Gesunde Gelenke – noch Fragen?

Literatur

- [1] **Jürgens, W.-W.; Mohr, D.; Pangert, R.; Pernack, E.-F.; Schultz, K.; Steinberg, U.:** Handlungsanleitung zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen beim Heben und Tragen von Lasten. 4., überarb. Aufl. Potsdam: LASI 2001 (LASI-Veröffentlichungen, LV 9)
- [2] **Steinberg, U.; Windberg, H.-J.:** Heben und Tragen ohne Schaden. 3., unveränd. Aufl. Dortmund: BAuA 2007. (BAuA-Quartbroschüre)
- [3] **Bongwald, O.; Luttmann, A.; Laurig, W.:** Leitfaden für die Beurteilung von Hebe- und Tragetätigkeiten. Sankt Augustin: HVBG 1995
- [4] **Rüschenschmidt, H.; Reidt, U.; Rentel, A.:** Ergonomie im Arbeitsschutz. Menschengerechte Gestaltung der Arbeit. Bochum: Technik & Information 2004
- [5] **Schmidtke, H.:** Ergonomie. München: Hanser 1993
- [6] **Luczak, H.:** Arbeitswissenschaft. Berlin: Springer 1998
- [7] **G46 – Belastungen des Muskel-Skelett-Systems einschließlich Vibration.** In: DGUV (Hrsg.): Berufsgenossenschaftliche Grundsätze für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen (Arbeitsmedizinische Vorsorge). 6. Auflage, Stuttgart: Gentner Verlag, 2014, S. 869ff. und S. 959ff.
- [8] **Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V.:** Leitlinie „Körperlicher Belastungen des Rückens durch Lastenhandhabung und Zwangshaltungen im Arbeitsprozess“ (AWMF-Leitlinien-Register Nr. 002/029)

Internetangebote/Links

- **Der Rückenkompass**, www.rueckenkompass.de [Zugriff am 15.12.2015]
- **GDA-Arbeitsprogramm MSE „GDA-bewegt“**,
www.gdabewegt.de/GDA_MSE/DE/Home/home_node.html [Zugriff am 15.12.2015]
- **Präventionskampagne „Denk an mich. Dein Rücken“**,
www.deinruecken.de/dein_ruecken_kampagne/index.jsp [Zugriff am 15.12.2015]
- **Hilfsmittel zur Gefährdungsbeurteilung**. BAuA. www.baua.de/gefaehrdungsbeurteilung
[Zugriff am 15.12.2015]
- **Physische Belastung**. Manuelle Lastenhandhabung – Praxisgerechtes Methodeninventar zur Beurteilung und Gestaltung der Arbeitsbedingungen. BAuA. www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Ausschuesse/AfAMed/AMR/AMR-13-2.html [Zugriff am 15.12.2015]

9.1.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

- Kommen Heben, Halten, Tragen häufig und regelmäßig bei der Arbeit vor?
- Ist die Intensität hoch?
- Wird die Arbeit von den Beschäftigten als beanspruchend empfunden?
- Sind besonders geschützte Beschäftigte oder solche mit verringerter Belastbarkeit eingesetzt?

Prüffragen

Wenn eine oder mehrere Fragen mit „ja“ beantwortet werden, dann ist eine Beurteilung der Arbeitsbedingungen anhand der Leitmerkmalmethode vorzunehmen und ggf. Grenzwerte nach Abschnitt 9.1.2 zu prüfen.

9.2 Ziehen, Schieben

Autoren:

Dipl.-Ing. U. Steinberg

Dr. sc. med. G. Caffier

Dr. med. F. Liebers

Dipl.-Ing. E. Tschöcke

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Felix Brandstädt

BAuA

Bearbeitungsstand: Dezember 2015

Ziehen, Schieben sind Formen der „Manuellen Lastenhandhabung“ im Sinne der Lastenhandhabungsverordnung (LasthandhabV) und dieses Ratgebers.

9.2.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen

Ziehen, Schieben

Beim Ziehen, Schieben (ZS) wirken überwiegend horizontale Kräfte zum Beschleunigen, Lenken und Abbremsen von Transportmitteln. Bei guten Bedingungen können auf Transportmitteln Lasten bis 2.000 kg bewegt werden. Zu bedenken ist dabei allerdings, dass beim schnellen Abbremsen, bei abrupten Richtungsänderungen oder auf Neigungen hohe Aktionskräfte entstehen, die die Maximalkraft des Beschäftigten weit übersteigen können. Die entscheidende Kenngröße ist deshalb nicht das Lastgewicht, sondern die erwartbare Horizontalkraft. Diese ist immer tätigkeitsbezogen zu ermitteln.

Wirkungen auf das Muskel-Skelett-System

Hohe Intensität und Dauer/Häufigkeit von Aktions- und Haltungskräften sowie ungünstige Körperhaltungen sind eine Gefahr für das Muskel-Skelett-System. Es können gesundheitliche Folgeerscheinungen auftreten:

- akute schmerzhafte Schädigungen durch kurzzeitige mechanische Fehlbelastung mit deutlicher Funktionseinschränkung (z. B. Muskelzerrung bei hohem Kraftaufwand, Knochenbruch durch Anstoßen als Folge unkontrollierter Bewegung des Flurförderzeugs)
- chronische Schäden durch fortgesetzte mechanische Fehlbelastungen mit stetig zunehmenden Dauerbeschwerden (Bandscheibenverschleiß, Muskelverspannung)

9.2.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

Gefährdungen beurteilen

Für die manuelle Handhabung von Lasten, die aufgrund ihrer Merkmale oder ungünstiger ergonomischer Bedingungen für die Beschäftigten eine Gefährdung für Sicherheit und Gesundheit, insbesondere der Lendenwirbelsäule, mit sich bringt, gilt die Lastenhandhabungsverordnung (LasthandhabV). Nach § 2 LasthandhabV ist der Arbeitgeber unter anderem verpflichtet, die Arbeitsbedingungen hinsichtlich ihrer möglichen gesundheitsschädigenden Wirkungen zu beurteilen.

Zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen gemäß LasthandhabV wird von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin und vom Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik die **Leitmerkalmethode Ziehen, Schieben** empfohlen (Anlage 1 und 3).

Es gibt keine rechtsverbindlichen Grenzwerte für empfohlene Zug-/Druckkräfte. Da die Beanspruchung des Muskel-Skelett-Systems von Zeitdauer/Häufigkeit, Körperhaltungen, Lastgewicht, Bewegungsgeschwindigkeit und Ausführungsbedingungen abhängt, sind diese Faktoren in ihrer Kombination zu beachten.

Grenzwerte und Belastungsfaktoren

9.2.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

Maßnahmen sind primär auf eine Vermeidung manueller Lastenhandhabungen mit Gefährdungen der Gesundheit der Beschäftigten zu richten (§ 2 Abs. 1 LasthandhabV).

Vermeidung manueller Lastenhandhabung

Wo dies nicht möglich ist, sind auf der Basis einer Beurteilung der Arbeitsbedingungen nach § 5 ArbSchG durch den Arbeitgeber geeignete Maßnahmen zu treffen, um eine Gefährdung der Gesundheit der Beschäftigten möglichst gering zu halten (§ 2 Abs. 2 LasthandhabV).

Dabei sind technische und organisatorische Maßnahmen möglich:

Gestaltung von Arbeitsplätzen und Arbeitsorganisation

- Vermeidung von sich ständig wiederholenden gleichen Transporten
- Automatisierung, Mechanisierung oder Tätigkeitswechsel und Vermeidung von Mechanisierungslücken
- Vermeidung von Transportgewichten, die die Belastbarkeit der Beschäftigten überfordern
 - Gewichtsreduzierung
 - Einsatz von Bremsen
 - Einsatz von Anfahrhilfen
 - Ersatz durch kraftbetriebene Flurförderzeuge
- Vermeidung von unnötigen Transporten
 - optimale Logistik, wenig Zwischenlager
- günstige Körperhaltungen und effektive Bewegungen
 - ergonomisch günstige Griffgestaltung
 - ergonomisch günstige/einstellbare Griffhöhe
 - genügend Fuß- und Beinraum
 - sichere Arbeitsbedingungen
 - ausreichender Bewegungsraum
 - ebener, rutschfester und stabiler Boden
 - keine Schlaglöcher und andere Hindernisse im Boden
 - keine Rampen
 - geeignete Arbeitsschuhe
 - gute Sichtverhältnisse, extreme Temperaturen und Feuchtigkeit vermeiden
 - wenn erforderlich: Angabe des Gewichtes des Transportgutes, Angabe des Schwerpunktes
- angemessenes Arbeitspensum
 - Vermeidung von zu hohem Arbeitstempo, Wechsel zwischen be- und entlastenden Tätigkeiten, ausreichende Erholzeiten

**personenbezogene
Maßnahmen**

Folgende personenbezogene Maßnahmen sind zu empfehlen:

- **Unterweisung** der Beschäftigten mit Erläuterungen, die eigens auf die besonderen Gefährdungen durch Ziehen und Schieben ausgerichtet sind:
 - vor Aufnahme der Tätigkeit der Beschäftigten,
 - bei der Einstellung der Beschäftigten,
 - bei Veränderungen im Aufgabenbereich,
 - bei der Einführung neuer Arbeitsmittel oder einer neuen Technologie,
 - wenn besonders schutzbedürftige Beschäftigtengruppen manuelle Lastenhandhabung ausführen müssen (Berufseinsteiger, Jugendliche und junge Erwachsene, ältere Beschäftigte, Beschäftigte mit besonderer Konstitution oder Disposition).

Die Unterweisung muss an die Gefährdungsentwicklung angepasst sein und erforderlichenfalls regelmäßig wiederholt werden.

- **tätigkeitsbezogenes Training** der Beschäftigten
 - Auswahl und Umgang mit geeigneten Hilfsmitteln,
 - Gestaltung günstiger Bedingungen und
 - richtiges Verhalten beim Transport,
 - Ausgleichsübungen
- **individuelle Beratung** der Beschäftigten im Rahmen der arbeitsmedizinischen Vorsorge. Rechtsgrundlage nach ArbMedVV (Anhang Teil 3 (2) 4a) und nach §11 ArbSchG:
 - Wunschvorsorge: auf Wunsch des Beschäftigten bei nachgewiesener Gefährdungslage (ab 10 Punkten Gesamtpunktschwere bzw. Risikobereich 2 nach LMM Ziehen und Schieben),
 - Angebotsvorsorge: bei Tätigkeiten mit wesentlich erhöhter körperlicher Belastung durch Ziehen oder Schieben von Lasten (ab 25 Punkten Gesamtpunktschwere bzw. Risikobereich 3 nach LMM Ziehen und Schieben).

9.2.4 Vorschriften, Regelwerk, Literatur**Gesetze, Verordnungen**

ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
ArbMedVV	Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge
MuSchG	Mutterschutzgesetz
JArbSchG	Jugendarbeitsschutzgesetz
LasthandhabV	Lastenhandhabungsverordnung
BKV	Berufskrankheiten-Verordnung

Weitere Regeln der Technik und der Arbeitsmedizin

AMR 13.2	Tätigkeiten mit wesentlich erhöhten körperlichen Belastungen mit Gesundheitsgefährdungen für das Muskel-Skelett-System – Bek. d. BMAS v. 17.11.2014 – IIIb1-36628-15/9
DGUV Information 240-460 (bisher BGI/GUV-I 504-46)	Handlungsanleitung für die arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 46 „Belastungen des Muskel- und Skelettsystems einschließlich Vibrationen“

DGUV Information 208-033 (bisher BGI 7011)	Gesunder Rücken – Gesunde Gelenke – noch Fragen?
-----------------------------------------------	--------------------------------------------------

Literatur

- [1] **Jürgens, W.-W.; Mohr, D.; Pangert, R.; Pernack, E.-F.; Schultz, K.; Steinberg, U.:** Handlungsanleitung zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen beim Ziehen und Schieben von Lasten. Potsdam: LASI 2002 (LASI-Veröffentlichungen, LV 29)
- [2] **Steinberg, U.; Caffier, G.; Liebers, F.; Behrendt, S.:** Ziehen und Schieben ohne Schaden. 3., unveränd. Aufl. Dortmund: BAuA 2007 (BAuA-Quartbroschüre)
- [3] **Bongwald, O.; Luttmann, A.; Laurig, W.:** Leitfaden für die Beurteilung von Hebe- und Tragetätigkeiten. Sankt Augustin: HVBG 1995
- [4] **Rüschenschmidt, H.; Reidt, U.; Rentel, A.:** Ergonomie im Arbeitsschutz. Menschengerechte Gestaltung der Arbeit. Bochum: Technik & Information 2004
- [5] **Schmidtke, H.:** Ergonomie. München: Hanser 1993
- [6] **Luczak, H.:** Arbeitswissenschaft. Berlin: Springer 1998
- [7] **G46 – Belastungen des Muskel-Skelett-Systems einschließlich Vibration.** In: DGUV (Hrsg.): Berufsgenossenschaftliche Grundsätze für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen (Arbeitsmedizinische Vorsorge). 6. Auflage, Stuttgart: Gentner Verlag, 2014, S. 869ff. und S. 959ff.

Internetangebote/Links

- **Der Rückenkompass**, www.rueckenkompass.de [Zugriff am 15.12.2015]
- **GDA-Arbeitsprogramm MSE „GDA-bewegt“**,
w www.gdabewegt.de/GDA_MSE/DE/Home/home_node.html [Zugriff am 15.12.2015]
- **Präventionskampagne „Denk an mich. Dein Rücken“**,
www.deinruecken.de/dein_ruecken_kampagne/index.jsp [Zugriff am 15.12.2015]
- **Hilfsmittel zur Gefährdungsbeurteilung.** BAuA. www.baua.de/gefaehrdungsbeurteilung
[Zugriff am 15.12.2015]
- **Physische Belastung.** Manuelle Lastenhandhabung – Praxisgerechtes Methodeninventar zur Beurteilung und Gestaltung der Arbeitsbedingungen. BAuA. www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Ausschuesse/AfAMed/AMR/AMR-13-2.html [Zugriff am 15.12.2015]

9.2.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

- Kommen Heben, Halten, Tragen und/oder Ziehen, Schieben häufig und regelmäßig bei der Arbeit vor?
- Ist die Intensität hoch?
- Wird die Arbeit von den Beschäftigten als beanspruchend empfunden?
- Sind besonders geschützte Beschäftigte oder solche mit verringerter Belastbarkeit eingesetzt?

Prüffragen

Wenn eine oder mehrere Fragen mit „ja“ beantwortet werden, dann ist eine Beurteilung der Arbeitsbedingungen anhand der Leitmerkmalmethode vorzunehmen und ggf. Grenzwerte nach Abschnitt 9.2.2 zu prüfen.

9.3 Manuelle Arbeit mit geringen Körperkräften

Autoren:

Dipl.-Ing. U. Steinberg

Dr. sc. med. G. Caffier

Dr. med. F. Liebers

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Felix Brandstädt

BAuA

Bearbeitungsstand: Dezember 2015

Der Begriff „Manuelle Arbeit“ umschreibt berufliche Handarbeiten, die mit geringen Kraftanstrengungen und erhöhter Häufigkeit/Dauer in gleicher Art und Weise, wie z. B. bei der Feinmontage, ständig wiederholt werden. Ein Handgriff pro Sekunde ist eine übliche Häufigkeit. Die Anzahl der Teile, die innerhalb einer Schicht bearbeitet werden, kann bis zu 10.000 Stück reichen. Es können aber auch wenige Teile mit vielen unterschiedlichen Handgriffen sein. Das mögliche Spektrum ist breit.

9.3.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen

Kennzeichen manueller Arbeit

Manuelle Arbeiten kommen sehr häufig und in vielfältiger Form vor. Mit Fingergriff, Umfassungsgriff, Kontaktgriff werden die Handlungen Drücken, Fügen, Halten, Drehen, Führen ausgeführt.

Typische Beispiele sind: Handhabung kleiner Handwerkzeuge (Fräsen, Bohren, Schleifen), Montage von Uhren, Sortieren von Kleinteilen, Verlöten von Leiterplatten, Einlegen von Teilen in Maschinen, Verpacken, Glasbläserei, Bemalen von Porzellan, Nähen, Befüllen von Konserven, Fleischzerlegung und manuelle Briefsortierung.

Typische Kennzeichen sind fest vorgegebene Arbeitsinhalte und -abläufe, Hand- und Fingeraktivitäten bei statischer Rumpfhaltung. Diese Tätigkeiten werden meist im Sitzen, seltener im Stehen ausgeführt. Fast immer bestehen auch hohe Anforderungen an die Geschicklichkeit und an das Detailsehen.

Zu diesen Tätigkeiten zählen auch Handlungen, die mit längerem Halten ohne Bewegung verbunden sind.

Wirkungen auf das Muskel-Skelett-System

Muskel-Skelett-Beschwerden im Hand-Arm-Schulter-Bereich sind in allen Industriestaaten häufig. Es gibt spezifische Erkrankungen (Gelenkarthrosen, Carpaltunnelsyndrom, Enthesopathien u. a.) und eher unspezifische Syndromkomplexe (Repetitive Strain Injury-Syndrom, Cumulative Trauma Disorders). Die ökonomischen und sozialen Auswirkungen durch derartige Erkrankungen und Beschwerden sind beträchtlich. Im englischen Sprachgebrauch wird für diese Erkrankungsgruppe der Begriff „work-related upper extremity musculoskeletal disorders“ (WRUEMSD) benutzt.

Beschwerden im Hand-Arm-Schulter-Bereich sind oftmals sehr langwierig und können zur Aufgabe der Tätigkeit führen. Frühzeichen dieser Beschwerden bestehen bei vielen Beschäftigten und werden unterschätzt.

Häufig gekoppelt sind die Beschwerden im Hand-Arm-Schulter-Bereich mit Beschwerden im Rückenbereich als Folge lang andauernder statischer Haltsarbeit. Präzise Handbewegungen setzen einen unbeweglichen Rumpf voraus. Andauernde hohe Haltskraft in Verbindung mit Bewegungsmangel überfordert die Strukturen der Wirbelsäule.

9.3.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

Nach § 5 ArbSchG ist der Arbeitgeber verpflichtet, die Arbeitsbedingungen hinsichtlich ihrer möglichen gesundheitsschädigenden Wirkungen zu beurteilen. Dazu kann die Leitmerkmalmethode Manuelle Arbeitsprozesse verwendet werden (Anlage 4).

Gefährdungen beurteilen

Es gibt keine rechtsverbindlichen Grenzwerte für empfohlene Aktionskräfte. Da die Beanspruchung des Muskel-Skelett-Systems von Zeitdauer/Häufigkeit, Körperhaltungen, Aktionskraft und Ausführungsbedingungen abhängt, sind diese Faktoren in ihrer Kombination zu beachten.

Eine Zusammenstellung von maximalen isometrischen Körperkräften enthält die DIN 33 411-5 Körperkräfte des Menschen. Spezifische Werte für Hand- und Fingerkräfte sind darin jedoch nicht enthalten. Eine kleine Hilfestellung gibt ein Auszug aus Tabelle 1 der DIN EN 1005-3

maximale isometrische Körperkräfte

Tab. 9.3–1 Beispiele für Aktionskräfte nach DIN EN 1005-3

Tätigkeit	Isometrische Maximalkraft	
Handarbeit (einhändig)	Kraftgriff	250 N
Armarbeit (sitzend, einarmig)	Aufwärts	50 N
	Abwärts	75 N
	Nach außen	55 N
	Nach innen	75 N

Grundsätzlich ist zu bedenken, dass die Aktionskräfte, die im Hand-Finger-Bereich aufgebracht werden können, vergleichsweise gering sind. Aufgrund der schnelleren Ermüdbarkeit von kleinen Muskeln gilt die Regel, dass bei anhaltender oder häufiger Kraftaufwendung der gleichen Muskelgruppe 10 % der möglichen Maximalkraft nicht überschritten werden sollten.

9.3.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

Repetitive Tätigkeiten mit hohen Handhabungsfrequenzen/manuelle Arbeitsprozesse werden fast ausschließlich an speziell gestalteten Arbeitsplätzen in Innenräumen ausgeführt. Es gibt hierzu ein vollständiges Regelwerk zum Arbeitsstättenrecht, zu den Arbeitsumweltbedingungen und ergonomische Normen zur anthropometrischen Gestaltung. Im Kap. 9.4 sind die einschlägigen Regeln zur Vermeidung von ungünstigen Körperhaltungen dargestellt. Gestaltungsempfehlungen werden auch von der MTM-Vereinigung bereitgestellt.

Beachtung des Regelwerks

Neben der anthropometrischen Gestaltung sind insbesondere die Körperkräfte der Beschäftigten und die Arbeitsorganisation zu beachten. Die prinzipiellen Möglichkeiten sind:

- montagegerechte Konstruktion und Technologie
 - leichte Zugänglichkeit der Arbeitsstellen
 - Vermeidung von hohen Fügekräften

- Vermeidung von unnötigen Bewegungen
- Vermeidung von ungünstigen Gelenkstellungen
- Verwendung geeigneter Hilfsmittel
 - ergonomische Werkzeuge
 - Halte- und Fügevorrichtungen
 - Armabstützungen
 - Sehhilfen
- gute Arbeitsumweltbedingungen
 - Anordnung der Bedienelemente, Handlungsstellen und Anzeigeelemente in günstigen Bereichen
 - Arbeitsdrehstühle
 - ausreichender Bewegungsraum ohne Hindernisse
 - gute Beleuchtungsverhältnisse, insbesondere ausreichend hohe Beleuchtungsstärke, guter Kontrast, Vermeidung von Blendung
 - Einhaltung von Optimaltemperaturen, keine Zugluft
 - sichere und zugfreie Absaugung von Stäuben, Dämpfen und Rauchen
- gute Körperschutzmittel
 - spezielle Auswahl von Handschuhen, die die Greifbarkeit nicht behindern
 - physiologisch günstige Reinraumkleidung
 - spezielle Auswahl von Schutzbrillen, insbesondere für Brillenträger
- gute Gestaltung psychischer Anforderungen
 - Vermeidung von schwerwiegenden Folgen bei Handlungsfehlern
 - Vermeidung der Überforderungen durch Dauerkonzentration
 - Vermeidung von Monotonie
 - sichere Detailerkennbarkeit
- Arbeitsorganisation
 - angemessenes Arbeitspensum
 - ausreichende Erholzeiten
 - Vermeidung von Zwangstaktungen
 - Wechsel zwischen be- und entlastenden Tätigkeiten
 - Vermeidung von Zeitdruck

Weitere Hinweise zur Gestaltung und Handhabung von Stellteilen enthält das Kapitel 8.6 „Mensch-Maschine/Rechner-Schnittstelle“.

personenbezogene Maßnahmen

Folgende personenbezogene Maßnahmen sind zu empfehlen:

- **Unterweisung** der Beschäftigten mit Erläuterungen, die eigens auf die besonderen Gefährdungen durch manuelle Arbeit ausgerichtet sind:
 - vor Aufnahme der Tätigkeit der Beschäftigten
 - bei der Einstellung der Beschäftigten

- bei Veränderungen im Aufgabenbereich
- bei der Einführung neuer Arbeitsmittel oder einer neuen Technologie
- wenn besonders schutzbedürftige Beschäftigtengruppen manuelle Arbeiten mit hoher Repetitivität, hohem Kraftaufwand und/oder in extremen Gelenkstellungen ausführen müssen (Berufseinsteiger, Jugendliche und junge Erwachsene, ältere Beschäftigte, Beschäftigte mit besonderer Konstitution oder Disposition).

Die Unterweisung muss an die Gefährdungsentwicklung angepasst sein und erforderlichenfalls regelmäßig wiederholt werden.

– **tätigkeitsbezogenes Training** der Beschäftigten

- Auswahl geeigneter Hilfsmittel
- Gestaltung günstiger Arbeitsbedingungen bei manueller Arbeit
- richtiges Verhalten
- Ausgleichsübungen

– **individuelle Beratung** der Beschäftigten im Rahmen der arbeitsmedizinischen Vorsorge. Rechtsgrundlage nach ArbMedVV (Anhang Teil 3 (2) 4b) und nach §11 ArbSchG:

- Wunschvorsorge: auf Wunsch des Beschäftigten bei nachgewiesener Gefährdungslage (ab 10 Punkten Gesamtpunktschwere bzw. Risikobereich 2 nach LMM Manuelle Arbeitsprozesse),
- Angebotsvorsorge: bei Tätigkeiten mit wesentlich erhöhter körperlicher Belastung durch manuelle Arbeitsprozesse (ab 25 Punkten Gesamtpunktschwere bzw. Risikobereich 3 nach LMM Manuelle Arbeitsprozesse).

9.3.4 Vorschriften, Regelwerk, Literatur

Gesetze, Verordnungen

ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
ArbMedVV	Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge

Weitere Regeln der Technik und der Arbeitsmedizin

DIN 33 401	Stellteile – Begriffe, Eignung, Gestaltungshinweise 1977 – 07
DIN EN 1005-5	Sicherheit von Maschinen – Menschliche körperliche Leistung – Teil 5: Risikobeurteilung für kurzzyklische Tätigkeiten bei hohen Handhabungsfrequenzen, Deutsche Fassung EN 1005-5:2007
AMR 13.2	Tätigkeiten mit wesentlich erhöhten körperlichen Belastungen mit Gesundheitsgefährdungen für das Muskel-Skelett-System – Bek. d. BMAS v. 17.11.2014 – IIIb1-36628-15/9
DGUV Information 240-460 (bisher BGI/GUV-I 504-46)	Handlungsanleitung für die arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 46 „Belastungen des Muskel- und Skelettsystems einschließlich Vibrationen“
DGUV Information 208-033 (bisher BGI 7011)	Gesunder Rücken – Gesunde Gelenke – noch Fragen?

Literatur

- [1] **Rüschenschmidt, H.; Reidt, U.; Rentel, A.:** Ergonomie im Arbeitsschutz. Menschengerechte Gestaltung der Arbeit. Bochum: Technik & Information 2004
- [2] **Strasser, H.; Lauber, M.; Koch, W.:** Produkt-ergonomische Beurteilungsmethoden für handbetätigte Arbeitsmittel. Z. Arb.wiss. 44 (16 NF)(1990), 4, 205–213
- [3] **Steinberg, U.:** Manuelle Arbeit ohne Schaden. Dortmund: BAuA 2011(BAuA-Quartbroschüre)
- [4] **BGIA-Report 2/2007** Muskel-Skelett-Erkrankungen der oberen Extremität – Entwicklung eines Systems zur Erfassung und arbeitswissenschaftlichen Bewertung von komplexen Bewegungen der oberen Extremität bei beruflichen Tätigkeiten. HVBG 2007
- [5] **G46 – Belastungen des Muskel-Skelett-Systems einschließlich Vibration.** In: DGUV (Hrsg.): Berufsgenossenschaftliche Grundsätze für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen (Arbeitsmedizinische Vorsorge). 6. Auflage, Stuttgart: Gentner Verlag, 2014, S. 869ff. und S. 959ff.
- [6] **Wakula, A.; Berg, K.; Schaub, Kh.; Bruder, R. Glitsch, U.; Ellegast, R.:** Der montagespezifische Kraftatlas. In: BGIA-Report 3/2009. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Berlin 2009

Internetangebote/Links

- **Der Rückenkompass**, www.rueckenkompass.de [Zugriff am 15.12.2015]
- **GDA-Arbeitsprogramm MSE „GDA-bewegt“**, www.gdabewegt.de/GDA_MSE/DE/Home/home_node.html [Zugriff am 15.12.2015]
- **Präventionskampagne „Denk an mich. Dein Rücken“**, www.deinruecken.de/dein_ruecken_kampagne/index.jsp [Zugriff am 15.12.2015]
- **Hilfsmittel zur Gefährdungsbeurteilung.** BAuA. www.baua.de/gefaehrdungsbeurteilung [Zugriff am 15.12.2015]

9.3.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

Prüffragen

- Werden immer gleiche manuelle Arbeiten mit hoher Bewegungsfrequenz oder längeren statischen Anteilen ausgeführt?
- Ist die Intensität hoch?
- Wird die Arbeit von den Beschäftigten als beanspruchend empfunden?

Wenn eine oder mehrere Fragen mit „ja“ beantwortet werden, dann ist eine Beurteilung der Arbeitsbedingungen anhand der Leitmerkmal-methode vorzunehmen und ggf. Grenzwerte nach Abschnitt 9.3.2 zu prüfen.

9.4 Zwangshaltung (erzwungene Körperhaltung)

Autoren:

Dr. phil. H.-J. Windberg

Dr. rer. nat. A. Windel

Dipl.-Ing. E. Tschöcke

Dr.-Ing. S. Wischniewski

Ansprechpartner:

Dr.-Ing. S. Wischniewski

BAuA

Bearbeitungsstand: Februar 2012

Arbeiten in ungünstigen Körperhaltungen und einseitige Belastungen bestimmter Muskelgruppen kommen in verschiedenen Berufen vor. Beispiele sind das Knien beim Fliesenlegen, das Hocken beim Schweißen, die Überkopfarbeit beim Decken tapezieren, das Arbeiten im Inneren von Kesseln oder Behältern, aber auch die Dateneingabe am Computer oder die manuelle Leiterplattenbestückung.

9.4.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen

Lang andauernde und/oder häufige erzwungene Körperhaltung und/oder häufig wiederkehrender Einsatz kleiner Muskelgruppen können Gesundheitsschäden verursachen.

Gefährdungsart

Mögliche Wirkungen sind:

- Überbelastung einzelner Muskelgruppen und Gelenke mit den Folgen rascher Ermüdung, Schmerzen und frühzeitigem Verschleiß, Entzündung von Sehnen, Muskeln, „Repetitive Strain Injury“ (RSI; Schädigung durch wiederholte, schnelle, kraftlose Bewegungen)
- Überbelastung des Herz-Kreislauf-Systems; Behinderung der Durchblutung der Arme oder Beine durch abgedrückte Blutgefäße mit der Folge der Blutdruckerhöhung

Wirkungen auf die Gesundheit

9.4.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

Müssen über längere Zeit erzwungene bzw. unveränderte Körperhaltungen eingenommen werden, besonders bei

- ausschließlichem Sitzarbeitsplatz ohne Wechsel der Körperhaltung,
- fehlendem Bein-/Fußraum,
- körperferner Anordnung der Arbeitsmittel und Stellteile,
- zu geringer oder zu großer Arbeitshöhe,
- eingeschränkter Bewegungsfreiheit,
- ungünstiger Kombination der Arbeitsmittel und -möbel,

ungünstige Arbeitsgestaltung und -organisation

so sollte

- der Arbeitsplatz nach den unter Abschnitt 9.4.3 gegebenen Empfehlungen umgestaltet werden,
- die Aufgabengestaltung so verändert werden, dass ein Wechsel der Körperhaltung möglich ist.

Eine Bewertung der Körperhaltung erfolgt zusammen mit der jeweiligen Aufgabe beispielsweise im Rahmen der Leitmerkmalmethoden (vgl. 9.1, 9.2 sowie 9.3).

9.4.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

Arbeitsplatzgestaltung

Um während der Arbeitstätigkeit natürliche Körperhaltungen und natürliche Bewegungsabläufe zu ermöglichen, ist eine Anpassung der Arbeitsplätze an die Körpermaße des Menschen und an die erforderlichen Arbeitsabläufe nötig. Kann die Arbeitstätigkeit sowohl im Sitzen als auch im Stehen ausgeübt werden, ist wechselnde (alternierende) Steh-Sitzarbeit ein sinnvoller Beitrag zur Prävention von Muskel- und Skeletterkrankungen: Im Stehen und im Sitzen werden dieselben Muskeln unterschiedlich stark beansprucht, sodass jeder Haltungswechsel zu einer dynamischen Beanspruchung der Muskulatur beiträgt.

Bei Steharbeit sollte vor allem auf eine angemessene Arbeitsplattenhöhe sowie die Bereitstellung einer Stehhilfe (s. u.) geachtet werden. Bei Sitzarbeitsplätzen ist auch auf die Höhe, Breite und Tiefe des Beinfreiraumes sowie geeignet gestaltete Sitzgelegenheiten zusammen mit evtl. erforderlichen Fußstützen zu achten.

Körpermaße

Körpermaße berücksichtigen

Mit der Anpassung der Arbeitsplätze an die Körpermaße des Menschen werden natürliche Körperhaltungen und damit natürliche Bewegungsabläufe gewährleistet.

- In DIN 33402-2 sind die Maße für Personen aus der Bundesrepublik Deutschland zusammengestellt. Diese Maße gelten aber für den unbedeckten Menschen, sodass für Arbeits- und Schutzkleidung Bekleidungszuschläge erforderlich sind.
- DIN EN ISO 15537 sowie DIN CEN ISO/TR 7250-2 enthalten wichtige Körpermaße der Weltbevölkerung.
- Als allgemeine Gestaltungsregel gilt: Innenmaße müssen sich an der größten, Außenmaße an der kleinsten Person orientieren.
- Bei der Gestaltung von Arbeitsplätzen, Maschinen und Werkzeugen nach ergonomischen Gesichtspunkten sollten Körpergrößenbereiche und nicht konkrete Körpermaße einer einzelnen Person verwendet werden.

Bewegungsraum

Bewegungsraum anpassen

Der Bewegungsraum ist abhängig von der auszuführenden Tätigkeit und den Körpermaßen und muss dem Menschen angepasst sein. Dadurch können gesundheitsgefährdende oder ermüdende Körperhaltungen weitgehend vermieden werden.

Richtmaße finden sich in Abbildung 9.4–1, DIN 33402-2 und -3, DIN 33406, DIN EN 1005-4 und DIN EN ISO 14738.

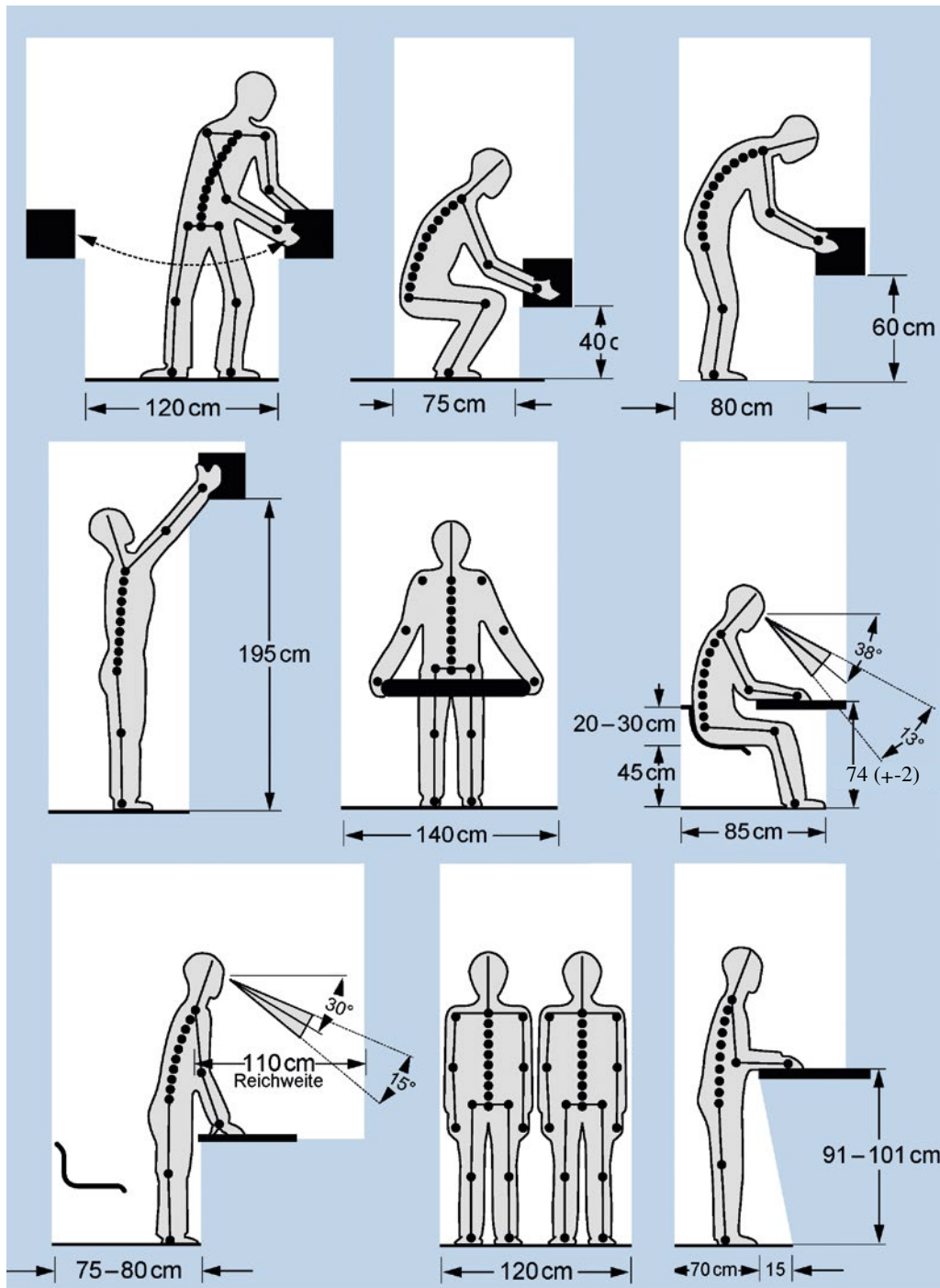


Abb. 9.4-1 Richtwerte für den Raumbedarf [BGHM Information 101, ersetzt BGI 523]

Für die Festlegung des funktionellen Bewegungsraumes am Arbeitsplatz sollten zwei Aspekte berücksichtigt werden:

- Sind am Arbeitsplatz größere Kräfte zu übertragen, so muss der verfügbare Raum so bemessen sein, dass der ganze Körper ungehindert bewegt werden kann.
- Sind am Arbeitsplatz Betriebsmittel zu benutzen, zu bedienen oder zu warten, so bestimmt sich der notwendige Bewegungsraum sowohl nach der Nutzerpopulation (Männer und/oder Frauen) als auch nach der Körperhaltung bei der Arbeit.

Mindestfreiräume

Mindestfreiräume
einhalten

Die folgenden Mindestfreiräume (nach [1]) sollten berücksichtigt werden:

Tab. 9.4–1 Mindestfreiräume

Körperhaltung	Höhe (mm)	Breite (mm)	Tiefe (mm)
stehen	1950	600	750
sitzen ¹	1950	600	800
gebückt stehen ²	1250	800	1000
hocken	1250	700	900
knien	1500	700	1100

¹ Werden am Arbeitsplatz Hochstühle verwendet, so bemisst sich der minimale Freiraum in der Höhe von der Fußstütze des Stuhles bis zur Decke bzw. Unterkante von Überkopfeinbauten.

² Nur für kurzzeitige Wartungsarbeiten zulässig.

Greifräume

Greifräume
berücksichtigen

Es werden verschiedene, an physiologischen Kriterien orientierte Greifräume unterschieden (Abbildung 9.4–2):

- physiologisch maximaler Greifraum (großer Greifraum):
 - Raum, der ohne Mitbewegen der Schulter und bei nicht völlig gestrecktem Arm erreichbar ist
 - vor allem für Arbeiten im Stehen (für Entfaltung großer Körperkräfte in weitem Arbeitsfeld) geeignet
 - hohe Beweglichkeit und Flexibilität der Hand (als Greiforgan) möglich
- kleiner (optimaler) Greifraum:
 - bei angewinkelten Oberarmen durch Länge der Unterarme bestimmt
 - besonders geeignet für zielgerichtete, feinmotorische Tätigkeiten, für geschicklichkeitsbetonte Arbeiten mit schnellen und genauen Bewegungen, für häufige Bewegungen

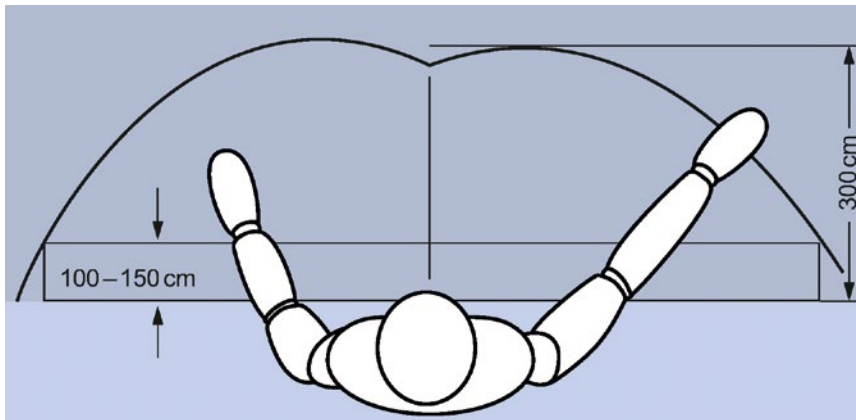


Abb. 9.4–2 Greifraum [vgl. DGUV Information 215-410, bisher BGI 650]

Stellteile, Werkzeuge und Werkstücke, Hilfsmittel u. a. Arbeitsmaterial sollten im physiologischen Greifraum, häufig und bewegungsintensiv genutzte Arbeitsmittel und Arbeitsgegenstände im kleinen Greifraum angeordnet sein.

Übermäßige (d. h. über den maximalen hinausgehende) Greifräume erhöhen das Risiko von Beschwerden im Rücken und in den Schultern.

Beinfreiraum

Maße für den Beinfreiraum lassen sich nach Abbildung 9.4–3 ableiten. Hierbei gelten die folgenden Grundsätze:

- Orientierung an der größten Person (meist ein Mann), deshalb höhenverstellbarer Tisch empfehlenswert

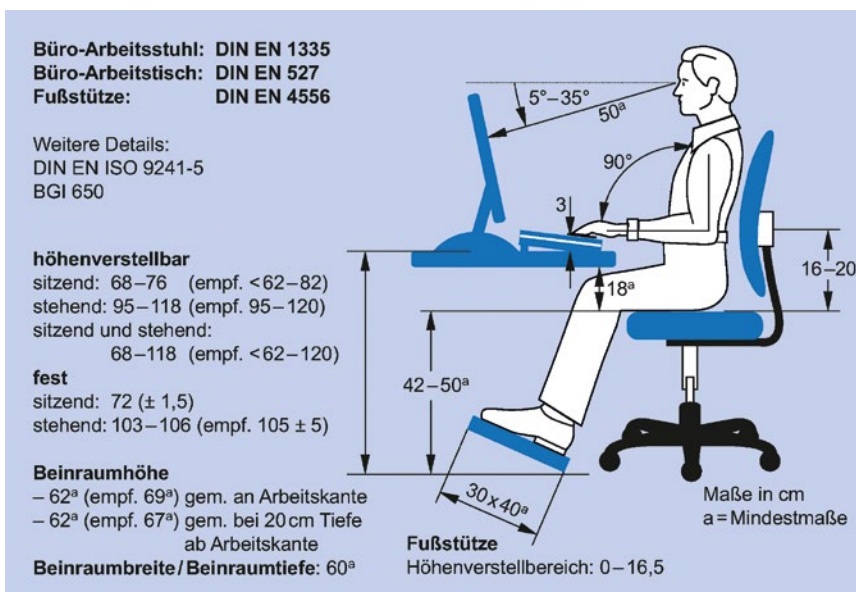


Abb. 9.4–3 Beinfreiraum [6]

- Beinraumtiefe auch z. B. an Konsolen und Steuerpulten beachten
- Beinraumbreite richtet sich nach der für die Tätigkeit erforderlichen seitlichen Beweglichkeit (mindestens 70 cm)

Sehraum

Blickfeld beachten

Hinsichtlich der Gestaltung des Sehraumes ist die Bemaßung des Blickfeldes von vorrangiger Bedeutung. Das Blickfeld umfasst den Bereich, in dem bei fester Kopfhaltung und bewegten Augen Gegenstände fixiert werden können.

- Kopf und Nacken sollten auf die Dauer nicht mehr als um 15° nach vorn geneigt sein; andernfalls ist mit Ermüdungserscheinungen zu rechnen (Abbildung 9.4–4 und 9.4–5).
- Die bevorzugte Seh-Linie liegt im Mittel zwischen 20° und 30° unter der Horizontalebene (0°).
- Um ungünstige Blickwinkel zu vermeiden, sollte der Hauptarbeitsbereich (z. B. Anzeigen, Instrumente) je nach Wichtigkeit und Häufigkeit des Ablesens nahe der Seh-Linie im optimalen oder maximalen Blickfeld angeordnet werden.

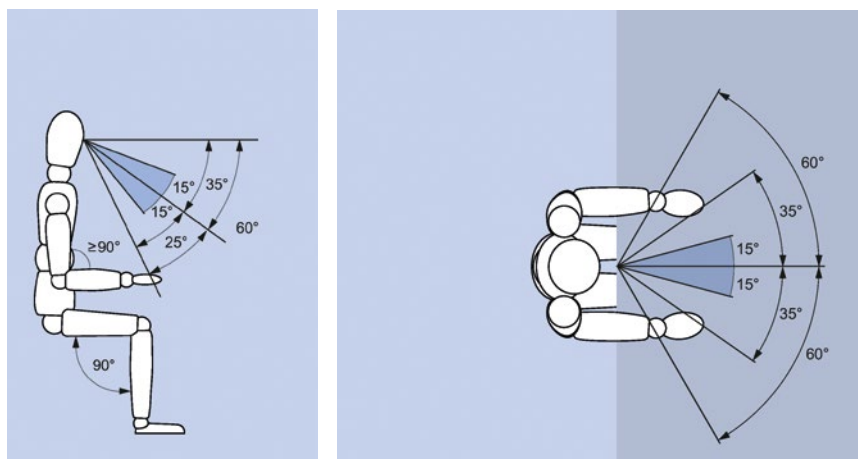


Abb. 9.4 – 4 Referenzsitzmaße [vgl. DGUV Information 215-410, bisher BGI 650]

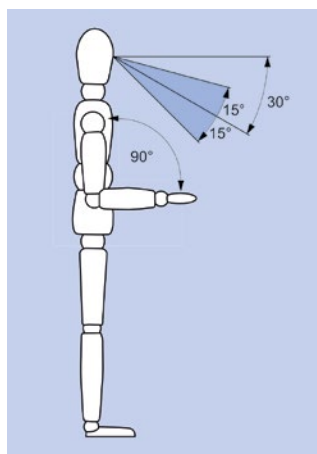


Abb. 9.4 – 5 Referenzstehmaße [vgl. DGUV Information 215-410, bisher BGI 650]

Arbeitshöhe

Als Arbeitshöhe wird die Höhe der Wirkstelle an zu bearbeitenden Teilen bezeichnet. Sie sollte auch unter Berücksichtigung der aufzuwendenden Körperkraft und der Sehaufgabe ermittelt werden.

- detaillierte Empfehlungen zur systematischen Vorgehensweise bei der Ermittlung aufgabenabhängiger Arbeitsplatz-Maße im Produktionsbereich siehe DIN 33406 und DIN EN ISO 14738

Bei stehender Arbeit sind Arbeitshöhen, die 5 bis 10 cm unter der Ellenbogenhöhe liegen, am günstigsten. Zusätzlich sollte die Art der Arbeit berücksichtigt werden [2]:

- für feine Arbeiten (z. B. Zeichnen) Abstützung der Ellenbogen erwünscht, da dadurch Rumpfmuskulatur entlastet wird
 - Arbeitshöhe ca. 5 cm–10 cm über Ellenbogenhöhe
- bei manuellen Tätigkeiten Raum für Behälter, Werkzeuge, Arbeitsgut berücksichtigen
 - Arbeitshöhe ca. 10 cm–15 cm unter Ellenbogenhöhe
- bei kraftaufwendigen Arbeiten (z. B. schwere Montagearbeiten) niedrige Arbeitshöhen günstig
 - Arbeitshöhe ca. 15 cm–40 cm unter Ellenbogenhöhe

Arbeitstische

Für Arbeitstische gelten die folgenden ergonomischen Empfehlungen [1]:

- Der Arbeitstisch muss stand- und kippsicher sein.
- Der Arbeitstisch darf keine scharfen Ecken und Kanten aufweisen.
- Die Tischoberfläche darf nicht spiegeln oder blenden (Reflexionsgrad zwischen 20 und 50 %).
- feste Arbeitsflächenhöhen (Tischhöhen) für stehende Arbeit (siehe Abbildung 9.4–6, allgemeine Richtwerte ohne Berücksichtigung individueller Körpermaße)
- Aus ergonomischer Sicht ist eine individuelle Anpassung der Arbeitshöhe wünschenswert (siehe auch Abbildung 9.4–7).
- exakte Anpassung der Höhen an verschiedene Körpergrößen bedingt Höhenverstellbarkeit der Arbeitsflächen
 - Maßnahme: leicht höhenverstellbare Tische (mindestens im Bereich zwischen 68 und 115 cm), Erhöhung der Tischbeine
- wenn Verstellbarkeit nicht möglich:
 - grundsätzlich Berücksichtigung eher der großen als der kleinen Personen, da durch Roste, Holzunterlagen usw. Anpassung für kleine Personen leichter zu erreichen ist

ergonomische
Empfehlungen
berücksichtigen

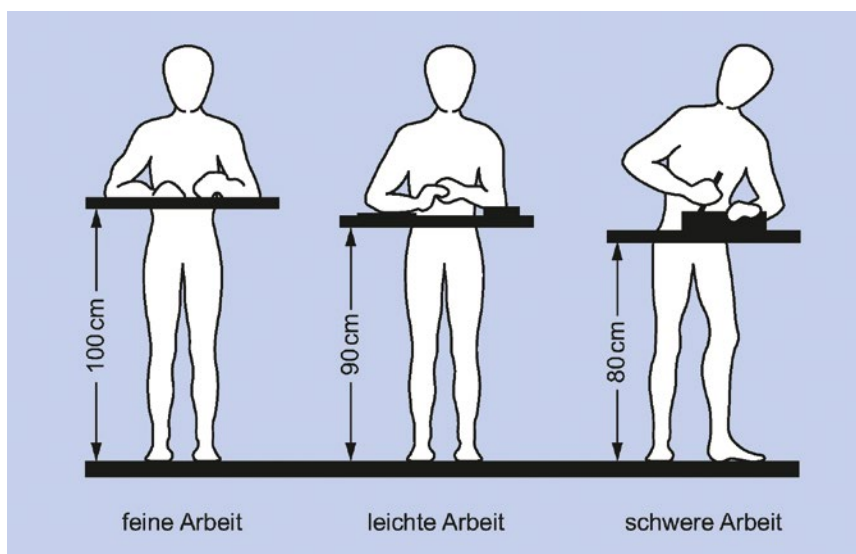


Abb. 9.4–6 Empfohlene feste Arbeitsflächenhöhen bei stehender Arbeit für beide Geschlechter (nach [2])

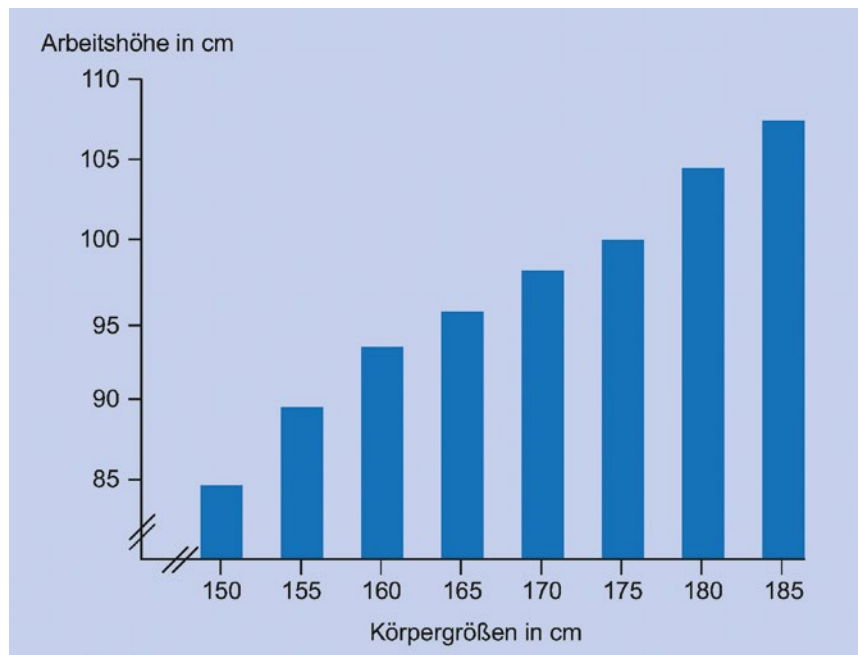


Abb. 9.4 – 7 Empfohlene Arbeitshöhen für stehende leichte Handarbeit in Abhängigkeit der Körpergrößen [2]

Bei sitzender Arbeit gelten (z. T. zusätzlich; s. o.) die folgenden ergonomischen Empfehlungen:

- Ermittlung der Maße von Arbeitstischen für sitzende Tätigkeit im Produktionsbereich siehe DIN 33406 und DIN EN ISO 14738
- Maße von Arbeitstischen für vorwiegend sitzende Tätigkeit im Bürobereich (Schreibtische, Bildschirmarbeitstische), siehe DIN EN 527-1
- Maße von Arbeitstischen für alternierende Steh-Sitzarbeit siehe DGUV Information 215-410, bisher BGI 650 sowie [6]

Armauflagen

Einsatz von Armauflagen

Armauflagen sind notwendig, wenn bei feinmotorischen Präzisionsarbeiten der Ellenbogen oder der Unterarm eine von der Arbeitsplatte unabhängige Unterstützung benötigt.

Sollte keine Notwendigkeit bestehen, können Armauflagen zur Entlastung der Schulter-Nacken- und Rückenmuskulatur, insbesondere in der hinteren Sitzhaltung, dennoch sinnvoll sein.

Für Armauflagen gelten die folgenden ergonomischen Empfehlungen [1]:

- Die lichte Distanz d zwischen den Armauflagen sollte $400 \text{ mm} < d < 500 \text{ mm}$ sein.
- Sofern keine variable Höhenverstellung vorhanden ist, sollte die Höhe h der Auflagefläche der Armauflagen zwischen dem Sitzreferenzpunkt $180 \text{ mm} < h \leq 230 \text{ mm}$ betragen.
- Die Breite der Auflagefläche darf 50 mm nicht unterschreiten.
- Armauflagen, die an neigungsverstellbare Rückenlehnen angeleitet sind, sollten in ihrer Neigung so verstellbar sein, dass sie unabhängig vom Lehnenstellwinkel in eine horizontale Position gebracht werden können.
- Armauflagen an bodenfesten Sitzen und an drehbaren Hochstühlen sollten dann hochklappbar sein, wenn andernfalls der Zugang zum und der Abgang vom Arbeitsplatz unzumutbar behindert oder die Sitzdrehung eingeschränkt wird.
- Armauflagen sollten gepolstert sein, um die Flächenpressung besonders im Ellenbogenbereich zu senken.

Fußstützen

Fußstützen können bei Einsatz fester Arbeitsflächenhöhen ein Hilfsmittel für eine physiologische Körperhaltung und zur Vermeidung hoher Flächenpressung an den Oberschenkeln im Bereich der Sitzvorderkante sein. Dies gilt besonders bei der geringen Oberschenkelhöhe kleiner Personen und bei hochgestelltem Sitz.

Einsatz von Fußstützen

Sie können aufgrund der geringen Aufstellfläche aber zu Zwangshaltungen führen. Besser als Fußstützen ist daher die Verwendung von höhenverstellbaren Arbeitstischen (optimal: leicht elektromotorisch höhenverstellbare Arbeitstische zur alternierenden Steh-Sitzarbeit).

Für Fußstützen gelten die folgenden ergonomischen Empfehlungen [1]:

- DIN 4556 gibt die Auftrittsfläche mit einer Breite von mindestens 500 mm und einer Tiefe ≥ 330 mm an. Da sich jedoch diese Auftrittsfläche als viel zu klein erwiesen hat, sollten größere Fußstützen gewählt werden.
- Der Höhenverstellbereich sollte zwischen 30 mm und mindestens 125 mm liegen.
- Unabhängig von der Höhenverstellung sollte eine Veränderung des Anstellwinkels zwischen 0° und – je nach Ausführung – ca. 10° bis 40° vorgesehen werden.
- Fußstützen sollten aus Werkstoffen geringer Wärmeleitfähigkeit gefertigt werden, um den Wärmeentzug der Füße klein zu halten.
- Fußstützen sollten rutschfest auf dem Boden aufliegen oder an dem Arbeits- bzw. Betriebsmittel befestigt sein.
- Höhen- und Neigungsverstellungen sollten in sitzender Haltung mit den Füßen vorgenommen werden können (Arbeitsplatz mit wechselnder Personalbesetzung).

Arbeitssitze

Die Art der gewählten Körperhaltung bestimmt entscheidend die Beanspruchung der arbeitstätigen Person. Die folgenden Vor- und Nachteile stehender und sitzender Tätigkeit sollten bei der Planung von Arbeitssystemen berücksichtigt werden.

Arbeit im Stehen:

Steharbeitsplatz

- Vorteile:
 - gute Ausnutzung der Bewegungsmöglichkeiten von Armen und Beinen; Ortswechsel leicht möglich
 - gut geeignet für kraftbetontes Arbeiten
 - sehr großes Blickfeld
- Nachteile:
 - hoher Energieaufwand – schnelle Ermüdung
 - geringe Oberkörperstabilität, daher für Präzisionsarbeiten wenig geeignet
 - Beinbeschwerden/Gefäßerkrankungen der unteren Extremitäten können begünstigt werden

Arbeit im Sitzen:

Sitzarbeitsplatz

- Vorteile:
 - Entlastung der Beine, z. T. auch der Arme (Armauflagen)
 - reduzierter Energieverbrauch
 - Entlastung des Kreislaufs
 - hohes Komfortempfinden

– Nachteile:

- Belastung der Wirbelsäule und der Rückenmuskulatur bei statischem Sitzverhalten
- Erschlaffung der Bauchmuskulatur
- Entwicklung des Rundrückens
- ungünstig für Verdauungs- und Atmungsorgane

Da statisches Sitzen zu einer Dauerbelastung der Wirbelsäule führen kann, wird dynamisches Sitzen, d. h. wechselnde Sitzhaltung (siehe Abbildung 9.4–8), empfohlen. Geeignete Sitzmöbel sind hierfür erforderlich.

Der häufige Wechsel der Sitzhaltung reduziert die Ermüdung der am Sitzen beteiligten Muskelgruppen (Gesäß-, Bauch-, Rücken- und Halsmuskeln).

Als generelle Empfehlung für dynamisches Sitzen gilt: Die beste Körperhaltung ist immer die nächste.

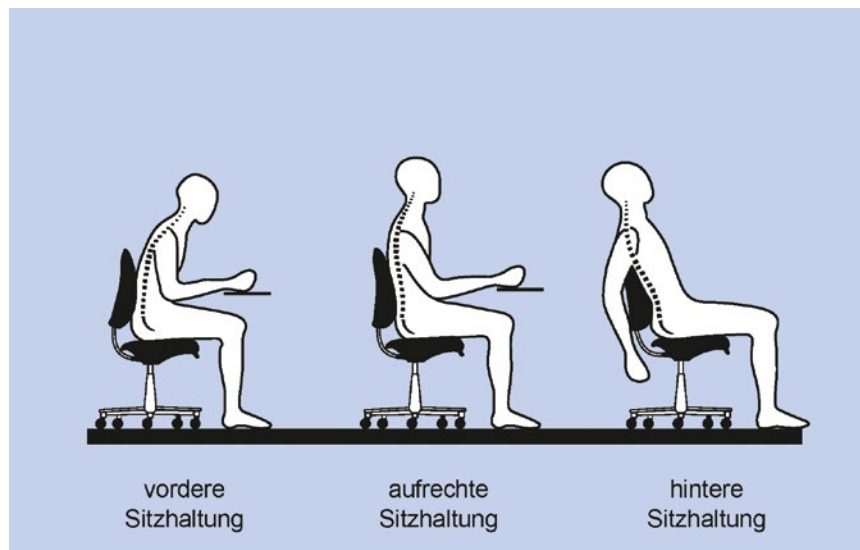


Abb. 9.4–8 Dynamisches Sitzen [vgl. DGUV Information 215-410, bisher BGI 650]

ergonomische Empfehlungen für Arbeitssitze

Für Arbeitssitze gelten die folgenden ergonomischen Empfehlungen:

- Der Sitz muss stand- und kippstabil sein.
- Der Sitz soll höhenverstellbar (mindestens im Bereich von 42 bis 50 cm) sein.
- Der Sitz soll den Nutzer beim Hinsetzen leicht abfedern, um die Stoßbelastung der Wirbelsäule zu reduzieren.
- Der Sitz darf keine scharfen Kanten aufweisen.
- Die Vorderkante sollte abgerundet sein.
- Sofern möglich, sollte der Sitz atmungsaktiv gepolstert sein.
- Die Rückenlehne muss in Höhe und Neigung verstellbar sein.
- Das Unterteil ist drehbar mit fünf Rollen oder Gleitern.
- Bei Ausstattung mit Rollen ist der Rollwiderstand an den Fußbodenbelag anzupassen. Dabei ist zu leichtes Rollen zu vermeiden.

- Abmessungen und Verstellbereiche siehe [6]; nach DIN EN 1335-1 (Bürodrehstühle) bzw. DIN 68877 (Arbeitsdrehstühle)
- Anforderungen an Arbeitssitze s. a. Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse Nr. 37 und 39 [3]; [4]

Stehhilfen

Stehhilfen sind Hilfsmittel beim Wechsel zwischen stehender und sitzender Körperhaltung. Sie ermöglichen es Personen an Steharbeitsplätzen, sich mit dem Gesäß abzustützen, wobei der Bodenkontakt der Füße beibehalten wird (Entlastung des Kreislaufes und Stützapparates).

**Empfehlungen
für Stehhilfen**

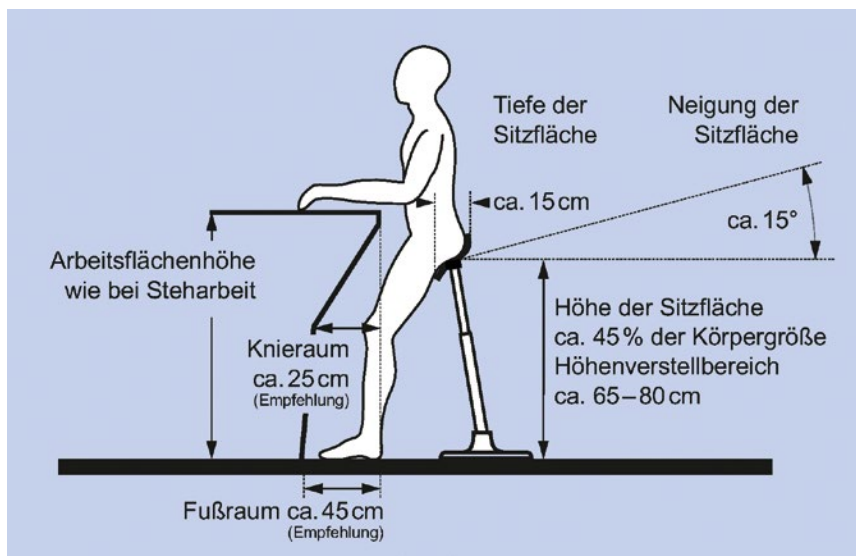


Abb. 9.4 – 9 Verwendung von Stehhilfen (nach [5])

Stehhilfen eignen sich jedoch nur bei Arbeiten, die vorwiegend von einem festen Platz aus durchgeführt werden und wenig Körperbewegung erfordern oder bei Arbeiten an wechselnden, jedoch eng zusammenliegenden Stellen.

9.4.4 Vorschriften, Regelwerk, Literatur

Gesetze, Verordnungen

ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung
BildscharbV	Bildschirmarbeitsverordnung

Weitere Regeln der Technik

DIN EN 527-1	Büromöbel – Büro-Arbeitstische: Maße
DIN EN 1335-1 Berichtigung 1	Büromöbel – Büro-Arbeitsstuhl: Maße; Bestimmung der Maße
DIN 4556	Büromöbel: Fußstützen für den Büroarbeitsplatz; Anforderungen, Maße
DIN 33402-1	Körpermaße des Menschen: Begriffe, Messverfahren
DIN 33402-2 Berichtigung 1	Ergonomie – Körpermaße des Menschen – Teil 2: Werte
DIN 33402-2	Ergonomie – Körpermaße des Menschen – Teil 2: Werte, Beiblatt 1: Anwendung von Körpermaßen in der Praxis
DIN 33402-3	Körpermaße des Menschen: Bewegungsraum bei verschiedenen Grundstellungen und Bewegungen
DIN 33406	Arbeitsplatzmaße im Produktionsbereich: Begriffe, Arbeitsplatztypen, Arbeitsplatzmaße
DIN EN ISO 15537	Grundsätze für die Auswahl und den Einsatz von Prüfpersonen zur Prüfung anthropometrischer Aspekte von Industrieerzeugnissen und deren Gestaltung
DIN 68877	Arbeitsdrehstuhl: Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung
DIN EN 1005-4/A1	Sicherheit von Maschinen – Menschliche körperliche Leistung – Teil 4: Bewertung von Körperhaltungen und Bewegungen bei der Arbeit an Maschinen; Deutsche Fassung EN 1005-4/prA1
DIN EN ISO 9241-5	Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten: Anforderungen an Arbeitsplatzgestaltung und Körperhaltung
DIN EN ISO 9241-6	Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten: Leitsätze für die Arbeitsumgebung
DIN EN ISO 14738	Sicherheit von Maschinen – Anthropometrische Anforderungen an die Gestaltung von Maschinenarbeitsplätzen
DIN CEN ISO/TR 7250-2	Wesentliche Maße des menschlichen Körpers für die technische Gestaltung – Teil 2: Anthropometrische Datenbanken einzelner Bevölkerungen von ISO-Mitgliedsländern
DIN EN ISO 6385	Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen (ISO 6385); Deutsche Fassung EN ISO 6385
BGHM Information 101	Broschüre Mensch und Arbeitsplatz in der Holz- und Metallindustrie, ersetzt die BGI 523
DGUV Information 215-410 (bisher BGI 650)	Bildschirm- und Büroarbeitsplätze – Leitfaden für die Gestaltung

DGUV Information 240-370 (bisher BGI 504-37)	Auswahlkriterien für spezielle arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 37 „Bildschirmarbeitsplätze“
DGUV Information 240-460 (bisher BGI/GUV-I 504-46)	Handlungsanleitung für die arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 46 „Belastungen des Muskel- und Skelettsystems einschließlich Vibrationen“

Literatur

- [1] **Schmidtke, H.:** *Ergonomie*. München, Wien: Hanser 1993
- [2] **Grandjean, E.:** *Physiologische Arbeitsgestaltung – Leitfaden der Ergonomie*. Landsberg: ecomed 1991
- [3] **Kirchner, A.; Kirchner, J.-H.:** *Arbeitssitze und ihr Einsatz an Arbeitsplätzen im Produktionsbereich*. Dortmund: BAU 1988. (Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse, 37: Arbeitssitze 1)
- [4] **Kirchner, A.; Kirchner, J.-H.:** *Arbeitssitze und ihr Einsatz an Arbeitsplätzen im Büro- und Dienstleistungsbereich*. Dortmund: BAU 1988. (Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse, 39: Arbeitssitze 2)
- [5] **Windberg, J.-H.; Rademacher, U.:** *Entlastung an Steharbeitsplätzen*. Dortmund: BAU 1988. (Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse, 54: Verwendung von Stehhilfen)
- [6] **Lange, W.; Windel, A.:** *Kleine ergonomische Datensammlung*. Köln: TÜV-Verlag 2013

9.4.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

- Können über längere Zeit erzwungene bzw. unveränderte Körperhaltungen vermieden werden, z. B. durch Umgestaltung des Arbeitsplatzes?
- Ist ein Wechsel der Körperhaltung durch organisatorische Maßnahmen möglich?
- Wurden Maßnahmen getroffen, um eine Belastung durch Tätigkeiten mit häufig wiederkehrendem Einsatz kleiner Muskelgruppen (z. B. der Finger, Hände, Arm) über längere Zeit möglichst gering zu halten?
- Belastung durch lang andauernde und/oder häufig erzwungene Körperhaltung (z. B. Hocken, Knien, Liegen, Stehen, Sitzen, verdreht, gebeugt, überstreckt [Überkopfarbeit])
- Belastung durch häufig wiederkehrenden Einsatz kleiner Muskelgruppen (z. B. Dateneingabe am Computer, manuelle Leiterplattenbestückung)
- Zwangshaltungen/ungünstige Körperhaltungen vermeiden; Belastung kleiner Muskelgruppen reduzieren ...
- Arbeitsplatz umgestalten (z. B. Bewegungsraum, Greifraum, Beinfreiraum, Sehraum, Arbeitshöhe) ...
- Arbeitsorganisation verbessern (Wechsel der Körperhaltung [stehend/sitzend] ermöglichen, Pausen, Tätigkeitswechsel) ...
- Armstützen, Fußstützen, geeignete Arbeitssitze (auch Stehhilfen) bereitstellen ...
- Beschäftigte unterweisen (z. B. Stuhleinstellung, richtiges Sitzen) ...
- technische Hilfsmittel einsetzen ...

Prüffragen

festgestellte
Gefährdungen/Mängel

Maßnahmen

9.5 Steigen, Klettern

Autoren:

Dipl.-Ing. U. Steinberg

Dr. sc. med. G. Caffier

Dr. med. F. Liebers

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Felix Brandstädt

BAuA

Bearbeitungsstand: Dezember 2015

Merkmale Die Kurzbegriffe „Steigen, Klettern“ stehen beispielhaft für anstrengende arbeitsbedingte Bewegungen mit hoher dynamischer Ganzkörperbelastung. Sie sind vielfältig und lassen sich nach folgenden Merkmalen differenzieren:

- Ersteigen von höher gelegenen Arbeitsplätzen über Treppen/Leitern/Steigeisengänge (z. B. Turmdrehkrane, Hochspannungsmaste, Mobilfunksendeanlagen, Windkraftanlagen, Gerüste, Van Carrier, Schornsteine, Schächte)
- Arbeit an schwer erreichbaren Stellen (z. B. Fassadenarbeiten mit Seilsicherung/handbetriebenen Arbeitskörben, Gerüstbau, Felsicherung)
- Bewegung im Gelände mit Steigungen und/oder weichem Boden (z. B. Forstarbeit, Weinbau in Steillagen, Bergbau)
- Kriechender/stark gebückter Zugang zu Arbeiten in Kanälen mit geringer Höhe (z. B. Luftleitungskanäle, Abwasserkanäle, Kollektorkanäle)
- Gewerbsmäßige Bewegung von muskelkraftbetriebenen Fahrzeugen (z. B. Postzustellung, Fahrradkurriere, Velotaxis, Fähren)

Grundsätzlich werden dabei nur solche Arbeitstätigkeiten betrachtet, die von der Mehrzahl aller Beschäftigten ohne besondere Bedingungen ausgeführt werden können. Tätigkeiten wie z. B. Feuerwehr, Grubenwehr und Polizeidienst werden aufgrund der besonderen Regelungen und speziellen Personalauswahl nicht berücksichtigt.

9.5.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen

Hinsichtlich der Beurteilung der physischen Belastung sind die Aspekte der Kreislaufbelastung, der biomechanischen Belastung und der spezifischen Unfallgefahren zu berücksichtigen.

Herz-Kreislauf-Belastung Die Herz-Kreislauf-Belastung beim Steigen, Klettern führt zu allgemeiner, beim Gesunden voll reversibler körperlicher Ermüdung. Bei Personen mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen besteht jedoch die Gefahr von ernststen Kreislaufstörungen.

Bei erheblicher Anstrengung kann auch bei Gesunden die Grenze der Leistungsfähigkeit erreicht werden. Damit ist die Arbeitsaufgabe nicht mehr ausführbar.

Muskel-Skelett-Beschwerden Hohe Intensität und Dauer/Häufigkeit von Bewegungs- und Haltungskräften sowie ungünstige Körperhaltungen sind eine Gefahr für das Muskel-Skelett-System. Es können gesundheitliche Folgeerscheinungen auftreten:

- akute schmerzhafte Schädigungen durch kurzzeitige mechanische Fehlbelastung mit deutlicher Funktionseinschränkung (Druckschmerz beim Knien, Muskelermüdung)
- chronische Schäden durch fortgesetzte mechanische Fehlbelastungen mit stetig zunehmenden Dauerbeschwerden (Muskelverspannung, Kniegelenkbeschwerden, Wirbelsäulenbeschwerden, insbesondere Lenden- und Halswirbelsäule)

Steigen, Klettern und Kriechen erfolgen häufig unter schwierigen Bedingungen. Damit besteht die Gefahr des Ausgleitens, Anstoßens oder Abstürzens.

Unfallgefahr

Mit zunehmender körperlicher Ermüdung verringern sich die Körperkräfte und die Bewegungskoordination wird schlechter. Damit steigt die Gefahr von Fehlhandlungen an (Stolpern, Abrutschen).

9.5.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

Die im Arbeitsschutzgesetz geforderte Beurteilung der Arbeitsbedingungen gilt auch für diese Tätigkeiten. Für die Beurteilung der Belastungen und Beanspruchungen von Tätigkeiten mit hohen dynamischen Ganzkörperbelastungen können die Energieumsatztafeln und Berechnungsformeln nach [7] verwendet werden. Durch Spezialisten können auch Bewertungen aufgrund der Grenzwerte und Verfahren der unter 9.5.4 genannten Leitlinien durchgeführt werden.

Beurteilung der Belastungen

Bei gesunden untrainierten Männern und Frauen mittlerer Leistungsfähigkeit im Altersbereich zwischen 20 und 50 Jahren sollen die körperlichen Aktivitäten etwa ein Drittel der maximalen Ergometrieleistung (W) oder der maximalen Sauerstoffaufnahme erreichen (Dauerleistungsgrenze). Die Herzschlagfrequenz (HF), die sich in diesem (Grenz-)Bereich einstellt, liegt in der Größenordnung 105 bis 110 min^{-1} . Die arbeitsbedingte Auslenkung der HF (Netto-HF) beträgt hier etwa 35 Schläge auf eine Arbeitsschichtdauer (8 h) bezogen. Bis zu diesem Bereich weisen ausgewählte Kreislauf- und Atmungsgrößen auf ein Gleichgewicht des aeroben Stoffwechsels hin. Einzelheiten sind [1] zu entnehmen.

Grenzwerte

9.5.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

Es sind technische und organisatorische Maßnahmen möglich:

- Festlegung eines angemessenen Arbeitspensums, wenn möglich sollten bei regelmäßigen Arbeiten mechanisierte Hilfsmittel verwendet werden
- Wechsel zwischen be- und entlastenden Tätigkeiten, ausreichende Erholzeiten einplanen
- Unterweisung
 - wenn möglich, sicherheitsgerechte Gestaltung der Arbeitsbedingungen
 - ausreichender Bewegungsraum
 - ebene, rutschfeste und stabile Aufstandsflächen
 - geeignete Arbeitsschuhe, Handschuhe
 - gute Sichtverhältnisse
 - extreme Temperaturen und Feuchtigkeit vermeiden
 - nicht behindernde Absturz- und Fallschutzsicherung
- bei nicht gestaltbaren Arbeitsbedingungen Verwendung von geeigneten Körperschutzmitteln und Unterweisung in entsprechenden Arbeitstechniken, ggf. körperliches Training
- Steigleitern, Steigeisengänge müssen nach Notwendigkeit in angemessenen Abständen (im Regelfall 10 m) mit Ruhebühnen ausgerüstet sein
- Minimierung der Gewichte von mitgeführten Werkzeugen und Lasten

Gestaltung der Arbeitsbedingungen

**personenbezogene
Maßnahmen**

Folgende personenbezogene Maßnahmen sind zu empfehlen:

- **Unterweisung** der Beschäftigten mit Erläuterungen, die eigens auf die besonderen Gefährdungen durch Steigen und Klettern ausgerichtet sind:
 - vor Aufnahme der Tätigkeit der Beschäftigten, bei der Einstellung der Beschäftigten
 - bei Veränderungen im Aufgabenbereich
 - bei der Einführung neuer Arbeitsmittel oder einer neuen Technologie
 - wenn besonders schutzbedürftige Beschäftigtengruppen derartige Tätigkeiten ausführen müssen (Berufseinsteiger, Jugendliche und junge Erwachsene, ältere Beschäftigte, Beschäftigte mit besonderer Konstitution oder Disposition)

Die Unterweisung muss an die Gefährdungsentwicklung angepasst sein und erforderlichenfalls regelmäßig wiederholt werden.

- **tätigkeitsbezogenes Training** der Beschäftigten
 - richtiges und sicheres Verhalten beim Steigen und Klettern – Klettertechniken
 - sichere und korrekte Nutzung von Hilfsmitteln
 - Strategien zur Verringerung der Kraftanstrengung
 - vernünftige Arbeitseinteilung
- **individuelle Beratung** der Beschäftigten im Rahmen der arbeitsmedizinischen Vorsorge (G46, ggf. in Verbindung mit G41 (Absturzgefährdung) und ggf. Bezug zu Arbeiten in sauerstoffreduzierter Atmosphäre); Rechtsgrundlage:
 - Wunschvorsorge: nach § 11 ArbSchG, auf Wunsch des Beschäftigten bei nachgewiesener Gefährdungslage,
 - Angebots- oder Pflichtvorsorge: derzeit keine nach ArbMedVV (ggf. prüfen, ob Angebotsvorsorge nach ArbMedVV (Anhang Teil 3 (2) 4a–c) bei gleichzeitigem Vorliegen anderer körperlicher Belastungen des Muskel-Skelett-Systems).

9.5.4 Vorschriften, Regelwerk, Literatur

Gesetze, Verordnungen

ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung
ArbMedVV	Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge

Technische Regelwerke zu den Arbeitsschutzverordnungen

ASR A1.8	Verkehrswege
----------	--------------

Weitere Regeln der Technik

DGUV Information 240-410 (bisher BGI 504-41)	Auswahlkriterien für die spezielle arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 41 „Arbeiten mit Absturzgefahr“
DGUV Information 240-460 (bisher BGI/GUV-I 504-46)	Handlungsanleitung für die arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 46 „Belastungen des Muskel- und Skelettsystems einschließlich Vibrationen“
DGUV Information 208-033 (bisher BGI 7011)	Gesunder Rücken – Gesunde Gelenke – noch Fragen?
DGUV Regel 103-007 (bisher BGR 177)	Steiggänge für Behälter und umschlossene Räume

Literatur

- [1] **Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V.:** Leitlinie Nutzung der Herzschlagfrequenz bei arbeitswissenschaftlichen Untersuchungen. Aachen: Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V. 1998. (AWMF-Leitlinien-Register, 002/014)
- [2] **Frauendorf, H.; Krueger, H.; Naumann, H.-J.; Pfister, E.; Scheuch, K.; Ulmer, H.-V.; Wirth, D.:** Körperliche Schwerarbeit – aktuelle Gegenstandsbestimmung. In: Stellung der Arbeitsphysiologie in der heutigen Arbeitsmedizin. Dokumentationsband über die 36. Jahrestagung der DGAUM. Fulda: Rindt-Druck 1996, 81–84
- [3] **Grandjean, E.:** Physiologische Arbeitsgestaltung. Landsberg: ecomed 1991
- [4] **Rohmert, W.; Rutenfranz, J.:** Praktische Arbeitsphysiologie. Stuttgart: Thieme 1983
- [5] **Seidel, H.-J.; Bittighofer, O.-M.:** Checkliste Arbeits- und Betriebsmedizin. Stuttgart: Thieme 2002
- [6] **Ulmer, H.-V.:** Arbeits- und Sportphysiologie. In: Schmidt, R.-F.; Thews, G. (Hrsg.): Physiologie des Menschen. Heidelberg: Springer 1997
- [7] **Spitzer, H.; Hettinger, T.:** Tafeln für den Kalorienumsatz bei körperlicher Arbeit. REFA-Sonderheft der REFA-Nachrichten. Darmstadt: Verband der Arbeitsstudien REFA e.V. 1964
- [8] **G46 – Belastungen des Muskel-Skelett-Systems einschließlich Vibration.** In: DGUV (Hrsg.): Berufsgenossenschaftliche Grundsätze für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen (Arbeitsmedizinische Vorsorge). 6. Auflage, Stuttgart: Gentner Verlag, 2014, S. 869ff. und S. 959ff.

Internetangebote / Links

- **Der Rückenkompass**, www.rueckenkompass.de [Zugriff am 15.12.2015]
- **GDA-Arbeitsprogramm MSE „GDA-bewegt“**,
w www.gdabewegt.de/GDA_MSE/DE/Home/home_node.html [Zugriff am 15.12.2015]
- **Präventionskampagne „Denk an mich. Dein Rücken“**,
www.deinruecken.de/dein_ruecken_kampagne/index.jsp [Zugriff am 15.12.2015]

9.5.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

Prüffragen

- Kommen Steigen, Klettern häufig und regelmäßig bei der Arbeit vor?
 - Ist die Intensität hoch?
 - Wird die Arbeit von den Beschäftigten als beanspruchend empfunden?
 - Sind besonders geschützte Beschäftigte oder solche mit verringerter Belastbarkeit eingesetzt?
- Wenn eine oder mehrere Fragen mit „ja“ beantwortet werden, dann ist eine weitergehende Analyse unter Einbeziehung eines Betriebsarztes vorzunehmen.

9.6 Arbeiten mit erhöhten Kraftanstrengungen und/oder Krafteinwirkungen

Autoren:

Dipl.-Ing. U. Steinberg

Dr. sc. med. G. Caffier

Dr. med. F. Liebers

Dipl.-Ing. E. Tschöcke

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Felix Brandstädt

BAuA

Bearbeitungsstand: Dezember 2015

Arbeiten mit erhöhten Kraftanstrengungen und/oder Krafteinwirkungen ähneln der manuellen Lastenhandhabung. Es erfolgen aber keine Transportaufgaben, sondern es werden unterschiedliche, meist grobmotorische Aktionskräfte zur Maschinenbedienung, Werkzeughandhabung oder Positionierung aufgebracht. Überwiegend erfolgt die Krafteinleitung über die Hände. Dazu zählen aber auch Pedalbedienung sowie Krafteinleitung über Rücken und Beine, mit und ohne Abstützung. Es kommen alle Krafrichtungen vor.

Grundsätzlich ist zu bedenken, dass hohe Körperkräfte nur kurzzeitig und selten aufgebracht werden können. Bei andauernden Kraftaufwendungen gilt die Regel, dass 10 bis 15 % der möglichen Maximalkraft nicht überschritten werden sollte. Erhöhte Kraftanstrengungen betreffen den Bereich ab 15 % bis hin zur Maximalkraft.

9.6.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen

Hohe Intensität und Dauer/Häufigkeit von Aktions- und Haltungskräften sowie ungünstigen Körperhaltungen sind eine Gefahr für das Muskel-Skelett-System.

Muskel-Skelett-Beschwerden

Bei mittleren Aktionskräften, die häufiger ausgeübt werden, können chronische Schäden durch fortgesetzte mechanische Fehlbelastungen mit stetig zunehmenden Dauerbeschwerden auftreten (degenerative Gelenkserkrankungen, Sehnenscheidenentzündung, Schädigungen der peripheren Nerven, Muskelverspannung).

Bei hohen Aktionskräften, auch wenn sie selten ausgeübt werden, können akute schmerzhafte Schädigungen durch kurzzeitige mechanische Fehlbelastung mit deutlicher Funktionseinschränkung auftreten (z. B. Muskelzerrung nach Abrutschen, Knochenbruch durch Sturz, Blockierung eines Wirbelgelenkes bei Kraftaufwendung). Die Aufwendung von Maximalkräften ist immer als gefährlich einzustufen.

Arbeiten mit erhöhten Kraftanstrengungen und/oder Krafteinwirkungen kommen in vielfältiger Form vor. Ein grobes Ordnungskriterium ist die Dauer/Häufigkeit des Aufbringens von Kräften.

Vorkommen

Mittlere Aktionskräfte, häufiger ausgeübt:

- Umgang mit handgehaltenen Werkzeugen (Schrauben, Schleifen, Bohren)
- Materialaufzug mit Handflaschenzug
- Container-Laschen
- Kuppeln von Eisenbahnwagen

Hohe Aktionskräfte, selten ausgeübt:

- Demontage von festsitzenden Verschraubungen
- Montage von Großmaschinen
- Positionierung von Kranlasten
- Bergungen im Rettungsdienst
- Kabelziehen
- Bedienen von Großschiebern im Wasserbau
- Einsatz von Winden
- Montage von Starkstromleitungen

9.6.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

Beurteilung der Gefährdung

Nach § 5 ArbSchG ist der Arbeitgeber verpflichtet, die Arbeitsbedingungen hinsichtlich ihrer möglichen gesundheitsschädigenden Wirkungen zu beurteilen. Eine einheitliche Beurteilungsmethode gibt es allerdings nicht. Aus diesem Grund kann derzeit nur eine grobe Gefährdungsabschätzung unter Berücksichtigung der wichtigsten Merkmale nach Tabelle 9.6–1 vorgenommen werden. Treffen mehrere Merkmale der Spalten 3 und 4 zu, besteht die Gefahr einer physischen Überforderung.

Tab. 9.6–1 Wichtige Tätigkeitsmerkmale bei der Arbeit mit erhöhter Kraftanstrengung

Merkmal	Ausprägung			
	1	2	3	4
Zeitdauer/ Häufigkeit	selten	gelegentlich	häufiger	oft
Höhe der Aktionskraft	gering	mittel	hoch	Maximalkraft
Krafteinleitung	sicher, ergonomi- scher Griff, trocken	gut greifbare Konturen, formschlüssige Krafteinleitung	unsicher, keine formschlüssige Krafteinleitung	sehr unsicher, Abrutschgefahr, feucht
Körperhaltung	frei wählbar	Körperhaltung gut, aber vorgegeben, kein Spielraum	gebeugt, verdreht, unsicher	Hocken, Knien, Liegen
Ausführungs- bedingungen	sehr gut, keine Hindernisse	eingeschränkt, leichte Bewegungs- einschränkungen	schlecht, Verschmutzungen, eingeschränkte Sicht	unzureichende Beleuchtung, keine Standsicherheit, Außenbedingungen

Es gibt keine rechtsverbindlichen Grenzwerte für empfohlene Aktionskräfte. Da die Beanspruchung des Muskel-Skelett-Systems von Zeitdauer/Häufigkeit, Körperhaltungen, Aktionskraft und Ausführungsbedingungen abhängt, sind diese Faktoren in ihrer Kombination zu beachten.

Eine Zusammenstellung von maximalen isometrischen Körperkräften enthält die DIN 33 411-5 Körperkräfte des Menschen.

9.6.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

Arbeiten mit erhöhten Kraftanstrengungen und/oder Krafteinwirkungen sind häufig nicht an feste Arbeitsplätze gebunden, wie sie in Handwerk oder Industrie üblich sind. Typisch sind Baubedingungen. Deshalb können die strengen Regeln des Arbeitsstättenrechtes und der Ergonomie hier nur bedingt angewendet werden. Grundsätzlich müssen aber die Körpermaße und -kräfte der Beschäftigten beachtet werden. Die prinzipiellen Möglichkeiten sind:

- montage- und wartungsfreundliche Konstruktion und Technologie
 - ergonomisch günstige Griffgestaltung
 - Anschlagpunkte für Krafteinleitung
 - Berücksichtigung von Montage- und Wartungsflächen
- Vermeidung von Aktionskräften, die die Belastbarkeit überfordern
 - Nutzung von Spezialwerkzeugen
 - Gewichtsreduzierung von Werkzeugen
- sichere Arbeitsbedingungen
 - ausreichender Bewegungsraum
 - ebener, rutschfester und stabiler Boden
 - geeignete Arbeitsschuhe
 - gute Sichtverhältnisse
- extreme Temperaturen und Feuchtigkeit vermeiden
 - Einhausungen
 - spezielle Körperschutzmittel
- angemessenes Arbeitspensum
 - Verringerung des Arbeitstempos
 - Wechsel zwischen be- und entlastenden Tätigkeiten
 - ausreichende Erholzeiten

Folgende personenbezogene Maßnahmen sind zu empfehlen:

- **Unterweisung** der Beschäftigten mit Erläuterungen, die eigens auf die besonderen Gefährdungen durch hohe Kraftanstrengungen und/oder Krafteinwirkungen am Arbeitsplatz oder den Aufgabenbereich der Beschäftigten ausgerichtet sind:
 - bei der Einstellung der Beschäftigten
 - vor Aufnahme der Tätigkeit der Beschäftigten
 - bei Veränderungen im Aufgabenbereich
 - bei der Einführung neuer Arbeitsmittel oder einer neuen Technologie
 - wenn besonders schutzbedürftige Beschäftigtengruppen derartige Tätigkeiten ausführen müssen (Berufseinsteiger, Jugendliche und junge Erwachsene, ältere Beschäftigte, Beschäftigte mit besonderer Konstitution oder Disposition)

Die Unterweisung muss an die Gefährdungsentwicklung angepasst sein und erforderlichenfalls regelmäßig wiederholt werden.
- **tätigkeitsbezogenes Training** der Beschäftigten:
 - Strategien zur Verringerung der körperlichen Belastungen bei hohen Kraftanstrengungen
 - korrekte und sichere Nutzung von Werkzeugen und Hilfsmitteln sowie persönlicher Schutzausrüstung
 - vernünftige Arbeitseinteilung usw.

Berücksichtigung der Körpermaße und -kräfte

weitere Präventionsansätze

personenbezogene Maßnahmen

– **individuelle Beratung** der Beschäftigten im Rahmen der arbeitsmedizinischen Vorsorge. Rechtsgrundlage:

- Wunschvorsorge: nach § 11 ArbSchG auf Wunsch des Beschäftigten bei nachgewiesener Gefährdungslage
- Angebots- oder Pflichtvorsorge: derzeit keine nach ArbMedVV (ggf. prüfen, ob Angebotsvorsorge nach ArbMedVV (Anhang Teil 3 (2) 4a–c) bei gleichzeitigem Vorliegen anderer körperlicher Belastungen des Muskel-Skelett-Systems).

Weitere Hinweise zur Gestaltung und Handhabung von Stellteilen enthält Kapitel 8.6 Mensch-Maschine/Rechner-Schnittstelle.

9.6.4 Vorschriften, Regelwerk, Literatur

Gesetze, Verordnungen

ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
ArbMedVV	Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge
JArbSchG	Jugendarbeitsschutzgesetz
MuSchG	Mutterschutzgesetz
MuSchArbV	Verordnung zum Schutze der Mütter am Arbeitsplatz

Weitere Regeln der Technik

DIN 33411-1	Körperkräfte des Menschen; Begriffe, Zusammenhänge, Bestimmungsgroßen
DIN 33411-3	Körperkräfte des Menschen; Maximal erreichbare statische Aktionsmomente männlicher Arbeitspersonen an Handrädern
DIN 33411-4	Körperkräfte des Menschen; Maximale statische Aktionskräfte (Isodynien)
DIN 33411-5	Körperkräfte des Menschen – Teil 5: Maximale statische Aktionskräfte, Werte
DIN EN 894-3	Sicherheit von Maschinen – Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen – Teil 3: Stellteile
DIN EN 1005-3	Sicherheit von Maschinen – Menschliche körperliche Leistung – Teil 3: Empfohlene Kraftgrenzen bei Maschinenbetätigung
DGUV Information 240-460 (bisher BGI/GUV-I 504-46)	Handlungsanleitung für die arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 46 „Belastungen des Muskel- und Skelettsystems einschließlich Vibrationen“
DGUV Information 208-033 (bisher BGI 7011)	Gesunder Rücken – Gesunde Gelenke – noch Fragen?

Literatur

- [1] **Rohmert, W.; Berg, K.; Bruder, R.; Schaub, K.:** Kräfteatlas. Teil 1: Datenauswertung statischer Aktionskräfte. Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW 1994 (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsmedizin: Forschung, Fb 09.004)
- [2] **Jäger, M.:** Körperkräfte. In: Konietzko, J.; Dupius, H. (Hrsg.): Handbuch der Arbeitsmedizin. Arbeitsphysiologie – Arbeitspathologie – Prävention. Landsberg: ecomed. Losebl.-Ausg. Grundwerk 1989, V-1.1.2.1, 1–5
- [3] **Schmidtke, H.:** Ergonomie. München: Hanser 1993
- [4] **Luczak, H.:** Arbeitswissenschaft. Berlin: Springer 1998
- [5] **Flügel, B.; Greil, H.; Sommer, K.:** Anthropologischer Atlas. Berlin: Tribüne 1986
- [6] **Rüschenschmidt, H.; Reidt, U.; Rentel, A.:** Ergonomie im Arbeitsschutz. Menschengerechte Gestaltung der Arbeit. Bochum: Technik & Information 2004
- [7] **G46 – Belastungen des Muskel-Skelett-Systems einschließlich Vibration.** In: DGUV (Hrsg.): Berufsgenossenschaftliche Grundsätze für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen (Arbeitsmedizinische Vorsorge). 6. Auflage, Stuttgart: Gentner Verlag, 2014, S. 869ff. und S. 959ff.
- [8] **Wakula, A.; Berg, K.; Schaub, Kh.; Bruder, R. Glitsch, U.; Ellegast, R.:** Der montagespezifische Kraftatlas. In: BGIA-Report 3/2009. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Berlin 2009

Internetangebote/Links

- **Der Rückenkompass**, www.rueckenkompass.de [Zugriff am 15.12.2015]
- **GDA-Arbeitsprogramm MSE „GDA-bewegt“**,
w www.gdabewegt.de/GDA_MSE/DE/Home/home_node.html [Zugriff am 15.12.2015]
- **Präventionskampagne „Denk an mich. Dein Rücken“**,
www.deinruecken.de/dein_ruecken_kampagne/index.jsp [Zugriff am 15.12.2015]

9.6.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

- Kommen große Kraftaufwendungen häufig und regelmäßig bei der Arbeit vor?
- Ist die Intensität hoch?
- Wird die Arbeit von den Beschäftigten als beanspruchend empfunden?

Prüffragen

Wenn eine oder mehrere Fragen mit „ja“ beantwortet werden, sollte eine weitergehende Arbeits- und Beanspruchungsanalyse durchgeführt werden. Hilfestellung hierfür leistet der Rückenkompass [8].

ANLAGE 1

Checkliste zur Grobeinstufung der physischen Belastung nach Art und Vorkommen

Tätigkeit:		Vorkommen bei der Arbeit			Intensität	Beanspruchungs-empfinden
Physische Belastung, Art der Arbeit		nie	selten	häufig	hoch	erhöht
Manuelle Handhabung von Lasten: Heben, Halten, Tragen	Transport von Lasten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	manuelle Bearbeitung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Manuelle Handhabung von Lasten: Ziehen, Schieben	Transport von Lasten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Repetitive Tätigkeiten mit hohen Handhabungsfrequenzen/ manuelle Arbeitsprozesse	manuelle Bearbeitung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erzwungene Körperhaltungen	Halten des Körpers zur Arbeitsausführung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Steigen und Klettern	Bewegung des Körpers	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arbeiten mit erhöhten Kraftanstrengungen und/oder Kräfteinwirkungen	manuelle Bearbeitung, Bedienung von Maschinen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bewertung nach Stufe 1

Die regelmäßig auftretenden Formen und Kombinationen sind auf der Grundlage von Erfahrungen und unter Einbeziehung der Beschäftigten zu bewerten. Wichtig ist dabei die genaue Kenntnis der Arbeit. Kritische Merkmale sind hohe Lastgewichte, ungünstige Körperhaltungen, hohe Zeitanteile und geringer Wechsel. Sind diese Merkmale gering ausgeprägt und wird die Belastung als zumutbar empfunden, können die Arbeitsbedingungen als sicher beurteilt werden.

In allen anderen Fällen, auch bei Unsicherheit des Beurteilers, ist als 2. Stufe eine Gefährdungsabschätzung vorzunehmen. Anlagen 2, 3 und 4 enthalten entsprechende Methoden zur orientierenden Beurteilung der Arbeitsbedingungen.

ANLAGE 2

Leitmerkalmethode Heben, Halten und Tragen

Handlungsanleitung für die Beurteilung der Arbeitsbedingungen gemäß Arbeitsschutzgesetz und Lastenhandhabungsverordnung mit der Leitmerkalmethode Heben, Halten und Tragen

Achtung!

Dieses Verfahren dient der orientierenden Beurteilung der Arbeitsbedingungen beim Heben und Tragen von Lasten. Trotzdem ist bei der Bestimmung der Zeitwichtung, der Lastwichtung, der Haltungswichtung und Ausführungsbedingungswichtung eine gute Kenntnis der zu beurteilenden Teiltätigkeit unbedingte Voraussetzung. Ist diese nicht vorhanden, darf keine Beurteilung vorgenommen werden. Grobe Schätzungen oder Vermutungen führen zu falschen Ergebnissen.

Die Beurteilung erfolgt grundsätzlich für Teiltätigkeiten und ist auf einen Arbeitstag zu beziehen. Wechseln innerhalb einer Teiltätigkeit Lastgewichte und/oder Körperhaltungen, so sind Mittelwerte zu bilden. Treten innerhalb einer Gesamttätigkeit **mehrere Teiltätigkeiten** mit deutlich unterschiedlichen Lastenhandhabungen auf, sind diese **getrennt einzuschätzen** und zu dokumentieren.

Zur Beurteilung sind 3 Schritte erforderlich:

1. Bestimmung der Zeitwichtung
2. Bestimmung der Wichtung der Leitmerkmale
3. Bewertung

Bei der Bestimmung der Wichtungen ist grundsätzlich die Bildung von Zwischenstufen (Interpolation) erlaubt. Eine Häufigkeit von 40 ergibt z. B. die Zeitwichtung 3. Einzige Ausnahme ist die wirksame Last von ≥ 40 kg für den Mann und ≥ 25 kg für die Frau. Diese Lasten ergeben kompromisslos eine Lastwichtung von 25.

1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung

Die Bestimmung der Zeitwichtung erfolgt anhand der Tabelle getrennt für drei mögliche Formen der Lastenhandhabung:

- Für Teiltätigkeiten, die durch **regelmäßiges Wiederholen kurzer Hebe-, Absenk- oder Umsetzvorgänge** gekennzeichnet sind, ist die Anzahl der Vorgänge bestimmend für die Zeitwichtung.
- Für Teiltätigkeiten, die durch **Halten** einer Last gekennzeichnet sind, wird die Gesamtdauer des Haltens zugrunde gelegt. Gesamtdauer = Anzahl der Haltevorgänge x Dauer für einen einzelnen Haltevorgang.
- Für Teiltätigkeiten, die durch **Tragen** einer Last gekennzeichnet sind, wird der Gesamtweg, der mit Last gegangen wird, zugrunde gelegt. Dabei wird eine mittlere Geschwindigkeit beim Laufen von $4 \text{ km/h} \approx 1 \text{ m/s}$ angenommen.

2. Schritt: Bestimmung der Wichtung von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen

2.1 Lastgewicht

- Die Bestimmung der Lastwichtung erfolgt anhand der Tabelle getrennt für **Männer und Frauen**.
- Werden im Verlauf der zu beurteilenden Teiltätigkeit unterschiedliche Lasten gehandhabt, so kann ein **Mittelwert** gebildet werden, sofern die größte Einzellast bei Männern 40 kg und bei Frauen 25 kg nicht überschreitet. Zum Vergleich können auch Spitzenlastwerte verwendet werden. Dann muss jedoch die verringerte Häufigkeit dieser Spitzen zugrunde gelegt werden, auf keinen Fall die Gesamthäufigkeit.
- Bei **Hebe-/Halte-/Trage-/Absetztätigkeiten** ist die wirksame Last zugrunde zu legen. Mit der wirksamen Last ist die Gewichtskraft gemeint, die der Beschäftigte tatsächlich ausgleichen muss. Die Last ist somit nicht immer gleich dem Gewicht des Gegenstandes. Beim Kippen eines Kartons wirken nur etwa 50 % des Kartongewichtes.
- Beim **Ziehen und Schieben** von Lasten ist eine gesonderte Beurteilung erforderlich.

2.2 Körperhaltung

Die Bestimmung der Körperhaltungswichtung erfolgt anhand der Piktogramme in der Tabelle. Es sind die für die Teiltätigkeit charakteristischen Körperhaltungen beim Handhaben der Lasten zu verwenden. Werden als Folge des Arbeitsfortschritts unterschiedliche Körperhaltungen eingenommen, so kann ein Mittelwert aus den Haltungswichtungen für die zu beurteilende Teiltätigkeit gebildet werden.

2.3 Ausführungsbedingungen

Zur Bestimmung der Ausführungsbedingungswichtung sind die zeitlich überwiegenden Ausführungsbedingungen zu verwenden. Gelegentlicher Diskomfort ohne sicherheitstechnische Bedeutung ist nicht zu berücksichtigen. Sicherheitsrelevante Merkmale sind im Textfeld „Überprüfung des Arbeitsplatzes aus sonstigen Gründen“ zu dokumentieren.

3. Schritt: Die Bewertung

Die Bewertung jeder Teiltätigkeit erfolgt anhand eines **teiltätigkeitsbezogenen Punktwertes** (Berechnung durch Addition der Wichtungen der Leitmerkmale und Multiplikation mit der Zeitwichtung).

- **Bewertungsgrundlage** sind biomechanische Wirkungsmechanismen in Verbindung mit Dosismodellen. Hierbei wird berücksichtigt, dass die interne Belastung der Lendenwirbelsäule entscheidend von der Oberkörpervorneigung und dem Lastgewicht abhängt sowie mit steigender Belastungsdauer und/oder -häufigkeit, Seitneigung und/oder Verdrehung zunimmt.
- **Zusammenfassende Bewertungen** bei mehreren Teiltätigkeiten sind **problematisch**, da sie über die Aussagefähigkeit dieser orientierenden Analyse hinausgehen. Sie erfordern in der Regel weitgehende arbeitsanalytische Verfahren zur Gefährdungsbeurteilung.
- **Ableitbare Gestaltungsnotwendigkeiten**
Aus dieser Gefährdungsabschätzung sind sofort Gestaltungsnotwendigkeiten und -ansätze erkennbar. Grundsätzlich sind die Ursachen hoher Wichtungen zu beseitigen. Im Einzelnen sind das bei hoher Zeitwichtung organisatorische Regelungen, bei hoher Lastwichtung die Reduzierung des Lastgewichtes oder der Einsatz von Hebehilfen und bei hoher Haltungswichtung die Verbesserung der Arbeitsplatzgestaltung.

Beurteilung von Heben, Halten, Tragen anhand von Leitmerkmalen (Version 2001)

Die Gesamttätigkeit ist ggf. in Teiltätigkeiten zu gliedern. Jede Teiltätigkeit mit erheblichen körperlichen Belastungen ist getrennt zu beurteilen.

Arbeitsplatz/Teiltätigkeit:





1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen!)

Hebe- oder Umsetzvorgänge (< 5 s)		Halten (> 5 s)		Tragen (> 5 m)	
Anzahl am Arbeitstag	Zeitwichtung	Gesamtdauer am Arbeitstag	Zeitwichtung	Gesamtweg am Arbeitstag	Zeitwichtung
< 10	1	< 5 min	1	< 300 m	1
10 bis < 40	2	5 bis 15 min	2	300 m bis < 1 km	2
40 bis < 200	4	15 min bis < 1 Stunde	4	1 km bis < 4 km	4
200 bis < 500	6	1 Stunde bis < 2 Stunden	6	4 km bis < 8 km	6
500 bis < 1000	8	2 Stunden bis < 4 Stunden	8	8 km bis < 16 km	8
≥ 1000	10	≥ 4 Stunden	10	≥ 16 km	10
Beispiele: – Setzen von Mauersteinen – Einlegen von Werkstücken in eine Maschine – Pakete aus einem Container entnehmen und auf ein Band legen		Beispiele: – Halten und Führen eines Gussrohrlings bei der Bearbeitung an einem Schleifbock – Halten einer Handschleifmaschine – Führen einer Motorsense		Beispiele: – Möbeltransport – Tragen von Gerüstteilen vom Lkw zum Aufstellort	

2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen

Wirksame Last ¹⁾ für Männer	Lastwichtung	Wirksame Last ¹⁾ für Frauen	Lastwichtung
< 10 kg	1	< 5 kg	1
10 bis < 20 kg	2	5 bis < 10 kg	2
20 bis < 30 kg	4	10 bis < 15 kg	4
30 bis < 40 kg	7	15 bis < 25 kg	7
≥ 40 kg	25	≥ 25 kg	25

¹⁾ Mit der „wirksamen Last“ ist die Gewichtskraft bzw. Zug-/Druckkraft gemeint, die der Beschäftigte tatsächlich bei der Lastenhandhabung ausgleichen muss. Sie entspricht nicht immer der Lastmasse. Beim Kippen eines Kartons wirken nur etwa 50 %, bei der Verwendung einer Schubkarre oder Sackkarre nur 10 % der Lastmasse.

Charakteristische Körperhaltungen und Lastposition ²⁾	Körperhaltung, Position der Last	Haltungswichtung
	<ul style="list-style-type: none"> – Oberkörper aufrecht, nicht verdreht – Last am Körper 	1
	<ul style="list-style-type: none"> – geringes Vorneigen oder Verdrehen des Oberkörpers – Last am Körper oder körpernah 	2
	<ul style="list-style-type: none"> – tiefes Beugen oder weites Vorneigen – geringe Vorneigung mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers – Last körperfern oder über Schulterhöhe 	4
	<ul style="list-style-type: none"> – weites Vorneigen mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers – Last körperfern – eingeschränkte Haltungsverstabilität beim Stehen – Hocken oder Knien 	8

²⁾ Für die Bestimmung der Haltungswichtung ist die bei der Lastenhandhabung eingenommene charakteristische Körperhaltung einzusetzen; z. B. bei unterschiedlichen Körperhaltungen mit der Last sind mittlere Werte zu bilden – keine gelegentlichen Extremwerte verwenden!

Ausführungsbedingungen	Ausführungsbedingungswichtung
Gute ergonomische Bedingungen, z. B. ausreichend Platz, keine Hindernisse im Arbeitsbereich, ebener rutschfester Boden, ausreichend beleuchtet, gute Griffbedingungen	0
Einschränkung der Bewegungsfreiheit und ungünstige ergonomische Bedingungen (z. B. 1.: Bewegungsraum durch zu geringe Höhe oder durch eine Arbeitsfläche unter 1,5 m ² eingeschränkt oder 2.: Standsicherheit durch unebenen, weichen Boden eingeschränkt)	1
Stark eingeschränkte Bewegungsfreiheit und/oder Instabilität des Lastschwerpunktes (z. B. Patiententransfer)	2

3. Schritt: Bewertung

Die für diese Tätigkeit zutreffenden Wichtungen sind in das Schema einzutragen und auszurechnen.

	Lastwichtung			
+	Haltungswichtung			
+	Ausführungsbedingungs-wichtung			
=		Summe	x	Zeitwichtung = Punktwert

Anhand des errechneten Punktwertes und der folgenden Tabelle kann eine grobe Bewertung vorgenommen werden.³⁾ Unabhängig davon gelten die Bestimmungen des Mutterschutzgesetzes.

Risikobereich	Punktwert ³⁾	Beschreibung
1	< 10	Geringe Belastung, Gesundheitsgefährdung durch körperliche Überbeanspruchung ist unwahrscheinlich.
2	10 bis < 25	Erhöhte Belastung, eine körperliche Überbeanspruchung ist bei vermindert belastbaren Personen ⁴⁾ möglich. Für diesen Personenkreis sind Gestaltungsmaßnahmen sinnvoll.
3	25 bis < 50	Wesentlich erhöhte Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist auch für normal belastbare Personen möglich. Gestaltungsmaßnahmen sind angezeigt. ⁵⁾
4	≥ 50	Hohe Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist wahrscheinlich. Gestaltungsmaßnahmen sind erforderlich. ⁵⁾

³⁾ Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass mit steigenden Punktwerten die Belastung des Muskel-Skelett-Systems zunimmt. Die Grenzen zwischen den Risikobereichen sind aufgrund der individuellen Arbeitstechniken und Leistungsvoraussetzungen fließend. Damit darf die Einstufung nur als Orientierungshilfe verstanden werden.

⁴⁾ Vermindert belastbare Personen sind in diesem Zusammenhang Beschäftigte, die älter als 40 oder jünger als 21 Jahre alt, Neulinge im Beruf oder durch Erkrankungen leistungsgemindert sind.

⁵⁾ Gestaltungserfordernisse lassen sich anhand der Punktwerte der Tabellen ermitteln. Durch Gewichtsverminderung, Verbesserung der Ausführungsbedingungen oder Verringerung der Belastungszeiten können Belastungen vermieden werden.

Überprüfung des Arbeitsplatzes aus sonstigen Gründen erforderlich:

Begründung:	
Datum der Beurteilung:	Beurteilt von:

ANLAGE 3

Leitmerkmalmethode Ziehen und Schieben

Handlungsanleitung für die Beurteilung der Arbeitsbedingungen gemäß ArbSchG und LasthandhabV mit der Leitmerkmalmethode Ziehen und Schieben

Achtung!

Dieses Verfahren dient der orientierenden Beurteilung der Arbeitsbedingungen beim Ziehen und Schieben von Lasten. Trotzdem ist bei der Bestimmung der Zeitwichtung, der Wichtungen für Masse, Positioniergenauigkeit, Geschwindigkeit, Körperhaltung und Ausführungsbedingungen eine gute Kenntnis der zu beurteilenden Teiltätigkeit unbedingte Voraussetzung. Ist diese nicht vorhanden, darf keine Beurteilung vorgenommen werden. Grobe Schätzungen oder Vermutungen führen zu falschen Ergebnissen.

Die Beurteilung erfolgt grundsätzlich für Teiltätigkeiten und ist auf einen Arbeitstag zu beziehen.

Wechseln innerhalb einer Teiltätigkeit Lastgewichte und/oder Körperhaltungen, so sind Mittelwerte zu bilden. Treten innerhalb einer Gesamttätigkeit **mehrere Teiltätigkeiten** mit deutlich unterschiedlichen Lastenhandhabungen auf, sind diese **getrennt einzuschätzen** und zu dokumentieren.

Zur Beurteilung sind 3 Schritte erforderlich:

1. Bestimmung der Zeitwichtung
2. Bestimmung der Wichtung der Leitmerkmale
3. Bewertung

Bei der Bestimmung der Wichtungen ist grundsätzlich die Bildung von Zwischenstufen (Interpolation) erlaubt. Eine Häufigkeit von 40 ergibt z. B. die Zeitwichtung 3.

1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung

Die Bestimmung der Zeitwichtung erfolgt anhand der Tabelle getrennt für Ziehen und Schieben über kurze Distanzen mit häufigem Anhalten und Ziehen und Schieben über längere Distanzen.

- Beim Ziehen und Schieben über kurze Distanzen mit häufigem Anhalten wird die Häufigkeit zugrunde gelegt.
- Beim Ziehen und Schieben über längere Distanzen wird der Gesamtweg zugrunde gelegt.

Der Grenzwert des Einzelweges von 5 m ist hierbei als grobe Hilfestellung anzusehen. Im Zweifelsfall sollte danach entschieden werden, welches Kriterium häufiger vorkommt: Anfahren und Abbremsen oder länger anhaltendes Ziehen.

2. Schritt: Bestimmung der Wichtung von Masse, Positioniergenauigkeit, Geschwindigkeit, Körperhaltung und Ausführungsbedingungen

2.1 Zu bewegende Masse

Die Bestimmung erfolgt anhand der Tabelle unter Berücksichtigung der zu bewegenden Masse (Gewicht von Fördermittel plus Ladung) und der Art des Transportes (Flurförderzeug, Hilfsmittel). Sehr häufig werden deichsellose Wagen mit Rollen verwendet. Hierbei ist zwischen (lenkbaren) Lenkrollen und (nicht lenkbaren) Bockrollen zu unterscheiden.

Werden im Verlauf der zu beurteilenden Teiltätigkeit unterschiedliche Lasten gehandhabt, so kann ein **Mittelwert** gebildet werden. Zum Vergleich können auch Spitzenlastwerte verwendet werden. Dann muss jedoch die geringere Häufigkeit dieser Spitzen zugrunde gelegt werden, auf keinen Fall die Gesamthäufigkeit.

2.2 Positioniergenauigkeit und Bewegungsgeschwindigkeit

Die Bestimmung erfolgt anhand der Tabelle. Die Bewegungsgeschwindigkeit „schnell“ entspricht dem normalen Gehen. Sollten in Sonderfällen deutlich schnellere Bewegungen vorliegen, kann die Tabelle sinngemäß erweitert und eine 4 bzw. 8 vergeben werden. Interpolationen sind zulässig.

2.3 Körperhaltung

Die Bestimmung der Körperhaltungswichtung erfolgt anhand der Piktogramme in der Tabelle. Es sind die für die Teiltätigkeit **charakteristischen Körperhaltungen beim Handhaben der Lasten** zu verwenden. Werden unterschiedliche Körperhaltungen eingenommen, so kann ein Mittelwert aus den Haltungswichtungen für die zu beurteilende Teiltätigkeit gebildet werden.

2.4 Ausführungsbedingungen

Zur Bestimmung der Ausführungsbedingungswichtung sind die zeitlich überwiegenden Ausführungsbedingungen zu verwenden. Gelegentlicher Diskomfort ohne sicherheitstechnische Bedeutung ist nicht zu berücksichtigen.

3. Schritt: Die Bewertung

Die Bewertung jeder Teiltätigkeit erfolgt anhand eines **teiltätigkeitsbezogenen Punktwertes** (Berechnung durch Addition der Wichtungen der Leitmerkmale und Multiplikation mit der Zeitwichtung). Wenn Frauen diese Tätigkeit ausführen, wird der Punktwert mit dem Faktor 1,3 multipliziert. Hierbei ist berücksichtigt, dass Frauen im Durchschnitt etwa 2/3 der physischen Leistungsfähigkeit von Männern besitzen.

- **Bewertungsgrundlage** ist die Wahrscheinlichkeit einer gesundheitlichen Schädigung. Art und Höhe des Schadens werden dabei nicht näher definiert. Berücksichtigt sind biomechanische und physiologische Wirkungsmechanismen in Verbindung mit Dosismodellen. Es gilt, dass die interne Belastung des Muskel-Skelett-Systems entscheidend von den aufzubringenden Körperkräften abhängt. Diese Körperkräfte werden vom Gewicht des zu bewegenden Gegenstandes, den Beschleunigungswerten und den Fahrwiderständen bestimmt. Ungünstige Körperhaltungen und steigende Belastungsdauer und/oder -häufigkeit erhöhen die interne Belastung. Die Hinweise im grauen Feld auf Seite 2 des Formblattes sind zu beachten.
- **Zusammenfassende Bewertungen** bei mehreren Teiltätigkeiten sind **problematisch**, da sie über die Aussagefähigkeit dieser orientierenden Analyse hinausgehen. Sie erfordern in der Regel weitergehende arbeitsanalytische Verfahren zur Gefährdungsbeurteilung.

– **Ableitbare Gestaltungsnotwendigkeiten**

Aus dieser Gefährdungsabschätzung sind sofort Gestaltungsnotwendigkeiten und -ansätze erkennbar. Grundsätzlich sind die Ursachen hoher Wichtungen zu beseitigen. Im Einzelnen sind das:

- bei hoher Zeitwichtung organisatorische Regelungen
- bei hoher Massewichtung die Reduzierung des Lastgewichtes oder der Einsatz geeigneterer Flurförderzeuge
- bei hohen Wichtungen der Bewegungsgeschwindigkeit und Positioniergenauigkeit die Verwendung von Radführungen und Anschlagpuffern bzw. Verringerung des Arbeitspensums
- bei hohen Haltungswichtungen die Verbesserung der Arbeitsplatzgestaltung

– Die Ausführungsbedingungen sollten immer „gut“ sein.

**Beurteilung von Ziehen und Schieben anhand von Leitmerkmalen
(Version Sept. 2002)**


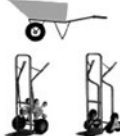




Die Gesamttätigkeit ist ggf. in Teiltätigkeiten zu gliedern. Jede Teiltätigkeit mit erheblichen körperlichen Belastungen ist getrennt zu beurteilen.

Arbeitsplatz/Teiltätigkeit:

1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen!)

Ziehen und Schieben über kurze Distanzen oder häufiges Anhalten (Einzelweg bis 5 m)		Ziehen und Schieben über längere Distanzen (Einzelweg über 5 m)	
Anzahl am Arbeitstag	Zeitwichtung	Gesamtweg am Arbeitstag	Zeitwichtung
< 10	1	< 300 m	1
10 bis < 40	2	300 m bis < 1 km	2
40 bis < 200	4	1 km bis < 4 km	4
200 bis < 500	6	4 km bis < 8 km	6
500 bis < 1.000	8	8 km bis < 16 km	8
≥ 1.000	10	≥ 16 km	10
Beispiele: Bedienen von Manipulatoren, Bestücken von Maschinen, Essenverteilung im Krankenhaus		Beispiele: Müllabfuhr, Möbeltransport in Gebäuden auf Rollern, Aus- und Umladen von Containern	

2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Masse, Positioniergenauigkeit, Geschwindigkeit, Körperhaltung und Ausführungsbedingungen

Flurförderzeug, Hilfsmittel					
Zu bewegende Masse (Lastgewicht)	Ohne, Last wird gerollt	Karren	Wagen, Roller, Trolleys ohne Bockrollen (nur Lenkrollen)	Gleiswagen, Handwagen, Handhubwagen, Rollbahnen, Wagen mit Bockrollen	Manipulatoren, Seilbalancer
Rollend					
	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
50 bis < 100 kg	1	1	1	1	1
100 bis < 200 kg	1,5	2	2	1,5	2
200 bis < 300 kg	2	4	3	2	4
300 bis < 400 kg	3		4	3	
400 bis < 600 kg	4		5	4	
600 bis < 1.000 kg	5			5	
≥ 1.000 kg					
Gleitend			Graue Bereiche: Kritisch, da die Kontrolle der Bewegung von Flurförderzeug/Last stark von der Geschicklichkeit und Körperkraft abhängt		
< 10 kg	1		Weißer Bereiche ohne Zahl: Grundsätzlich zu vermeiden, da die erforderlichen Aktionskräfte leicht die maximalen Körperkräfte übersteigen können		
10 bis < 25 kg	2				
25 bis < 50 kg	4				
> 50 kg					

Positioniergenauigkeit	Bewegungsgeschwindigkeit	
	langsam ($< 0,8$ m/s)	schnell ($0,8$ bis $1,3$ m/s)
Gering keine Vorgabe des Fahrweges Last kann ausrollen oder wird am Anschlag gestoppt	1	2
Hoch Last ist exakt zu positionieren und anzuhalten Fahrweg ist exakt einzuhalten häufige Richtungsänderungen	2	4

Anmerkung: Die mittlere Schrittgeschwindigkeit beträgt ca. 1 m/s.

Körperhaltung ¹⁾		
	Rumpf aufrecht, keine Verdrehung	1
	Rumpf leicht vorgeneigt und/oder leicht verdreht (einseitiges Ziehen)	2
	Stärkere Neigung des Körpers in Bewegungsrichtung Hocken, Knien, Bücken	4
	Kombination von Bücken und Verdrehen	8

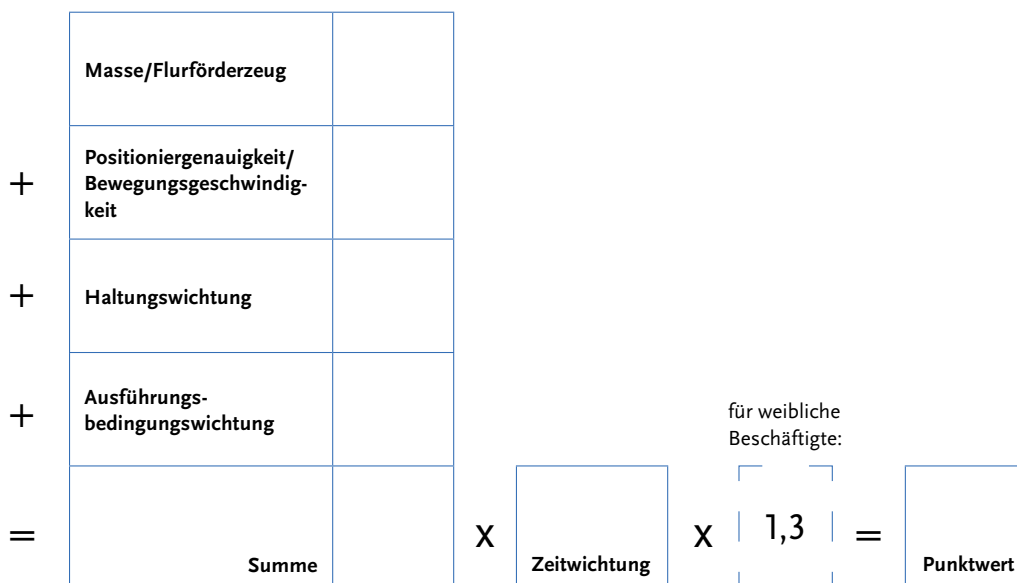
¹⁾ Es ist die typische Körperhaltung zu berücksichtigen. Die beim Anfahren, Abbremsen und Rangieren möglicherweise deutlichere Rumpfneigung ist zu vernachlässigen, wenn sie nur gelegentlich auftritt.

Ausführungsbedingungen	
Gut: – Fußboden oder andere Fläche eben, fest, glatt, trocken – ohne Neigung – keine Hindernisse im Bewegungsraum – Rollen oder Räder leichtgängig, kein erkennbarer Verschleiß der Radlager	0
Eingeschränkt: – Fußboden verschmutzt, etwas uneben, weich – geringe Neigung bis 2° – Hindernisse im Bewegungsraum, die umfahren werden müssen – Rollen oder Räder verschmutzt, nicht mehr ganz leichtgängig, Lager ausgeschlagen	2
Schwierig: – unbefestigter oder grob gepflasterter Fahrweg, Schlaglöcher, starke Verschmutzung – Neigungen 2° bis 5° – Flurförderzeuge müssen beim Anfahren „losgerissen“ werden – Rollen oder Räder verschmutzt, schwergängig	4
Kompliziert: – Stufen, Treppen, Absätze – Neigungen > 5° – Kombinationen der Merkmale von „Eingeschränkt“ und „Schwierig“	8

In der Tabelle nicht genannte Merkmale sind sinngemäß zu ergänzen.

3. Schritt: Bewertung

Die für diese Tätigkeit zutreffenden Wichtungen sind in das Schema einzutragen und auszurechnen. Anhand des errechneten Punktwertes und der folgenden Tabelle kann eine grobe Bewertung vorgenommen werden.



Risikobereich ²⁾	Punktwert ³⁾	Beschreibung
1	< 10	Geringe Belastung, Gesundheitsgefährdung durch körperliche Überbeanspruchung ist unwahrscheinlich.
2	10 bis < 25	Erhöhte Belastung, eine körperliche Überbeanspruchung ist bei vermindert belastbaren Personen ³⁾ möglich. Für diesen Personenkreis sind Gestaltungsmaßnahmen sinnvoll.
3	25 bis < 50	Wesentlich erhöhte Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist auch für normal belastbare Personen möglich. Gestaltungsmaßnahmen sind angezeigt. ⁵⁾
4	≥ 50	Hohe Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist wahrscheinlich. Gestaltungsmaßnahmen sind erforderlich.

²⁾ Die Grenzen zwischen den Risikobereichen sind aufgrund der individuellen Arbeitstechniken und Leistungsvoraussetzungen fließend. Damit darf die Einstufung nur als Orientierungshilfe verstanden werden. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass mit steigenden Punktwerten die Belastung des Muskel-Skelett-Systems zunimmt.

³⁾ Vermindert belastbare Personen sind in diesem Zusammenhang Beschäftigte, die älter als 40 oder jünger als 21 Jahre alt, Neulinge im Beruf oder durch Erkrankungen leistungsgemindert sind.

Herausgeber:

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Postfach 17 02 02, 44061 Dortmund

Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI),

Franz-Josef-Roeder-Str. 23, 66119 Saarbrücken

ANLAGE 4

Kurzanleitung zur Anwendung der Leitmerkmalmethode Manuelle Arbeitsprozesse (LMM MA)

Hrsg. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 2011

Formblatt LMM MA

Leitmerkmalmethode zur Erfassung von Belastungen bei manuellen Arbeitsprozessen
 Gibt es pro Aktivität mehrere unterschiedliche Arbeitsaufgaben, sind diese getrennt zu erfassen.

Arbeitsaufgabe: _____ **Wiederholn pro:** _____

1. SCHRITT: Bestimmung der Zeiteinteilung

Gesamtdauer dieser Tätigkeit pro Schicht (in ... Std.)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zeiteinteilung	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5

2. SCHRITT: Bestimmung der Wichtungen von Art der Kraftausbringung, Greifbedingungen, Arbeitsgegenstände, Ausführungshaltungen, Körperhaltung und Hand-/Armausrichtung und -bewegung

Art der Kraftausbringung im Finger-Handbereich	Häufigkeit pro Minute (Schulter pro Minute)	Bewegung pro Minute (Prozent pro Minute)												
		0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100			
Höhe														
Stärke														
Art der Kraftausbringung														
Greifbedingungen														
Arbeitsgegenstände														
Ausführungshaltungen														
Körperhaltung														

3. SCHRITT: Bewertung

Die für diese Tätigkeit zutreffenden Wichtungen sind in der Tabelle eintragslos und auszuwählen.

Art der Kraftausbringung im Finger-Handbereich:

- + Kraftausbringung/Greifbedingungen
- + Hand-/Armausrichtung und -bewegung
- + Arbeitsgegenstände
- + Ausführungshaltungen
- + Körperhaltung

Summe x Zeiteinteilung = **Punktwert**

Anhand des ermittelten Punktwertes und der folgenden Tabelle kann eine grobe Bewertung vorgenommen werden.

Punktwert	Beschreibung
1	Geringe Belastung, Gesundheitsgefährdung durch körperliche Überbeanspruchung ist unwahrscheinlich.
2	Mittlere Belastung, eine körperliche Überbeanspruchung ist bei unnormal belasteten Personen möglich, für gesunde Personen und Gestaltungsmaßnahmen unnormal.
3	Erhöhte Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist auch für normal belastete Personen möglich, Gestaltungsmaßnahmen sind zu prüfen.
4	Hohe Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist wahrscheinlich, Gestaltungsmaßnahmen sind erforderlich.

4. SCHRITT: Bewertung

Die in der Tabelle angegebenen Wichtungen sind in der Tabelle eintragslos und auszuwählen.

Art der Kraftausbringung im Finger-Handbereich:

- + Kraftausbringung/Greifbedingungen
- + Hand-/Armausrichtung und -bewegung
- + Arbeitsgegenstände
- + Ausführungshaltungen
- + Körperhaltung

Summe x Zeiteinteilung = **Punktwert**

Anhand des ermittelten Punktwertes und der folgenden Tabelle kann eine grobe Bewertung vorgenommen werden.

Punktwert	Beschreibung
1	Geringe Belastung, Gesundheitsgefährdung durch körperliche Überbeanspruchung ist unwahrscheinlich.
2	Mittlere Belastung, eine körperliche Überbeanspruchung ist bei unnormal belasteten Personen möglich, für gesunde Personen und Gestaltungsmaßnahmen unnormal.
3	Erhöhte Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist auch für normal belastete Personen möglich, Gestaltungsmaßnahmen sind zu prüfen.
4	Hohe Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist wahrscheinlich, Gestaltungsmaßnahmen sind erforderlich.

Bei welchen Tätigkeiten kann diese Methode angewendet werden?

Diese Methode dient der Beurteilung von Tätigkeiten mit überwiegender Belastung des Finger-Hand-Arm-Bereichs bei der Bearbeitung von Arbeitsgegenständen (manuelle Arbeiten). Typische Merkmale dieser Tätigkeiten sind häufige Wiederholungen gleicher oder ähnlicher Handgriffe sowie Anforderungen an die Geschicklichkeit und das Erkennen von kleinen Details.

Bei welchen Tätigkeiten kann diese Methode nicht angewendet werden?

- Tätigkeiten der manuellen Lastenhandhabung (Transport von Lasten mit Gewichten über 5 kg). Hierfür gibt es zwei weitere Leitmerkmalmethoden:
 - Heben, Halten und Tragen von Lasten
 - Ziehen und Schieben beim Transport von Lasten mit Flurförderzeugen
- Tätigkeiten mit hohen energetischen Anforderungen durch Ganzkörperarbeit und hohen Aktionskraftaufwendungen (z. B. Steigen, Klettern, Maschinenmontage)
- Tätigkeiten mit lang anhaltenden erzwungenen Körperhaltungen (z. B. Knien, Bücken, Liegen)

Wie wird analysiert?

Mit der LMM MA werden

1. die wichtigsten Arbeitsanforderungen (Leitmerkmale) einzeln gewichtet und
2. die Höhe der physischen Gesamtbelastung bewertet.

Zur Verringerung der Stufungen bei den Wichtungen der Leitmerkmale und zur Vermeidung von Fehleinschätzungen in den Grenzbereichen dieser Stufungen wird empfohlen, bei allen Merkmalen interpolierte Zwischenwerte zu verwenden.

Was wird bewertet?

Mit der LMM MA wird die Wahrscheinlichkeit einer physischen Überbeanspruchung bewertet.

Dabei wird davon ausgegangen, dass der Einhaltung der 25-Punkte-Grenze für die Tätigkeit von allen Beschäftigten ohne die Gefahr einer physischen Überbeanspruchung ausgeführt werden kann. Für trainierte und physisch höher belastbare Beschäftigte ist die Überschreitung der 25-Punkte-Grenze akzeptabel. Oberhalb von 50 Punkten besteht jedoch für alle Beschäftigten die Gefahr einer physischen Überbeanspruchung, bei der mit gesundheitlichen Folgen zu rechnen ist. Die Grenzen von 25 und 50 Punkten sind als Orientierung zu verstehen. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass mit steigenden Punktwerten die Belastung des Muskel-Skelett-Systems zunimmt.

Ablauf der Gefährdungsbeurteilung

Die Beurteilung erfolgt grundsätzlich für Teiltätigkeiten. Variieren innerhalb dieser Teiltätigkeit Art und Häufigkeit der Bewegungen, so sind Mittelwerte zu bilden.

Treten innerhalb eines Arbeitstages mehrere Teiltätigkeiten mit deutlich unterschiedlichen Merkmalen auf, sind diese getrennt einzuschätzen und zu dokumentieren.

Eine zusammenfassende Beurteilung ist mit dem Formblatt LMM MA nicht möglich. Hierfür ist das rechnergestützte erweiterte Analyseverfahren LMM MA E zu verwenden.

Eine gute Kenntnis der zu beurteilenden Teiltätigkeit ist unbedingte Voraussetzung. Ist diese nicht vorhanden, darf keine Beurteilung vorgenommen werden. Grobe Schätzungen oder Vermutungen führen zu falschen Ergebnissen.




Zeitwichtung

Gesamtdauer dieser Tätigkeit pro Schicht (bis ... Std.)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zeitwichtung	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5

Die Zeitwichtung erfolgt anhand der Tabelle. Es ist die Dauer der zu beurteilenden Tätigkeit zu berücksichtigen. Rüstzeiten, Verteilzeiten und andere Arbeiten werden nicht berücksichtigt.

Wichtung der Kraftausübung

Art der Kraftausübung(en) im Finger-Handbereich		Halten mittlere Haltedauer [Sekunden pro Minute]				Bewegen mittlere Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]					
		60-31	30-16	15-4	<4	<1	1-4	5-15	16-30	31-60	>60
Höhe	Beschreibung, typische Beispiele	Wichtung									
	Sehr geringe Kräfte z. B. Tastenbedienung / Verschieben / Ordnen	2	1	0,5	0	0	0,5	1	2	3	
	Geringe Kräfte z. B. Materialführung / Einlegen	3	1,5	1	0	0	1	1,5	3	5	
	Mittlere Kräfte z. B. Greifen / Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	5	2	1	0	0,5	1	2	5	8	
	Hohe Kräfte z. B. Drehen / Wickeln / Verpacken / Fassen / Halten oder Fügen von Teilen / Eindringen / Schneiden / Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	8	4	2	1	0,5	2	4	8	13	
	Sehr hohe Kräfte z. B. Kraftbetontes Schneiden / Arbeit mit kleinen Tackern / Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen	12	6	3	1	1	3	6	12	21	
	Spitzenkräfte z. B. Schrauben anziehen, lösen / Trennen / Eindringen	19	9	4	1	2	4	9	19	33	
	Schlagen mit Daumenballen, Handfläche oder Faust	-	-	-	1	1	3	6	12	21	
<small>Der Arbeitszyklus ist zu beobachten und die Wichtungen für die Kraftkategorien zu markieren. Addiert (linke und rechte Hand getrennt) ergeben diese die Kraftwichtung. Für die Errechnung der Gesamtpunktzahl ist der höhere Wert zu verwenden.</small>		Wichtungen der Kraftausübung:				Linke Hand: 6		Rechte Hand: 5,5			

Ausfüllbeispiel

Manuelle Arbeitsprozesse sind fast immer eine Abfolge von unterschiedlichen Handlungen. Dabei sind repetitive Handgriffe ebenso möglich wie längeres Halten und weite Armbewegungen. Für die Analyse werden alle wesentlichen Handlungen in der Wichtungstabelle für die linke und rechte Hand getrennt markiert. Als Gesamtwichtung ist der höhere der beiden Werte zu verwenden. Dabei werden sowohl die Art der Kraftausübung (Zeilen) als auch die Häufigkeit/Dauer (Spalten) berücksichtigt.

Für die Einstufung ist es hilfreich, wenn der Beurteiler selbst die Kraftausübung testet.

Die Erfassung der Art der Kraftausübungen erfolgt durch Abschätzung nach Beobachtung und ggf. Befragung der Beschäftigten. Die Beschreibung und die Beispiele dienen als Einstufungshilfe.

Die Erfassung der Dauer/Häufigkeit der einzelnen Handlungen erfolgt durch die Analyse von mehreren Arbeitszyklen. Als Arbeitszyklus wird ein zusammenhängender Zeitabschnitt verstanden, in dem ein Bearbeitungsprozess abläuft. Dies können wenige Sekunden sein (z. B. Einlegen eines Teils in eine Maschine) oder mehrere Minuten (z. B. Komplettmontage eines Produktes). Wichtig ist, dass repräsentative Werte durch Zählen und Zeitmessung ermittelt werden. Erfahrungsgemäß reicht bei Zykluszeiten bis 60 s dazu die Analyse von 5 bis 10 Zyklen aus. Bei längeren Zykluszeiten müssen 10 bis 15 Zyklen analysiert werden. ▶

► Die gezählten Gesamthäufigkeiten bzw. gemessenen Gesamtdauern sind dann durch die Anzahl der beobachteten Minuten zu dividieren. Daraus errechnen sich die mittleren Haltedauern und mittleren Bewegungshäufigkeiten. Bei komplexen Teiltätigkeiten wird empfohlen, ein Video zu erstellen und dieses in Ruhe zu beurteilen. Welche Kräfte treten auf, welche kann man zu einer Gruppe zusammenfassen? Werden 4 oder mehr Sekunden gehalten? Dann Häufigkeiten und Haltedauern der verschiedenen Belastungen eintragen. Bei gleichzeitigem Halten und Bewegen derselben Hand ist bei überwiegend dynamischen Prozessen die Bewegungshäufigkeit zu betrachten. Bei eher statischen Prozessen (Halten mit wenigen Bewegungen) ist die Haltedauer zu betrachten.

Eine Unterscheidung zwischen Rechts- und Linkshändern wird nicht vorgenommen, da die Tätigkeit und nicht die Person bewertet wird.





Die Auslösewerte und Grenzwerte für die Exposition gegenüber schädigender Hand-Arm-Vibration werden bei den üblicherweise verwendeten Werkzeugen fast immer sicher eingehalten. Kommen allerdings Werkzeuge mit deutlich erkennbarer Vibrationserzeugung zum Einsatz, so ist gemäß Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutz-Verordnung (LärmVibrations-ArbSchV) eine getrennte Gefährdungsbeurteilung vorzunehmen.

Wichtung der Kraftübertragung

Kraftübertragung/Greifbedingungen	Wichtung
Optimale Kraftübertragung/-einleitung / Arbeitsgegenstände gut greifbar (z. B. Stabform, Griffmulden) / gute ergonomische Griffgestaltung (Griffe, Tasten, Werkzeuge)	0
Eingeschränkte Kraftübertragung/-einleitung / erhöhte Haltekräfte erforderlich / keine gestalteten Griffe	2
Kraftübertragung/-einleitung erheblich behindert / Arbeitsgegenstände kaum greifbar (schmierig, weich, scharfkantig) / keine oder ungeeignete Griffe	4

Die Wichtung der Kraftübertragung/Greifbedingungen erfolgt anhand der Merkmale in der Tabelle. Die Einstufung ist entsprechend ihrer Wirkung auf die physische Belastung vorzunehmen, insbesondere hinsichtlich erhöhter Finger- und Handschlusskräfte. Für die Einstufung ist es hilfreich, wenn der Beurteiler selbst die Kraftübertragung testet. Wird ohne Griffe gearbeitet (z. B. bei direktem Materialkontakt wie beim Zusammenstecken von Bauteilen), ist dies nicht automatisch Wichtung 4, sondern es ist die Kraftübertragung auf den Materialkörper zu bewerten. Ist das Material gut greifbar, kann auch ohne Griffe die Wichtung 0 erreicht werden.

Wichtung der Hand-/Arm-Stellung

Hand-/Armstellung und -bewegung ^{*)}	Wichtung
 Gut: Stellung oder Bewegungen der Gelenke im mittleren (entspannten) Bereich / nur selten Abweichungen	0
 Eingeschränkt: gelegentliche Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ende der Beweglichkeitsbereiche	1
 Ungünstig: Häufige Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ende der Beweglichkeitsbereiche	2
 Schlecht: Ständige Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ende der Beweglichkeitsbereiche / lang dauerndes statisches Halten der Arme ohne Hand-Arm-Abstützung	3

*) Es sind die typischen Stellungen zu berücksichtigen. Seltene Abweichungen können vernachlässigt werden.

Die Wichtung der Hand-/Armstellung und -bewegung erfolgt anhand der Merkmale in der Tabelle. Dabei sind das Bewegungsausmaß und die Häufigkeit zu berücksichtigen. Für die Einstufung ist es hilfreich, wenn die Bewegungen durch eigenes Ausführen durch den Beurteiler nachvollzogen werden.

Bewegungen im mittleren Beweglichkeitsbereich und gelegentliches Ausnutzen der aktiven Bewegung bis zum „Anschlag“ sind unkritisch. Häufigeres Bewegen und Halten von Gelenken am Ende des Beweglichkeitsbereiches können zu Beschwerden führen.

Wichtung der Arbeitsorganisation

Arbeitsorganisation	Wichtung
Häufig Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / mehrere Arbeitsgänge / ausreichende Erholungsmöglichkeit	0
Selten Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / wenige Arbeitsgänge / Erholzeiten ausreichend	1
Kein/kaum Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / wenige Einzelbewegungen pro Vorgang / hohes Arbeitstempo durch hohe Ausstattung und/oder hohe Akkordarbeitsleistung / ungleichmäßiger Arbeitsablauf mit zeitweise hohen Belastungsspitzen / zu wenig oder zu kurze Erholzeiten	2

In der Tabelle nicht genannte Merkmale sind sinngemäß zu berücksichtigen.

Die Wichtung der Arbeitsorganisation erfolgt anhand der Merkmale in der Tabelle. Diese sind lediglich eine Einstufungshilfe. Im Vordergrund steht hierbei die Frage, ob die Belastungen für den Beschäftigten sehr einseitig sind und nur begrenzt Erholungsmöglichkeiten existieren, oder ob Belastungswechsel, z. B. durch andere Tätigkeiten oder durch lange Zykluszeiten mit unterschiedlichen Anforderungen vorkommen und belastete Körperregionen sich wieder erholen können.

Da die in der Tabelle genannten Merkmale in unterschiedlicher Kombination und Intensität auftreten können, würde eine rechnerisch-schematische Zuordnung der Einzelmerkmale zur Wichtungszahl die Möglichkeiten der orientierenden Analyse überschreiten. Die Einstufung ist deshalb entsprechend ihrer Wirkung auf die physische Belastung vorzunehmen, insbesondere hinsichtlich der Einseitigkeit und der fehlenden Erholungsmöglichkeiten.

Wichtung der Ausführungsbedingungen





Ausführungsbedingungen	Wichtung
Gut: sichere Detailerkennbarkeit/ keine Blendung / gute klimatische Bedingungen	0
Eingeschränkt: erschwerte Detailerkennbarkeit durch Blendung oder zu kleine Details / Zugluft / Kälte / Nässe / Konzentrationsstörungen durch Geräusche	1

In der Tabelle nicht genannte Merkmale sind sinngemäß zu berücksichtigen. Bei sehr ungünstigen Bedingungen kann die Wichtung 2 vergeben werden.

Die Wichtung der Ausführungsbedingungen erfolgt anhand der Merkmale in der Tabelle. Es sind die zeitlich überwiegenden Ausführungsbedingungen zugrunde zu legen. Die in der Tabelle aufgeführten Merkmale dienen als Einstufungshilfe. Da sie in unterschiedlicher Kombination und Intensität auftreten können, würde eine rechnerisch-schematische Zuordnung der Einzelmerkmale zur Wichtungszahl die Möglichkeiten der orientierenden Analyse überschreiten. Die Einstufung ist deshalb entsprechend der Wirkung auf die physische Belastung vorzunehmen, insbesondere wenn die Arbeitsausführung behindert wird und es zu einer erhöhten Anspannung kommt. Die Wichtung 2 kann bei besonders ungünstigen Bedingungen vergeben werden.

Gelegentliche oder sicherheitstechnische Mängel ohne Bedeutung für die physische Belastung sollten hier nicht berücksichtigt werden.

Wichtung der Körperhaltung

Körperhaltung ^{*)}	Wichtung	
	Gut: Wechsel von Sitzen und Stehen möglich / Wechsel von Stehen und Gehen / dynamisches Sitzen ist möglich / Hand-Arm-Auflage bei Bedarf möglich / keine Verdrehung / Kopfhaltung variabel / kein Greifen über Schulterhöhe	0
	Eingeschränkt: Rumpf mit leichter Neigung des Körpers zum Handlungsbereich / überwiegend Sitzen mit gelegentlichem Stehen oder Gehen / gelegentliches Greifen über Schulterhöhe	1
	Ungünstig: Rumpf deutlich vorgeneigt und/oder verdreht / Kopfhaltung zur Detailerkennung vorgegeben / eingeschränkte Bewegungsfreiheit / ausschließlich Stehen ohne Gehen / häufiges Greifen über Schulterhöhe / häufiges körperfernes Greifen	3
	Schlecht: Rumpf stärker verdreht und vorgeneigt / streng fixierte Körperhaltung / visuelle Kontrolle der Handlung über Lupen oder Mikroskope / starke Kopfneigung oder -verdrehung / häufiges Bücken / ständiges Greifen über Schulterhöhe / ständiges körperfernes Greifen	5

*) Es sind die typischen Körperhaltungen zu berücksichtigen. Seltene Abweichungen können vernachlässigt werden.

Es wird eine überschlägige Gesamteinschätzung vorgenommen. Für die Einstufung wird die typische, am längsten auftretende Körperhaltung zugrunde gelegt. Gelegentliche ungünstige Körperhaltungen werden nicht berücksichtigt. Treten Merkmale aus zwei Kategorien auf, z. B. „Wechsel von Sitzen und Stehen“ und „häufigeres körperfernes Greifen“, so ist in der Bewertung zwischen den Werten zu interpolieren.

Bewertung

	Art der Kraftausübung(en) im Finger-Hand-Bereich			
+	Kraftübertragung/Greifbedingungen			
+	Hand-/Armstellung und -bewegung			
+	Arbeitsorganisation			
+	Ausführungsbedingungen			
+	Körperhaltung			
=	Summe		x	Zeitwichtung
			=	Punktwert

Die Bewertung jeder Teiltätigkeit erfolgt anhand eines tätigkeitsbezogenen Punktwertes. Dieser errechnet sich durch Addition der Wichtungen der Leitmerkmale und Multiplikation mit der Zeitwichtung.

Risikobereich***	Punktwert	Beschreibung
1	< 10	Geringe Belastung, Gesundheitsgefährdung durch körperliche Überbeanspruchung ist unwahrscheinlich.
2	10 bis < 25	Mittlere Belastung, eine körperliche Überbeanspruchung ist bei vermindert belastbaren Personen möglich. Für diesen Personenkreis sind Gestaltungsmaßnahmen sinnvoll.
3	25 bis < 50	Erhöhte Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist auch für normal belastbare Personen möglich. Gestaltungsmaßnahmen sind zu prüfen.
4	≥ 50	Hohe Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist wahrscheinlich. Gestaltungsmaßnahmen sind erforderlich.

Bewertungsgrundlage ist die Art und Ausprägung der Anforderungen, die an die Beschäftigten gestellt werden. Dabei werden sowohl Häufigkeit, Dauer, Kraft und Körperhaltung als auch die Rahmenbedingungen berücksichtigt. Grundsätzlich gilt, dass mit steigenden Anforderungen auch die Wahrscheinlichkeit einer physischen Überbeanspruchung zunimmt. Hohe Punktwerte sind ein Hinweis auf eine kritische Situation, die die Möglichkeit von Beschwerden erhöhen.

Eine differenzierte Betrachtung der Einzelwichtungen ermöglicht die Identifikation von belasteten Körperregionen. So ist z. B. eine hohe Wichtung bei der Kraftausübung durch häufiges kraftbetontes Schneiden ein Hinweis auf die erhöhte Belastung der Unterarmmuskulatur und -sehnen sowie der Nerven im Handgelenksbereich. Eine hohe Wichtung durch Schlagen ist ein Hinweis auf mögliche Gefäßschädigungen und eine hohe Wichtung bei der Körperhaltung ist ein Hinweis auf eine mögliche Überbelastung der Rumpfmuskulatur und Wirbelsäule, insbesondere dem Nackenbereich.

Ableitbare Gestaltungsnotwendigkeiten

Aus dieser Gefährdungsabschätzung sind sofort Gestaltungsnotwendigkeiten und -ansätze erkennbar. Grundsätzlich sollten die Ursachen hoher Wichtungen als erstes beseitigt werden.

Bei Unsicherheiten der Bewertung sind weitere Analysen erforderlich. Das Beanspruchungsempfinden und/oder gesundheitliche Beschwerden der Beschäftigten sind wichtige Indikatoren der Arbeitsbelastung.

Weitergehende Hinweise und Handlungsempfehlungen sind verfügbar in:

**Ausführliche Anleitung zur Anwendung der Leitmerkmalmethode
Manuelle Arbeitsprozesse (LMM MA)**

www.baua.de/leitmerkmalmethoden

Leitmerkmalmethode zur Erfassung von Belastungen bei manuellen Arbeitsprozessen

Gibt es pro Arbeitstag mehrere unterschiedliche Arbeitsaufgaben, sind diese getrennt zu erfassen.


Arbeitsaufgabe

Version 2011




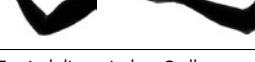
1. SCHRITT: Bestimmung der Zeitwichtung

Gesamtdauer dieser Tätigkeit pro Schicht (bis ... Std.)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zeitwichtung	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5

2. SCHRITT: Bestimmung der Wichtungen von Art der Kraftausübung, Greifbedingungen, Arbeitsorganisation, Ausführungsbedingungen, Körperhaltung und Hand-/Armstellung und -bewegung

Art der Kraftausübung(en) im Finger-Handbereich		Halten mittlere Haltedauer [Sekunden pro Minute]				Bewegen mittlere Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]					
		60–31	30–16	15–4	<4	<1	1–4	5–15	16–30	31–60	>60
Höhe	Beschreibung, typische Beispiele	Wichtung									
	Sehr geringe Kräfte z. B. Tastenbedienung / Verschieben / Ordnen	2	1	0,5	0	0	0,5	1	2	3	
	Geringe Kräfte z. B. Materialführung / Einlegen	3	1,5	1	0	0	1	1,5	3	5	
	Mittlere Kräfte z. B. Greifen / Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	5	2	1	0	0,5	1	2	5	8	
	Hohe Kräfte z. B. Drehen / Wickeln / Verpacken / Fassen / Halten oder Fügen von Teilen / Eindrücken / Schneiden / Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	8	4	2	0,5	1	2	4	8	13	
	Sehr hohe Kräfte z. B. Kraftbetontes Schneiden / Arbeit mit kleinen Tackern / Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen	12	6	3	1	1	3	6	12	21	
	Spitzenkräfte z. B. Schrauben anziehen, lösen / Trennen / Eindrücken	19	9	4	1	2	4	9	19	33	
hoch	Schlagen mit Daumenballen, Handfläche oder Faust	–	–	–	1	1	3	6	12	21	
Der Arbeitszyklus ist zu beobachten und die Wichtungen für die Kraftkategorien zu markieren. Addiert (linke und rechte Hand getrennt) ergeben diese die Kraftwichtung. Für die Errechnung der Gesamtpunktzahl ist der höhere Wert zu verwenden.		Wichtungen der Kraftausübung:			Linke Hand:			Rechte Hand:			

Kraftübertragung/Greifbedingungen	Wichtung
Optimale Kraftübertragung/-einleitung / Arbeitsgegenstände gut greifbar (z. B. Stabform, Griffmulden) / gute ergonomische Griffgestaltung (Griffe, Tasten, Werkzeuge)	0
Eingeschränkte Kraftübertragung/-einleitung / erhöhte Haltekräfte erforderlich / keine gestalteten Griffe	2
Kraftübertragung/-einleitung erheblich behindert / Arbeitsgegenstände kaum greifbar (schmierig, weich, scharfkantig) / keine oder ungeeignete Griffe	4

Hand-/Armstellung und -bewegung*)	Wichtung
 Gut: Stellung oder Bewegungen der Gelenke im mittleren (entspannten) Bereich / nur selten Abweichungen	0
 Eingeschränkt: gelegentliche Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ende der Beweglichkeitsbereiche	1
 Ungünstig: Häufige Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ende der Beweglichkeitsbereiche	2
 Schlecht: Ständige Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ende der Beweglichkeitsbereiche / lang dauerndes statisches Halten der Arme ohne Hand-Arm-Abstützung	3





*) Es sind die typischen Stellungen zu berücksichtigen. Seltene Abweichungen können vernachlässigt werden.

Arbeitsorganisation	Wichtung
Häufig Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / mehrere Arbeitsgänge / ausreichende Erholungsmöglichkeit	0
Selten Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / wenige Arbeitsgänge / Erholzeiten ausreichend	1
Kein/kaum Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / wenige Einzelbewegungen pro Vorgang / hohes Arbeitstempo durch hohe Austaktung und/oder hohe Akkordarbeitsleistung / ungleichmäßiger Arbeitsablauf mit zeitweise hohen Belastungsspitzen / zu wenig oder zu kurze Erholzeiten	2

In der Tabelle nicht genannte Merkmale sind sinngemäß zu berücksichtigen.

Ausführungsbedingungen	Wichtung
Gut: sichere Detailerkennbarkeit/ keine Blendung / gute klimatische Bedingungen	0
Eingeschränkt: erschwerte Detailerkennbarkeit durch Blendung oder zu kleine Details / Zugluft / Kälte / Nässe / Konzentrationsstörungen durch Geräusche	1

In der Tabelle nicht genannte Merkmale sind sinngemäß zu berücksichtigen. Bei sehr ungünstigen Bedingungen kann die Wichtung 2 vergeben werden.

Körperhaltung **)	Wichtung
 Gut: Wechsel von Sitzen und Stehen möglich / Wechsel von Stehen und Gehen / dynamisches Sitzen ist möglich / Hand-Arm-Auflage bei Bedarf möglich / keine Verdrehung / Kopfhaltung variabel / kein Greifen über Schulterhöhe	0
 Eingeschränkt: Rumpf mit leichter Neigung des Körpers zum Handlungsbereich / überwiegend Sitzen mit gelegentlichem Stehen oder Gehen / gelegentliches Greifen über Schulterhöhe	1
 Ungünstig: Rumpf deutlich vorgeneigt und/oder verdreht / Kopfhaltung zur Detailerkennung vorgegeben / eingeschränkte Bewegungsfreiheit / ausschließlich Stehen ohne Gehen / häufiges Greifen über Schulterhöhe / häufiges körperfernes Greifen	3
 Schlecht: Rumpf stärker verdreht und vorgeneigt / streng fixierte Körperhaltung / visuelle Kontrolle der Handlung über Lupen oder Mikroskope / starke Kopfneigung oder -verdrehung / häufiges Bücken / ständiges Greifen über Schulterhöhe / ständiges körperfernes Greifen	5

**) Es sind die typischen Körperhaltungen zu berücksichtigen. Seltene Abweichungen können vernachlässigt werden.

3. SCHRITT: Bewertung

Die für diese Tätigkeit zutreffenden Wichtungen sind in das Schema einzutragen und auszurechnen.

	Art der Kraftausübung(en) im Finger-Hand-Bereich			
+	Kraftübertragung/Greifbedingungen			
+	Hand-/Armstellung und -bewegung			
+	Arbeitsorganisation			
+	Ausführungsbedingungen			
+	Körperhaltung			
=	Summe		x	Zeitwichtung
			=	Punktwert

Anhand des errechneten Punktwertes und der folgenden Tabelle kann eine grobe Bewertung vorgenommen werden.

Risikobereich ***	Punktwert	Beschreibung
1	< 10	Geringe Belastung, Gesundheitsgefährdung durch körperliche Überbeanspruchung ist unwahrscheinlich.
2	10 bis < 25	Mittlere Belastung, eine körperliche Überbeanspruchung ist bei vermindert belastbaren Personen möglich. Für diesen Personenkreis sind Gestaltungsmaßnahmen sinnvoll.
3	25 bis < 50	Erhöhte Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist auch für normal belastbare Personen möglich. Gestaltungsmaßnahmen sind zu prüfen.
4	≥ 50	Hohe Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist wahrscheinlich. Gestaltungsmaßnahmen sind erforderlich.

***) Die Grenzen zwischen den Risikobereichen sind aufgrund der individuellen Arbeitstechniken und Leistungsvoraussetzungen fließend. Damit darf die Einstufung nur als Orientierungshilfe verstanden werden. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass mit steigenden Punktwerten die Belastung des Muskel-Skelett-Systems zunimmt.



10 Psychische Faktoren

10 Psychische Faktoren

Die Arbeitswelt unterliegt einem steten Wandel, der sich u. a. in zunehmenden Flexibilitäts- und Mobilitätsanforderungen an die Beschäftigten zeigt. Daneben verändert sich die Arbeit aber auch selbst, d. h., sie wird vielfältiger und komplexer, oftmals auch intensiver. So entstehen mit der Einführung neuer Führungskonzepte, die auf der Vereinbarung von Zielen basieren, höhere Planungs- und Steuerungsanforderungen an die Beschäftigten (Rothe, 2012; Rothe & Morschhäuser, 2014). Weiterhin reagieren Unternehmen eher und schneller als früher mit Restrukturierungsmaßnahmen auf Krisen (Schütte & Köper, 2013). Darüber hinaus muss – ausgehend von den im Rahmen des Konzepts Industrie 4.0 beschriebenen Zukunftsszenarien – von einer stärkeren Vernetzung und Kooperation von Mensch und Maschine ausgegangen werden (Kagermann, Wahlster & Helbig, 2013). Mit den skizzierten Entwicklungen geht auch eine Verschiebung der auftretenden Arbeitsanforderungen einher, da die Anzahl von Tätigkeiten, bei denen kognitive, informatorische sowie emotionale Faktoren dominieren und somit die psychische Belastung überwiegt, gestiegen ist und weiter zunehmen dürfte.

Grundsätzlich sollten auch die mit dem Wandel der Arbeit auftretenden Belastungsveränderungen bzw. die daraus resultierenden neuen Arbeitsbedingungen den Kriterien menschengerechter Arbeit entsprechen. Eine Tätigkeit gilt dann als human, wenn sie die physische und psychische Gesundheit, das Wohlbefinden sowie die Leistungsfähigkeit nicht beeinträchtigt, der vorhandenen Qualifikation des Beschäftigten entspricht und die Entfaltung der individuellen Potenziale und Kompetenzen erlaubt (Gesellschaft für Arbeitswissenschaft, 1999). Die Erfüllung dieses Anspruchs verlangt umfassende Kenntnisse über das zur psychischen Belastung vorliegende Wissen, um darauf aufbauend Handlungsmöglichkeiten für die Gestaltung von Arbeit, also tätigkeitsbezogene, aber auch regulatorische Optionen, ableiten zu können.

Hinweis

Aktuell führt die BAuA das Projekt „Psychische Gesundheit in der Arbeitswelt – wissenschaftliche Standortbestimmung“ durch. Das Projekt zielt darauf ab, eine wissenschaftlich fundierte Standortbestimmung zu psychischen Belastungen in der Arbeitswelt zu erstellen, die nicht nur potentielle Beeinträchtigungen, sondern auch gesundheitsförderliche Aspekte in den Blick nimmt.

Die erste Phase des Projekts, die der Wissensaufbereitung diente, wurde von 2014 bis 2015 durchgeführt. In der zweiten Phase werden die ermittelten Erkenntnisse durch einen ausführlichen Diskurs mit der Wissenschaft vertieft und ergänzt. In der dritten Phase des Projekts wird die BAuA ab Mitte des Jahres 2016 im Dialog mit dem Bundesarbeitsministerium, einschlägigen Fachkreisen der Praxis und mit den Sozialpartnern Handlungsschwerpunkte und Umsetzungsoptionen im Arbeits- und Gesundheitsschutz identifizieren.

Der Abschnitt „Psychische Faktoren“ wird im Anschluss an das Projekt geprüft und ggf. überarbeitet. Bis dahin werden an dieser Stelle die Empfehlungen aus dem Fachbuch „Gefährdungsbeurteilung psychischer Belastung“, Infoteil A mit freundlicher Genehmigung des Erich Schmidt Verlags wiedergegeben (Ausnahme: Abschnitt 10.2.1 „Arbeitszeit“, siehe dortige Anmerkung).

Die Übernahme der Abschnitte aus dem Fachbuch führt – abweichend von der im Ratgeber bisher verwendeten Grundstruktur – zum folgenden Aufbau des nachfolgenden Kapitels: Die Darstellung der Gefährdungsfaktoren beginnt jeweils mit einer kurzen Beschreibung des Arbeitsmerkmals. Danach werden exemplarisch kritische Merkmalsausprägungen zusammen mit dem Gefährdungspotenzial genannt. Am Ende jedes Abschnitts erfolgen stichwortartig Hinweise auf mögliche Gestaltungsansätze, die die positiven Merkmalsausprägungen anzeigen und somit gleichzeitig auch Aspekte einer menschengerechten Arbeitsgestaltung darstellen.

Quelle: Richter, G., Henkel, D., Rau, R., & Schütte, M.: Beschreibung psychischer Belastungsfaktoren bei der Arbeit. In: BAuA (Hrsg.) Gefährdungsbeurteilung psychischer Belastung (S. 166–186), Berlin: Erich-Schmidt-Verlag, 2014.

10.1 Arbeitsinhalt/Arbeitsaufgabe

10.1.1 Vollständigkeit der Aufgabe

Begriffsbestimmung

Eine Arbeitstätigkeit ist vollständig, wenn

- die Beschäftigten ihre Tätigkeit nicht nur selbst ausführen, sondern auch selbst vorbereiten, organisieren und kontrollieren,
- die Tätigkeiten unterschiedlich hohe Denkanforderungen stellen, das heißt, eine Mischung darstellen von automatisiert ausführbaren Handlungen ohne bewusste Zuwendung bis hin zu Tätigkeiten mit verschiedenen hohen Denkanforderungen.

Mögliche kritische Ausprägungen

- Die Tätigkeit besteht in der Wiederholung ein- und desselben Arbeitsganges, zum Beispiel einförmige Fließbandarbeit ohne vor- oder nachbereitende indirekte Tätigkeiten oder Ausführen von Routinetätigkeiten bei stark arbeitsteiligen Prozessen in der Fertigung oder Verwaltung etc.
- Die Tätigkeit erfordert über längere Zeit Daueraufmerksamkeit.
- Es werden dauerhaft anspruchsvolle kognitive Arbeiten mit hoher Konzentration ohne Zeiten mit weniger anspruchsvollen Tätigkeiten ausgeführt, zum Beispiel bei medizinischen Operationen, die ohne Pause über viele Stunden dauern.

Gefährdungspotenzial

Erste Hinweise auf ein Gefährdungspotenzial werden für die folgenden Krankheitsbilder und Beschwerden berichtet:

- Erleben kurzfristiger Fehlbeanspruchungsfolgen wie Monotonie und Sättigung in Zusammenhang mit unvollständigen Tätigkeiten (Rudolph et al., 1987).

Mögliche Gestaltungsansätze

- Anreichern von Ausführungsaufgaben, zum Beispiel durch die Übertragung von Aufgaben, die die eigene Arbeit vorbereiten, organisieren und kontrollieren; dies führt auch zu höherer Eigenverantwortlichkeit,
- Abstimmung mit vor- und nachgelagerten Bereichen ermöglichen,
- Aufgabenwechsel durchführen,
- Mischung von geistig fordernden Aufgaben mit Routinetätigkeiten.

10.1.2 Handlungsspielraum

Begriffsbestimmung

Der Handlungsspielraum umfasst die Freiheitsgrade (auch Einflussmöglichkeiten oder Autonomie genannt), die in der Tätigkeit enthalten sind. Sie werden unterteilt in

- zeitliche Freiheitsgrade: die zeitliche Abfolge oder die Dauer von Tätigkeiten kann selbst bestimmt werden,
- inhaltliche Freiheitsgrade: Arbeitende können ihre Arbeitsweise, zum Teil ihre Arbeitsmittel und in bestimmten Fällen auch Arbeitsziele selbst bestimmen (z. B. Softwareentwickler, Wissenschaftler).

Mögliche kritische Ausprägungen

- fehlende oder unzureichende zeitliche Freiheitsgrade
 - genau festgelegte Zeiten bzw. Zeitpunkte, wann welche Arbeiten erledigt werden müssen, zum Beispiel bei Arbeiten am Fließband; Arbeiten mit Kundenkontakt, ohne Einfluss auf die Terminvergabe und/oder bei klarer Vorgabe über die Dauer und den Ablauf der Kundentermine,
 - keine Möglichkeit, die Arbeit kurzzeitig zu unterbrechen, zum Beispiel bei Überwachungstätigkeiten auf Intensivstationen im Krankenhaus oder in Leitwarten der chemischen Industrie.
- fehlende oder unzureichende inhaltliche Freiheitsgrade
 - keinerlei Einfluss auf die Inhalte der Arbeit bzw. feste Vorgaben wie eine Arbeit ausgeführt werden muss (d. h. Arbeitsmethoden, Arbeitsmittel sind festgelegt), zum Beispiel immer gleiche Handgriffe an einer Maschinengruppe bei einem durch den Maschinentakt strikt vorgegebenen Arbeitsrhythmus.

Gefährdungspotenzial

Das Gefährdungspotenzial von geringem Handlungsspielraum ist nachgewiesen für die folgenden Krankheitsbilder:

- kardiovaskuläre Erkrankungen (siehe Metaanalyse von Pieper et al., 1989; Review von Schnall et al., 1994),
- psychische Störungen, insbesondere depressive Erkrankungen und Angst (siehe Metaanalyse von Stansfeld & Candy, 2006; Reviews von Bonde, 2008 oder Siegrist, 2008; Langzeitstudie von Griffin et al., 2002).

Mögliche Gestaltungsansätze

- zeitliche und/oder inhaltliche Freiheitsgrade schaffen, zum Beispiel durch Springer,
- andere Aufgabenteilung und -kombination vornehmen,
- technische oder personelle Vorankündigung von Handlungserfordernissen organisieren.

10.1.3 Variabilität (Abwechslungsreichtum)

Begriffsbestimmung

Eine Tätigkeit ist dann abwechslungsreich, wenn

- die Anforderungs- und Aufgabenvielfalt einer Arbeitstätigkeit gegeben ist und
- die Beschäftigten verschiedene Fähigkeiten und Fertigkeiten in die Anforderungsbewältigung einbringen können.

Mögliche kritische Ausprägungen

- hohe Wiederholungshäufigkeit von einzelnen Verrichtungen, zum Beispiel ein- und derselbe Arbeitsschritt wiederholt sich ständig bei Fließbandarbeit mit sehr kurzer Taktung, bei der Funktionspflege im Krankenhaus oder bei Service-Center-Tätigkeiten, bei denen die einzige Aufgabe im Entgegennehmen von Anfragen mit ähnlichen Inhalten besteht,
- hoher Wiederholungsgrad einzelner, immer gleicher Verrichtungen, zum Beispiel bei stark eintönigen oder sich ständig wiederholenden Gesprächen in der Bestellannahme im Call-Center.

Gefährdungspotenzial

In der Literaturrecherche (Stand April 2011) wurden nur Studien zum Zusammenhang von Aufgabenvielfalt und Gesundheit gefunden (Collins & Parry-Jones, 2000; Donders et al., 2003). Die Ergebnisse der gefundenen Studien sind inkonsistent.

Die Aufgabenvielfalt wurde häufig als ein Indikator für den Handlungsspielraum betrachtet, ohne dass gesondert Ergebnisse dazu berichtet wurden (z. B. Landsbergis et al., 2009; Schmidt & Diestel, 2011).

Mögliche Gestaltungsansätze

- zu starke Aufgabenteilung zwischen den Mitarbeitern reduzieren,
- Aufgabenerweiterung (job enrichment, job enlargement) vornehmen,
- Aufgabenwechsel (job rotation) ermöglichen.

10.1.4 Information/Informationsangebot

Begriffsbestimmung

Zur erfolgreichen Bearbeitung von Arbeitsaufgaben benötigen Mitarbeiter Informationen über die eigenen Aufgaben, den Arbeitsgegenstand, das gewünschte Ergebnis oder bereits zuvor erledigte und nachfolgende Prozessschritte.

Mögliche kritische Ausprägungen

- Informationsdefizite
 - Informationen fehlen oder sind nicht aktuell, zum Beispiel bei der Tätigkeit eines Servicemitarbeiters, der nur unzureichende Informationen über den nächsten Kundentermin erhält und sich nicht ausreichend auf diesen vorbereiten kann,
 - Informationen sind ungünstig dargeboten, unverständlich, schlecht zugänglich oder kommen verspätet, zum Beispiel bei einer hohen Anzahl von Bildschirmen und anderen Anzeigeelementen oder unterschiedlichen bzw. widersprüchlichen Anweisungen von dem oder den Vorgesetzten.
- Informationsüberflutung, das heißt, die Informationsmenge übersteigt die Möglichkeiten der Informationsaufnahme und -verarbeitung, zum Beispiel E-Mails, die an die ganze Belegschaft gehen. Die Inhalte sind aber nur für einige Mitarbeiter relevant.

Gefährdungspotenzial

Erste Hinweise auf ein Gefährdungspotenzial werden für die folgenden Krankheitsbilder und Beschwerden berichtet:

- Stress und kognitive Ermüdung bei Informationsüberflutung (z. B. Cohen, 1978).

Hinweis: Allerdings wurden in der Literaturrecherche (Stand April 2012) keine Studien gefunden, die das Gefährdungspotenzial durch das Informationsangebot auf Erkrankungen untersucht haben. Aus grundlagenwissenschaftlichen Untersuchungen ist aber bekannt, dass sowohl der Mangel an Informationen als auch die im Verhältnis zur Verarbeitungskapazität zu große Informationsmenge die Aufgabenausführung erschweren können (Kersten, 2005).

Mögliche Gestaltungsansätze

- Informationen abrufbar machen, zum Beispiel technische Lösungen schaffen, aktuelle
- Informationen im Intranet,
- Informationsbedarf optimieren, zum Beispiel erweitern oder reduzieren,
- Informationsdarstellung verbessern, zum Beispiel Anzahl der Monitore reduzieren,
- Umgang mit digitalen Medien ändern, zum Beispiel für E-Mails eingeschränkte Adresslisten einführen,
- transparente Informationsflüsse schaffen, zum Beispiel durch das Treffen von betrieblichen Regelungen: Wer muss an wen wann berichten?

10.1.5 Verantwortung

Begriffsbestimmung

Verantwortung beschreibt die Pflichten, die ein Arbeitsplatzinhaber hat, wenn er eine bestimmte Tätigkeit ausführt. Verantwortung kann sich auf die Arbeitsergebnisse und die Leistung oder auf die Sicherheit und Gesundheit anderer Personen, zum Beispiel Mitarbeiter, Schüler, Patienten oder zu Pflegende, beziehen. Arbeitsplatzinhaber können aber auch im Rahmen ihrer Tätigkeit für Sachwerte, zum Beispiel Maschinen und Anlagen oder die Umwelt verantwortlich sein.

Mögliche kritische Ausprägungen

- unklare, nicht transparente Verantwortlichkeiten, zum Beispiel Teamleiterfunktion mit unklaren Verantwortlichkeiten für Ergebnisse und unklaren Weisungsbefugnissen gegenüber den Mitarbeitern/Kollegen, Projektstätigkeit mit unklaren Verantwortungsbereichen der einzelnen Projektmitarbeiter für Ergebnisse,
- zu hohe Verantwortung, zum Beispiel bei unzureichender Qualifikation oder fehlender Unterweisung,
- zu niedrige oder keine Verantwortung, trotz ausreichender Qualifikation.

Gefährdungspotenzial

Das Gefährdungspotenzial bei Rollenunklarheit ist nachgewiesen für die folgenden gesundheitlichen Beeinträchtigungen und Krankheitsbilder:

- Depressivität (Metaanalyse von Schmidt et al., 2012),
- Angst (Metaanalysen von Örtqvist & Wincent, 2006 sowie von Jackson & Schuler, 1985).

Mögliche Gestaltungsansätze

- bei unklarer Verantwortung:
 - Transparenz schaffen, zum Beispiel Rollen und Verantwortlichkeiten klären,
- bei zu hoher Verantwortung:
 - Qualifikation anpassen und/oder Verantwortung spezifizieren und kleinere Verantwortungsbereiche schaffen, die dann von unterschiedlichen Personen getragen werden,
 - soziale Unterstützung ermöglichen,
 - systematische Personalentwicklung umsetzen.
- bei zu niedriger Verantwortung:
 - Aufgabenerweiterungen (job enlargement, job enrichment) einführen.

10.1.6 Qualifikation

Begriffsbestimmung

Qualifikation umfasst die Fachkompetenzen, wie zum Beispiel Fachkenntnisse, Arbeitstechniken, Fähigkeiten und Fertigkeiten, aber auch die sozialen und kommunikativen Kompetenzen, die für die fachgerechte Ausführung einer bestimmten Tätigkeit erforderlich sind.

Mögliche kritische Ausprägungen

- Die Tätigkeiten entsprechen nicht der vorhandenen Qualifikation; Aufgabenzuweisung erfolgt, obwohl die Qualifikation für die jeweilige Tätigkeit fehlt, zum Beispiel bei Personalmangel wegen Krankheit oder Urlaub,
- fehlende oder unzureichende Einarbeitung,
- fehlende oder zu späte Anpassung der Qualifikationen durch Fortbildungen oder Schulungen vor oder nach Veränderung der Arbeitsaufgaben, zum Beispiel bei Mitarbeitern, denen im Rahmen einer Umstrukturierung oder einer Fusion neue Aufgaben zugewiesen werden oder bei der Einführung neuer Software oder neuer Maschinen und Geräte.

Gefährdungspotenzial

Erste Hinweise auf ein Gefährdungspotenzial bei Unterforderung werden für die folgenden Krankheitsbilder und Beschwerden berichtet:

- depressive Symptomatologie (Wiesner et al., 2005).

Hinweis: Aus der arbeitswissenschaftlichen Literatur (Schlick et al., 2010; Richter, 2000) ist bekannt, dass es bei nicht ausreichender Qualifikation zu psychischer Überforderung und bei Überqualifikation für die auszuführende Arbeitstätigkeit zu psychischer Unterforderung kommen kann.

Mögliche Gestaltungsansätze

- bei nicht ausreichender Qualifikation:
 - Wiederholen der Tätigkeit zum Erwerb der fehlenden Qualifikation oder Springer einplanen,
 - Einarbeitung gewährleisten,
 - regelmäßige Unterweisungen durchführen,
 - systematische Personalentwicklung: Fort- und Weiterbildung individuell planen, insbesondere vor bekannten Veränderungen.
- bei Überqualifikation:
 - zielorientierte Personalauswahl vornehmen: Anforderungsprofil einer Tätigkeit und individuelle Leistungsvoraussetzungen der Arbeitsplatzinhaber überprüfen (die richtige Frau, der richtige Mann am richtigen Ort),
 - höherwertige Aufgaben übertragen.

10.1.7 Emotionale Inanspruchnahme

Begriffsbestimmung

Zur emotionalen Inanspruchnahme von Arbeitsplatzinhabern kommt es vor allem bei Tätigkeiten im Dienstleistungssektor. Einerseits können die Bedürfnisse und Interessen sowie die verbalen oder nonverbalen Äußerungen der Kunden, Klienten oder Patienten emotional belasten. Andererseits kann die Arbeitsaufgabe das Zeigen gewünschter Emotionen erfordern, die teilweise im Widerspruch zu eigenen Gefühlen stehen.

Mögliche kritische Ausprägungen

- fortwährender Umgang mit emotional belastenden Situationen ohne Unterstützungsmöglichkeiten für die gesunde Verarbeitung bzw. Bewältigung, zum Beispiel beim Umgang mit Krankheit, Tod oder Leid bei der Arbeit mit schwerkranken Patienten im Hospiz,
- Bedrohung durch verbale oder körperliche Gewalt von anderen Personen, zum Beispiel in Arbeits- und Sozialämtern, auf Notfallstationen im Krankenhaus oder Polizeidienststellen, Umgang mit aggressiven Kindern oder Eltern, Umgang mit demenziell erkrankten Patienten und ihren Angehörigen,
- Arbeitsauftrag enthält Anweisung, welche Gefühle zu zeigen sind (diese können der eigenen Gefühlslage widersprechen), zum Beispiel freundlich bleiben, auch wenn Kunden unhöflich oder aggressiv sind.

Gefährdungspotenzial

Das Gefährdungspotenzial von Emotionsarbeit ist nachgewiesen für die folgenden Krankheitsbilder und Beschwerden:

- Burnout sowie vermehrte psychische und psychosomatische Beschwerden (Metaanalyse von Hülshager & Schewe, 2011; Studie von Kinman, 2009),
- erhöhtes Depressionsrisiko in Gesundheitsberufen im Vergleich zu anderen Berufen mit Emotionsarbeit, zum Beispiel bei Lehrern oder bei Beschäftigten im Kundenservice (Madsen et al., 2010).

Mögliche Gestaltungsansätze

- soziale Unterstützung ermöglichen, zum Beispiel bei Bedarf Hilfe holen können,
- soziale und kommunikative Kompetenzen erweitern, zum Beispiel mit Deeskalationstrainings,
- Supervisions- und/oder Coaching-Angebote schaffen, Gruppengespräche führen,
- im Bereich Unternehmenskultur: Grenzen festlegen (Wann darf „Nein“ gesagt werden?),
- Arbeitsplatzwechsel oder Misch Tätigkeiten ermöglichen, die einen Wechsel zu
- Anforderungen ohne Emotionsarbeit ermöglichen.

10.2 Arbeitsorganisation

10.2.1 Arbeitszeit

Autoren:

Dipl.-Inf. F. Brenscheidt

H. Grzech-Sukalo

Dr. K. Hänecke

Dr. phil. B. Beermann

Ansprechpartner:

Dipl.-Inf. F. Brenscheidt

BAuA

Bearbeitungsstand: Dezember 2015

Aufgrund des Umfangs und der Bedeutung des Themenfeldes „Arbeitszeit“ werden an dieser Stelle abweichend von den Empfehlungen aus dem Fachbuch „Gefährdungsbeurteilung Psychischer Belastung“ die ausführlicheren Informationen aus dem Portal Gefährdungsbeurteilung (www.gefahrdungsbeurteilung.de/de/gefahrdungsfaktoren/psychische_belastung/arb_organisation/arbeitszeitgestaltung) wiedergegeben.

Der Gestaltung der Arbeitszeit kam unter dem Aspekt des Beschäftigtenschutzes schon immer eine besondere Aufmerksamkeit zu. Die Dimension Arbeitszeit stellt letztendlich die Expositionsdauer und damit einen Aspekt der Belastungsintensität dar. Gleichzeitig ist die Gestaltung der Arbeitszeit aber auch nicht unabhängig von wirtschaftlichen Aspekten zu sehen. Unternehmen wollen flexibel auf den Markt reagieren können, um damit ihre Wettbewerbsfähigkeit zu behaupten.

10.2.1.1 Art der Gefährdung und deren Wirkung

Arbeitszeit	Arbeitszeit im Sinne des Arbeitszeitgesetzes ist die Zeit von Beginn bis zum Ende der Arbeit ohne Pausen.
Nachtarbeit	Nachtarbeit im Sinne des Gesetzes liegt vor, wenn eine Arbeit mindestens 2 Stunden im Zeitraum zwischen 23 und 6 Uhr geleistet wird.
werktägliche Arbeitszeit	Um die Beschäftigten vor übermäßiger Inanspruchnahme ihrer Arbeitskraft zu schützen und um ihre Arbeitskraft und Gesundheit langfristig zu erhalten, soll die werktägliche Arbeitszeit von 8 Stunden nicht überschritten werden, wobei als Werktage die Wochentage Montag bis Samstag gelten.
Ruhepausen	Durch eine Unterbrechung der Arbeitszeit in Form von Pausen erhalten die Beschäftigten Gelegenheit zur Erholung während der Arbeit. Das beugt einer Übermüdung vor und vermindert das Fehler- und Unfallrisiko.
Ruhezeit	Um den Beschäftigten Gelegenheit zur Erholung, Ruhe und Regeneration zu geben, muss ausreichend Zeit nach der Arbeit zum Essen, Schlafen und für soziale Aktivitäten gewährleistet werden.
Nacht- und Schichtarbeit	Nacht- und Schichtarbeiter sind durch ihre zeitverschobenen, wechselnden und zu ungünstigen Zeiten liegenden Arbeitszeiten höher belastet als Beschäftigte in regelmäßiger Tagarbeit, da der

normale Rhythmus der körperlichen Funktionen wie auch eine verlässliche Teilnahme am sozialen und Familienleben gestört wird.

Sonn- und Feiertage haben einen hohen Erholungs- und Freizeitwert. Daher gilt eine allgemeine Sonn- und Feiertagsruhe, die die Teilnahme der Beschäftigten am sozialen, religiösen und kulturellen Leben sicherstellen soll.

Sonn- und Feiertagsbeschäftigung

Bereitschaftsdienstleister sind wie Nacht- und Schichtarbeiter durch ihre zeitverschobenen, wechselnden und zu ungünstigen Zeiten liegenden Arbeitszeiten höher belastet als Beschäftigte in regelmäßiger Tagarbeit, da der normale Rhythmus der körperlichen Funktionen wie auch eine verlässliche Teilnahme am sozialen und Familienleben gestört wird.

Bereitschaftsdienste

10.2.1.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

Die werktägliche Arbeitszeit von 8 Stunden soll nicht überschritten werden, wobei als Werktag die Wochentage Montag bis Samstag gelten.

werktägliche Arbeitszeit

Unter bestimmten Bedingungen sind dabei jedoch Ausnahmen für eine Verlängerung der täglichen Arbeitszeit möglich: Wenn innerhalb von 6 Kalendermonaten bzw. 24 Wochen ein Ausgleich auf durchschnittlich 8 Stunden gewährleistet ist, kann die werktägliche Arbeitszeit auf bis zu 10 Stunden verlängert werden. Aus diesen Vorgaben ergibt sich eine maximale Wochenarbeitszeit von 60 Stunden.

Ruhepausen sind generell im Voraus festzulegen und betragen mindestens 30 Minuten bei einer Arbeitszeit von mehr als 6 bis 9 Stunden und mindestens 45 Minuten bei einer Arbeitszeit von mehr als 9 Stunden. Dabei können die Ruhepausen in Abschnitte von jeweils mindestens 15 Minuten aufgeteilt werden. Bei einer Arbeitszeit von bis zu 6 Stunden ist keine Pause erforderlich.

Ruhepausen

In § 5 Abs. 1 ArbZG ist festgelegt, dass nach Beendigung der täglichen Arbeitszeit eine ununterbrochene Ruhezeit von mindestens 11 Stunden eingehalten werden muss. § 5 Abs. 2 ArbZG besagt zudem, dass u. a. im Kranken- und Pflegebereich diese Ruhezeit um bis zu 1 Stunde verkürzt werden kann, wenn innerhalb von 4 Wochen ein Ausgleich auf durchschnittlich 11 Stunden erfolgt.

Ruhezeit

Nach § 6 Abs. 1 ArbZG ist deshalb die Arbeitszeit von Nacht- und Schichtarbeitnehmern nach den gesicherten arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen über die menschengerechte Gestaltung der Arbeit festzulegen, um dadurch negative Auswirkungen physischer und psychischer Art zu minimieren. Die arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisse dienen dazu, die Gesundheit der Beschäftigten langfristig zu sichern und zu erhalten (siehe unter 10.5.3) [2].

Nacht- und Schichtarbeit

Es gilt eine allgemeine Sonn- und Feiertagsruhe von 24 Stunden (§ 9 ArbZG); die Ausnahmen zugunsten einer Beschäftigung an Sonn- und Feiertagen werden für verschiedene Berufsgruppen und Rahmenbedingungen formuliert. So sieht § 10 Abs. 1 Nr. 3 ArbZG z. B. vor, dass in Krankenhäusern und ähnlichen Einrichtungen an Sonn- und Feiertagen gearbeitet werden kann (siehe unter 10.5.4).

Sonn- und Feiertagsbeschäftigung

In vielen (neuen) Tarifverträgen, z. B. der Krankenhäuser, werden die Öffnungsklauseln nach § 7 ArbZG genutzt: Es wird eine Ausdehnung der maximalen täglichen Arbeitszeit unter der Bedingung erlaubt, dass die Zeit über 8 Stunden hinaus Bereitschaftsdienst (BD) ist. Dies differenziert teilweise nach den Auslastungsstufen. So sieht der TVöD in seinem „Besonderen Teil für Krankenhäuser (BT-K)“ zum Beispiel vor, dass die tägliche Arbeitszeit für die Stufe 1 (bis zu 25% Auslastung) max. 16 Stunden betragen kann; für die Stufen 2 (> 25 bis 40% Auslastung) und 3 (> 40 bis 49% Auslastung) sind max. 13 Stunden erlaubt. In allen Fällen darf der Anteil des Regel-

Bereitschaftsdienste

dienstes 8 Stunden nicht überschreiten. Zur Vollarbeit gehören dabei nicht nur die Stunden eines Regeldienstes, der dem BD direkt vorangeht, sondern auch Übergabezeiten im Anschluss an den BD. Bei der Dienstzeiten- und Dienstplangestaltung muss dies entsprechend berücksichtigt werden. Die Pausenzeiten verlängern dabei die Gesamtarbeitszeit von insgesamt 13 oder 16 Stunden nicht. Dazu ein Beispiel nach TVöD BT-K in Tab. 10.5–1: Regeldienst von 15:30 Uhr bis 23:00 Uhr plus anschließendem Bereitschaftsdienst der Auslastungsstufe 1 von 23:00 Uhr bis 7:00 Uhr und anschließender Übergabe von 7:00 Uhr bis 7:30 Uhr. Insgesamt müssen in dieser Zeit 45 Minuten Pause eingeplant werden. Eine erste Pause von mind. 15 Minuten muss spätestens nach 6 Stunden Regeldienstzeit eingeplant sein.

Tab. 10.5–1 Beispiel für Zeiten eines 16-stündigen Dienstes

	Anfangszeit	Endzeit	Pause	Schichtzeit ¹	Auslastungsstufe
RD vor BD	15:30	23:00	45 Min.	7,5	
BD	23:00	7:00	45 Min.	8,0	1 (bis 25 %)
Übergabe nach BD	7:00	7:30	45 Min.	0,5	
Gesamtstunden				16	

Regeldienst (RD), Bereitschaftsdienst (BD) ¹ Schichtzeit = Arbeitszeit plus Pausenzeit

Zusätzlich sind auch Ausdehnungen der täglichen Arbeitszeit auf bis zu 24 Stunden ohne Ausgleich vorgesehen, wenn eine Prüfung alternativer Arbeitszeitmodelle, einer Belastungsanalyse nach § 5 Arbeitsschutzgesetz und evtl. sich daraus ergebenden Maßnahmen vorgenommen wird. Auch in diesen Bereitschaftsdiensten darf der Anteil der Regelarbeitszeit max. 8 Stunden betragen, was bedeutet, dass die über 8 Stunden hinausgehende Zeit als Bereitschaftsdienst geleistet werden muss. Als Beispiel sei hier der Tarifvertrag im Bereich der Vereinigung der kommunalen Arbeitgeberverbände (TV-Ärzte/VKA) genannt, der nach den oben erwähnten Prüfungen tägliche Arbeitszeiten von bis zu 24 Stunden für die Stufen 1 (bis zu 25 % Auslastung) und 2 (> 25 % bis 40 % Auslastung) zulässt. Damit verbunden ist in diesem Tarifvertrag die Möglichkeit, die tägliche Arbeitszeit ohne Ausgleich zu verlängern und damit die durchschnittliche Wochenarbeitszeit auf bis zu 60 Stunden zu erhöhen.

Auch in anderen Tarifverträgen wird die Möglichkeit genutzt, nach den oben genannten Prüfungen und aufgrund einer Betriebs-/Dienstvereinbarung die maximale wöchentliche Arbeitszeit z. B. auf 54 bzw. 58 Std. (je nach Auslastungsstufe) zu erhöhen.

10.2.1.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

Ausgleich gewährleisten

Vorgaben ArbZG

Mehrere Vorgaben des Arbeitszeitgesetzes (ArbZG), wie z. B. die tägliche Arbeitszeit, die Ruhezeiten nach Diensten oder die Beschäftigung an Sonn- und Feiertagen, erlauben Abweichungen nach oben oder unten. Voraussetzung dafür ist allerdings ein Ausgleich auf den vorgegebenen durchschnittlichen Wert innerhalb eines bestimmten Zeitraums. Auch wenn die Abweichungen, wie z. B. verkürzte Ruhezeiten oder Verzicht auf den Ausgleich von werktäglicher Feiertagsarbeit, tariflich festgelegt sind, sollte das vorhandene Gefährdungspotenzial insbesondere für überlange Arbeitszeiten sowie verkürzte Ruhezeiten nicht gering eingestuft werden [9]. Werden über die Checkliste „Arbeitszeit“ (siehe Anlage) Abweichungen festgestellt, die sich im Rahmen des ArbZG bewegen,

so ist auf den entsprechenden Ausgleich zu achten. Dazu ist eine Dokumentation der Arbeitszeiten sinnvoll. Für die Erfassung der über 8 Stunden hinausgehenden täglichen Arbeitszeit eignen sich zunächst die nach § 16 ArbZG vorgegebenen Arbeitszeitznachweise, die jeder Arbeitgeber für diesen Fall führen muss. Für alle weiteren Fälle empfiehlt sich eine ausführliche Dokumentation der Arbeitszeiten, um z. B. die Diskrepanzen zwischen den geplanten und tatsächlichen Dienstzeiten und vor allem auch zwischen den geplanten und tatsächlichen Dienstabfolgeplänen zu erkennen, womit auch die Ruhezeiten zwischen den Diensten erfasst werden.

Dienstplangestaltung

Pläne für Dienstzeiten mit Pausen sowie Dienstabfolgen mit Regel- und Bereitschaftsdiensten, woraus sich auch die Ruhezeiten ergeben, liegen normalerweise vor. Bei Abweichungen schon in den geplanten Dienstplänen ist eine Neugestaltung unabdingbar. Einige Aspekte können sicherlich betriebsintern angepasst und geändert werden, wie z. B. Anteile von Vollarbeit in den Diensten oder die Einrichtung von Pausenfenstern. Bei umfassenden Defiziten in mehreren Bereichen empfiehlt es sich, externe Unterstützung einzuholen. Liegen korrekte Dienstzeiten und Dienstpläne vor und treten in der Praxis trotzdem Abweichungen auf, so müssen andere Maßnahmen ergriffen werden, wie z. B. betriebsinterne Analyse oder Tätigkeitsanalysen, um die Ursachen zu finden und entsprechend Abhilfe schaffen zu können.

Maßnahmen bei Abweichungen

Arbeitswissenschaftliche Empfehlungen beachten

Die arbeitswissenschaftlichen Empfehlungen zur Gestaltung von Nacht- und Schichtarbeit (§ 6 Abs. 1 ArbZG) sind im Detail bereits beschrieben (siehe „Bilanzierung arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse zur Nacht- und Schichtarbeit“ [2]). Es sei an dieser Stelle nochmals erwähnt, dass diese arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisse zwar primär für Nacht- und Schichtarbeit gelten; sie sollten jedoch im Sinne des Arbeitsschutzes für jede Beschäftigung in der Nachtzeit beachtet werden, solange noch keine speziellen Erkenntnisse zu Auswirkungen z. B. von Nacht-Bereitschaftsdiensten vorliegen. Für diejenigen im Unternehmen, die für die Dienstplangestaltung zuständig sind, sind vertiefende Informationen empfehlenswert, wie z. B. in den Broschüren der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Leitfaden zur Einführung und Gestaltung von Nacht- und Schichtarbeit [11], Gestaltung der Arbeitszeit im Krankenhaus [12], Arbeitszeit im ärztlichen Dienst [13], Rufdienste [14], Im Takt [15]. Weitere Unterstützung kann über Schulungen zur Dienstplangestaltung – ggf. mit Softwareunterstützung z. B. Softwaretool BASS 4 [18] oder durch eine externe Beratung gewährt werden.

Nacht- und Schichtarbeit, Bereitschaftsdienste

Wissenschaftlich ist erwiesen, dass sich die physiologischen Funktionen des Menschen nicht vollständig an Nachtarbeit anpassen können, auch wenn viele Nachtarbeiter subjektiv diesen Eindruck haben. Deshalb wird die Einhaltung einer möglichst kurzen Anzahl von aufeinander folgenden Nachtschichten empfohlen, auch um möglichst schnell wieder nach dem üblichen Tagesrhythmus zu leben. Konkret empfohlen werden maximal 3 Nachtschichten in Folge, und das gilt sowohl für die Nachtschichten in klassischen Schichtsystemen als auch für Bereitschaftsdienste, die im Anschluss an Regeldienste die Nachtzeit abdecken.

Nachtschicht

Arbeitsleistung in der Nacht stellt eine besondere Belastung für den Beschäftigten dar. Um eine angemessene Erholung zu ermöglichen, soll nach einer Folge von Nachtschichten eine ausreichende Ruhezeit gewährt werden. Für Schichtarbeiter werden mindestens 24 Stunden, besser 48 Stunden nach einem Nachtschichtblock, empfohlen.

Ruhezeit nach Nachtschichten

Frühschichten sollten nicht zu früh beginnen, um einem Schlafdefizit vorzubeugen. Durch längere Wegezeiten z. B. kann die Nachtschlafzeit erheblich verkürzt werden, zumal es Hinweise darauf gibt, dass Schichtarbeiter vor einer Frühschicht nicht früher einschlafen können (nach Knauth und Hornberger [7] ist ein Frühschichtbeginn um 6:30 Uhr besser als um 6:00 Uhr und einer um 6:00 Uhr besser als um 5:30 Uhr).

Arbeitsbeginn bei Frühschichten

Wochenendarbeit Da in unserer Gesellschaft das Wochenende einen hohen Stellenwert für Familienleben und Freizeit hat, sollte darauf geachtet werden, dass am Wochenende ein möglichst langer Freizeitblock liegt, der mindestens einen Samstag oder einen Sonntag einschließt.

Schichtfolgen Ungünstige Schichtfolgen sollten vermieden werden. Das bezieht sich auf die Rotationsgeschwindigkeit, die Rotationsrichtung und das Auftreten von einzeln eingestreuten Arbeitstagen in Schichtsystemen. Kurzrotierte Systeme, in denen die verschiedenen Schichten in einer kürzeren Abfolge aufeinander folgen (z. B. Früh-Früh-Spät-Spät-Nacht-Nacht), sind sogenannten langrotierten Systemen (mit z. B. jeweils 7 Früh-, Spät- und Nachtschichten in Folge) vorzuziehen. Durch eine kurze Rotation ergeben sich häufiger längere Ruhezeiten zwischen den Schichten bzw. Schichtfolgen. Außerdem wirkt sich erwiesenermaßen eine Vorwärtsrotation (Früh-Spät-Nacht) positiver auf das Schlafverhalten und das allgemeine Wohlbefinden aus als eine Rückwärtsrotation (z. B. Nacht-Spät-Früh). Hier liegt der Grund ebenfalls in der längeren Ruhezeit zwischen den Schichten und zudem in der dem Menschen eigenen Circadianperiodik, die etwas mehr als 24 Stunden beträgt. Zum Dritten sind einzeln eingestreute Arbeitstage zu vermeiden, die einen längeren Freizeitblock zerteilen und somit Erholung und vor allem Freizeitgestaltung behindern.

Massierung von Arbeitszeit Die Anzahl von Arbeitstagen in Folge sollte begrenzt werden, da eine solche Massierung von Arbeitszeit eine erhöhte Belastung darstellt und sich der Bedarf an reinen Erholzeiten erhöht. Die häufig von Beschäftigten gewünschten langen Freizeitblöcke sind jedoch nur über eine Massierung von Arbeitstagen zu erreichen. Hier gilt es, einen ausgewogenen Kompromiss herzustellen zwischen Arbeitsbelastung und Freizeit. Ebenso wendet sich diese arbeitswissenschaftliche Empfehlung auch gegen eine Massierung von Arbeitszeiten an einem Tag, wie es z. B. bei 12-Stunden-Schichten oder BD der Fall ist.

Vorhersehbarkeit und Überschaubarkeit Schichtpläne sollten vorhersehbar und überschaubar sein. Da die Planung des Familienlebens und der Freizeit für Schichtarbeiter ohnehin erschwert ist, sollten einmal aufgestellte Pläne für die Beschäftigten verlässlich und überschaubar sein und möglichst wenig und vor allem nicht kurzfristig von Arbeitgeberseite aus geändert werden.

Arbeitsbelastung Die Schichtlänge ist an die Arbeitsbelastung anzupassen. Um eine solche Kopplung der Schichtlänge an die zu erfüllenden Aufgaben und Arbeitsinhalte vorzunehmen, sind Tätigkeitsanalysen und Belastungsanalysen empfehlenswert.

arbeitsmedizinische Untersuchungen Daneben ist geregelt, dass Nachtarbeitnehmer Anspruch auf regelmäßige arbeitsmedizinische Untersuchungen haben (§ 6 Abs. 3 ArbZG). Außerdem muss Nachtarbeit angemessen honoriert werden, entweder durch bezahlte freie Tage (Urlaub) oder einen Zuschlag auf das Entgelt (§ 6 Abs. 5 ArbZG). Ein Ausgleich über Freizeit ist auf jeden Fall einem finanziellen Zuschlag vorzuziehen, um die Arbeitsbelastung zu reduzieren und ein Freizeit- und Familienleben in ausreichendem Maße zu ermöglichen. Tarifverträge regeln diese Vorgabe häufig für Nacht- und Schichtarbeiter über die Gewährung von zusätzlichen Urlaubstagen.

Betriebsinterne Analysen

Kurzpausen Einige Abweichungen benötigen nicht sofort eine Tätigkeits- oder Belastungsanalyse; sie können auch über betriebsinterne Gespräche oder Beobachtungen analysiert werden. Das gilt z. B. für die Einhaltung von Pausen und dabei im Speziellen für die Erholungswirkung von Kurzpausen. Hier muss überprüft werden, ob und in welchem Maße bei Kurzpausen von ca. 5 Minuten ein Erholungswert tatsächlich gegeben ist und ob eine entsprechende Nahrungsaufnahme möglich ist. Es ist empfehlenswert, nicht die gesamte Pausenzeit in Kurzpausen aufzuteilen, sondern einen Zeitblock von mindestens 15 Minuten einzuplanen, wobei der Rest dann z. B. 3 x 5 Minuten sein kann.

Ist z. B. in Bereitschaftsdiensten ein Arzt allein für eine Abteilung zuständig, so sollte für eine Vertretungsregelung durch Ärzte aus anderen Abteilungen oder einen entsprechenden Hintergrunddienst gesorgt werden. Während abteilungsübergreifende Bereitschaftsdienste auf der einen Seite dazu führen, dass weniger Ärzte Bereitschaftsdienste leisten müssen, so kann dies auf der anderen Seite dazu führen, dass eine erhöhte Belastung durch einen Einsatz in einem fachfremden Gebiet entsteht. Das bedingt erhöhte Anforderungen an die Organisation des Hintergrunddienstes durch die entsprechenden Fachärzte.

Vertretungsregelungen

Es obliegt dem Arbeitgeber, Kenndaten zu Mehrarbeit oder die Ausmaße von Plusstunden bei Arbeitszeitkonten zu kontrollieren, um das Gefährdungspotenzial gering zu halten. Kommt es häufig und in erheblichem Maße zu Abweichungen (sowohl Über- als auch Unterschreitungen der Vorgaben), so müssen die Rahmenbedingungen nachgeprüft und evtl. angepasst werden (s. auch „Betriebs- und Dienstvereinbarung anpassen“). Es müssen Möglichkeiten für einen Abbau von Mehrarbeitsstunden vorhanden sein sowie personelle (z. B. Mehrpersonal oder Personal mit einer höheren Qualifikation) und organisatorische Maßnahmen (z. B. eine Neuorganisation von Visitenzeiten oder eine Verbesserung der OP-Planung) in Betracht gezogen werden. Es ist abzuklären, inwieweit eine mangelhafte Planung und Struktur oder bestimmte Einstellungen oder Verhaltensmuster aufseiten der Beschäftigten verantwortlich sind (s. „Verhaltensorientierte Maßnahmen“).

Mehrarbeit kontrollieren

Belastungen ergeben sich häufig durch einen erhöhten Anteil an „Notfällen“. Das betrifft sowohl Dienstleistungsbereiche als auch die Produktion. Um zu erfassen, ob diese „Notfälle“ vermeidbar sind und in welchem Zusammenhang sie stehen, sollte eine Tätigkeitsanalyse durchgeführt werden, um entsprechende Maßnahmen herleiten und umsetzen zu können. Das können je nach Ergebnis Änderungen der Arbeitszeiten, der Dienstpläne, organisatorische Anpassungen, Personalveränderungen oder verhaltensorientierte Maßnahmen sein.

Tätigkeitsanalyse

Personalbedarfsanalyse

Zeitliche und personelle Engpässe im Verlauf der Arbeitsschichten (ggf. dokumentiert über eine Tätigkeitsanalyse) können häufig auf eine mangelhafte Personalplanung zurückgeführt werden. Hier ist zunächst abzuklären, ob der erforderliche Personalbedarf tatsächlich abgedeckt ist, ob Stellen vakant sind oder ob der Ausfall durch Krankheit zu hoch ist. Eine Personalbedarfsanalyse dokumentiert im Detail, zu welchen Zeiten eines jeden Wochentages wie viele Beschäftigte mit welcher Qualifikation anwesend sein müssen. Dabei ist es wichtig, sich vom Ist-Zustand zu lösen und den tatsächlichen Bedarf zu erfassen. Zusammen mit weiteren Analysen kann geklärt werden, ob tatsächlich ein Personalmangel vorherrscht, der nur über eine Aufstockung des Personals behoben werden kann, oder ob organisatorische Fehlplanungen vorliegen, die z. B. durch Veränderungen in den Arbeitsabläufen oder Aufgabenneuverteilungen bewältigt werden können.

Dokumentation des Personalbedarfs

Tätigkeitsanalyse

Über eine Tätigkeitsanalyse können prozentuale Anteile und zeitliche Verteilung unterschiedlicher Tätigkeiten dokumentiert werden. Vor allem über die Analyse von Lage und Dauer der Tätigkeiten können detaillierte Maßnahmen im organisatorischen, personellen und arbeitszeitlichen Bereich abgeleitet werden. Das Verfahren ist ausführlich in „Entwicklung einer Gefährdungsbeurteilung im Hinblick auf die Arbeitszeit“ [5] am Beispiel Krankenhausärzte beschrieben.

Verteilung unterschiedlicher Tätigkeiten erfassen

Belastungsanalyse

Auf der Internetseite der BAuA findet man eine Toolbox [18] mit verschiedenen Instrumenten zur Erfassung psychischer Belastung. Die Aufstellung ist unterteilt in orientierende Screening- und Expertenverfahren für verschiedene Einsatzbereiche. Diese Verfahren sind je nach spezifischer Ausrichtung für die Erfassung psychischer Belastungen einsetzbar. Ein Verfahren, das aufgrund

psychische Belastungen erfassen

seiner relativ weiten Verbreitung für viele Tätigkeitsbereiche auch Referenzdaten bietet, ist der Copenhagen Psychosocial Questionnaire (COPSOQ) www.copsoq.de in seiner verkürzten deutschen Version [10]. Das Verfahren erfasst über eine schriftliche Befragung Belastungen (u. a. Anforderungen, Einflüsse, Führung) und Beanspruchungen (u. a. Arbeitszufriedenheit, Gesundheit, Stress, Burnout) und bietet gleichzeitig ein Screening zur Ableitung von Maßnahmen.

Betriebs-/Dienstvereinbarung anpassen

beiderseitige Nutzung
flexibler Arbeitszeiten

Bei der Einführung z. B. von Arbeitszeitkonten, die zur Ausweitung der Flexibilität für Betriebe und Beschäftigte beitragen soll, werden die Rahmenbedingungen in einer Betriebs- oder Dienstvereinbarung festgelegt. Gefährdungspotenzial besteht hier vor allem in einem unzureichenden Zugriff auf die Möglichkeiten flexibler Arbeitszeitgestaltung durch die Beschäftigten selbst. Hier ist eine entsprechende Gestaltung bzw. Anpassung der Vereinbarung zu empfehlen, um zu vermeiden, dass die Möglichkeiten flexibler Arbeitszeiten nur einseitig genutzt werden können.

Verhaltensorientierte Maßnahmen

Gesundheits-
bewusstsein stärken

Bei personellen oder organisatorischen Engpässen kann eine im Prinzip wünschenswerte Verantwortlichkeit für die eigenen Dienstzeiten dazu führen, dass z. B. die Länge der täglichen Dienstzeiten überschritten und die Dauer von Pausen und Ruhezeiten unterschritten werden. Wenn Beschäftigte einen – erwünschten – Einfluss auf ihre Arbeits- bzw. Dienstzeiten haben, z. B. Schichten oder Dienste tauschen können, Anfangs- oder Endzeiten von Schichten oder Diensten „schieben“ können, so sollten sie Kenntnis darüber haben, welche negativen Folgen (im Sinne eines Gefährdungspotenzials) daraus resultieren können. Nicht auszuschließen ist auch, dass sich bei den Beschäftigten bestimmte Verhaltensmuster entwickeln, die Abweichungen mit verursachen. Es ist darauf zu achten, dass sich keine negativen Verhaltensmuster oder ein Gruppendruck aufbauen, die dazu führen, dass z. B. Pausenzeiten verringert oder gar nicht mehr in Anspruch genommen werden.

negative
Verhaltensmuster
vermeiden

Die Beschäftigten sollten über die Hintergründe der Vorgaben und Empfehlungen informiert und für deren Umsetzung sensibilisiert werden. Das gilt ebenso für die Vorgaben des ArbZG wie für die betreffenden tarifvertraglichen Regelungen. Verhaltensorientierte Maßnahmen können eine entsprechende Information der Beschäftigten als auch Gespräche mit ihnen beinhalten und sollten möglicherweise auch ergänzend zu Dienstzeiten- und Dienstplanänderungen erfolgen.

10.2.1.4 Vorschriften, Regelwerk, Literatur

Gesetze, Verordnungen, Vorschriften der Bundesländer

ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
ArbZG	Arbeitszeitgesetz
JArbSchG	Jugendarbeitsschutzgesetz
MuSchG	Mutterschutzgesetz
SGB IX	Sozialgesetzbuch Neuntes Buch – Rehabilitation und Teilhabe behinderter Menschen
MuSchArbV	Verordnung zum Schutze der Mütter am Arbeitsplatz
MuSchV	Verordnung über den Mutterschutz für Beamtinnen (Mutterschutzverordnung)
LBG	Landesbeamtengesetz, z. B. Mecklenburg-Vorpommern

Geltendes EU-Recht

Richtlinie 2003/88/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. November 2003 über bestimmte Aspekte der Arbeitszeitgestaltung

Literatur

- [1] **Anzinger, R.; Koberski, W.:** Kommentar zum Arbeitszeitgesetz. 2. überarb. Aufl. Frankfurt/Main: Recht und Wirtschaft 2005
- [2] **Beermann, B.:** Bilanzierung arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse zur Nacht- und Schichtarbeit. 8. überarb. Aufl. Dortmund: BAuA 2005
- [3] **Büssing, A.; Glaser, J.; Höge, Th.:** Screening psychischer Belastungen in der stationären Krankenpflege (Belastungsscreening TAA-KH-S). Handbuch zur Erfassung und Bewertung psychischer Belastungen bei Beschäftigten im Pflegebereich. 2. unveränd. Aufl.. Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW 2002. (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Forschungsbericht, Fb 932)
- [4] **Grzech-Sukalo, H.; Hänecke, K.; Jaeger, C.; Nachreiner, F.:** Software-gestützte Arbeitszeitgestaltung in der Praxis. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 2004
- [5] **Grzech-Sukalo, H.; Hänecke, K.:** Entwicklung einer Gefährdungsbeurteilung im Hinblick auf die Arbeitszeit. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 2008. verfügbar unter www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/F2236.html [Zugriff am 10.08.2012]
- [6] **Grzech-Sukalo, H.; Hänecke, K.:** Arbeitszeitgestaltung und Organisationsentwicklung im Krankenhaus – Prozess, Möglichkeiten und Grenzen. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. (GfA): Jahresdokumentation 2004 der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Bericht zum 50. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft an der ETHZ – Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, 24.–26. März 2004. Dortmund: GfA-Press 2004. S. 565–568
- [7] **Knauth, P.; Hornberger, S.:** Schichtarbeit und Nachtarbeit. Probleme – Formen – Empfehlungen. 4. Aufl. Bayerisches Staatsministerium für Arbeit und Sozialordnung, Familie, Frauen und Gesundheit: München 1997
- [8] **Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik:** Arbeitszeitgestaltung in Krankenhäusern, 1. überarbeitete Auflage der Neufassung 2009. Bremen 2012. [LASI-Veröffentlichung – LV 30]
- [9] **Nachreiner, F.; Schomann, C.; Stapel, W.; Eden, J.; Grzech-Sukalo, H.; Hänecke, K.; Albrecht, N.:** Softwaregestützte Arbeitszeitgestaltung und -bewertung mit BASS 4 – Entwicklung von Instrumenten zur Unterstützung betrieblicher Akteure beim Ausbau von Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit und Innovations- und Wandlungsfähigkeit der Unternehmen. Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW 2005
- [10] **Nübling, M.; Stößel, U.; Hasselhorn, H.-M.; Michaelis, M., Hofmann, F.:** Methoden zur Erfassung psychischer Belastung – Erprobung eines Messinstrumentes (COPSOQ). Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW 2005. (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Fb 1058)
- [11] **Beermann, B.:** Leitfaden zur Einführung und Gestaltung von Nacht- und Schichtarbeit, 9. Aufl. Dortmund: BAuA 2005. [BAuA-Quartbroschüre]
- [12] **Sczesny, C.:** Gestaltung der Arbeitszeit im Krankenhaus. Zur Umsetzung neuer Nachtarbeitszeitregelungen unter Berücksichtigung arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse, 5. Aufl. Dortmund: BAuA 2007. [BAuA-Quartbroschüre]
- [13] **Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg.):** Flexible Arbeitszeiten für den ärztlichen Dienst. Dortmund: BAuA 2006. [INQA-Quartbroschüre]
- [14] **Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg.):** Rufdienste – Eine Handlungshilfe zur positiven Gestaltung. Dortmund: BAuA 2006. [BAuA-Quartbroschüre]

- [15] **Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg.):** Im Takt? – Gestaltung von flexiblen Arbeitszeitmodellen 3. Aufl. Dortmund: BAuA 2008. [BAuA-Quartbroschüre]
- [16] **Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg.):** Positive Gestaltungsbeispiele der softwaregestützten Arbeitszeitgestaltung. Dortmund: BAuA 2008. [BAuA-Quartbroschüre]

Internetangebote/Links

- [17] **Toolbox:** Instrumente zur Erfassung psychischer Belastungen. BAuA.
www.baua.de/toolbox [Zugriff am 10.08.2012]
- [18] **Softwaregestützte Arbeitszeitgestaltung mit BASS 4. BAuA.**
www.baua.de/de/Publikationen/Forschungsberichte/2005/Fb1064.html
[Zugriff am 10.08.2012]
- [19] **Messung psychischer Faktoren bei der Arbeit:** COPSOQ deutsche Standard Version.
www.copsoq.de [Zugriff am 10.08.2012]

10.2.1.5 Textbausteine

Die Arbeitszeit ist ein Gestaltungskriterium, das an allen Arbeitsplätzen vorkommt. Arbeit findet immer in der Zeit statt. Dementsprechend wurde dieses Kriterium im Arbeitsschutzgesetz genannt und demzufolge ist für alle Tätigkeitsbereiche unabhängig von spezifischen Belastungen die Arbeitszeit in der Gefährdungsbeurteilung und wenn erforderlich bei der Maßnahmenfestlegung verpflichtend zu berücksichtigen.:

Prüffragen

Wesentlich bei der Betrachtung der Arbeitszeit sind Dauer, Lage und Verteilung der Arbeitszeit. Daran gekoppelt sind die Ruhezeiten und die Pausenzeiten. Dementsprechend sind diese Parameter bestimmend.

- Wie lang ist die durchschnittliche tägliche/wöchentliche/monatliche Arbeitszeit?
- Liegen die Arbeitszeiten in eher ungünstigen Tageszeiten/Wochenzeiten (nachts oder am Wochenende)?
- Wie flexibel wird die Arbeitszeit gehandhabt?
- Werden Pausen/Ruhezeiten eingehalten?
- Wie häufig und in welchem Ausmaß kommen Abweichungen von der vereinbarten Arbeitszeit vor?

festgestellte Gefährdungen/Mängel

Wissenschaftliche Erkenntnisse zeigen einen deutlichen Zusammenhang z. B. zwischen gesundheitlichem Befinden, Leistungsverhalten, Unfallgefährdung und sozialer Desintegration von Beschäftigten in Abhängigkeit von der Dauer der Arbeitszeit, der Lage der Arbeitszeit (Schicht- und Nachtarbeit) und flexiblen Arbeitszeitsystemen. Zur Erfassung der Gefährdung durch arbeitszeit-spezifische Kriterien, wie überlange Arbeitszeiten, Schicht- und Nachtarbeit, flexible Arbeitszeit kann die im Anhang bzw. auf der BAuA Webseite eingestellte Checkliste „Arbeitszeit“ (www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Arbeitszeit/Gefahrungsbeurteilung.html) zur Beurteilung der Arbeitszeit am Beispiel Krankenhaus verwendet werden. Hierzu können die spezifischen Arbeitszeitaspekte, die sich aus dem Setting „Krankenhaus“ ergeben, ausgelassen werden.

Maßnahmen

Empfohlene Maßnahmen in der Checkliste „Arbeitszeit“ beziehen sich auf strukturelle Aspekte und können dementsprechend in der Regel übernommen werden.

CHECKLISTE „ARBEITSZEIT“

Die Checkliste zur Gefährdungsbeurteilung "Arbeitszeit" (www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Arbeitszeit/Gefahrungsbeurteilung.html) soll eine praxisorientierte Einschätzung ermöglichen, inwieweit die Gestaltung von Arbeitszeit mit einer möglichst geringen gesundheitlichen Gefährdung möglich ist.

Die allgemeinen Grundsätze, von denen der Arbeitgeber bei Maßnahmen des Arbeitsschutzes auszugehen hat, beziehen sich auch bei der Arbeitszeit auf eine Vermeidung bzw. Minimierung von Gefährdungen, z.B. durch zu lange Arbeitszeiten oder zu kurze Erholungsphasen. Eine Gefährdungsbeurteilung „Arbeitszeit“ beinhaltet die Vorgaben und Prinzipien einer menschengerechten Gestaltung der Arbeitszeit; Mängel in Gestaltung, Organisation, aber auch Verhalten werden identifiziert und Hinweise auf entsprechende Maßnahmen zur Beseitigung der Mängel gegeben. Dem Arbeitgeber obliegt es auch, Maßnahmen im Hinblick auf – mit der Arbeitszeitgestaltung zusammen hängenden – Arbeitsorganisation, Arbeitsbedingungen, soziale Beziehungen und Führungsverhalten durchzuführen sowie für eine ausreichende Information, Unterweisung und Qualifikation der Beschäftigten zu sorgen.

Die Checkliste basiert auf einer detaillierten Dokumentation der geplanten und der tatsächlichen Arbeitszeiten und Dienstpläne, um die Vorgaben des Arbeitszeitgesetzes und der arbeitswissenschaftlichen Empfehlungen zur Gestaltung von Nacht- und Schichtarbeit zu überprüfen. Erfragt werden unter anderem die Ausdehnung der täglichen Arbeitszeit, die Einhaltung der täglichen als auch wöchentlichen Ruhezeiten, Gewährung und Einhaltung von Pausen, Ausgleichszeiträume und Flexibilität. Dabei ist zu bedenken, dass sich durch die vom Gesetz erlaubten Öffnungsklauseln in den Tarifverträgen Auswirkungen in den Arbeitszeiten bzw. in der Dienstplangestaltung (wie z.B. die Verkürzung der täglichen Ruhezeit) ergeben können, die im Hinblick auf den Arbeitsschutz der Beschäftigten kritisch betrachtet werden müssen.

Insgesamt 55 Fragen zu Arbeitszeiten, Pausen, Ruhezeiten, Arbeit an Sonn- und Feiertagen, Bereitschaftsdiensten, Schichtarbeit, Urlaub, Arbeitszeitkonten, Flexibilität und Belastung müssen im Hinblick auf mögliche Gefährdungen beantwortet werden.

Die Antwortmöglichkeiten in der Checkliste „Arbeitszeit“ werden nach den Ampelfarben beurteilt: „grün“ ist als nicht gefährdend einzustufen; „gelb“ weist auf ein Gefährdungspotential hin und gibt Hinweise und Empfehlungen zur Vermeidung, und „rot“ bedeutet eine vorhandene Gefährdung, die durch entsprechende Maßnahmen beseitigt werden muss.

Das entwickelte Verfahren zur Gefährdungsbeurteilung im Hinblick auf die Arbeitszeit wurde im ersten Schritt für den Krankenhausbereich erstellt. Somit sind hierbei die Besonderheiten von Bereitschaftsdiensten u. a. bedingt durch die im Arbeitszeitgesetz formulierten Öffnungsklauseln besonders behandelt.

Generell gelten in diesem Instrument alle Vorgaben und Rahmenbedingungen wie in anderen Branchen allerdings ohne die Besonderheiten, die sich durch Tarifverträge ergeben. Allerdings sind im Krankenhausbereich Einschränkungen vorzufinden, die in anderen Branchen weniger gelten. Da diese Gefährdungsbeurteilung somit für einen rigiden Bereich entwickelt wurde, ist die Übertragbarkeit auf andere Branchen mit zumeist weniger rigiden Vorgaben relativ einfach möglich und sollte genutzt werden.

Checkliste Arbeitszeit

Die Checkliste Arbeitszeit ist ein Verfahren zur Ermittlung von Gefährdungen aus der Arbeitszeit.

Das Ziel ist eine Vermeidung bzw. Minimierung von Gefährdungen, z.B. durch zu lange Arbeitszeiten oder zu kurze Erholungsphasen. Sie beinhaltet die Vorgaben und Prinzipien einer menschengerechten Gestaltung der Arbeitszeit, wie sie im Arbeitszeitgesetz nieder gelegt sind. Mängel in Gestaltung, Organisation, aber auch Verhalten können identifiziert werden. Es werden unmittelbar Hinweise auf entsprechende Maßnahmen zur Beseitigung der Mängel gegeben.

Insgesamt 55 Fragen zu Arbeitszeiten, Pausen, Ruhezeiten, Arbeit an Sonn- und Feiertagen, Bereitschaftsdiensten, Schichtarbeit, Urlaub, Arbeitszeitkonten, Flexibilität und Belastung müssen im Hinblick auf mögliche Gefährdungen beantwortet werden.

Bei jeder Frage können Sie eine Antwortmöglichkeit anklicken. Der entsprechende Gefährdungsgrad wird in Form von Ampelfarben sofort angezeigt. Bei GELB oder ROT werden direkt Hinweise und Maßnahmen genannt. Ausführliche Erläuterungen dazu finden Sie im *Handbuch zur Gefährdungsbeurteilung „Arbeitszeit“*.

Für die Dokumentation der täglichen Arbeit, der Arbeitszeiten mit zum Beispiel Bereitschaftsdiensten sowie der Schichtpläne können Sie die entsprechenden *Vorlagen* nutzen.

[zur Checkliste](#)

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
www.baua.de

baua:
Bundesanstalt für Arbeitsschutz
und Arbeitsmedizin

Herausgeber: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BauA), Friedrich-Henkel-Weg 1-25, 44149 Dortmund, Telefon: 0231 9071-2071, E-Mail: info.zentrum@baua.bund.de, Internet: www.baua.de | Verantwortlich: Frank Brenscheidt; Redaktor: Dieter Mastel; Gestaltung: eckelstein Berlin | Monat 2016

Haftungssprüche gegen die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BauA), die durch die Nutzung oder Nichtnutzung der angebotenen Informationen beziehungsweise durch die Nutzung fehlerhafter und unvollständiger Informationen verursacht werden, sind ausgeschlossen, es sei denn, sie sind nachweislich auf Fälschungen oder grob fahrlässiges Verhalten der BauA oder deren Erfüllungs- bzw. Versicherungsgesellschaften zurückzuführen. Hiervon ausgenommen sind Verletzungen von Leben, Körper und Gesundheit; in diesen Fällen haftet die BauA uneingeschränkt.

[zur Gesamtauswertung](#)

Abb. 1 Excel-Tool zur computergestützten Bearbeitung der Checkliste Arbeitszeit. (www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Arbeitszeit/Gefahrungsbeurteilung.html)

10.2.2 Arbeitsablauf – Arbeitsintensität

Begriffsbestimmung

Die Arbeitsintensität beschreibt einerseits die Menge der geforderten Arbeit in Zusammenhang mit der dafür zur Verfügung stehenden Zeit und andererseits die Komplexität der Arbeitsaufgabe in Relation zu der zur Verfügung stehenden Zeit.

Mögliche kritische Ausprägungen

- die Arbeitsmenge ist zu hoch, zum Beispiel bei Personalmangel durch Krankheit, Verständigungsproblemen zwischen Auftragsannahme im Innendienst und Aufgabenbewältigungsmöglichkeiten im Außendienst,
- es gibt zu viele Termine bzw. mehrere Termine überschneiden sich,
- häufige unvorhergesehene zusätzliche Arbeitsaufgaben, zum Beispiel wegen Krankheit von Kollegen,
- die Arbeitsaufgaben sind sehr komplex, zum Beispiel komplexe Beratungstätigkeit im Katastrophenfall mit einer großen Anzahl von Betroffenen, die alle in kurzer Zeit Informationen benötigen.

Gefährdungspotenzial

Das Gefährdungspotenzial von hoher Arbeitsintensität ist nachgewiesen für die folgenden Krankheitsbilder und Beschwerden:

- depressive Störungen (Review von Bonde, 2008) sowie affektive Störungen/Angst- und Zwangsstörungen (Metaanalyse von Stansfeld & Candy, 2006),
- Major Depression (Studien, basierend auf objektiven Arbeitsanalysen von Waldenström et al., 2008; Rau et al., 2010b),
- sowohl kardiovaskuläre als auch psychische Erkrankungen bei Tätigkeiten mit
 - einer Kombination aus hoher Arbeitsintensität und niedrigem Handlungsspielraum (kardiovaskuläre Erkrankungen: Reviews von Belkic et al., 2004 und Everson-Rose & Lewis, 2005; depressive Beeinträchtigungen: Metaanalyse von Stansfeld & Candy, 2006; Reviews von Netterström et al., 2008 und Bonde, 2008),
 - Ungleichgewicht von quantitativen Anforderungen und Anerkennung (Effort-Reward-Imbalance) (kardiovaskuläre Erkrankungen: Metaanalyse von Kivimäki et al., 2006; Reviews von van Vegchel et al., 2005 und Tsutsumi & Kawakami, 2004; psychische Beeinträchtigungen: Metaanalyse von Stansfeld & Candy, 2006; Review von Siegrist, 2008).

Mögliche Gestaltungsansätze

- Arbeitsteilung und -kombination ändern,
- Arbeitsmenge überprüfen und ggf. reduzieren,
- inhaltliche und zeitliche Freiheitsgrade schaffen,
- soziale Unterstützung ermöglichen, zum Beispiel Sekretariat oder Assistenz einführen,
- technische Hilfen vorsehen,
- Personalausstattung verbessern,
- Fort- und Weiterbildung ermöglichen,
- Zeitmanagement ändern.

10.2.3 Arbeitsablauf – Störungen/Unterbrechungen

Begriffsbestimmung

Störungen und unvorhergesehene Unterbrechungen des eigenen Arbeitsablaufs bedingen den Abbruch einer gerade ausgeführten Handlung. Das Störungsausmaß lässt sich in Abhängigkeit davon bestimmen, ob und wie eine Handlung nach der Unterbrechung wieder aufgenommen wird.

Mögliche kritische Ausprägungen

- hohe Anzahl von Störungen und Unterbrechungen, zum Beispiel durch Kollegen, Vorgesetzte, Klienten, Patienten, Kunden, Funktionsstörungen von Maschinen oder Software, fehlendes Material oder Informationen,
- nach der Störung ist die Rückkehr zur unterbrochenen Handlung nicht möglich, ein Neubeginn ist notwendig, alle bisherigen Resultate gehen verloren,
- nach der Störung ist nach Wiederaufnahme der Handlung eine Anpassung an einen anderen Prozesszustand notwendig.

Gefährdungspotenzial

Erste Hinweise auf ein Gefährdungspotenzial durch Störungen/Unterbrechungen werden für die folgenden Krankheitsbilder und Beschwerden berichtet:

- kurzfristige und chronische Ermüdung (Zijlstra et al., 1999),
- Major Depression und Angst (Waldenström et al., 2008; Rau et al., 2010a, 2010b).

Mögliche Gestaltungsansätze

- störungsfreie Arbeitszeiten einrichten, zum Beispiel feste Besuchs- oder Beratungszeiten,
- Trennwände und Schallschutz einbauen, zum Beispiel in Großraumbüros,
- zuverlässige Zulieferer/Geschäftspartner wählen,
- vorbereitende Instandhaltung durchführen, Vollständigkeit und Zustand der Arbeitsmittel (Werkzeuge) überprüfen, zum Beispiel in der Produktion/im Handwerk,
- regelmäßige Wartung der IT-Technik durchführen, zum Beispiel aktuelle Virens Scanner im Büro- und Verwaltungsbereich,
- zeitliche Freiheitsgrade schaffen, zum Beispiel Ausstattung mit Handys zur Ankündigung von Lieferungen oder Verspätungen bei der Reparatur von Haushaltsgeräten oder der Lieferung von Möbeln,
- regelmäßige Gruppenberatungen durchführen: Störungen thematisieren, gute Schichtübergaben organisieren, gute Absprachen bzw. Festlegungen treffen.

10.2.4 Kommunikation – Kooperation

Begriffsbestimmung

Auftragsbedingte Kommunikations- und Kooperationserfordernisse dienen der Information und Abstimmung mit anderen Kollegen. Dabei können die Dauer, die Anzahl der Partner (Kollegen in der gleichen oder anderen Arbeitsgruppen), die Art (direkte oder indirekte Kommunikation) und die Inhalte (Empfang oder Weitergabe von Informationen oder Anweisungen versus gemeinsames Lösen von Problemen) unterschieden werden.

Mögliche kritische Ausprägungen

- zu geringe oder fehlende Kommunikations-/Kooperationserfordernisse, zum Beispiel bei isolierter Einzelarbeit,
- eingeschränkte Kommunikations-/Kooperationsmöglichkeiten, zum Beispiel bei großen räumlichen Entfernungen,
- nur oder überwiegend indirekte Kommunikation, zum Beispiel bei virtueller Projektarbeit oder bei Arbeiten im Außendienst.

Gefährdungspotenzial

Das Gefährdungspotenzial ist nachgewiesen für die folgenden Krankheitsbilder und Risiken:

- bei isolierter Einzelarbeit ist das Risiko erhöht, bei Unfällen erst verspätet Hilfe zu bekommen oder Opfer von Gewalt zu werden (NSW, 2012),
- bei isolierter Einzelarbeit steigt das Risiko kardiovaskulärer Erkrankungen (Johnson & Hall, 1988).

Hinweis: Bisher erfolgte keine direkte Forschung zu Auswirkungen von Kommunikation und Kooperation auf die Gesundheit (dazu ist das Merkmal zu allgemein).

Begleiterscheinungen von kommunikativer und kooperativer Arbeit wurden aber vielfach untersucht. Vergleiche hierzu Literatur zu sozialer Unterstützung, sozialen Stressoren, Rollenunklarheit/-konflikte in den Merkmalsbereichen soziale Beziehungen und Verantwortung.

Mögliche Gestaltungsansätze

- Einzelarbeit vermeiden,
- Kommunikationsregeln und -strukturen schaffen, Abstimmung ermöglichen,
- regelmäßige Gruppen- bzw. Teambesprechungen durchführen,
- Kommunikations- und Kooperationsmöglichkeiten und -erfordernisse erweitern.

10.3 Soziale Beziehungen

10.3.1 Soziale Beziehungen zu den Kollegen

Begriffsbestimmung

Soziale Beziehungen zu den Kollegen ergeben sich durch die arbeitsbezogene Interaktion innerhalb oder außerhalb der eigenen Gruppe und den Kontakt mit den Kollegen.

Soziale Unterstützung ist vorhanden, wenn die Kollegen, zum Beispiel bei Problemen oder Schwierigkeiten in der Arbeit, um Rat gefragt und/oder um Hilfe gebeten werden können.

Mögliche kritische Ausprägungen

- fehlende oder geringe soziale Unterstützung durch die Kollegen, zum Beispiel an Einzelarbeitsplätzen oder bei zu wenig Personal,
- Konflikte und Streitigkeiten (soziale Stressoren), zum Beispiel durch unklare Aufgabenverteilung, Sanktionen an gesamte Arbeitsgruppe, soziale Ausgrenzung oder Diskriminierung Einzelner (Mobbing), interkulturelle oder andere Verständigungsprobleme,
- fehlendes oder geringes Vertrauen, zum Beispiel durch hohen Wettbewerbsdruck zwischen den Kollegen hinsichtlich Provisionszahlungen, Bewilligung von Projektgeldern oder Stellen für weiteres Personal.

Gefährdungspotenzial

Das Gefährdungspotenzial geringer sozialer Unterstützung ist nachgewiesen für die folgenden Krankheitsbilder und Beschwerden:

- psychische Beeinträchtigungen (Metaanalyse von Stansfeld & Candy, 2006),
- Depressionen (Review von Bonde, 2008),
- kardiovaskuläre Erkrankungen insbesondere bei Männern (Review von Eller et al., 2009 und Studien von André-Petersson et al., 2007; Siegrist et al., 1982; Williams et al., 1985),
- generalisierte Angsterkrankung und Depression (Studien von Melchior et al., 2007 sowie Sinokki et al., 2009).

Erste Hinweise auf ein Gefährdungspotenzial von sozialen Stressoren liegen für die folgenden Krankheitsbilder und Beschwerden vor:

- psychische Störungen (prospektive Studie von Romanov et al., 1996),
- Major Depression und Depressivität (Rau et al., 2010a; 2010b).

Mögliche Gestaltungsansätze

- Aufgabenverteilung ändern,
- für klare Aufgaben- und Rollenverteilung sorgen,
- zeitliche und inhaltliche Freiheitsgrade schaffen,
- erreichbare Ziele festlegen,
- regelmäßige Teambesprechungen vorsehen,
- offene Kommunikation und Konfliktbewältigung fördern, Konflikte zeitnah ansprechen und klären, Schulungen anbieten, evtl. Leitlinien für gute Zusammenarbeit oder Dienstvereinbarung „Anti-Mobbing“ erstellen,
- Mitarbeiter vor Veränderungen informieren und ggf. einbeziehen,
- gegenseitige Wertschätzung fördern,
- Teamklima überprüfen, Gruppenmoderation oder Coaching ermöglichen, Gruppenzusammensetzung ändern.

10.3.2 Soziale Beziehungen zu den Vorgesetzten

Begriffsbestimmung

Die sozialen Beziehungen zu dem oder den Vorgesetzten ergeben sich aus der organisatorischen Einbindung der eigenen Arbeit in das Arbeitssystem, der erforderlichen arbeitsbedingten Interaktion und dem Kontakt mit dem oder den Vorgesetzten.

Soziale Unterstützung ist vorhanden, wenn der oder die Vorgesetzten zum Beispiel bei Problemen oder Schwierigkeiten in der Arbeit um Rat gefragt und/oder um Hilfe gebeten werden können.

Mögliche kritische Ausprägungen

- fehlende oder geringe soziale Unterstützung durch den Vorgesetzten, zum Beispiel bei zu großen Arbeitsgruppen, zu vielen administrativen Aufgaben, unzureichender Qualifikation der Führungskraft,
- Konflikte und Streitigkeiten mit Vorgesetzten (soziale Stressoren), zum Beispiel bei fehlender Einbeziehung in Entscheidungen, fehlenden oder zu späten Rückmeldungen, fehlenden oder unzureichenden sozialen und kommunikativen Kompetenzen des Vorgesetzten,
- fehlende Anerkennung der Kompetenzen oder Arbeitsleistungen, zum Beispiel nur autoritäre Weitergabe von Arbeitsaufgaben von oben nach unten, überwiegend Kritik, keine positive Würdigung.

Gefährdungspotenzial

Ein Gefährdungspotenzial für die Gesundheit von Beschäftigten ergibt sich, wenn die unmittelbaren Vorgesetzten kaum Wissen über eine gesunde Arbeitsgestaltung haben (Längsschnittstudie von Theorell et al., 2001).

Hinweis: Die oben unter soziale Beziehungen zu den Kollegen aufgeführten Aussagen zum Gefährdungspotenzial von geringer sozialer Unterstützung und sozialen Stressoren gelten auch für die sozialen Beziehungen zu den Vorgesetzten.

Mögliche Gestaltungsansätze

- Arbeitsablauf und -organisation überprüfen,
- Rollen und Verantwortlichkeiten klären, Mehrfachunterstellungen vermeiden,
- offene Kommunikation und Kooperation fördern,
- systematische Personalauswahl und -entwicklung für Führungspositionen umsetzen,
- Führungsleitlinien erstellen,
- regelmäßige Mitarbeitergespräche einführen.

10.4 Arbeitsumgebung

10.4.1 Physikalische und chemische Faktoren

Begriffsbestimmung

Mit physikalischen Faktoren sind Faktoren wie Beleuchtung, Klima oder Lärm gemeint. Chemische Faktoren umfassen alle festen, flüssigen oder gasförmigen (Gefahr-)Stoffe, die zu Explosionen oder Bränden führen können oder die giftig, gesundheitsschädlich, ätzend oder umweltgefährlich sind.

Mögliche kritische Ausprägungen

physikalische Faktoren

- Klima: extreme Hitze oder Kälte, zum Beispiel fehlende Schutzkleidung beim Arbeiten im Freien (im Sommer und Winter) auf Baustellen, in der Landwirtschaft, in der Touristikbranche; in der Lebensmittelindustrie, zum Beispiel bei Arbeiten im Kühlhaus (Kälte) oder in der Küche (Hitze),
- Beleuchtung: zu geringe oder zu hohe Beleuchtung/Blendung,
- Lärm: hoher Lärmpegel, Stoßgeräusche oder undefinierbare Geräusche.

chemische Faktoren

- unzureichender Umgang oder fehlende Schutzausrüstung, zum Beispiel Einatmen von Stäuben, Dämpfen oder Hautkontakt mit Säuren oder Basen, Geruchsbelästigungen.

Gefährdungspotenzial

Das Gefährdungspotenzial ist nachgewiesen für die folgenden Beschwerden (Schmidtke, 1993; Schlick et al., 2010; Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung, 2011; BAuA, 2012; Richter, 2001):

- falscher Umgang mit Gefahrstoffen, zum Beispiel bei Brand- und Explosionsgefährdungen
- physikalische Faktoren
 - Klima: bei extremer Hitze: psychische Ermüdung; bei extremer Kälte: Einschränkungen von Beweglichkeit, Sensibilität und Geschicklichkeit, Verspannungen des Muskel-Skelett-Apparates (BAuA, 2012), Fehlhandlungen, Unfälle,
 - ungünstige Beleuchtung/Blendung: Wahrnehmungseinschränkungen, optische Täuschungen, Erleben von Stress oder psychischer Ermüdung,
 - Lärm: Erleben von Stress oder psychischer Ermüdung, Verspannung des Schulter-Nackenbereiches oder der Lendenwirbelsäule (Debitz et al., 2010).
- chemische Faktoren
 - Neubildungen wie Karzinome in der Lunge oder auf der Haut,
 - Vergiftungen, Verbrennungen oder Verätzungen.

Mögliche Gestaltungsansätze:

- ungünstige Arbeitsumgebungsbedingungen vermeiden,
- persönliche Schutzausrüstung bereithalten und regelmäßig Zustand und Vollständigkeit überprüfen,
- technische Regeln für Arbeitsstätten einhalten,
- arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse beachten,
- bei Hitze oder Kälte: Arbeitszeit und Pausenregelung beachten,
- bei Hitze: kostenlose Versorgung mit Getränken organisieren,
- regelmäßig arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen anbieten.

10.4.2 Physische Faktoren

Begriffsbestimmung

Zu den physischen Faktoren werden die ergonomische Gestaltung der Arbeit und die physische Belastung bei der Arbeit gezählt.

Mögliche kritische Ausprägungen

- ungünstige ergonomische Gestaltung, zum Beispiel ungünstige Gestaltung der Mensch-Maschine-Interaktion,
- schwere körperliche Arbeit, zum Beispiel Heben und Tragen schwerer Lasten, Zwangshaltungen oder Über-Kopf-Arbeiten.

Gefährdungspotenzial

Das Gefährdungspotenzial ist nachgewiesen für die folgenden Beschwerden (Schmidtke, 1993; Schlick et al., 2010; Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung, 2011; BAuA, 2012):

- Zwangshaltungen führen zu Beschwerden im Muskel-Skelett-Apparat,
- schwere körperliche Arbeit führt zu Beschwerden und Erkrankungen des Muskel-Skelett-Apparates und zur psychischen Ermüdung (Debitz et al., 2010).

Mögliche Gestaltungsansätze

- ungünstige Arbeitsbedingungen vermeiden,
- technische Regeln für Arbeitsstätten einhalten,
- Maschinen oder Hilfsmittel zur Vermeidung oder Reduzierung physischer Belastungen bereitstellen,
- arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse beachten, zum Beispiel
 - Steinberg, U., Liebers, F. & Klußmann, A. (2011). Manuelle Arbeit ohne Schaden.
 - Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
 - Steinberg, U. & Windberg, H.-J. (2011). Heben und Tragen ohne Schaden.
 - Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
 - Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg.) (2009). Ergonomie in Krankenhaus und Klinik – Gute Praxis in der Rückenprävention. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
 - Steinberg, U., Caffier, G., Liebers, F. & Behrendt, S. (2008). Ziehen und Schieben ohne Schaden. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
 - Bleyer, T., Hold, U., Macheleidt, M., Müller-Arnecke, H. W., Rademacher, U. & Windel, A. (2004). Hebe- und Tragehilfen im Rettungsdienst – Zusammenstellung und Betrachtung wesentlicher Schnittstellen. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.

Weitere Handlungshilfen bieten die zuständigen Unfallversicherungsträger (siehe Infoteil D) oder die Krankenkassen an.

10.4.3 Arbeitsplatz- und Informationsgestaltung

Begriffsbestimmung

Zur Arbeitsplatz- und Informationsgestaltung gehören die räumlichen Arbeitsverhältnisse und die Informationsgestaltung.

Mögliche kritische Ausprägungen

- ungünstige räumliche Verhältnisse
 - ausschließlich Sitzarbeitsplatz ohne Möglichkeit, die Körperhaltung zu wechseln,
 - fehlender Bein-/Fußraum,
 - körperferne Anordnung der Arbeitsmittel und Stellteile,
 - zu geringe oder zu große Arbeitshöhe,
 - eingeschränkte Bewegungsfreiheit,
 - ungünstige Kombination der Arbeitsmittel und -möbel.
- ungünstige Informationsgestaltung
 - defekte Anzeigeelemente, zum Beispiel wenn das Display Kratzer oder Sprünge hat,
 - ungünstige Lage der Anzeigeelemente, zum Beispiel zu hoch oder zu niedrig,
 - verschmutzte Anzeigeelemente, zum Beispiel durch Staub oder Schmiere.

Gefährdungspotenzial

Das Gefährdungspotenzial ist nachgewiesen für die folgenden Beschwerden (Schmidtke, 1993; Schlick et al., 2010; Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung, 2011; BAuA, 2012; Richter, 2001):

- bei ungünstigen räumlichen Verhältnissen Muskel-Skelett-Erkrankungen, Entzündungen der Sehnen, Abnutzung der Gelenke, Bandscheibenvorfälle, Verspannungen der Nacken- und Schultermuskulatur, Kribbeln in den Armen und Beinen,
- bei ungünstiger Informationsgestaltung Erleben von Stress und/oder psychischer Ermüdung, Qualitätsmängel und Ausschuss, Fehlhandlungen, Beinaheunfälle, Unfälle.

Mögliche Gestaltungsansätze

- arbeitswissenschaftliche und ergonomische Erkenntnisse für die Arbeitsplatz- und Informationsgestaltung berücksichtigen,
- technische Regeln für Betriebssicherheit einhalten.

10.4.4 Arbeitsmittel

Begriffsbestimmung

Die Arbeitsmittel sind die Maschinen, Geräte und Anlagen, an denen bzw. mit denen gearbeitet wird.

Mögliche kritische Ausprägungen

- fehlendes oder ungeeignetes Werkzeug, zum Beispiel veraltete oder defekte Maschinen oder Geräte,
- ungünstige Bedienung oder Einrichtung von Maschinen, zum Beispiel die Positionierung der Stellteile entspricht nicht der Abfolge der Arbeitsschritte,
- unzureichende Softwaregestaltung, zum Beispiel die Eingabemaske erfordert Einträge, für die die Daten fehlen.

Gefährdungspotenzial

Das Gefährdungspotenzial ist nachgewiesen für die folgenden Beschwerden und Probleme (Schmidtke, 1993; Schlick et al., 2010; Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung, 2011; BAuA, 2012; Richter, 2001):

- erschwerte Informationsaufnahme, dadurch Erleben von Stress und/oder psychischer Ermüdung, Muskel-Skelett-Erkrankungen, Qualitätsmängel und Ausschuss, Fehlhandlungen, Beinaheunfälle oder Unfälle.

Mögliche Gestaltungsansätze

- arbeitswissenschaftliche und ergonomische Erkenntnisse für die Arbeitsmittelgestaltung berücksichtigen,
- technische Regeln für Betriebssicherheit einhalten,
- Rollen und Verantwortlichkeiten klären,
- vorhandene Arbeitsmittel pflegen, zum Beispiel durch planmäßig vorbereitende Instandhaltung,
- neue oder weitere Arbeitsmittel abhängig vom Bedarf einkaufen.

Literatur zu Kapitel 10

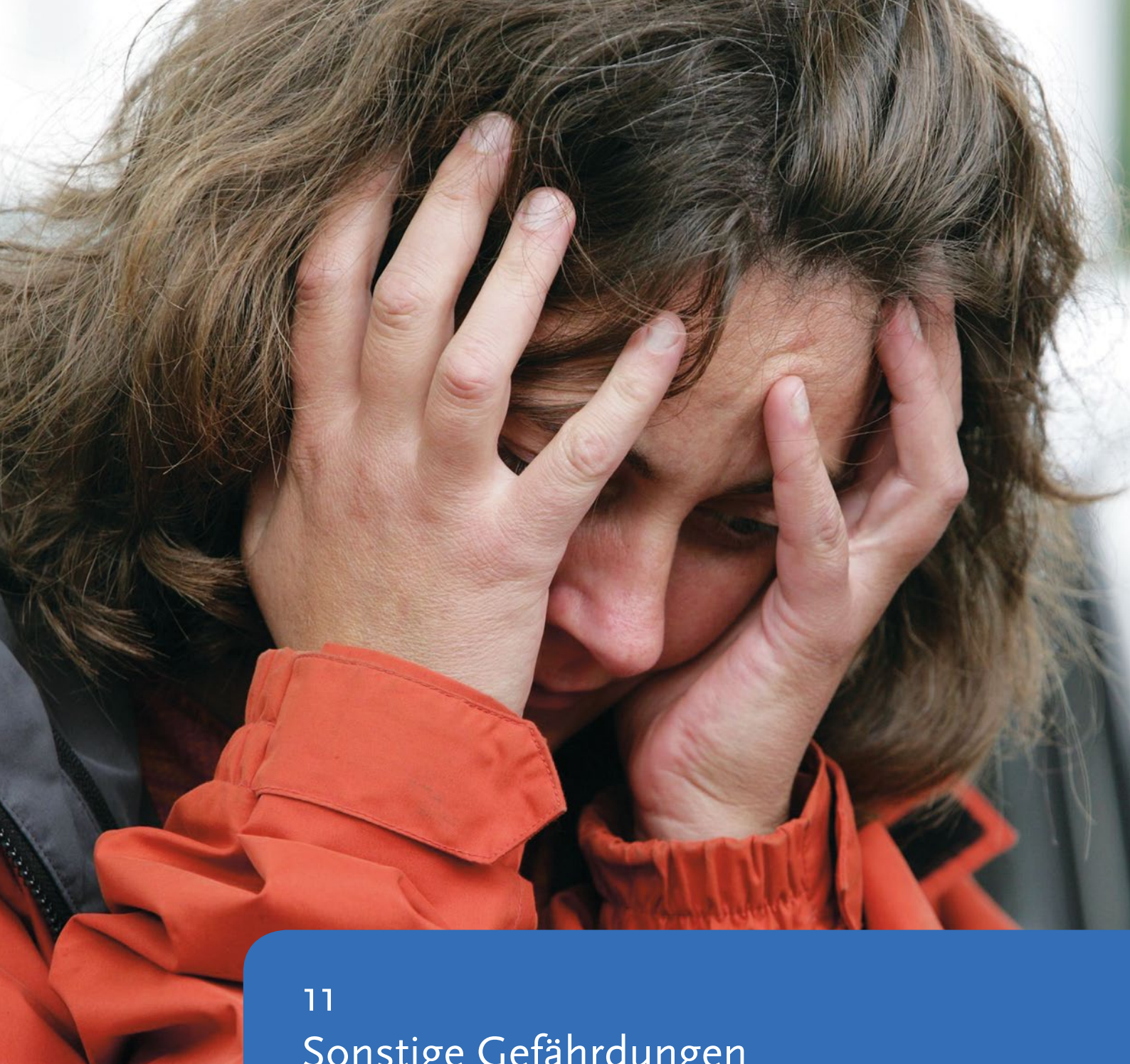
(exkl. 10.2.1.)

- **André-Petersson, L., Engström, G., Hedblad, B., Janzon, L. & Rosvall, M. (2007).** Social support at work and the risk of myocardial infarction and stroke in women and men. *Social Science & Medicine*, 64, 830–841.
- **Belkic, K., Landbergis, P. A., Schnall, P. L. & Baker, D. (2004).** Is job strain a major source of cardiovascular disease risk? *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 30, 85–128.
- **Bleyer, T., Hold, U., Macheleidt, M., Müller-Arnecke, H.W., Rademacher, U. & Windel, A. (2004).** Hebe- und Tragehilfen im Rettungsdienst – Zusammenstellung und Betrachtung wesentlicher Schnittstellen. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
- **Bonde, J. P. E. (2008).** Psychosocial factors at work and risk of depression: a systematic review of the epidemiological evidence. *Occupational and Environmental Medicine*, 85, 438–445.
- **Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung (Hrsg.) (2011).** Handbuch der Ergonomie. Koblenz: Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung.
- **Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg.) (2009).** Ergonomie in Krankenhaus und Klinik – Gute Praxis in der Rückenprävention. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
- **Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg.) (2012).** Ratgeber zur Gefährdungsbeurteilung: Handbuch für Arbeitsschutzfachleute. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
- **Cohen, S. (1978).** **Environmental load and the allocation of attention.** In A. Baum, J. E. Singer & S. Valins (Eds.), *Advances in environmental psychology. The urban environment* (Vol. 1, pp. 1–29). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- **Collins, S. & Parry-Jones, B. (2000).** Stress: The perceptions of social work lecturers in Britain. *British Journal of Social Work*, 30, 769–794.
- **Debitz, U., Mühlpfordt, S., Buruck, G., Muzykorska, E., Lübbert, U. & Schmidt, H. (2010).** Der Leitfaden zum Screening Gesundes Arbeiten (SGA). Physische und psychische Gefährdungen erkennen – gesünder arbeiten! Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
- **Donders, N., Gulden, J. W. van der, Furer, J. W., Tax, B. & Abbing, E. W. (2003).** Work stress and health effects among university personnel. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 76, 605–613.
- **Eller, N. H., Netterstrøm, B., Gyntelberg, F., Kristensen, T. S., Nielsen, F., Steptoe, A. & Theorell, T. (2009).** Work-related psychosocial factors and the development of ischemic heart disease: a systematic review. *Cardiology in Review*, 17, 83–97.
- **Everson-Rose, S. A. & Lewis, T. T. (2005).** Psychosocial Factors and Cardiovascular Diseases. *Annual Review of Public Health*, 26, 469–500.
- **Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (1999).** Selbstverständnis der GfA. Dortmund: GfA.
- **Griffin, J. M., Fuhrer, R., Stansfeld, S. A. & Marmot, M. (2002).** The importance of low control at work and home on depression and anxiety: Do these effects vary by gender and social class? *Social Science & Medicine*, 54, 783–798.

- **Hülshager, U. & Schewe, A. F. (2011)**. On the Costs and Benefits of Emotional Labor: A Meta-Analysis of Three Decades of Research. *Journal of Occupational Health Psychology*, 16, 361–389.
- **Jackson, S. E. & Schuler, R. S. (1985)**. A meta-analysis and conceptual critique of research on role ambiguity and role conflict in work settings. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 36, 16–78.
- **Johnson, J. V. & Hall, E. M. (1988)**. Job strain, work place social support, and cardio-vascular disease: a cross-sectional study of a random sample of the Swedish working population. *American Journal of Public Health*, 78, 1336–1342.
- **Kagermann, H., Wahlster, W. & Helbig, J. (2013)**. Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern – Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 – Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. Frankfurt/Main: Geschäftsstelle der Plattform Industrie 4.0.
- **Kersten, B. (2005)**. Praxisfelder der Wahrnehmungspsychologie. Bern: Huber.
- **Kinman, G. (2009)**. Emotional labour and strain in “frontline” service employees: Does mode of delivery matter? *Journal of Managerial Psychology*, 24, 118–135.
- **Kivimäki, M., Virtanen, M., Elovainio, M., Kouvonen, A., Vaananen, A. & Vahtera, J. (2006)**. Work stress in the etiology of coronary heart disease – a meta-analysis. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 32, 431–442.
- **Landsbergis, P. A., Schnall, P. L. & Dobson, M. (2009)**. The workplace and cardiovascular disease. *Work: A Journal of Prevention, Assessment & Rehabilitation*, 17, 89–111.
- **Madsen, I. E. H., Diderichsen, F., Burr, H. & Rugulies, R. (2010)**. Person-related work and incident use of antidepressants: relations and mediating factors from the Danish work environment cohort study. *Scandinavian Journal of Work Environment & Health*, 36, 435–444.
- **Melchior, M., Caspi, A., Milne, B. J., Danese, A., Poulton, R. & Moffitt, T. E. (2007)**. Work stress precipitates depression and anxiety in young, working women and men. *Psychological Medicine: A Journal of Research in Psychiatry and the Allied Sciences*, 37, 1119–1129.
- **Netterstrøm, B., Conrad, N., Bech, P., Fink, P., Olsen, O., Rugulies, R. & Stansfeld, S. (2008)**. The relation between work-related psychosocial factors and the development of depression. *Epidemiology Reviews*, 30, 118–132.
- **NSW (2012)**. Work Cover Authority of New South Wales Government: remote and isolated work. [Onlinedokument] Verfügbar unter: www.workcover.nsw.gov.au/health-and-safety/safety-topics-a-z/remote-and-isolated-work [10.02.16].
- **Örtqvist, D. & Wincent, J. (2006)**. Prominent consequences of role stress: A meta-analytic review. *International Journal of Stress Management*, 13, 399–422.
- **Pieper, C., LaCroix, A. Z. & Karasek, A. (1989)**. The relation of psychosocial dimensions of work with coronary heart disease risk factors: a meta-analysis of five united states data bases. *American Journal of Epidemiology*, 129, 483–494.
- **Rau, R., Morling, K. & Rösler, U. (2010a)**. Is there a relationship between major depression and both objective assessed and perceived job demand and job control? *Work and Stress*, 24, 1–18.
- **Rau, R., Gebele, N., Morling, K., & Rösler, U. (2010b)**. Untersuchung arbeitsbedingter Ursachen für das Auftreten von depressiven Störungen. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

- **Richter, G. (2000).** Psychische Belastung und Beanspruchung – Stress, psychische Ermüdung, Monotonie, psychische Sättigung. In BAuA (Hrsg.), *Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse: Forschungsergebnisse für die Praxis* (Nr. 116) (S. 1–13). Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
- **Richter, G. (2001).** Psychologische Bewertung von Arbeitsbedingungen. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Fb 909. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
- **Richter, G., Henkel, D., Rau, R., & Schütte, M. (2014).** Beschreibung psychischer Belastungsfaktoren bei der Arbeit. In: BAuA (Hrsg.) *Gefährdungsbeurteilung psychische Belastung* (S. 166–186), Berlin: Erich-Schmidt-Verlag.
- **Romanov, K., Appelberg, K., Honkasalo, M. L., & Koskenvuo, M. (1996).** Recent Interpersonal Conflict at work and psychiatric: a prospective study of 15530 employees aged 24–64. *Journal of Psychosomatic Research*, 40, 169–176.
- **Rothe, I. (2012).** Dynamisch, vielfältig und komplex – Risiken und Chancen der modernen Arbeitswelt, BAuA: Aktuell, 2, 3–5.
- **Rothe, I. & Morschhäuser, M. (2014).** Psychische Belastungen im Wandel der Arbeit. In J. Klein-Heßling & D. Krause (Hrsg.), *Psychische Gesundheit in der Arbeitswelt*. Heidelberg: medhochzwei, 77–89.
- **Rudolph, E., Schönfelder, E. & Hacker, W. (1987).** Tätigkeitsbewertungssystem für geistige Arbeit mit/ohne Rechnerunterstützung (TBS-GA). Göttingen: Hogrefe.
- **Schlick, C., Bruder, R. & Luczak, H. (2010).** Arbeitswissenschaft. Berlin: Springer.
- **Schmidt, K. H. & Diestel, S. (2011).** Differential effects of decision latitude and control on the job demands-strain relationship: A cross-sectional survey study among elderly care nursing staff. *International Journal of Nursing Studies*, 48, 307–317.
- **Schmidt, S., Roesler, U., Kusserow, T. & Rau, R. (2012).** Uncertainty in the workplace: Examining role ambiguity and role conflict, and their link to depression – a meta-analysis. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, DOI: 10.1080/1359432X.2012.711523.
- **Schmidtke, H. (1993).** Ergonomie. München: Carl Hanser.
- **Schnall, P. L., Landsbergis, P. A. & Baker, D. (1994).** Job strain and cardiovascular disease. *Annual Review of Public Health*, 15, 381–411.
- **Schütte, M. & Köper, B. (2013).** Veränderung der Arbeit, *Bundesgesundheitsblatt*, 56, 422–429.
- **Siegrist, J., Dittmann, K., Rittner, K. & Weber, I. (1982).** The social context of active distress in patients with early myocardial infarction. *Social Science & Medicine*, 16, 443–453.
- **Siegrist, J. (2008).** Chronic psychosocial stress at work and risk of depression: Evidence from prospective studies. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 258, 115–119.
- **Sinokki, M., Hinkka, K., Ahola, K., Koskinen, S., Klaukka, T., Kivimäki, M., Puukka, P., Lönnqvist, J. & Virtanen, M. (2009).** The association between team climate at work and mental health in the Finnish Health 2000 Study. *Occupational and Environmental Medicine*, 66, 523–528.
- **Stansfeld, S. & Candy, B. (2006).** Psychosocial work environment and mental health – a meta-analytic review. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 32, 443–462.

- **Steinberg, U., Caffier, G., Liebers, F. & Behrendt, S. (2008).** Ziehen und Schieben ohne Schaden. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
- **Steinberg, U., Liebers, F. & Klußmann, A. (2011).** Manuelle Arbeit ohne Schaden. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
- **Steinberg, U. & Windberg, H.-J. (2011).** Heben und Tragen ohne Schaden. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
- **Theorell, T., Emdad, R., Arnetz, B. & Weingarten, A.-M. (2001).** Employee effects of an educational program for managers at an insurance company. *Psychosomatic Medicine*, 63, 724–733.
- **Tsutsumi, A. & Kawakami, N. (2004).** A review of empirical studies on the model of effort-reward imbalance at work: Reducing occupational stress by implementing a new theory. *Social Science & Medicine*, 59, 2335–2359.
- **Vegchel, N. van, Jonge, J. de, Bosma, H. & Schaufeli, W. B. (2005).** Reviewing the effort-reward imbalance model: drawing up the balance of 45 empirical studies. *Social Science & Medicine*, 60, 1117–1131.
- **Waldenström, K., Ahlberg, G., Bergman, P., Forsell, Y., Stoetzer, U. & Waldenström, M. (2008).** Externally assessed psychosocial work characteristics and diagnoses of anxiety and depression. *Occupational Environment Medicine*, 65, 90–96.
- **Wiesner, M., Windle, M. & Freeman, A. (2005).** Work stress, substance use, and depression among young adult workers: An examination of main and moderator effect models. *Journal of Occupational Health Psychology*, 10, 83–86.
- **Williams, C. A., Beresford, S. A., James, S. A., LaCroix, A. Z., Strogatz, D. S., Wagner, E. H., Kleinbaum, D. G., Cutchin, L. M. & Ibrahim, M. A. (1985).** The Edgecombe County High Blood Pressure Control program: III: Social support, social stressors, and treatment dropout. *American Journal of Public Health*, 75, 483–486.
- **Zijlstra, F. R. H., Roe, R. A., Leonora, A. B. & Krediet, I. (1999).** Temporal factors in mental work: Effects of interrupted activities. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 72, 163–185.



11

Sonstige Gefährdungen

11 Sonstige Gefährdungen

Der Gefährdungsfaktor „Sonstige Gefährdungen“ umfasst Gefährdungen, die nicht eindeutig den vorangegangenen zehn Gefährdungsfaktoren zuzuordnen sind. Dazu gehören Gefährdungen durch menschliche Gewalt (zum Beispiel Überfälle, Gewaltverbrechen), aber auch Gefährdungen durch Tiere (zum Beispiel gebissen werden) oder durch Pflanzen und pflanzliche Produkte (zum Beispiel sensibilisierende und toxische Wirkungen). Der Gegenstand des nachfolgenden Kapitels ist ausschließlich die menschliche Gewalt am Arbeitsplatz, genauer, die Gewalt durch Dritte.

11.1 Gewalt am Arbeitsplatz

Autorin:

Dipl.-Psych. B. Weißgerber

Bearbeitungsstand: Juli 2012

Gewalt am Arbeitsplatz Der Begriff „Gewalt am Arbeitsplatz“ – von der ILO definiert als Vorkommnisse, bei denen Beschäftigte im Verlauf oder in direkter Folge ihrer Arbeit beleidigt, bedroht oder tätlich angegriffen werden – enthält sowohl die Gewalt durch Dritte, also durch nicht betriebszugehörige Personen, als auch Gewalt unter Arbeitskollegen.

Gewalt durch Dritte In der nachfolgenden Darstellung wird das Thema Gewalt auf Gewalt durch Dritte eingegrenzt. Gewalt von innen, unter Arbeitskollegen, ist zum einen ein deutlich selteneres Phänomen und erfordert zum anderen gänzlich andere, dem Bereich der Mobbingprävention zuzuordnende, Herangehensweisen des Arbeitsschutzes.

11.1.1 Art der Gefährdung und ihre Wirkungen

Merkmale Gewalt durch Dritte ist gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- Übergriff von außen, d. h. die Täter sind Außenstehende (z. B. Kunden, Klienten, Pflegebefohlene), keine Kollegen;
- gegen einen Beschäftigten im Zusammenhang mit seiner Arbeit gerichtet;
- Gefährdung der Sicherheit und Gesundheit des Beschäftigten durch schwere Beleidigung, Bedrohung, Entführung/Geiselnahme, körperliche Verletzung;
- Schädigung des Opfers wird vom Täter beabsichtigt oder bei Verfolgung anderer Ziele (z. B. Raubüberfall) in Kauf genommen; oder der Täter ist unzureichend steuerungsfähig (z. B. unter Drogeneinfluss).

Folgen für die Betroffenen Erlittene Gewalttätigkeiten können zu körperlichen und/oder psychischen Verletzungen der Betroffenen führen.

körperliche Verletzungen Die körperlichen Verletzungen bewirken Arbeitsunfähigkeit, im Extremfall den Tod von Beschäftigten (Gewalt mit Stich- und Schusswaffen).

psychische Verletzungen Die psychischen Verletzungen äußern sich in körperlichen und psychischen Belastungsreaktionen, z. B. Muskelzittern, Schweißausbrüche, Schlafstörungen, Ängste, sich aufdrängende Erinnerungen, Vermeiden oder Verdrängen von Umständen und Situationen, die einen Bezug zu dem erlittenen Geschehen haben.

Im ungünstigen Fall können sich die Beschwerden zu chronischen Störungen (z. B. Depressionen, Angststörung, Posttraumatische Belastungsstörung) verfestigen. Folgen sind Arbeitsunfähigkeit, ggf. Berufsunfähigkeit und Frühverrentung, häufig Suchtprobleme und gestörte soziale Beziehungen.

Furcht vor möglichen Gewalttätigkeiten mindert die Motivation und Leistungsfähigkeit der Beschäftigten und beeinträchtigt das Arbeitsklima.

11.1.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

Ob und wie stark ein Gewaltereignis (oder auch eine Wiederholung von Ereignissen) den Beschäftigten schädigt, ist von sehr vielen Faktoren bestimmt, sodass ein Grenzwert für Schwere und/oder Häufigkeit der Ereignisse nicht sinnvoll ist. Grundsätzlich ist jeder betriebliche Fall von Gewalt durch Dritte ein Hinweis auf eine bestehende Gefährdung, dem nachgegangen werden muss.

Gewaltereignisse, die zu körperlicher Verletzung führen, erfüllen in augenscheinlicher Weise die Definition eines Arbeitsunfalls und werden dementsprechend dokumentiert, untersucht und versorgt. Unklarheiten gibt es in der betrieblichen Praxis mitunter bei Ereignissen ohne akute körperliche Schädigung. Sie erscheinen vorerst folgenlos. Jedoch können sich mit zeitlicher Verzögerung noch erhebliche gesundheitliche Reaktionen infolge des erlittenen psychischen Schocks herausstellen. Deshalb sollten auch Gewaltereignisse, deren Schädigungswirkung nicht sofort ersichtlich ist, sorgfältig dokumentiert werden.

Gewaltereignisse als Arbeitsunfälle

Tätigkeitsbezogene Risikofaktoren für das Auftreten von Gewalt sind:

- Umgang des Beschäftigten mit Bargeld oder wertintensiven Gütern, Zugang zu Rauschmitteln/ Drogen;
- Ausübung von amtlichen Befugnissen, Kontroll- und Inspektionsaufgaben;
- direkte Dienstleistungen für andere Menschen, wie Beratung, Ausbildung, Gesundheits- und Sozialfürsorge, Auskunftsdienste;
- Umgang mit schwierigen Personengruppen, wie Personen unter Alkohol- oder Drogeneinfluss, mental gestörte oder sozial auffällige Personen, Personen mit Forderungen, die nicht erfüllt werden können;
- Öffentlich zugängliche Einzelarbeitsplätze oder Einzelarbeitsplätze vor Ort beim Kunden oder Klienten.

tätigkeitsbezogene Risikofaktoren

Diese Risikofaktoren sind in der Gefährdungsbeurteilung für den Arbeitsplatz zu prüfen, um eine mögliche Gewaltgefährdung vorausschauend zu erkennen.

11.1.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

Maßnahmen des Arbeitsschutzes betreffen

- die Prävention und
- die Hilfeleistung für betroffene Beschäftigte bei eingetretenen Gewaltfällen.

Prävention und Hilfeleistung

Präventionsmaßnahmen

Technische und organisatorische Präventionsmaßnahmen dienen dazu, Gewalttaten zu erschweren oder unmöglich zu machen, den Tatanreiz zu senken und das Risiko für den Täter zu erhöhen.

Beispiele für technische Maßnahmen:

- bauliche Trennung von Personal und Kunden,
- Zutrittsregelungen,
- Alarmeinrichtungen,
- Kameraüberwachung des Arbeitsbereiches,
- Geringhaltung und Zugriffssicherung für Bargeldbestände,
- Übersichtlichkeit und gute Beleuchtung.

technische Maßnahmen

**organisatorische
Maßnahmen**

Beispiele für organisatorische Maßnahmen:

- Team- statt Einzelarbeit bei erhöhter Gefährdung,
- Sicherung eines ständigen Kontakts bei unvermeidbarer Einzelarbeit,
- Verhütung von Aggressionsstaus durch Kundenfreundlichkeit (z. B. in der Gestaltung von Öffnungs- bzw. Sprechzeiten, in der Ausstattung von Warteräumen, in der Information der Kunden über Abläufe).

**personenbezogene
Maßnahmen**

Personenbezogene Präventionsmaßnahmen dienen der Aufklärung und Kompetenzentwicklung, damit gefährdete Beschäftigte problematische Situationen vermeiden oder aber bewältigen können. Inhalte personenbezogener Maßnahmen:

- Schulung über das Gefährdungspotenzial am eigenen Arbeitsplatz, über psychische Auswirkungen erlebter Gewalt und über die richtigen Verhaltensweisen im Notfall,
- Training zum frühzeitigen Erkennen konflikträchtiger Situationen, zum Konfliktmanagement bzw. zur Deeskalation,
- Ausbildung von betrieblichen Ersthelfern für die psychologische Erste Hilfe.

Hilfeleistung für Betroffene**Akut- und
Nachbetreuung**

Bei eingetretenen Gewaltereignissen geht es darum, die Auswirkungen des Geschehens auf die betroffenen Beschäftigten nach Möglichkeit zu mildern.

- Hilfe in der Akutphase
Neben der ggf. erforderlichen medizinischen Ersten Hilfe ist die psychologische Erste Hilfe eine wichtige Maßnahme zur Stabilisierung der Betroffenen. Sie kann durch Kollegen oder Vorgesetzte geleistet werden (am besten: geschulte betriebliche Ersthelfer, s. o.), auch durch Notfallseelsorger, Kriseninterventionsdienste o. ä. Das Unterstützungsangebot der psychologischen Ersten Hilfe besteht im Wesentlichen im Zuhören, Begleiten und Abschirmen, in der Vermittlung von Nähe und menschlicher Solidarität.
- Angebot einer zeitnahen Nachbetreuung im Betrieb.
- bei Bedarf: Überleitung in eine therapeutische Behandlung.
- bei Bedarf: Unterstützung bei der Rückkehr an den Arbeitsplatz.

11.1.4 Vorschriften, Regelwerk, Literatur (Auswahl)

Gesetze, Verordnungen

ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
---------	---------------------

Berufsgenossenschaftliche Vorschriften

BGV C 7	Wach- und Sicherungsdienste
BGV C9	Kassen

Weitere Regeln der Technik

BGR/GUV-R 141	Umgang mit Zahlungsmitteln in Verkaufsstellen
BGI/GUV-I 819-1	Kredit- und Finanzdienstleistungsinstitute – Hinweise für die Erstellung einer Gefährdungsbeurteilung zur Umsetzung der Unfallverhütungsvorschrift „Kassen“ i. V. m. §§ 5 und 6 Arbeitsschutzgesetz
BGI/GUV-I 819-2	Kredit- und Finanzdienstleistungsinstitute – Anforderungen an die sicherheitstechnische Ausrüstung von Geschäftsstellen i. V. m. §§ 5 und 6 Arbeitsschutzgesetz
BGI/GUV-I 819-3	Kredit- und Finanzdienstleistungsinstitute – Betrieb
BGI 532 Teil 1	Sitz-Kassenarbeitsplätze
BGI 532 Teil 2	Steh-Kassenarbeitsplätze
BGI 5022	Wach- und Sicherungsdienste – sicher und erfolgreich; Leitfaden für eine präventive Gestaltung der Arbeit
BGI 5039	Sicherheitsmaßnahmen gegen Übergriffe Dritter in Verkehrsunternehmen
	Empfehlungen der Gesetzlichen Unfallversicherung zur Prävention und Rehabilitation von psychischen Störungen nach Arbeitsunfällen, 2008 www.dguv.de/inhalt/medien/bestellung/documents/psych_stoerung.pdf

Vereinbarungen der europäischen Sozialpartner

	Europäische Rahmenvereinbarung zu Belästigung und Gewalt am Arbeitsplatz. verfügbar unter: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0686:FIN:DE:PDF [Zugriff am 01.07.2012]
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Literatur

- [1] **Boldt, A.; Zeh, A.:** Gewalt und Aggression in Betreuungsberufen. Hamburg: Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege 2007. (bgw Themen)
- [2] **Schatte, S.; Weißgerber, B.:** Gewalt am Arbeitsplatz. Fachgespräch am 26. Februar 2002 in Dresden. Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW 2002. (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Tagungsbericht, Tb 128)
- [3] **Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz:** Gewalt bei der Arbeit. Facts (2002) 24. verfügbar unter: <http://osha.europa.eu/de/publications/factsheets/24> [Zugriff am 01.07.2012]
- [4] **Manz, R.; Krapohl-Wolf, K.:** Gewaltfreier Arbeitsplatz. Handlungsempfehlung zur Implementierung einer Unternehmenspolicy. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 2008 (INQA-Quartbroschüre)
- [5] **Manz, R.; Ritter-Lempp, K.:** Herausforderung berufsbedingte Traumatisierung. Handlungsempfehlung für Unternehmen, Verbände und Politik. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 2006 (INQA-Quartbroschüre)
- [6] **Hetmeier, J.; Korbanka, W.; Wilk, W.:** Überfälle auf Sparkassen – Ein Unterweisungsprogramm zur Prävention psychischer Belastungen durch Raubüberfälle. Münster: GUVV Westfalen-Lippe 2002
- [7] **Manz, R.; Kneschke, F.:** Lexikon Thema Gewalt. München: Bundesverband der Unfallkassen 2006
- [8] **Zentralstelle für Arbeitsschutz beim Bundesministerium des Innern und Unfallkasse des Bundes (Hrsg.):** Prüfliste Psychotrauma. In: Beurteilung der Arbeitsbedingungen in der Bundesverwaltung. Handlungshilfe Version 3.1. Berlin: BMI
- [9] **Ribbert, H.; Josephs, I.; Hungerige, H.:** Überfälle auf Sparkassen – Betreuung von Beschäftigten nach Überfällen. Münster: GUVV Westfalen-Lippe 2002
- [10] **Weißgerber, B.; Schatte, J.:** Gewalt am Arbeitsplatz. Sicher ist sicher (2003), 1, 6–9
- [11] **International Labour Organization (ILO):** Workplace violence in service sectors and measures to combat this phenomenon. ILO code of practice. Genf: International Labour Organization 2004

11.1.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

Die nachstehend dargestellten Textbausteine stützen sich auf die „Prüfliste Psychotrauma“ [8].

- Sind Gewaltereignisse am Arbeitsplatz des Beschäftigten weitgehend auszuschließen?
Beispiele: körperliche Angriffe, schwere verbale Übergriffe, Drohungen
- Ist die Vorgehensweise für den Umgang mit Gewaltereignissen geregelt?
- Sind die Vorgesetzten zum Thema Gewalt geschult?
- Werden Gewaltereignisse systematisch erfasst und ausgewertet sowie dem Unfallversicherungsträger angezeigt?
- Sind die Beschäftigten über eine Gewaltgefährdung in ihrem Tätigkeitsbereich und über die möglichen Folgen unterrichtet?
- Sind technische Maßnahmen getroffen worden, um gewalttätige Übergriffe zu erschweren?
- Sind die Beschäftigten in gewaltvermeidendem Verhalten und Konfliktlösung geschult?
- Kann der Beschäftigte im Fall eines Gewaltereignisses schnell Hilfe erhalten?
- Ist nach einem Gewaltereignis die Erstbetreuung gesichert?
- Ist durch den Betrieb/die Dienststelle sichergestellt, dass bei Bedarf eine weitere Betreuung stattfindet?
- Ist sichergestellt, dass bei Bedarf der Übergang zu Therapiemaßnahmen gewährleistet ist?
- Ist für eine Wiedereingliederung der Beschäftigten nach längerer Arbeitsunfähigkeit gesorgt?

Prüffragen

- Gefahr der psychischen Traumatisierung und der körperlichen Schädigung
- Unsachgemäße oder fehlende Betreuung, fehlende Transparenz für die Betroffenen
- Vorgesetzte schätzen das Verhalten gewaltbetroffener Mitarbeiter falsch ein und akzeptieren bzw. erkennen das Problem nicht
- Verbesserungsmöglichkeiten werden nicht erkannt, Versicherungsleistungen (Beratung, Behandlung) werden nicht ausgeschöpft
- Gewalttätige Übergriffe werden erleichtert, die Folgen sind u. U. schwerer
- Ungeeignete, konfliktverschärfende Verhaltensweisen möglich
- Zuspitzung einer Gefährdungssituation durch Ausbleiben schneller Hilfe, Gefühl des Alleingelassenseins beim Beschäftigten
- Notwendige rasche Entlastung nach einem Ereignis bleibt aus, dadurch Verschlimmerung des Gesundheitszustandes möglich, Vertrauensverlust des Beschäftigten
- Unbemerkte Chronifizierung posttraumatischer Symptome möglich
- Mögliche Erkrankung wird nicht behandelt, dauerhafte Arbeits- und/oder Berufsunfähigkeit möglich
- Fehlende Wiedereingliederung

festgestellte
Gefährdungen/Mängel

- Präventions- und Betreuungskonzept entwickeln
- Vorgehensweise und Verantwortlichkeit klar festlegen
- Vorgesetzte schulen
- Vorkommnisse systematisch erfassen, melden und auswerten
- Zutritt oder räumliche Trennung von Kunden/Besuchern regeln
- gute Übersichtlichkeit und Beleuchtung von Zugängen und Parkplätzen gewährleisten
- Überwachungs- oder Notrufeinrichtungen installieren

Maßnahmen

- Schwere oder spitze oder sonst als Waffe geeignete Gegenstände im Zugriffsbereich von Kunden/Besuchern vermeiden
- Beschäftigte in Konfliktlösung und Deeskalation schulen
- Hilfesystem für den Notfall installieren
- Psychologische Erste Hilfe sicherstellen
- Weitere Betreuung organisieren und anbieten
- auf Therapiemöglichkeiten hinweisen, Zusammenarbeit mit Psychotherapeuten und Unfallversicherungsträger organisieren
- Speziell ausgebildete betriebliche Ansprechpartner für Wiedereingliederung einsetzen, Zusammenarbeit mit Psychotherapeuten und Unfallversicherungsträger organisieren

Teil 3

Praxishilfen

Teil 3: Praxishilfen

Betriebliche Arbeitsschutzorganisation

Autor:

apl. Prof. Dr. rer. pol. R. Pieper

Bergische Universität Wuppertal, Fachgebiet Sicherheits- und Qualitätsrecht

Bearbeitungsstand: Dezember 2015

Grundsatz

Die grundlegende Verpflichtung des Arbeitgebers zur Durchführung der Maßnahmen des Arbeitsschutzes für eine geeignete Integration des Arbeitsschutzes in die betriebliche Organisation zu sorgen, ist in § 3 (2) ArbSchG festgelegt (vgl. auch § 2 (3) DGUV Vorschrift 1). Weiterhin heißt es dort, dass der Arbeitgeber Vorkehrungen zu treffen hat, dass die Maßnahmen erforderlichenfalls bei allen Tätigkeiten und eingebunden in die betrieblichen Führungsstrukturen beachtet werden und die Beschäftigten ihren Mitwirkungspflichten nachkommen können.

Die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes und die Bereitstellung von Ressourcen haben wesentlichen Einfluss auf die systematische Planung und Umsetzung von Arbeitsschutzmaßnahmen, die aus der Beurteilung der Arbeitsbedingungen abgeleitet wurden, sowie auf deren konsequente Einhaltung im Arbeitsprozess.

Es ist deshalb notwendig, die Erfordernisse für eine funktionierende Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu ermitteln und sie anhand geeigneter Indikatoren und Parameter auf ihre Wirksamkeit zu überprüfen, ggf. anzupassen und kontinuierlich zu verbessern.

Verantwortung

Die rechtliche Verantwortung für die Durchführung des betrieblichen Arbeitsschutzes und damit auch der Gefährdungsbeurteilung sowie einer funktionierenden Arbeitsschutzorganisation liegt grundsätzlich beim Arbeitgeber als Beschützergarant (was auch die strafrechtliche Verantwortung bei Unterlassungsdelikten einschließt). Neben dem Arbeitgeber können gem. § 13 ArbSchG weitere Personen verantwortlich sein. Auch bei der Übertragung von Verantwortung an zuverlässige und fachkundige Personen (§ 13 Abs. 1 Nr. 5 und Abs. 2 ArbSchG) verbleiben beim Arbeitgeber Organisationspflichten, insbesondere hinsichtlich einer angemessenen Auswahl, Kontrolle und Unterstützung dieser Personen. Eine mangelnde Wahrnehmung dieser Pflichten kann eine Delegation von Arbeitgeberpflichten rechtlich unwirksam werden lassen.

Arbeitsschutzmanagement

Zur Integration von Sicherheit und Gesundheitsschutz in die betriebliche Aufbau- und Ablauforganisation wird die Einführung und Aufrechterhaltung eines systematischen Ansatzes bei der Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes empfohlen, wie er konzeptionell in der Form des Arbeitsschutzmanagementsystems (AMS) im nationalen Leitfaden für AMS vorgeschlagen wird. Ein effektives Arbeitsschutzmanagement deckt alle in diesem Leitfaden aufgeführten Anforderungen an eine betriebliche Arbeitsschutzorganisation ab. Damit kann ein wesentlicher Beitrag zur Erfüllung der Verpflichtungen nach § 3 Abs. 2 ArbSchG zur Integration von Sicherheit und Gesundheitsschutz in die betriebliche Aufbau- und Ablauforganisation geleistet werden. Gestärkt

wird insbesondere die Nachhaltigkeit der Wahrnehmung der Management- bzw. Führungsverantwortung. Eine Übersicht zu betriebsgrößen- bzw. branchenspezifischen Leitfäden und weitere Informationen findet sich unter www.baua.de ► Themen von A–Z ► Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes.

Beratung und Unterstützung

Betriebsärzte und Fachkräfte für Arbeitssicherheit haben nach dem ASiG die Aufgabe, den Arbeitgeber bei der Durchführung des betrieblichen Arbeitsschutzes zu unterstützen. Diese betrieblichen Arbeitsschutzexperten sind aus funktioneller Sicht selbst Bestandteile der betrieblichen Arbeitsschutzorganisation und zugleich im Rahmen ihrer Unterstützungsaufgaben verantwortlich (i. S. von Überwachungsgaranten) für die Beratung des Arbeitgebers im Hinblick auf die Verbesserung dieser Organisation. Im Rahmen einer Unterstützung von kleinen Betrieben durch externe Experten bzw. Dienste ist diese Beratungsleistung ebenfalls sicherzustellen. Dies gilt insbesondere auch im Rahmen von alternativen Betreuungsformen gem. der jeweiligen Fassung der UVV DGUV Vorschrift 2 der gewerblichen Berufsgenossenschaften bzw. Unfallkasse. Die Neuregelung der Einsatzzeitgestaltung lässt überdies erhebliche Handlungsspielräume der Betriebe zu, insbesondere bei der Verteilung der Einsatzzeit auf Betriebsarzt oder Fachkraft für Arbeitssicherheit sowie bei der betriebspezifischen Betreuung, die im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu ermitteln ist.

Kooperation

Ein wesentliches Merkmal für eine funktionierende betriebliche Arbeitsschutzorganisation ist eine angemessene Kooperation und Kommunikation. Rechtliche Vorgaben hierfür sind in einer Reihe von staatlichen Rechtsvorschriften verankert (insbesondere: §§ 8 (1), 9 (2), 16, 17 ArbSchG; §§ 9, 10, 11 ASiG; §§ 13 (3), 14, 15 GefStoffV; BaustellV).

Beteiligung der Beschäftigten

Die Beteiligung der Beschäftigten bzw. des Betriebs- oder Personalrats ist ein wichtiger Bestandteil der betrieblichen Arbeitsschutzorganisation und der Verbesserung von Sicherheit und Gesundheitsschutz. Dafür sollten geeignete Verfahren festgelegt und eingeführt sowie Zeit und Ressourcen bereitgestellt werden. Die rechtlichen Vorgaben ergeben sich hierbei aus §§ 14, 16, 17 ArbSchG sowie aus ASiG und dem BetrVG bzw. den PersVG des Bundes und der Länder.

Messung und Bewertung der Leistung der betrieblichen Arbeitsschutzorganisation und des betrieblichen Arbeitsschutzes

In Erweiterung der weiter unten nachfolgenden Checkliste zur orientierenden Überprüfung der Arbeitsschutzorganisation bedarf es zur Überprüfung der Wirksamkeit der betrieblichen Arbeitsschutzorganisation im Rahmen der Verpflichtung nach § 3 (1) ArbSchG angemessener Verfahren. Eine in Betrieben unterschiedlichster Branchen und Größen erprobte Methodik bietet das „Management-Instrument zur Bewertung der Qualität des Arbeitsschutzes im Unternehmen“, das acht Kerndimensionen des betrieblichen Arbeitsschutzes mit der RADAR-Bewertungslogik der European Foundation for Quality Management (EFQM) verbindet. [1]

Tab. 1 RADAR-Bewertungslogik. Ein Katalog von Indikatoren und Parametern bietet neben dieser Methode umfassende Möglichkeiten, eine Bewertung der betrieblichen Arbeitsschutzorganisation sowie ggf. des Arbeitsschutzmanagements vorzunehmen. [2]

Bewertungsdimensionen der RADAR-Bewertungsmatrix		Kerndimensionen des Arbeitsschutzes
Ergebnisse:		
Results	(Ergebnisse)	1. geeignete Organisation aufbauen
Befähiger:		2. geeignete Arbeitsschutzpersonen und -fachleute bestellen
Approach	(Vorgehen)	3. erforderliche Mittel bereitstellen
Deployment	(Umsetzung)	4. Arbeitsbedingungen beurteilen
Assessment	(Bewertung)	5. erforderliche Maßnahmen treffen
Review	(Überprüfung)	6. Maßnahmenwirksamkeit überprüfen
		7. Ergebnisse dokumentieren
		8. Unterweisungen durchführen

Instrumente

In Ergänzung zu den einzelnen Kapiteln des Ratgebers zur Gefährdungsbeurteilung sowie zur weiter unten nachfolgenden Checkliste zur orientierenden Überprüfung der Arbeitsschutzorganisation können geeignete, rechnergestützte Instrumente helfen, den gefährdungsorientierten Ansatz bei der Ermittlung der erforderlichen Arbeitsschutzmaßnahmen und die Verpflichtung zur Überprüfung der Wirksamkeit dieser Maßnahmen zu unterstützen. Unterstützt wird damit auch die Effektivität der betrieblichen Arbeitsschutzorganisation. Solche Instrumente verstehen sich als ergänzendes Mittel für die Beurteilung der Arbeitsbedingungen und ersetzen nicht die fachkundliche Beratung durch die betrieblichen Arbeitsschutzexperten. Solche Instrumente werden durch eine Reihe von anerkannten Institutionen und Netzwerken auch im Internet angeboten.

Netzwerke, Informationssysteme

Die Stärkung des Prinzips der Eigenverantwortung auch im betrieblichen Arbeitsschutz bedarf aus Sicht einer wirksamen betrieblichen Arbeitsschutzorganisation der Bereitstellung adäquater Entscheidungshilfen.

Neben den schon genannten Instrumenten sind hierfür wissens- und dialogorientierte Netzwerke erforderlich.

Hinzuweisen ist in diesem Zusammenhang auf das Informationszentrum der BAuA (www.baua-info.de) sowie das Kompetenznetz Moderne Arbeit (KomNet; www.komnet.nrw.de), die jeweils auf der Basis eines Pools von Experten arbeiten und nachfrageorientiert reale Fragen-Antworten-Dialoge qualitätsgesichert generieren und bereitstellen.

Weitere bewährte Informationsquellen sind z. B. die für den Vollzug zuständigen Landesbehörden, die Träger der gesetzlichen Unfallversicherung sowie Verbände und andere Organisationen (vgl. www.baua.de ► Über die BAuA ► Kooperationen und internationale Zusammenarbeit).

Checkliste

Die nachfolgende Checkliste soll eine Orientierung zur Überprüfung der Arbeitsschutzorganisation geben.

Je nach den konkreten betrieblichen Bedingungen (z. B. Beschäftigtenzahl, Art der Produktion oder Dienstleistung) können bestimmte Fragestellungen entfallen.

Die Checkliste enthält allgemeine Forderungen zur betrieblichen Arbeitsschutzorganisation in nicht abschließender Form. Weitere organisatorische Vorgaben können sich aus dem geltenden Vorschriften- und Regelwerk ergeben und sind ggf. einzubeziehen (z. B. im Hinblick auf Tätigkeiten mit Arbeitsmitteln – BetrSichV, oder bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen – GefStoffV usw.).

Bei der Einführung und Aufrechterhaltung eines betrieblichen Arbeitsschutzmanagementsystems dient das interne Audit der Wirksamkeitsüberprüfung der betrieblichen Arbeitsschutzorganisation.

Forderungen	Quellen	Bemerkungen
1. Sind für die Aufgaben im Arbeitsschutz die Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten der Führungskräfte klar definiert, abgegrenzt und schriftlich festgelegt?		
Festlegung der Verantwortung des Arbeitgebers gem. der Organisation bzw. Rechtsform des Betriebs / Unternehmens	§ 13 (1) Nr. 1 bis 4 ArbSchG	
Schriftliche Übertragung von Verantwortung an zuverlässige und fachkundige Personen	§ 13 (1) Nr. 5 und (2) ArbSchG; § 13 DGVV Vorschrift 1 § 4 VSG 1.1	
ggf. Festlegung weiterer Verantwortlichkeiten	StrlSchV RöV StörfallV GenTSV	
– Aufgabenzuweisungen im Arbeitsschutz – als Bestandteil der Stellenbeschreibung für das festgelegte Arbeitsgebiet – durch Pflichtübertragungserklärungen für besondere über das Aufgabengebiet hinausgehende Aufgaben		
2. Entspricht ein freiwillig eingeführtes Arbeitsschutzmanagementsystem (AMS) allgemein anerkannten Anforderungen?		
Ein AMS sollte für folgende Elemente wirksame Festlegungen treffen: – Politik – Organisation – Planung und Umsetzung – Messung und Bewertung – Verbesserungsmaßnahmen – Ggf. freiwillige Wirksamkeitsüberprüfung durch Unfallversicherungsträger oder zuständige Behörde	Nationaler Leitfaden für AMS [3]	

Forderungen	Quellen	Bemerkungen
3. Sind die erforderlichen Fachleute für Sicherheit und Gesundheitsschutz (Fachkraft für Arbeitssicherheit, Betriebsarzt, Sicherheitsbeauftragte sowie ggf. weitere Beauftragte) im Betrieb bestellt worden?		
Bestellung von Fachkraft für Arbeitssicherheit / Betriebsarzt gemäß <ol style="list-style-type: none"> 1. der Betriebsart und der damit für die Beschäftigten verbundenen Unfall- und Gesundheitsgefahren, 2. der Zahl der Beschäftigten und die Zusammensetzung der Belegschaft und 3. der Betriebsorganisation, insbesondere im Hinblick auf die Zahl und die Art der für den Arbeitsschutz und die Unfallverhütung verantwortlichen Personen, 4. der Kenntnisse und Schulung des Arbeitgebers bzw. der nach § 13 Abs. 1 Nr. 1, 2 oder 3 ArbSchG verantwortlichen Personen in Fragen des Arbeitsschutzes (alternative Betreuungsformen). 	§§ 2 (1), 5 (1), 19 ASiG; DGUV Vorschrift 2 / VSG 1.2 § 19 DGUV Vorschrift 1 § 19 VSG 1.1 § 1 Nr. 1, Nr. 3 BUV	
Ggf. Bestellung prüfbefähigter Personen oder Beauftragung zugelassener Überwachungsstellen im Rahmen von sicherheitstechnischen Prüfungen	BetrSichV	
Ggf. Bestellung weiterer Beauftragter (insbesondere Immissionsschutz-/Störfallbeauftragte, Strahlenschutzbeauftragte u.a.)	BImSchG, StörfallV StrlSchV, RöV, GenTSV	
4. Ist die für Ihren Betrieb tätige Fachkraft für Arbeitssicherheit ausreichend wirksam?		
Ermittlung der Einsatzzeit in Abhängigkeit von Gefährdungsprofil und Beschäftigtenzahl; bei Betrieben mit bis zu 10 Beschäftigten Grund- und Anlassbetreuung ohne feste Einsatzzeit; ggf. Prüfung der Kriterien einer alternativen Betreuungsform für Betriebe mit bis zu 50 Beschäftigten; bei Betrieben mit mehr als 10 Beschäftigten begrenzte Aufteilung der Grundbetreuung zwischen Betriebsarzt und Fachkraft für Arbeitssicherheit möglich, Ermittlung der betriebsspezifischen Betreuung im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung	DGUV Vorschrift 2 / VSG 1.2	
Schriftliche Bestellung: – Vertrag – Festlegung der Betreuungsaufgaben	§ 5 ASiG	
Qualifikation: – Angemessene Auswahl zwischen Ingenieur, Techniker oder Meister – Fachkundenachweis – branchenbezogene Kenntnisse, Nachweis praktischer Tätigkeit	DGUV Vorschrift 2 / VSG 1.2	

Forderungen	Quellen	Bemerkungen
<p>Aufgabenerfüllung, insbesondere</p> <ul style="list-style-type: none"> – Beratung des Arbeitgebers, z. B. bei <ul style="list-style-type: none"> • Beschaffung von Arbeitsmitteln und Auswahl von Arbeitsstoffen • Auswahl und Erprobung von persönlichen Schutzausrüstungen • der sicherheitsgerechten Gestaltung der Arbeitsplätze und -abläufe <p>Voraussetzung: rechtzeitige Information durch den Arbeitgeber über geplante Investitionen und Veränderungen der Arbeitsabläufe</p> <ul style="list-style-type: none"> – Information des Arbeitgebers, betrieblicher Fachleute und der Beschäftigten, z. B. zu <ul style="list-style-type: none"> • neuen oder geänderten Rechtsvorschriften und Regeln • arbeitsschutzgerechten Verhaltensweisen • Unterstützung bei der Beurteilung der Arbeitsbedingungen – Auswertung von Arbeitsunfällen, Wegeunfällen und Sachschadensfällen – Überwachung der vorgeschriebenen sicherheitstechnischen Prüfungen von Arbeitsmitteln durch befähigte Personen bzw. zugelassene Überwachungsstellen – Unterstützung bei der Organisation des Alarm- und Rettungswesens 	<p>§ 6 ASiG</p>	
<p>Ausreichende, an den betrieblichen Belangen orientierte Fortbildung</p>	<p>§ 5 (3) ASiG</p>	
<p>Bereitstellung von Räumlichkeiten und Ausstattung sowie Hilfspersonal durch den Arbeitgeber</p>	<p>§§ 2 (2), 5 (2) ASiG</p>	
<p>5. Ist der für Ihren Betrieb tätige Betriebsarzt ausreichend wirksam?</p>		
<p>Ermittlung der Einsatzzeit in Abhängigkeit von Gefährdungsprofil und Beschäftigtenzahl; bei Betrieben mit bis zu 10 Beschäftigten Grund- und Anlassbetreuung ohne vorgegebene Einsatzzeit; ggf. Prüfung der Kriterien einer alternativen Betreuungsform für Betriebe mit bis zu 50 Beschäftigten; bei Betrieben mit mehr als 10 Beschäftigten begrenzte Aufteilung der Grundbetreuung zwischen Betriebsarzt und Fachkraft für Arbeitssicherheit möglich, Ermittlung der betriebspezifischen Betreuung im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung</p>	<p>DGUV Vorschrift 2 / VSG 1.2</p>	
<p>Schriftliche Bestellung:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Vertrag – Festlegung der Betreuungsaufgaben 	<p>§ 2 ASiG</p>	

Forderungen	Quellen	Bemerkungen
Qualifikation: – arbeitsmedizinische Fachkunde (Arbeitsmedizin oder Betriebsmedizin) – Kenntnisse über branchentypische Gefährdungen/ Belastungen	§ 4 ASiG; DGUV Vorschrift 2 / VSG 1.2; §§ 3 Abs. 2, 6, 7 Arb-MedVV	
Aufgabenerfüllung, insbesondere – Beratung des Arbeitgebers zur gesundheitsgerechten Gestaltung der eingesetzten Arbeitsmittel, der Arbeitsabläufe und der Arbeitsstätte – arbeitsmedizinische Untersuchung, Beurteilung und Beratung der Beschäftigten – Beurteilung der Arbeitsbedingungen hinsichtlich Gesundheitsgefährdungen für die Beschäftigten – Information des Arbeitgebers und der Beschäftigten, z. B. <ul style="list-style-type: none"> • zu erforderlichen arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen • zur betrieblichen Gesundheitsförderung • über gesundheitsgerechte Lebensweise 	§ 3 ASiG; § 6 ArbMedVV	
– Ausreichende, an den betrieblichen Belangen orientierte Fortbildung	§ 2 (3) ASiG	
– Bereitstellung von Räumlichkeiten und Ausstattung sowie Hilfspersonal durch den Arbeitgeber	§§ 2, 5 (2) ASiG	
6. Findet eine regelmäßige Zusammenarbeit/Kommunikation der für Ihren Betrieb tätigen Fachkraft für Arbeitssicherheit und des Betriebsarztes untereinander und mit anderen Fachleuten statt?		
– Untereinander – Innerbetrieblich, z. B. mit: <ul style="list-style-type: none"> • Betriebsleitung • Betriebsrat/Personalrat • Planern/Arbeitsgestaltern • Sicherheitsbeauftragten – Mit weiteren betrieblichen Beauftragten (z. B. Umweltbeauftragte) – Außerbetrieblich, z. B. mit: <ul style="list-style-type: none"> • Fachkräften für Arbeitssicherheit und Betriebsärzten anderer Betriebe • Berufsgenossenschaft / Unfallkasse • staatliche zuständige Behörden • Krankenkassen 	§§ 9 – 11 ASiG; §§ 19 (2), 20 (4) DGUV Vorschrift 1	

Forderungen	Quellen	Bemerkungen
7. Wurden in Ihrem Betrieb Sicherheitsbeauftragte bestellt und sind diese ausreichend wirksam?		
Sicherheitsbeauftragte sind grundsätzlich in Betrieben mit mehr als 20 Beschäftigten zu bestellen	§ 22 SGB VII; § 20 DGUV Vorschrift 1 / § 7 VSG 1.1	
Eignung: – ausreichende Betriebserfahrung – Kenntnis der für seinen Bereich zutreffenden Vorschriften und Regeln des Arbeitsschutzes – Akzeptanz bei den Kollegen		
Aufgaben: – Information des Arbeitgebers über festgestellte Unfall- und Gesundheitsgefahren der Beschäftigten – Überwachung des Vorhandenseins und der ordnungsgemäßen Benutzung der vorgeschriebenen Schutzeinrichtungen und persönlichen Schutzausrüstungen	§ 22 SGB VII; § 20 (2) DGUV Vorschrift 1 / § 7 VSG 1.1	
Ausreichende Aus- und Fortbildung sichern	§ 23 SGB VII; § 20 (6) DGUV Vorschrift 1	
8. Besteht in Ihrem Betrieb ein Arbeitsschutzausschuss und ist er ausreichend wirksam?		
Einrichtung in Betrieben mit mehr als 20 Beschäftigten	§ 11 ASiG	
Zusammensetzung: – Arbeitgeber/-vertreter – Betriebsrat/Personalrat – Betriebsarzt – Fachkraft für Arbeitssicherheit – Sicherheitsbeauftragte	§ 11 ASiG	
Regelmäßige Zusammenkunft (mindestens einmal vierteljährlich) Geschäftsordnung (Empfehlung)	§ 11 ASiG	
9. Liegt eine Beurteilung der Arbeitsbedingungen (Gefährdungsbeurteilung) vor, werden Maßnahmen getroffen und wird die Beurteilung dokumentiert?		
– Angemessene Auswertung von Arbeitsunfällen/ Wegeunfällen, Berufskrankheiten und anderen arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren	§ 5 ArbSchG; Arbeitsschutz- verordnungen; § 3 DGUV Vorschrift 1 ArbZG	

Forderungen	Quellen	Bemerkungen
– Regelmäßige Überprüfung der Einhaltung der zutreffenden Arbeitsschutzvorschriften und -regeln		
– Ermittlung und Bewertung verbleibender Gefährdungen an den Arbeitsplätzen und Revision der Gefährdungsbeurteilung bei sich ändernden Arbeitsbedingungen		
– Wirksamkeitsüberprüfung der auf der Grundlage der Gefährdungsbeurteilung getroffenen Arbeitsschutzmaßnahmen	§ 3 ArbSchG, § 2 DGUV Vorschrift 1	
<ul style="list-style-type: none"> – Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung (Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen, Wirksamkeitsüberprüfung, Anpassung, Verbesserung) – Dokumentation/Bericht der Fachkraft für Arbeitssicherheit/des Betriebsarztes in Betrieben mit 10 und weniger Beschäftigten – Bestimmungen zur Dokumentation in Arbeitsschutzverordnungen 	§ 6 ArbSchG; § 3 DGUV Vorschrift 1; § 5 DGUV Vorschrift 2	
– Besondere Arbeitsschutzmaßnahmen für den Einsatz von Leiharbeitnehmern	§ 12 Abs. 2 ArbSchG; §§ 11, 12 AÜG	
10. Werden Beschäftigte mehrerer Arbeitgeber an einem Arbeitsplatz tätig und/oder werden Beschäftigte anderer Arbeitgeber (Fremdfirmen) in Ihrem Betrieb tätig und liegen dazu ausreichende Regelungen vor?		
<ul style="list-style-type: none"> – Gegenseitige Abstimmung der beteiligten Arbeitgeber über Maßnahmen der Arbeitssicherheit und ihre Durchführung – Vergewisserung, ob Beschäftigte anderer Arbeitgeber (Fremdfirmen) von diesen Anweisungen erhalten haben (hauptverantwortlich für Sicherheit und Gesundheitsschutz dieser Beschäftigten bleibt stets deren Arbeitgeber) – Regelungen in Arbeitsschutzverordnungen 	§ 8 ArbSchG; § 5 DGUV Vorschrift 1 BaustellV § 15 GefStoffV § 13 BetrSichV	

Forderungen	Quellen	Bemerkungen
11. Werden die Beschäftigten ausreichend über Gefahren und Schutzmaßnahmen in ihren Arbeitsbereichen unterwiesen und informiert?		
<ul style="list-style-type: none"> – Durchführung von Unterweisungen vor Aufnahme der Tätigkeit und angepasst an die Gefährdungsentwicklung, insbesondere <ul style="list-style-type: none"> • bei der Einstellung • bei Veränderungen des Aufgabengebietes • bei Einführung neuer Arbeitsmittel und Technologien – Ergänzungen aufgrund spezifischer Unterweisungsaspekte sowie Unterrichtsverpflichtungen des Arbeitgebers in Arbeitsschutzverordnungen 	§ 12 ArbSchG; § 4 DGUV Vorschrift 1 / § 3 VSG 1.1; § 14 BetrSichV; § 4 BioStoffV; § 20 DruckluftV § 14 GefStoffV; § 12 GenTSV § 11 LärmVibrations- ArbSchV § 4 LasthandhabV § 2 MuSchArbV § 8 OStrV § 3 PSA-BV § 36 RöV § 10 StörfallV § 38 StrSchV	
<ul style="list-style-type: none"> – Regelmäßige Wiederholung von Unterweisungen während der Tätigkeit in Abhängigkeit von den auftretenden Gefährdungen: <ul style="list-style-type: none"> • mindestens 1x jährlich • Jugendliche halbjährlich 	§ 4 DGUV Vorschrift 1 § 29 JArbSchG	
<ul style="list-style-type: none"> – Nachweis der Durchführung von Unterweisungen (bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen, die Grund- oder ergänzende Schutzmaßnahmen erforderlich machen, bzw. biologischen Arbeitsstoffen auf Basis einer Betriebsanweisung zwingend, in anderen Bereichen Nachweisführung empfohlen): – Gegenstand und Zeitpunkt schriftlich festhalten – Unterschriftsleistung durch die Unterwiesenen 	§ 14 (2) GefStoffV; § 12 (2) BioStoffV	
Besondere Anweisungen / Maßnahmen für Beschäftigte in gefährlichen Arbeitsbereichen bzw. bei gefährlichen Arbeiten	§ 9 ArbSchG; § 8 BGV A1 / § 8 GUV-V A1; vgl. § 9 BGV A1 / § 9 GUV-V A1	
12. Sind Sicherheit und Gesundheitsschutz besonders schutzbedürftiger Beschäftigtengruppen gewährleistet?		
<ul style="list-style-type: none"> – Frauen 	§ 4 Nr. 6 ArbSchG; MuSchG; MuSchArbV	

Forderungen	Quellen	Bemerkungen
– Jugendliche/Kinder über 13 Jahre	§ 4 Nr. 6 ArbSchG; JArbSchG; KindArbSchV	
– behinderte Menschen	§ 4 Nr. 6 ArbSchG; § 81 SGB IX; DIN 18024-2	
– leistungsgewandelte Beschäftigte	§ 4 Nr. 6 ArbSchG	
13. Sind die Beschäftigten befähigt, die für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz bei der Aufgabenerfüllung zu beachtenden Bestimmungen und Maßnahmen einzuhalten?		
– Berücksichtigung der Befähigung im Rahmen der Prüfung bei der Übertragung von Aufgaben auf Beschäftigte	§ 7 ArbSchG; § 7 BGV A1 / § 7 GUV-V A1	
14. Liegen ausreichende Regelungen zum Schutz der Beschäftigten vor unmittelbaren Gefahren durch Brände und Explosionen sowie zur Ersten Hilfe vor?		
– Festlegungen zur Brandbekämpfung, Evakuierungspläne – Notfallmanagement – Maßnahmen bei Betriebsstörungen, Unfällen, Notfällen	§ 10 ArbSchG § 22 BGV A1 / § 22 GUV-V A1 § 13 GefStoffV	
– Technische und organisatorische Maßnahmen gegen Brand- und Explosionsgefahren	§ 11 GefStoffV; § 5 und Anhang 4 BetrSichV	
– Festlegungen zum eigenständigen Treffen von Maßnahmen zur Gefahrenabwehr und Schadensbegrenzung durch die Beschäftigten bei Bränden und Explosionen bzw. unmittelbarer erheblicher Gefahr	§ 9 (2), (3) ArbSchG § 21 BGV A1 / GUV-V A1	
– Vorhandensein von erforderlichen Einrichtungen für die Erste Hilfe: • Meldeeinrichtungen • Sanitätsräume • Erste-Hilfe-Material • Rettungstransportmittel, -geräte	§ 10 ArbSchG; §§ 24-28 BGV A1 / §§ 24-28 GUV-V A1 / VSG 1.3 §§ 4 (5), 6 (4) ArbStättV; ASR A4.3	
Anzahl von Ersthelfern: – ein Ersthelfer für bis zu 20 anwesende Versicherte – bei mehr als 20 anwesenden Versicherten • in Verwaltungs- und Handelsbetrieben 5 % der Versicherten • in sonstigen Betrieben 10 % der Versicherten – erforderliche Zusatzausbildung bei speziellen Gefährdungen (z. B. gefährliche Stoffe, Arbeiten unter Spannung)	§ 26 BGV A1 / § 26 GUV-V A1 / VSG 1.3	

Forderungen	Quellen	Bemerkungen
Mindestens 1 Betriebs-sanitäter: – in einer Betriebsstätte mit mehr als 1500 anwesenden Versicherten – in einer Betriebsstätte mit 1500 oder weniger, aber mehr als 250 anwesenden Versicherten und wenn Art, Schwere und Zahl der Unfälle den Einsatz von Sanitätspersonal erfordern – auf einer Baustelle mit mehr als 100 anwesenden Versicherten	§ 27 BGV A1 / § 27 GUV-V A1 / VSG 1.3	
15. Haben die Beschäftigten und/oder der Betriebs- oder Personalrat Möglichkeiten, an der Gestaltung ihrer Arbeitsbedingungen mitzuwirken?		
Information, Anhörung, Unterrichtung und Beteiligung durch den Arbeitgeber zu allen Aktivitäten, die Auswirkungen auf Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten haben können	§§ 17 (1), 14 ArbSchG; BetrVG; BPersVG, LPersVG	
Mitwirkung bei der Gestaltung der Arbeitsbedingungen, z. B. im Rahmen folgender Formen – Sicherheitszirkel, Gesundheitszirkel – betriebliches Vorschlagwesen – Aktionen, Programme		
Mitbestimmung in sozialen Angelegenheiten	BetrVG, BPersVG, LPersVG	
16. Sind im Betrieb erforderliche arbeitsmedizinische Vorsorgemaßnahmen festgelegt?		
– Aufklärung der Beschäftigten über die mit bestimmten Tätigkeiten verbundenen Gesundheitsgefährdungen und entsprechende Beratung bzw. Vorsorgeuntersuchungen	§ 11 ArbSchG; § 3 ASiG; ArbMedVV ArbZG JArbSchG	
– Überprüfungen der Arbeitsbedingungen aus arbeitsmedizinischer Sicht einschließlich der Möglichkeit ihrer behindertengerechten Gestaltung		
– Beschäftigungsbeschränkungen/-verbote für bestimmte gefährdende Tätigkeiten		
– Erhebung von Daten zur Aufdeckung von Ursachen arbeitsbedingter Erkrankungen		
17. Werden erforderliche persönliche Schutzausrüstungen zur Verfügung gestellt?		
Ermittlung und regelmäßige Überprüfung des Bedarfs von Kopfschutz, Fußschutz, Augen- und Gesichtsschutz, Atemschutz, Körperschutz unter Berücksichtigung von Schutzwirkung und Trageeigenschaften; besondere Unterweisung	§ 4 Nr. 5 ArbSchG; PSA-BV; §§ 29-31 BGV A1 / §§ 29-31 GUV-V A1	

Vorschriften, Regelwerk, Literatur

Gesetze, Verordnungen

ArbMedVV	Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge
ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung
ArbZG	Arbeitszeitgesetz
ASiG	Arbeitssicherheitsgesetz
AÜG	Arbeitnehmerüberlassungsgesetz
BetrSichV	Betriebssicherheitsverordnung
BetrVG	Betriebsverfassungsgesetz
BioStoffV	Biostoffverordnung
BKV	Berufskrankheitenverordnung
BPersVG	Bundespersonalvertretungsgesetz
BUV	Bundesunternehmen-Unfallverhütungsverordnung
GefStoffV	Gefahrstoffverordnung
JArbSchG	Jugendarbeitsschutzgesetz
KindArbSchV	Kinderarbeitsschutzverordnung
LärmVibrationsArbSchV	Lärm- und Vibrationsarbeitsschutzverordnung
LPersVG	Landespersonalvertretungsgesetze
MuSchArbV	Verordnung zum Schutze der Mütter am Arbeitsplatz
MuSchG	Mutterschutzgesetz
OStrV	Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung
PSA-BV	PSA-Benutzungsverordnung
SGB VII	Sozialgesetzbuch VII Gesetzliche Unfallversicherung
SGB IX	Sozialgesetzbuch IX Rehabilitation und Partizipation behinderter Menschen

Vorschriften der gesetzlichen Unfallversicherungsträger

(DGUV Vorschrift = Vorschrift der Gewerbliche Berufsgenossenschaften und Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand, VSG = Vorschriften zu Sicherheit und Gesundheitsschutz der Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau (SVLFG))

DGUV Vorschrift 1 / VSG 1.1	Grundsätze der Prävention/Allgemeine Vorschriften
DGUV Regel 100-001	DGUV Regel „Grundsätze der Prävention“
DGUV Vorschrift 2 / VSG 1.2	Betriebsärzte, Fachkräfte für Arbeitssicherheit
VSG 1.3	Erste Hilfe

Datenbanken**Europäisches Recht**

www.eur-lex.europa.eu/de/index.htm

Nationale Gesetze und Verordnungen

www.gesetze-im-internet.de

Europäisches und nationales Vorschriften- und Regelwerk zum Arbeits- und Umweltschutz

www.gaa.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/16032/

Technische Regelwerke zu den Arbeitsschutzverordnungen

www.baua.de, „Themen A–Z“

Anlagen- und Betriebssicherheit, Lärm und Vibrationen, künstliche optische Strahlung (TRBS, TRLV, TROS)

Arbeitsstätten (ASR)

Biologische Arbeitsstoffe (TRBA)

Branchenschwerpunkt Bauarbeiten und Baustellen (RAB)

Gefahrstoffe (TRGS)

Vorschriften- und Regelwerk der Träger der gesetzlichen Unfallversicherung

Gewerbliche Berufsgenossenschaften und Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand
<http://publikationen.dguv.de/dguv/>

Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau (SVLFG)
www.svlfg.de/30-praevention/prvo3-gesetze-und-vorschriften/index.html

Normenverzeichnisse

www.baua.de/de/Produktsicherheit/Produktinformationen/Normenverzeichnisse.html

www.beuth.de, „Normenverwaltung“

Normen (kostenpflichtig)

www.beuth.de

Literatur

- [1] **Saßmannshausen, A.; Lang, K.-H.; Langhoff, T.; Müller, B.H.:** Bewertung der Qualität von Sicherheit und Gesundheitsschutz in Unternehmen und Verwaltungen: Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW 2002. (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Forschung, Fb 952)
- [2] **Hamacher, W.; Jochum, Ch.; Lins, St.; Ritter, A.:** Indikatoren und Parameter zur Bewertung der Qualität des Arbeitsschutzes im Hinblick auf Arbeitsschutzmanagementsysteme. Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW 2002. (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Forschung, Fb 959). Verfügbar unter:
www.baua.de/de/Publikationen/Forschungsberichte/2002/Fb959.htm
[Zugriff am 21.12.2015]
- [3] **Nationaler Leitfaden für Arbeitsschutzmanagementsysteme, BArbBl. 1/2003 S. 101.** Verfügbar unter: www.baua.de ▶ Themen von A–Z ▶ Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes
[Zugriff am 21.12.2015]

Bezugsquellen-Verzeichnis

Gesetze, Verordnungen

Bundesrecht online verfügbar unter:

www.bundesgesetzblatt.de
www.gesetze-im-internet.de

Bundesgesetzblatt:
Bundesanzeiger Verlagsgesellschaft mbH
Amsterdamer Str. 192, 50735 Köln
www.bundesgesetzblatt.de

Bundesländerrecht

Links zu den einzelnen Bundesländern:
www.niedersachsen.de ► Politik & Staat ► Gesetze & Verordnungen oder
www.niedersachsen.de/master/C795124_N15118_L2o_Do_1198.html

Technische Regelwerke zu den Arbeitsschutzverordnungen

online verfügbar unter:

Arbeitsstättenregeln (ASR)
www.baua.de/asr

Arbeitsstätten-Richtlinien (ASR)
www.gaa.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/16486/

Regeln zum Arbeitsschutz auf Baustellen (RAB)
www.baua.de/rab

Technische Regeln für Betriebssicherheit (TRBS)
www.baua.de/trbs

Technische Regeln für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA) und Beschlüsse des Ausschusses für Biologische Arbeitsstoffe
www.baua.de/trba

Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten (TRbF)
Technische Regeln für Dampfkessel (TRD)
Technische Regeln für Druckgase (TRG)
www.gewerbeaufsicht.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/16032

Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)
www.baua.de/trgs

Die Technischen Regeln zu den Arbeitsschutzverordnungen werden im Bundesanzeiger oder Gemeinsamen Ministerialblatt bekannt gegeben (bis 2006 im Bundesarbeitsblatt). Ein Newsletter der BAuA informiert über Änderungen im Technischen Regelwerk Gefahrstoffe. Die Aufnahme in den Newsletter ist kostenlos und erfolgt per E-Mail: newsletter_tr@baua.bund.de.

Unfallverhütungsvorschriften, Regeln, Informationen und Grundsätze der gesetzlichen Unfallversicherungsträger

online verfügbar unter:

Berufsgenossenschaftliches Vorschriften- und Regelwerk der gewerblichen Berufsgenossenschaften (BGV, BGR, BGI, BGG)

<http://publikationen.dguv.de/dguv>

Vorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz (VSG) der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften

www.svlfg.de/30-praevention/prvo3-gesetze-und-vorschriften/index.html

Unfallverhütungsvorschriften, Regeln und Informationen der Unfallkassen (GUV-V, GUV-R, GUV-I, GUV-G)

<http://publikationen.dguv.de/dguv>

Mitgliedsbetriebe erhalten die Schriften kostenfrei beim zuständigen Unfallversicherungsträger.

Handlungsanleitungen für die arbeitsmedizinische Vorsorge nach den Berufsgenossenschaftlichen Grundsätzen (BGI/GUV-I 504-: 1.1 bis 46), bisher: Auswahlkriterien für spezielle arbeitsmedizinische Vorsorge nach den Berufsgenossenschaftlichen Grundsätzen für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen (BGI 504-: 0 bis 46)

online verfügbar unter: <http://publikationen.dguv.de/dguv>

Carl Heymanns Verlag KG, Luxemburger Straße 449, 50939 Köln

www.heymanns.com

Berufsgenossenschaftliche Grundsätze für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen (BGG 904: G 1 bis G 46)

Gentner Verlag, Abt. Buchdienst, Postfach 10 17 42, 70015 Stuttgart

www.gentnerverlag.de

Weitere Regeln der Technik

DIN-VDE-Normen und DIN-IEC-Normen;

Normen (DIN, DIN EN, DIN EN ISO, EN, ISO ...)

Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin

www.beuth.de ► Auslegestellen

VDE-VERLAG GmbH, Postfach 12 01 43, 10591 Berlin

www.vde-verlag.de

LASI-Veröffentlichungen (LV)

Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI)

online verfügbar unter:

<http://lasi-info.com/publikationen/lasi-veroeffentlichungen/>

VDG-Merkblätter

Verein Deutscher Giessereifachleute

VDG-Informationszentrum, Sohnstr. 70, 40237 Düsseldorf

www.vdg.de

VDI-Richtlinien
Beuth Verlag GmbH
www.vdi.de/technik/richtlinien/auslegestellen

VdS-Richtlinien
VdS Schadenverhütung GmbH, Amsterdamer Str. 172–174, 50735 Köln
www.vds.de

Merkblätter für die ärztliche Untersuchung bei Berufskrankheiten gemäß Anl. 1 BKV (BK Nr.)
online verfügbar unter:
www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Berufskrankheiten/Dokumente/Merkblaetter.html

Geltendes EU-Recht
Richtlinien der Europäischen Gemeinschaft
<http://eur-lex.europa.eu/de/index.htm>

Vereinbarungen der europäischen Sozialpartner
Social dialogs texts database
<http://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=521&langId=en>

Literatur

Publikationen der BAuA
www.baua.de/publikationen

[Zugriff auf die genannten Links am 21.12.2015]

Index

A

- Abdeckungen 2.1-36, 2.1-51, 2.1-56, 2.1-57, 2.1-58, 2.1-66, 2.2-4, 2.2-5, 2.8-51
- Absturz 2.0-2, **2.1-52 bis 2.1-66**, 2.8-44, 2.8-45, 2.8-48, 2.8-51, 2.9-31
- Absturzhöhe 2.0-5, 2.1-57, 2.1-65, 2.8-42, 2.8-45
- Aerosole 2.4-16, 2.4-17
- akustische Warnsignale 2.1-12, 2.6-4, 2.6-5
- Allergene 2.3-21, 2.4-17
- allergische Atemwegserkrankungen 2.4-17
- Angebotsuntersuchungen 2.4-11, 2.4-16, 2.7-30
- Annäherungsgeschwindigkeit 2.1-5, 2.1-6, 2.1-10
- Annäherungszone 2.2-3, 2.2-4, 2.2-14, 2.2-15
- Arbeitshöhe 2.0-7, 2.9-17, 2.9-22, 2.9-23, 2.9-29
- Arbeitsinhalt/Arbeitsaufgabe **2.10-3 bis 2.10-9**
- arbeitsmedizinische Vorsorge 2.1-27, 2.3-7, 2.4-11, 2.7-14, 2.7-29, 2.7-32, 2.7-66, 2.8-7, 2.8-11, 2.8-12, 2.8-13, 2.9-1, 2.9-6, 2.9-10, 2.9-15, 2.9-29, 2.9-32, 2.9-33, 2.9-38, 3-12, 3-17
- Arbeitsorganisation **2.10-10 bis 2.10-23**
- Arbeitsplatzbeleuchtung 2.8-32
- Arbeitsplatzgestaltung 2.9-18, 2.9-28, 2.9-42, 2.9-48
- Arbeitsplatzgrenzwert 2.0-2, 2.3-11, 2.3-12, 2.3-14, 2.3-15, 2.3-18, 2.3-20, 2.3-22, 2.5-30, 2.5-41, 2.8-41, 2.8-47
- Arbeitsschutzgesetz 9, 10, 12, 13, 15, 1-1, 1-2, 1-8, 1-9, 1-11, 1-12, 2.1-19, 2.3-1, 2.3-9, 2.5-9, 2.10-12, 2.10-18
- Arbeitsschwere 2.0-7, 2.8-11, 2.8-14, 2.8-16, 2.8-21, 2.8-23, **2.9-1 bis 2.9-62**
- Arbeitsitze 2.9-25, 2.9-26, 2.9-27, 2.9-29
- Arbeitsstände 2.1-20
- Arbeitsstätte 1-2, 1-4, 1-6, 1-7, 1-10, 2.1-48, 2.1-49, 2.2-13, 2.4-10, 2.5-8, 2.7-6, 2.7-9, 2.7-15, 2.8-1, 2.8-26, 2.8-27, 2.8-28, 2.8-30, 2.8-33, 2.8-34, 2.8-40, 2.8-52, 2.8-53, 2.8-56, 3-7
- Arbeitstische 2.9-23, 2.9-24, 2.9-25
- Arbeitsumgebung **2.10-26 bis 2.10-29**
- Arbeitsumgebungsbedingungen 1-4, 1-6, 2.0-5, 2.0-6, 2.0-8, **2.8-1 bis 2.8-86**
- Arbeitszeit 1-2, 1-3, 1-4, 2.0-8, 2.7-64, **2.10-10 bis 2.10-20**
- Arbeitszeitgestaltung 2.0-8, **2.10-10 bis 2.10-23**

Armauflagen 2.9–24, 2.9–25
 Atemgasintoxikation 2.7–61
 Atmosphärendruck 2.7–58, 2.7–59
 Aufenthaltsverbot 2.1–24, 2.1–29, 2.1–39
 Auffahrschutz 2.1–19
 Auffangeinrichtungen 2.1–32, 2.1–33, 2.1–35, 2.1–36, 2.1–39, 2.1–58, 2.1–61, 2.1–66, 2.8–51
 Aufprallfläche 2.1–59
 Aufstiege 2.1–20, 2.1–28
 Auftrittshöhen 2.1–47
 Aufwärmzeiten 2.6–7, 2.6–8, 2.8–10, 2.8–15
 Auslösewert 2.7–5, 2.7–6, 2.7–7, 2.7–9, 2.7–13, 2.7–17, 2.7–18, 2.7–22, 2.7–24, 2.7–25, 2.7–29, 2.7–30, 2.7–31, 2.9–56
 Auswahl und Gestaltung von Stellteilen 2.8–60

B

Barrierefreiheit/Zugänglichkeit (Accessibility) 2.8–75
 Baustellenkoordinator 2.7–65
 Behaglichkeitsbereich 2.8–2, 2.8–5, 2.8–11, 2.8–18
 Beinfreiraum 2.0–7, 2.9–18, 2.9–21, 2.9–29
 Belastungsanalyse 2.10–12, 2.10–14, 2.10–15
 Beleuchtung 1–4, 2.0–4, 2.0–5, 2.0–8, 2.1–8, 2.1–9, 2.1–12, 2.1–14, 2.1–15, 2.1–17, 2.1–20, 2.1–28, 2.1–29, 2.1–45, 2.1–47, 2.1–48, 2.1–50, 2.1–51, 2.5–8, 2.8–1, **2.8–26 bis 2.8–35**, 2.8–53, 2.8–67
 Beleuchtungsstärke 2.0–5, 2.8–26, 2.8–27, 2.8–28, 2.8–29, 2.8–31, 2.8–34, 2.8–63, 2.8–67, 2.9–14
 Benutzungsschnittstelle 2.8–57
 Bereitschaftsdienste 2.0–8, 2.10–11, 2.10–12, 2.10–13, 2.10–15
 berstende Teile 2.0–1, 2.1–1, 2.1–31, 2.1–34, 2.1–36, 2.1–38, 2.1–39
 Betriebsklima 2.0–8
 Betriebssicherheitsverordnung 12, 1–1, 2.1–3, 2.1–14, 2.1–19, 2.1–30, 2.5–3, 2.7–58
 Bewegungsbegrenzung 2.1–2, 2.1–19
 Bewegungsraum 2.0–7, 2.1–14, 2.1–17, 2.1–23, 2.1–39, 2.1–46, 2.9–5, 2.9–9, 2.9–14, 2.9–18, 2.9–20, 2.9–28, 2.9–29, 2.9–31, 2.9–37, 2.9–44, 2.9–51
 Bildschirmgröße 2.8–66
 Biologische Arbeitsstoffe 1–3, 2.0–3, **2.4–1 bis 2.4–18**, 2.7–59, 3–14, 3–16
 biologischer Grenzwert 12, 2.3–15

Blendung 2.7-35, 2.8-26, 2.8-27, 2.8-29, 2.8-30, 2.8-31, 2.8-32, 2.8-34, 2.8-39, 2.8-63, 2.8-67, 2.8-86, 2.9-14

Bodenstoß- und Kraterwirkung 2.5-27, 2.5-29

Brandbekämpfung 2.2-12, 2.5-13, 2.7-65, 3-11

Brände 2.1-37, 2.5-1, 2.5-4, 2.5-8, 2.5-32, 3-11

Brandgefährdung 2.5-5, 2.5-6, 2.5-7, 2.5-9, 2.5-12, 2.5-13, 2.5-15

Brandschutzbeauftragter 2.5-14

Brandschutzmaßnahmen 2.5-3, 2.5-6, 2.5-7, 2.5-8, 2.5-9, 2.5-10, 2.5-11, 2.5-14, 2.5-15

Brandschutzordnung 2.5-9, 2.5-12, 2.5-13, 2.5-15

Brandwirkung 2.5-4

brennbare Feststoffe 2.0-3, **2.5-3 bis 2.5-15**

brennbare Flüssigkeiten **2.5-3 bis 2.5-15**

brennbare Gase **2.5-3 bis 2.5-15**

Brunnenbau 2.8-42

Burnout 2.10-16

C

Caissonkrankheit 2.7-61

chemische Reaktionen 2.0-2, 2.3-5, 2.3-27, 2.5-1, 2.8-37, 2.8-50

D

Dachfanggerüste 2.1-60

Dachschutzwände 2.1-58, 2.1-60

Deflagration 2.5-1, 2.5-27, 2.5-29

Detonation 2.5-1, 2.5-2, 2.5-27, 2.5-29, 2.5-31

Druckfallbeschwerden 2.7-61, 2.7-64, 2.7-68

dynamisches Sitzen 2.9-26

E

effektive Bestrahlungsstärke 2.8-8, 2.8-18

Einatmen von Gefahrstoffen 2.0-2, 2.3-5, **2.3-12 bis 2.3-20**, 2.5-4, 2.8-37, 2.8-38

Einfaches Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe 2.3-2, 2.3-5, 2.3-19, 2.5-11

elektrische Gefährdungen 1-3, 2.0-2, **2.2-1 bis 2.2-16**

elektrischer Schlag 2.0-2, **2.2-2 bis 2.2-8**, 2.2-9, 2.2-10

elektromagnetische Felder 2.0-5, 2.7-1, 2.7-2, **2.7-46 bis 2.7-57**, 2.8-81, 2.8-82

elektromagnetische Verträglichkeit 2.7-48, 2.8-81, 2.8-82

elektrostatische Ladung 2.2–10
 EMKG 2.0–2, 2.3–2, 2.3–5, 2.3–9, 2.3–12, 2.3–13, 2.3–14, 2.3–15, 2.3–16, 2.3–18, 2.3–19,
 2.3–22, 2.3–23, 2.3–26, 2.5–11, 2.5–14
 Engstellen 2.1–1, 2.1–2, 2.1–3, 2.1–12
 Entstehungsbrände 2.5–8
 Entwärmungsphasen 2.8–9, 2.8–11, 2.8–15, 2.8–21, 2.8–22, 2.8–23
 ergonomische Dialoggestaltung 2.8–80
 erhöhte Kraftanstrengungen 2.0–7, 2.9–1, **2.9–35 bis 2.9–62**
 erhöhte Krafteinwirkungen 2.0–7, 2.9–1, **2.9–35 bis 2.9–62**
 Erstickten 2.0–5, 2.8–1, **2.8–36 bis 2.8–51**
 Erträglichkeitsgrenze 2.8–8
 Ertrinken 2.0–5, 2.8–1, 2.8–36, **2.8–36 bis 2.8–51**
 Erwartungskonformität 2.8–80, 2.8–85
 erzwungene Körperhaltung 2.0–7, 2.9–1, **2.9–17 bis 2.9–29**, 2.9–40, 2.9–53
 Explosionen 2.2–1, 2.3–1, 2.5–1, 2.5–4, 2.5–7, **2.5–16 bis 2.5–23**, 2.5–32, 3–11
 explosionsfähige Atmosphäre 2.0–3, 2.2–11, 2.2–12, 2.3–11, **2.5–16 bis 2.5–25**
 Explosionsgefährdung 2.0–3, 2.2–10, 2.2–11, 2.5–11, 2.5–14, 2.5–16, **2.5–16 bis 2.5–25**
 Explosionsschutz 13, 2.2–11, 2.5–5, 2.5–15, 2.5–17, 2.5–18, 2.5–19, 2.5–20, 2.5–21, 2.5–22,
 2.5–24, 2.5–34, 2.5–35, 2.5–37, 2.5–41
 Explosivstoffe 2.0–3, **2.5–26 bis 2.5–42**
 Expositionsdauer 2.0–4, 2.7–35, 2.7–43, 2.7–56, 2.8–7, 2.8–23, 2.8–24, 2.10–10
 Expositionsgrenzwert 2.7–22, 2.7–23, 2.7–29, 2.7–30

F

Fahrweise 2.1–23
 Fahrzeuge 2.0–4, 2.1–18, 2.1–19, 2.1–22, 2.1–23, 2.1–25, 2.1–26, 2.1–27, 2.1–28, 2.1–29,
 2.3–17, 2.5–37, 2.5–40, 2.5–41, 2.7–27
 Fahrzeugsitze 2.7–24
 Fanggerüste 2.1–59, 2.1–66
 Farbwiedergabe-Index 2.8–30
 fehlertolerante Software 2.8–59
 Fehltreten 2.0–1, 2.1–40, 2.1–43, 2.1–44, 2.1–50, 2.1–51
 Feuchtarbeitsplatz 2.0–2, 2.3–21, 2.3–24, 2.3–26
 Flucht- und Rettungswege 2.5–8, 2.5–13, 2.8–1
 Fluchtwegbreite 2.8–53
 Fluchtwege 1–6, 1–7, 2.0–5, 2.5–10, 2.5–14, 2.5–15, 2.8–1, 2.8–28, 2.8–34, **2.8–52 bis 2.8–55**

Fluchtweghöhe 2.8-53
 Fluchtweglänge 2.8-52
 Flurförderzeuge 2.1-18, 2.1-19, 2.1-22, 2.1-23, 2.1-24, 2.1-25, 2.1-26, 2.1-27, 2.1-28,
 2.1-29, 2.9-9, 2.9-48, 2.9-51, 2.9-53
 Flüssigkeiten 2.0-3, 2.0-5, 2.1-38, 2.2-9, 2.2-10, 2.3-11, 2.3-13, 2.3-14, 2.3-15, 2.3-16,
 2.3-17, 2.5-1, **2.5-3 bis 2.5-15**, 2.6-2, 2.6-5, 2.6-8, 2.8-5, 2.8-38, 2.8-39
 Flüssigkeiten mit geringem Auftrieb 2.8-42
 Freisetzungsgruppe 2.0-2, 2.3-12, 2.3-14, 2.3-15
 Führungsverhalten 2.0-8
 Fußschutz 2.1-15, 2.1-35, 2.1-39, 3-12
 Fußstützen 2.9-18, 2.9-25, 2.9-28, 2.9-29

G

Ganzkörper-Vibrationen 2.0-4, 2.7-1, **2.7-22 bis 2.7-27**
 Gase 2.0-3, 2.1-38, 2.2-2, 2.2-9, 2.2-10, 2.3-11, 2.5-1, **2.5-3 bis 2.5-15**, 2.5-30, 2.6-6,
 2.6-8, 2.7-60, 2.7-61, 2.7-63, 2.8-36, 2.8-37, 2.8-38
 Gefahrenbereich 2.0-1, 2.1-5, 2.1-6, 2.1-8, 2.1-23, 2.1-35
 Gefahrensignale 2.1-10, 2.7-16, 2.8-57, 2.8-63, 2.8-64, 2.8-84, 2.8-85, 2.8-86
 Gefahrenzone 2.2-2, 2.2-4, 2.2-14, 2.2-15, 2.2-16
 gefährliche Oberflächen 2.0-1, 2.1-13, 2.1-14, 2.1-15, 2.1-17
 Gefährlichkeitsgruppe 2.0-2, 2.3-12, 2.3-13, 2.3-14, 2.3-15, 2.3-16, 2.3-18, 2.3-19, 2.3-22,
 2.3-23, 2.3-24
 Gefahrstelle 2.1-1, 2.1-2, 2.1-3, 2.1-4, 2.1-5, 2.1-6, 2.1-7, 2.1-12, 2.1-26, 2.1-30, 2.1-36,
 2.1-44, 2.1-46, 2.6-5
 Gefahrstoffe 9, 14, 1-3, 1-6, 2.0-2, **2.3-1 bis 2.3-26**, 2.4-9, 2.5-3, 2.5-4, 2.5-5, 2.5-7,
 2.5-9, 2.5-10, 2.5-11, 2.5-12, 2.5-13, 2.5-14, 2.5-15, 2.5-30, 2.8-37, 2.8-38, 2.8-47, 3-4,
 3-10, 3-14, 3-16
 Gefahrstoffverordnung 13, 1-1, **2.3-1 bis 2.3-26**, 2.4-12, 2.5-3, 2.5-10, 2.5-30, 2.5-39,
 2.8-46, 2.8-81, 3-13
 Gemeinsame Deutsche Arbeitsschutzstrategie 1-12
 Gentechnik 13, 2.4-8, 2.4-12, 2.4-15, 2.4-18
 Geräuschemission 2.7-4, 2.7-5, 2.7-6, 2.7-9, 2.7-10, 2.7-15, 2.7-17, 2.7-19
 Geräuschexposition 2.7-4
 Geräuschimmission 2.7-4, 2.7-6
 Gewalt am Arbeitsplatz 9, 2.0-8, 2.11-1, **2.11-2 bis 2.11-8**
 Gewalt durch Dritte 2.11-1, 2.11-2, 2.11-3
 Gewaltereignisse 2.11-3, 2.11-4, 2.11-7
 gleitende Teile 2.0-1, 2.1-31, 2.1-33, 2.1-35, 2.1-38, 2.1-39

Gleitreibungwert 2.1–42
 Globe-Temperatur 2.8–18
 Greifräume 2.9–20, 2.9–21
 grobmotorische Aktionskräfte 2.9–35
 gute Arbeitspraxis 2.3–7

H

Halten 2.9–1, 2.9–3, 2.9–7, 2.9–12, 2.9–41, 2.9–43, 2.9–53, 2.9–55, 2.9–56
 Hand-Arm-Vibrationen 2.0–4, 2.7–1, **2.7–28 bis 2.7–33**
 hautgefährdende Stoffe 2.0–2, 2.3–21
 Hautkontakt mit Gefahrstoffen 2.0–2, 2.3–5, 2.3–21
 hautresorptive Stoffe 2.3–21, 2.3–22
 hautsensibilisierende Stoffe 2.0–2, 2.3–21
 Heben 2.9–1, **2.9–3 bis 2.9–7**, 2.9–11, 2.9–40, 2.9–41, 2.9–43, 2.9–53
 Hebezeuge 2.1–18, 2.1–26, 2.1–28, 2.1–29, 2.2–14
 heiße Medien/Oberflächen 2.0–4, **2.6–2 bis 2.6–5**
 herabfallende Teile 2.1–1, 2.1–33, 2.1–35, 2.1–38, 2.1–39
 Herzschrittmacher 2.0–5, 2.7–48, 2.7–49, 2.7–51
 Hitze 2.1–7, 2.7–3, 2.8–1, 2.8–5, 2.8–7, 2.8–11, 2.8–13, 2.8–16, 2.8–59
 Höhenkrankheit 2.7–1, 2.7–60, 2.7–62, 2.7–63, 2.7–67
 Hubmaststellung 2.1–23

I

Immissionsprognose 2.7–6, 2.7–14
 Infektionen 2.0–3, **2.4–3 bis 2.4–16**
 Infektionspotenzial 2.4–1, 2.4–5, 2.4–6, 2.4–9
 Informationsaustausch 2.8–57, 2.8–63
 inkohärente Strahlung 2.7–35
 Instandhaltung 2.1–22, 2.1–29, 2.1–64, 2.2–12, 2.5–8, 2.5–36, 2.7–15, 2.8–42
 Ionisierende Strahlung 2.0–4, 2.7–45, 2.8–68
 Isopressionsphase 2.7–60, 2.7–61

K

Kälte 2.6–7, 2.7–3, 2.8–1, 2.8–5, 2.8–6, 2.8–9, 2.8–12, 2.8–13, 2.8–15, 2.9–62
 Kältebereiche 2.8–2, 2.8–5, 2.8–10
 kalte Medien/Oberflächen 2.0–4, **2.6–6 bis 2.6–8**

kippende Teile 2.1-38
 Kippkante 2.1-23, 2.1-31, 2.1-32, 2.1-33
 Kippmoment 2.1-23, 2.1-32, 2.1-33
 Kippschutz 2.1-20
 Kippsicherheit 2.1-32
 Klettern 2.0-7, 2.9-1, **2.9-30 bis 2.9-34**, 2.9-40, 2.9-53
 Klima 1-4, 2.0-5, 2.0-8, 2.6-2, 2.6-6, 2.8-1, **2.8-2 bis 2.8-25**
 Klimasummenmaße 2.8-7, 2.8-14
 kohärente Strahlung 2.7-35
 Kohlendioxid 2.5-8, 2.5-30, 2.7-61, 2.8-36, 2.8-37, 2.8-38, 2.8-41, 2.8-45, 2.8-50
 Kontaktkälte 2.6-7, 2.8-10, 2.8-15
 Kontakttemperatur 2.6-2, 2.6-3
 Kontrolliert bewegte ungeschützte Teile 2.0-1, **2.1-1 bis 2.1-12**
 Kopfschutz 2.1-15, 2.1-16, 2.1-35, 2.1-36, 2.1-38, 2.1-39, 3-12
 Körpermaße 2.0-7, 2.1-10, 2.9-18, 2.9-23, 2.9-28, 2.9-37
 Krane 2.1-18, 2.1-19, 2.1-24, 2.1-25, 2.1-26, 2.1-27, 2.1-37, 2.1-52
 Kuppeln 2.1-18, 2.1-22, 2.1-23, 2.1-28, 2.1-29, 2.9-35

L

Ladungssicherung 2.0-1, 2.1-18, 2.1-24, 2.1-26, 2.1-27, 2.1-28, 2.1-29
 Lärm 1-1, 1-4, 1-6, 2.0-4, 2.0-8, 2.1-8, 2.1-12, 2.7-1, **2.7-3 bis 2.7-20**, 2.7-24, 2.7-25,
 2.7-27, 2.7-30, 2.7-31, 2.7-33, 2.8-59, 2.8-70, 2.9-56, 3-13, 3-14
 lärmarme Arbeitsmittel 2.7-9
 lärmarme Arbeitsverfahren 2.7-10, 2.7-17
 Lärminderungsprogramm 2.7-13, 2.7-14, 2.7-16, 2.7-17, 2.7-18
 Lärmschwerhörigkeit 2.7-3
 Lärmschwerpunkte ermitteln 2.7-13
 LärmVibrationsArbSchV 2.7-5, 2.7-22, 2.9-56
 Laserstrahlung 2.0-4, 2.7-35, 2.7-40, 2.7-41
 LasthandhabV 13, 2.9-3, 2.9-4, 2.9-6, 2.9-8, 2.9-9, 2.9-10, 2.9-46, 3-10
 Lastmomentbegrenzer 2.1-24, 2.1-26
 Lastschutzgitter 2.1-24
 Leitmerkmalmethode 2.9-4, 2.9-7, 2.9-8, 2.9-11, 2.9-13, 2.9-16, 2.9-18, 2.9-41, 2.9-46,
 2.9-53, 2.9-60, 2.9-61
 Leuchtdichte 2.8-29, 2.8-30, 2.8-31, 2.8-35, 2.8-63, 2.8-67, 2.8-78, 2.8-86
 Licht 2.0-5, 2.1-48, 2.5-26, 2.5-39, 2.7-2, **2.8-26 bis 2.8-35**, 2.8-77

Lichtfarbe 2.0–5, 2.8–27, 2.8–30, 2.8–34, 2.8–35, 2.8–64

lichttechnische Größen 2.8–28

Luftstoßwirkung 2.5–27, 2.5–28, 2.5–41

Lüftung und Klimatisierung 2.8–11

M

mangelnde Hygiene beim Umgang mit Gefahrstoffen 2.0–2, 2.3–5, 2.3–7

mangelnde Sauerstoffkonzentration 2.0–5, 2.8–36, 2.8–37

manuelle Arbeit 2.0–7, 2.9–1, **2.9–12 bis 2.9–16**, 2.9–53

manuelle Lastenhandhabung 2.9–1, 2.9–5, 2.9–7, 2.9–10, 2.9–11

maximale isometrische Körperkräfte 2.9–13

maximale Schließkraft 2.1–3

Mengengruppe 2.0–2, 2.3–13, 2.3–14, 2.3–15, 2.3–16

Mensch-Maschine/Rechner-Schnittstelle 2.8–1, **2.8–57 bis 2.8–86**, 2.9–14, 2.9–38

Mikroorganismen 2.4–3, 2.4–4, 2.4–6, 2.4–7, 2.4–8

mitgelieferte Gefährdungsbeurteilung 2.3–4

mittlere Hauttemperatur 2.8–6

mittlere Strahlungstemperatur 2.8–18

mobile Arbeitsmittel 2.0–1, 2.0–4, 2.1–18, 2.1–19, 2.1–22, 2.1–24, 2.1–28, 2.1–29

Muskel-Skelett-Beschwerden 2.9–1, 2.9–3, 2.9–12, 2.9–30, 2.9–35

N

Nachhallzeit 2.7–11, 2.8–63

Nachtarbeit 2.8–26, 2.10–10, 2.10–13, 2.10–14, 2.10–17, 2.10–18

Nacht- und Schichtarbeit 2.0–8, 2.7–60, 2.10–10, 2.10–11, 2.10–13, 2.10–17

„nasses“ Ertrinken 2.8–38

Not-Aus-Schalter 2.8–60, 2.8–64

Notbeleuchtungssysteme 2.8–28

Not- und Sicherheitsbeleuchtung 2.8–28

O

Oberflächenbehandlung 2.1–45, 2.1–50, 2.8–28

Oberflächengestalt 2.0–1, 2.1–2, 2.1–3, 2.1–13, 2.1–30, 2.1–33

optische Strahlung 2.0–4, 2.7–1, 2.7–2, **2.7–34 bis 2.7–44**, 3–14

P

- Pausenräume 2.8-10
- pendelnde Teile 2.1-30, 2.1-38, 2.1-39
- Personalbedarfsanalyse 2.10-15
- Personalmanagement 2.0-8
- Pflichtuntersuchungen 2.4-11, 2.4-12, 2.7-29, 2.9-32
- photobiologische Sicherheit 2.7-40
- physikalische Explosionen 2.5-1, 2.6-2
- physische Belastungen 9, **2.9-1 bis 2.9-62**
- Positivliste geprüfte Fußböden 2.1-41
- Prüfverfahren Fußböden 2.1-41
- PSA-Benutzungsverordnung 13, 2.1-9, 2.1-15, 2.1-25, 2.1-36, 2.1-48, 2.1-61, 2.8-48, 3-13
- psychische Faktoren 2.0-8, 9, 2.0-7, **2.10-1 bis 2.10-33**
- pyrotechnische Gegenstände 2.0-3, **2.5-26 bis 2.5-42**
- pyrotechnische Sätze 2.5-26, 2.5-33, 2.5-39

Q

- Quetschstellen 2.1-1, 2.1-3, 2.1-4, 2.1-14

R

- Rangieren 2.1-18, 2.1-23, 2.1-28, 2.1-29, 2.9-50
- Räumungsübungen 2.8-53, 2.8-55
- Richtungsverkehr 2.1-20, 2.1-21, 2.1-29
- Rückraumsicherung 2.1-20
- Rückwärtsfahren 2.1-18, 2.1-20, 2.1-23, 2.1-28, 2.1-29
- Ruhepausen 2.0-8, 2.10-10, 2.10-11
- R- und V-Wert 2.1-41
- Rutschhemmung 2.1-41, 2.1-42, 2.1-43, 2.1-45, 2.1-46, 2.1-47, 2.1-48, 2.1-50
- rutschsichere Beläge 2.1-45

S

- Schallabsorptionsgrad 2.7-11
- Schallausbreitungsminderung 2.7-10, 2.7-11, 2.7-12
- Schieben 2.0-7, 2.1-45, 2.1-46, 2.9-1, **2.9-8 bis 2.9-11**, 2.9-40, 2.9-42, 2.9-46, 2.9-48, 2.9-53
- Schriftgröße 2.8-66

Schuhwerk 2.1–8, 2.1–45, 2.1–46, 2.1–50, 2.1–51, 2.2–9, 2.2–10, 2.2–13

Schutzleitfäden 2.0–2, 2.3–2, 2.3–8, 2.3–9, 2.3–11, 2.3–15, 2.3–16, 2.3–17, 2.3–18, 2.3–19, 2.3–20, 2.3–23, 2.3–24, 2.3–25, 2.5–14

Schutznetze 2.1–58, 2.1–59, 2.1–60, 2.1–63, 2.1–66, 2.8–51

Sehraum 2.0–7, 2.9–22, 2.9–29

Seitenschutz 2.1–56, 2.1–57, 2.1–58, 2.1–59, 2.1–66, 2.8–51

sekundäres Ertrinken 2.8–38

Selbstbeschreibungsfähigkeit 2.8–80, 2.8–85

Sicherheitsabstand 2.1–2, 2.1–4, 2.1–5, 2.1–6, 2.1–9, 2.1–12, 2.1–14, 2.1–21, 2.1–24, 2.1–34, 2.1–35, 2.1–39, 2.2–3, 2.5–32, 2.5–35, 2.5–37, 2.5–38, 2.5–39

Sicherheitsdatenblatt 2.3–2, 2.3–4, 2.3–5, 2.3–12, 2.3–13, 2.3–14, 2.3–22, 2.3–23, 2.5–5, 2.5–30, 2.5–41

sich lösende Teile 2.0–1, 2.1–1, 2.1–30, 2.1–31, 2.1–34, 2.1–36, 2.1–38, 2.1–39

Sitzarbeitsplatz 2.9–17, 2.9–18, 2.9–25

Sonnenschutz 2.8–32, 2.8–33, 2.8–34, 2.8–35

Sonnenstrahlung 2.7–40, 2.8–11, 2.8–16, 2.8–20

Sonn- und Feiertagsbeschäftigung 2.0–8, 2.10–11

sonstige Gefährdungen 1–3, 2.0–8, 2.11–1

soziale Beziehungen 1–2, 1–11, **2.10–24 bis 2.10–25**, 2.11–2

spannungsfreier Zustand 2.2–3

spezielle physikalische Einwirkungen 9, 1–3, 2.0–4, 2.7–64, **2.7–1 bis 2.7–68**

Spitzenschalldruckpegel 2.0–4, 2.7–3, 2.7–5, 2.7–6, 2.7–7, 2.7–19

Spreng- und Wurfstücke 2.5–27, 2.5–29, 2.5–32

Standicherheit 2.1–23, 2.1–26, 2.1–32, 2.1–33, 2.1–34, 2.1–56, 2.1–66, 2.9–36, 2.9–44

statische Elektrizität 2.0–2, **2.2–9 bis 2.2–16**

Steharbeitsplatz 2.9–25, 2.9–27, 2.9–29

Stehhilfen 2.9–27, 2.9–29

Steigen 2.0–7, 2.9–1, **2.9–30 bis 2.9–34**, 2.9–40, 2.9–53

Stellteile 2.0–6, 2.1–7, 2.1–8, 2.1–10, 2.1–13, 2.6–4, 2.6–5, 2.8–57, 2.8–58, 2.8–59, 2.8–60, 2.8–61, 2.8–62, 2.8–63, 2.8–64, 2.8–82, 2.8–84, 2.8–85, 2.8–86, 2.9–14, 2.9–15, 2.9–17, 2.9–21, 2.9–38

Stoffbelastungen 2.3–7

Stolpern 2.0–1, **2.1–40 bis 2.1–51**, 2.1–53, 2.5–4, 2.8–39, 2.9–2, 2.9–31

Stolperstellen 2.1–1, 2.1–28, 2.1–40, 2.1–51, 2.1–66, 2.8–27

Störlichtbogen 2.0–2, 2.2–1, **2.2–2 bis 2.2–8**, 2.2–9

T

- Tages-Lärmexpositionspegel 2.7-5, 2.7-7
- Tageslicht 2.8-26, 2.8-29, 2.8-30, 2.8-31, 2.8-32, 2.8-33, 2.8-34, 2.8-64, 2.8-67
- Tätigkeitsanalyse 2.10-13, 2.10-14, 2.10-15
- Tätigkeitsspielraum 2.0-8, 2.0-7
- Taucharbeiten 2.0-5, 2.7-62, 2.7-67, 2.7-68, 2.8-42
- Taucheinsatzleiter 2.7-65, 2.7-68
- Taucherarbeiten 2.7-64, 2.7-65, 2.7-66, 2.8-40, 2.8-51
- thermische Gefährdung 1-3, 2.0-4, 2.6-1, **2.6-1 bis 2.6-8**, 2.8-5
- thermisch-neutrales Klima 2.8-2
- Tragen **2.9-3 bis 2.9-7**
- Tragfähigkeit 2.0-1, 2.0-2, 2.1-26, 2.1-29, 2.1-40, 2.1-50, 2.1-52, 2.1-54, 2.1-56, 2.1-66
- Transport und mobile Arbeitsmittel 2.0-1, **2.1-18 bis 2.1-29**
- trennende Schutzeinrichtungen 2.1-3, 2.1-5, 2.1-6, 2.1-7, 2.1-8, 2.1-10, 2.1-37
- Treppengestaltung 2.1-47
- Treppenneigungswinkel 2.1-47
- „trockenes“ Ertrinken 2.8-38
- Trockenschränke 2.8-10, 2.8-15

U

- Überdruck 2.0-5, 2.5-27, 2.5-28, 2.7-1, **2.7-58 bis 2.7-68**
- Überdruckarbeiten 2.7-59
- Ultraschall 2.0-4, 2.1-20, 2.7-9, 2.7-21
- ultraviolette Strahlung 2.7-35, 2.7-39, 2.7-41
- Umgebungsdruck 2.0-5, 2.7-58, 2.7-59
- Umknicken 2.0-1, **2.1-40 bis 2.1-51**
- Umwehrungen 2.1-35, 2.1-57, 2.1-65
- Ungenügend gestaltete Arbeitsplatz- und Arbeitsumgebungsbedingungen 2.0-8
- ungenügend gestaltete soziale Bedingungen 2.0-8
- unkontrolliert bewegte Teile 2.0-1, **2.1-30 bis 2.1-39**
- Unterdruck 2.0-5, 2.4-18, 2.7-1, **2.7-58 bis 2.7-68**, 2.8-37
- Unterdruckarbeiten 2.7-59
- Unterkühlung 2.8-1, 2.8-7, 2.8-42
- unzureichende Fluchtwege 2.0-5, 2.8-1, **2.8-52 bis 2.8-55**

V

Verbrennungsschwelle 2.0–4, 2.6–3, 2.6–4

Verkehrswege 1–4, 1–6, 1–7, 2.1–15, 2.1–20, 2.1–21, 2.1–26, 2.1–28, 2.1–35, 2.1–39, 2.1–48, 2.1–59, 2.1–64, 2.1–65, 2.1–66, 2.5–37, 2.5–38, 2.5–41, 2.8–1, 2.8–28, 2.8–45

Verschüttung 2.8–36

Vibrationen 2.0–4, 2.7–1, 2.7–5, 2.7–15, **2.7–22 bis 2.7–33**, 2.8–69, 2.8–84, 2.9–6, 2.9–10, 2.9–15, 2.9–29, 2.9–33, 2.9–38, 3–14

Vibrationsminderungsprogramm 2.7–27

Visuelle Softwaregestaltung 2.8–66, 2.8–75

Vorsorge 12, 1–2, 2.1–27, 2.3–1, 2.3–5, 2.3–7, 2.3–9, 2.3–19, 2.3–25, 2.4–10, 2.4–11, 2.4–12, 2.7–14, 2.7–25, 2.7–31, 2.7–32, 2.7–66, 2.8–7, 2.8–11, 2.8–12, 2.8–13, 2.8–44, 2.9–1, 2.9–5, 2.9–6, 2.9–10, 2.9–11, 2.9–15, 2.9–16, 2.9–29, 2.9–32, 2.9–33, 2.9–38, 2.9–39, 3–13, 3–17

Vorsorgeuntersuchung 1–10, 2.1–22, 2.1–27, 2.1–29, 2.3–1, 2.3–26, 2.4–11, 2.4–12, 2.4–16, 2.7–14, 2.7–17, 2.7–63, 2.7–64, 2.7–66, 2.8–11, 2.8–12, 2.9–6, 2.9–11, 2.9–16, 2.9–29, 2.9–33, 2.9–39, 3–7, 3–12, 3–17

W

Wärmebilanz 2.8–2, 2.8–3, 2.8–7, 2.8–24

Wärmestrahlung 2.0–3, 2.0–5, 2.5–27, 2.5–29, 2.5–32, 2.6–2, 2.7–35, 2.7–41, 2.8–2, 2.8–5, 2.8–6, 2.8–7, 2.8–8, 2.8–9, 2.8–11, 2.8–16, 2.8–17, 2.8–18, 2.8–20, 2.8–21, 2.8–23, 2.8–32

Wassereinbruch 2.8–40

Wasserrettung 2.8–40, 2.8–51

WBGT-Index 2.8–7, 2.8–8, 2.8–14, 2.8–20

Wegebreiten 2.1–20, 2.1–21

wegfliegende Teile 2.0–1, 2.1–1, 2.1–31, 2.1–34, 2.1–38, 2.1–39

Widerstandswände 2.5–36, 2.5–41

Wirksamkeitsprüfung 2.3–18

Wochen-Lärmexpositionspegel 2.7–6, 2.7–7

Z

Zellkulturen 2.4–3, 2.4–14

Ziehen 2.0–7, 2.1–45, 2.1–46, 2.9–1, **2.9–8 bis 2.9–11**, 2.9–40, 2.9–42, 2.9–46, 2.9–48, 2.9–50, 2.9–53

Zündquelle 2.0–3, 2.5–1, 2.5–4, 2.5–5, 2.5–6, 2.5–7, 2.5–9, 2.5–13, 2.5–15, 2.5–26, 2.5–41

Zwangshaltung 2.0–7, **2.9–17 bis 2.9–29**