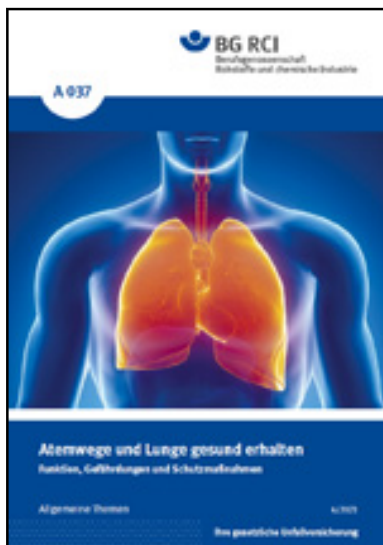


Allgemeine Themen

Atemwege und Lunge gesund erhalten

Funktion, Gefährdungen und Schutzmaßnahmen



A 037

Stand: April 2023

(Überarbeitung der Ausgabe 8/2022)

Inhaltsverzeichnis dieses Ausdrucks

Titel	6
VISION ZERO	6
1 Warum befassen wir uns mit diesem Thema?	7
2 Atemwege	8
2.1 Aufbau	8
2.2 Funktion	9
2.3 Atmung	11
3 Schädigung der Atemwege und der Lunge	13
3.1 Wirkung von Gefahrstoffen auf die Atemwege	13
3.2 Stäube	14
3.2.1 Quarzhaltige Stäube	15
3.2.2 Asbest	16
3.2.3 Schweißbrauche	16
3.2.4 Nanopartikel/Nanomaterial	19
3.3 Gase	20
3.3.1 Erstickende Gase	20
3.3.2 Brandgase	20
3.3.3 Abgase von Dieselmotoren	21
3.4 Weitere Gefahrstoffe	21
3.5 Rauchen	22
4 Erkrankungen der Lunge und der Atemwege	23
4.1 Atemnot: Symptome und Erste Hilfe	23
4.2 Lungenödem	24
4.2.1 Kardiales Lungenödem	24
4.2.2 Toxisches Lungenödem	24
4.3 RADS – reactive airways dysfunction syndrom	24
4.4 Lungenembolie	25
4.5 Erkrankung der Nasenschleimhaut (Rhinopathie – Rhinitis)	25
4.5.1 Saisonale Rhinopathie – Heuschnupfen	26
4.5.2 Ganzjährige Rhinopathie	27
4.6 Obstruktive Atemwegserkrankungen	27
4.6.1 Übererregbarkeit der Bronchien (bronchiale Hyperreagibilität, BHR)	28
4.6.2 Asthma bronchiale	28
4.6.2.1 Allergisches Asthma	29
4.6.2.2 Nicht-allergisches Asthma	29
4.6.2.3 Gemischtförmiges Asthma	29
4.6.3 Chronische Bronchitis	29
4.6.3.1 COPD – chronisch obstruktive Atemwegserkrankung	30
4.6.4 Lungenemphysem	30
4.6.5 Obstruktive Atemwegserkrankungen als Berufskrankheit	31
4.7 Restriktive Lungenerkrankungen	32
4.7.1 Exogen allergische Alveolitis (EAA)	32
4.7.2 Lungenfibrose	33
4.7.3 Staubbedingte Lungenerkrankungen	33
4.7.3.1 Silikose	34
4.7.3.2 Asbestbedingte Erkrankungen	34
4.7.3.3 Asbeststaublungenerkrankung (Asbestose) oder durch Asbeststaub verursachte Erkrankungen der Pleura	35
4.7.4 Weitere restriktive Lungenerkrankungen als Berufskrankheit	35
4.8 Bösartige Erkrankungen der Atemwege und der Lunge	36
4.8.1 Krebs im Bereich der Nasenhaupt- und Nasennebenhöhlen	36
4.8.2 Kehlkopfkrebs	36
4.8.3 Lungenkrebs	37
4.8.3.1 Kleinzelliges Bronchialkarzinom	37
4.8.3.2 Nicht-kleinzelliges Bronchialkarzinom (NSCLC)	37
4.8.3.3 Lungenkrebs als Berufskrankheit	38

4.8.3.4 Lungenkrebs oder Kehlkopfkrebs durch Asbest	38
4.8.3.5 Mesotheliom	39
5 Untersuchungsverfahren bei Atemwegs- und Lungenerkrankungen	40
5.1 Spirometrie	40
5.1.1 Peak-Flow-Meter (Messung des Spitzenflusses bei höchstmöglicher Ausatemgeschwindigkeit)	41
5.2 Ganzkörper- oder Bodyplethysmografie	42
5.3 Allergie-Hauttest	43
5.4 Provokationsuntersuchungen	44
5.4.1 Test auf bronchiale Hyperreagibilität (BHR-Test)	44
5.4.2 Bronchospasmysetest	44
5.4.3 Spezifische Provokationsuntersuchungen	44
5.5 Diffusionsmessungen	44
5.6 Blutgasbestimmungen	45
5.7 Belastungsuntersuchungen mit Blutgasbestimmungen	45
5.7.1 Belastungs-EKG oder 6-Minuten-Gehtest	45
5.7.2 Spiroergometrie	45
5.8 Bronchoskopie	46
5.9 Bildgebende Verfahren	46
5.9.1 Echokardiografie	46
5.9.2 Ultraschalluntersuchung	46
5.9.3 Röntgenuntersuchung	46
5.9.4 Computertomografie	47
5.9.5 Weitere bildgebende Untersuchungen	47
6 Gefährdungsbeurteilung	47
6.1 Allgemeines	47
6.2 Ermitteln und Bewerten	49
6.2.1 Gefahrstoffe mit krebserzeugenden Eigenschaften	52
6.3 Betriebsanweisung	52
6.4 Besonderheiten bei der Gefährdungsbeurteilung „Staub“	53
6.4.1 Stäube mit krebserzeugenden Eigenschaften	54
6.4.2 Staubmessung	54
6.4.3 Bewertung fibrogener Grubenstäube	55
6.5 Besonderheiten bei Abgasen von Dieselmotoren	55
6.5.1 Expositionsermittlung und Messungen von Dieselmotorabgasen	56
6.5.2 Grenzwerte	56
6.6 Expositionsverzeichnis	56
6.7 Auswahl von Schutzmaßnahmen	57
7 Arbeitsmedizin	57
7.1 Allgemeines und arbeitsmedizinische Vorsorge	57
7.1.1 Pflichtvorsorge	59
7.1.2 Angebotsvorsorge	59
7.1.2.1 Nachgehende Vorsorge	59
7.1.3 Wunschvorsorge	59
7.1.4 Biomonitoring	60
7.2 Eignungsuntersuchungen	60
8 Schutzmaßnahmen	60
8.1 Substitution	62
8.2 Technische Maßnahmen	62
8.2.1 Verfahrensänderung	62
8.2.1.1 Geschlossene Bauweise	62
8.2.1.2 Staubminderung durch Wasserzugabe	63
8.2.1.3 Verfahren mit geringerer Gefahrstofffreisetzung	65
8.2.1.4 Automatisierung von Verfahren und Arbeitsabläufen	66
8.2.1.5 Reinigung mit Industriestaubsaugern	67
8.2.2 Be- und Entlüftung	68
8.2.2.1 Absaugung am Arbeitsplatz	69
8.2.2.2 Kabinen	71
8.2.2.3 Raumlüftung	71
8.2.2.3.1 Freie Lüftung	72

8.2.2.3.2 Technische Lüftung	72
8.2.2.4 Betrieb von Arbeitsplatzlüftungen	72
8.2.2.5 Instandhaltung von Arbeitsplatzlüftungen	73
8.2.3 Technische und organisatorische Schutzmaßnahmen zur Minderung von Dieselmotorabgasen	74
8.2.3.1 Einsatzbeschränkungen	74
8.2.3.2 Schutzmaßnahmen gegen Abgase von Dieselmotoren	74
8.3 Organisatorische Schutzmaßnahmen	75
8.4 Persönliche Schutzmaßnahmen: Atemschutzgeräte	76
8.4.1 Einteilung von Atemschutzgeräten	76
8.4.1.1 Filtergeräte – abhängig von der Umgebungsatmosphäre wirkende Atemschutzgeräte . . .	76
8.4.1.2 Isoliergeräte – unabhängig von der Umgebungsatmosphäre wirkende Atemschutzgeräte .	77
8.4.2 Auswahl von Atemschutz	78
8.5 Verhaltensbezogene Maßnahmen	81
9 Unterweisung	82
9.1 Unterweisung der Beschäftigten zu Gefahrstoffen und Schutzmaßnahmen	82
9.2 Unterweisung für das Tragen von Atemschutz	83
9.2.1 Allgemeines	83
9.2.2 Qualifikation der Unterweisenden	83
9.2.3 Theoretische Unterweisung	84
9.2.4 Weitere Elemente der Unterweisung von atemschutzgerättragenden Personen	84
9.2.5 Praktische Unterweisung	85
9.2.6 Technische Prüfung auf Dichtsitz	88
9.2.7 Dokumentation	88
Anhang 1a: Liste der Atemwege und Lunge schädigenden Stoffe	89
[Ohne Titel]	89
1 Anorganische Stäube	89
1.1 Asbest	89
1.2 Künstliche Mineralfasern	90
1.3 Aluminium und seine Verbindungen	91
1.4 Arsen und seine Verbindungen	91
1.5 Beryllium und seine Verbindungen	92
1.6 Cadmium und seine Verbindungen	92
1.7 Chrom und seine Verbindungen	93
1.8 Cobalt und seine Verbindungen	93
1.9 Dieselmotorabgase	94
1.10 Fibrogene Grubenstäube	95
1.11 Hartmetallstaub	95
1.12 Kristalline Siliziumdioxid-haltige Stäube (Quarzstäube)	96
1.13 Lanthanoide (Metalle der seltenen Erden)	96
1.14 Mangan	97
1.15 Nickel und seine Verbindungen	97
1.16 Talkum (asbestfrei)	98
1.17 Vanadium und seine Verbindungen	98
1.18 Weitere biobeständige Stäube	99
2 Organische Stäube	99
2.1 Bakterien und deren Bestandteile	99
2.2 Pilze und deren Bestandteile	100
2.3 Stäube mit pflanzlichen Anteilen	100
2.4 Stäube mit tierischen Anteilen	100
2.5 Viren	101
2.6 Hartholzstäube	101
3 Einwirkung durch chemische Stoffe	102
3.1 Allergisierend wirkende Stoffe	102
3.2 Irritativ oder toxisch wirkende Stoffe	102
3.3 Fluor und seine Verbindungen	102
3.4 Isocyanate	103
3.5 Kokereirohgase	103
3.6 Ozon	104
3.7 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	104

3.8 Schwefelsäure	105
3.9 Schweißgase und Schweißrauche	105
3.10 Rauchgase	106
3.11 Stickstoffoxide	106
4 Physikalische Einwirkungen	107
4.1 Ionisierende Strahlung	107
Anhang 1b: Liste atemwegsgefährdender und toxischer Stoffe	107
[Ohne Titel]	107
1 Anorganische Verbindungen	107
1.1 Flusssäure (Fluorwasserstoffsäure)	108
1.2 Kohlenmonoxid (Kohlenstoffmonoxid, CO)	108
1.3 Quecksilber	109
1.4 Selen	109
2 Organische Verbindungen	110
2.1 Aliphatische Kohlenwasserstoffe	110
2.1.1 1-Butanol	110
2.1.2 4-Methylpentan-2-on (MiBK Methylisobutylketon)	111
2.2 Aromatische Kohlenwasserstoffe	111
2.2.1 Anilin	111
2.2.2 Chlorbenzol	112
2.2.3 Cumol (1-Methylethyl)benzol, 2-Phenylpropan, Isopropylbenzol)	112
2.2.4 1,2-Dichlorbenzol (o-Dichlorbenzol)	113
2.2.5 Ethylbenzol (Phenylethan)	113
2.2.6 Mesitylen (1,3,5-Trimethylbenzol)	114
2.2.7 1,2,4- Trimethylbenzole (Pseudocumol und 1,2,3-Trimethylbenzol)	114
2.2.8 Styrol (Vinylbenzol)	114
2.2.9 Xylol (Xylen)	115
2.3 Carbonsäure Derivate	115
2.3.1 (2-Butoxyethyl)Acetat (EGBEA)	116
2.3.2 N, N-Dimethylacetamid (DMAC)	116
2.3.3 2-Ethoxyethylacetat	116
2.3.4 2-Methoxyethylacetat	117
2.4 Ether	117
2.4.1 Ethylenglykolmonoethylether (2-Etoxyethanol)	117
2.4.2 Ethylenglykolmonobutylether (EGBE) (Butoxyethanol)	118
2.5 Halogenierte aliphatische Kohlenwasserstoffe	118
2.5.1 2-Brom-2-chlor-1,1,1-trifluorethan (Halothan)	118
2.5.2 1,1,1-Trichlorethan	119
2.6 Hexamethylen-1,6-diisocyanat (HDI)	119
2.7 Cyclische Organische Verbindungen	120
2.7.1 1,4-Dioxan (Ethylendioxid)	120
2.7.2 N-Methyl-2-pyrrolidon (MNP)	120
2.7.3 Tetrahydrofuran (THF)	121
2.7.4 Lindan (γ-Hexachlorcyclohexan)	121
2.8 Propylenoxid (1,2-Epoxypropan)	122
3 Organische Bleiverbindungen	122
3.1 Tetraethylblei (TEL) (seit 2001 verboten!)	122
Anhang 2: Asbestaltlasten	123
Anhang 3: Musterbetriebsanweisung Quarzstaub	125
Anhang 4: Musterbetriebsanweisung Abgase von Dieselmotoren	126
Anhang 5: Musterbetriebsanweisung Pressluftatmer	127
Anhang 6: Auswahl von Atemschutzgeräten nach Arbeitsschwere sowie Klassifizierung des Energieumsatzes nach der Tätigkeitsart	128
Anhang 7: Wissensabfrage nach Unterweisung Atemschutz	131
Anhang 8: Unterweisungsnachweis	134
Anhang 9: Begriffsbestimmungen von Aerosolen	135
Literaturverzeichnis	137
Bildnachweis	147
Sonstiges	147

Die vorliegende Schrift konzentriert sich auf wesentliche Punkte einzelner Vorschriften und Regeln. Sie nennt deswegen nicht alle im Einzelfall erforderlichen Maßnahmen. Seit Erscheinen der Schrift können sich darüber hinaus der Stand der Technik und die Rechtsgrundlagen geändert haben.

Diese Schrift wurde sorgfältig erstellt. Dies befreit nicht von der Pflicht und Verantwortung, die Angaben auf Vollständigkeit, Aktualität und Richtigkeit selbst zu überprüfen.

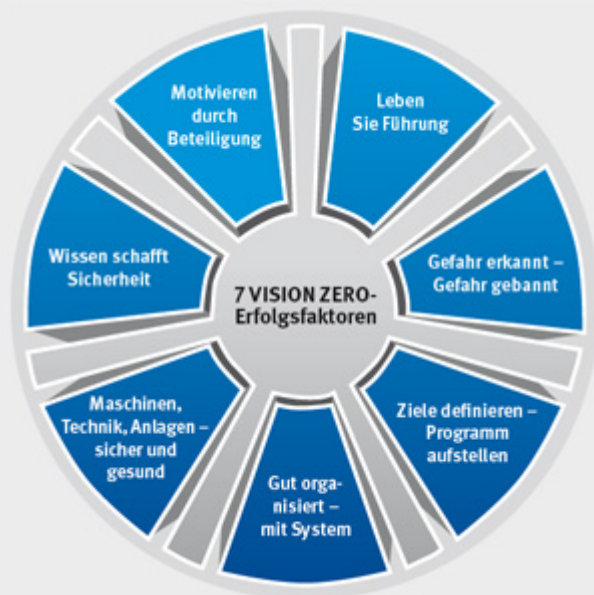
Das Arbeitsschutzgesetz spricht vom Arbeitgeber, das Sozialgesetzbuch VII und die Unfallverhütungsvorschriften der Unfallversicherungsträger vom Unternehmer. Beide Begriffe sind nicht völlig identisch, weil Unternehmer/innen nicht notwendigerweise Beschäftigte haben. Im Zusammenhang mit der vorliegenden Thematik ergeben sich daraus keine relevanten Unterschiede, sodass „die Unternehmerin/der Unternehmer“ verwendet wird.

VISION ZERO

VISION ZERO.

NULL UNFÄLLE – GESUND ARBEITEN!

Die **VISION ZERO** ist die Vision einer Welt ohne Arbeitsunfälle und arbeitsbedingte Erkrankungen. Höchste Priorität hat dabei die Vermeidung tödlicher und schwerer Arbeitsunfälle sowie Berufskrankheiten. Eine umfassende Präventionskultur hat die VISION ZERO zum Ziel.



Nähere Informationen zur VISION ZERO-Präventionsstrategie finden Sie unter bgrci.de/praevention/vision-zero.

In dieser Schrift besonders angesprochener Erfolgsfaktor:
„Gefahr erkannt – Gefahr gebannt“

1 Warum befassen wir uns mit diesem Thema?

Erkrankungen der Atemwege und der Lunge sind in der Bevölkerung weit verbreitet. Sie verursachen neben menschlichem Leid auch hohe Kosten für die Allgemeinheit. Nach Muskel- und Skeletterkrankungen sowie

Herz-Kreislaufkrankungen sind Atemwegs- und Lungenerkrankungen die dritthäufigste Ursache für Arbeitsunfähigkeit.

Besonders häufig treten Erkältungskrankheiten, Heuschnupfen, Asthma, chronisch obstruktive Atemwegserkrankungen und das Lungenemphysem auf. Letztere beide Erkrankungen werden gehäuft durch Rauchen verursacht. Auch andere mit der Atemluft aufgenommene Gefahr- und Biostoffe können unerwünschte Reaktionen in den Bronchien oder im Lungengewebe auslösen. Einige Erkrankungen der Atemwege und der Lunge werden durch berufliche Einwirkungen ausgelöst oder verstärkt. In der Berufskrankheitenverordnung¹⁾ finden sich mehr als 20 unterschiedliche Krankheiten der Lunge und der Atemwege.

Diese Erkrankungsfälle sind nach den Hautkrankheiten und der Lärmschwerhörigkeit die am dritthäufigsten angezeigten Berufskrankheiten, wobei die staubverursachten Erkrankungen den Schwerpunkt mit rund 4700 Fällen pro Jahr (ca. 4/5 aller berufsbedingten Atemwegserkrankungen) darstellen. Teilweise lange zurückliegende Belastungen, wie z. B. durch Quarz- oder Asbeststaub, können schwerwiegende Erkrankungen auslösen. Aber auch akute Belastungen durch Stäube oder andere Gefahr- und Biostoffe können zu Einschränkungen der Gesundheit bis zur Aufgabe der Tätigkeit führen. So sind besonders die obstruktiven Atemwegserkrankungen nicht selten Folge noch bestehender Expositionen, z. B. gegenüber sensibilisierend oder reizend wirkenden Stäuben.

Diese Schrift soll dazu beitragen, wichtige Aspekte für die Prävention zu beleuchten, aber auch Verständnis und Aufmerksamkeit für drohende Gefahren bei allzu sorglosem Umgang mit atemwegs- und lungenbelastenden Stoffen erzeugen.

2 Atemwege

2.1 Aufbau

Zu den Atemwegen zählen alle mit Luft durchströmten Organe unseres Körpers: **Nase, Nasennebenhöhlen, Rachen, Kehlkopf, Luftröhre** (Trachea), **Bronchien, Bronchiolen, Lungenbläschen** (Alveolen).

Der Kehlkopf besteht aus verschiedenen Knorpeln sowie den Stimmlippen und bildet den Übergang vom Rachen zur Luftröhre. Die Stimmlippen erzeugen mit ihren Schwingungen die Stimme. Beim Schlucken wird die Luftröhre durch den darüber liegenden Kehlideckel verschlossen.

Die Luftröhre teilt sich nach etwa 10 cm in die beiden Hauptbronchien. Im Weiteren erfolgen immer wieder Aufteilungen bis nach 18–21 Teilungen sehr dünne Bronchien, die Bronchiolen, erreicht sind, welche nur noch einen Innendurchmesser von weniger als 1 mm aufweisen. An die Bronchiolen schließen sich die Lungenbläschen (Alveolen) an.

Bronchien, Bronchiolen, Lungenbläschen (Alveolen) und das umgebende Gewebe (Interstitium) bilden zusammen die Lunge, welche vom Lungen- und Rippenfell umgeben ist. Das Lungenfell (Pleura visceralis) umgibt die Lungen locker, das Rippenfell (Pleura parietalis) ist fest mit dem Brustkorb verbunden.

In den Atemwegen nimmt die Wandstärke von der Luftröhre bis zu den Bronchiolen stetig ab. Luftröhre und Hauptbronchien werden durch Knorpelspannen stabilisiert. In den Bronchien liegen nur noch unregelmäßig verteilt plättchenförmige Knorpel vor. Innen sind die Atemwege bis auf die Stimmlippen des Kehlkopfes mit einer Schleimhaut ausgekleidet (Atemwegsepithel), deren Zellen Flimmerhärchen tragen oder Schleim bilden.

Insgesamt finden sich in der Lunge ca. 500 Mio. Lungenbläschen. Deren Durchmesser schwankt bei Ein- und Ausatmung zwischen 50 und 250 µm. Die gesamte innere Oberfläche der Alveolen (Gasaustauschfläche) beträgt bei einem erwachsenen Menschen ca. 100 m².

1) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (58)

2.2 Funktion

Die Atemwege haben die Funktion der Leitung, Befeuchtung und Reinigung der Atemluft sowie des Riechens und des Gasaustauschs.

Zur Reinigung dient ein Schleimteppich, der von den schleimbildenden Zellen (Becherzellen) erzeugt wird und in die Atemwege gelangte Aerosole (Partikel und Tröpfchen) festhält. Im Bereich von Nasenhaupt- und Nasennebenhöhlen sowie des Rachens wird der Schleim von den Flimmerhärchen (Zilien) Richtung Mundhöhle, im Bereich von Trachea und Bronchien Richtung Kehlkopf abtransportiert. Von dort können sie verschluckt oder abgehustet werden.

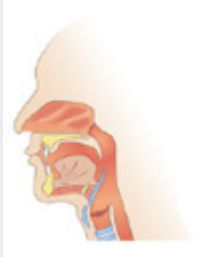


Die Selbstreinigungsprozesse haben jedoch Grenzen, sodass es bei Überlastung zu Anreicherungen (Akkumulation/Overload) von Fremdstoffen kommt.

Die Schleimhaut von Nasenhaupt- und Nasennebenhöhlen ist mit Riechzellen ausgestattet, die mit ihren Riechkolben (Rezeptoren) aus der Schleimhautebene herausragen und so das Riechen ermöglichen.

In den Alveolen erfolgt der Gasaustausch: Sauerstoff (O_2) geht ins Blut über und wird in den roten Blutkörperchen an den Blutfarbstoff Hämoglobin gebunden, Kohlendioxid (CO_2) wird in entgegengesetzter Richtung in die Alveolen abgegeben. Dieser Gasaustausch ist per Diffusion möglich, da die Trennschicht zwischen Lungenbläschen und Blutgefäß lediglich $0,3 \mu m$ beträgt. Die innere Oberfläche der Alveolen ist mit einem Film (Surfactant – surface active agent) benetzt, welcher das Zusammenfallen der Lungenbläschen bei der Ausatmung verhindert.

Bau und Funktion der einzelnen Etagen der Atemwege sind in der Tabelle 1 „Bau und Funktion der Atemwege“ zusammengefasst (**siehe Folgeseiten**).

Tabelle 1: Bau und Funktion der Atemwege

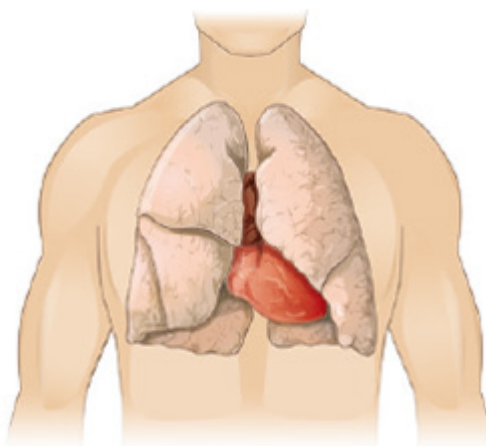
	Nasen-/Rachenregion	Tracheobronchialregion	Alveolarregion
Ort	Nasenhöhle Mundhöhle Rachen Kehlkopf	Lufttröhre Bronchien Bronchiolen	Terminale Bronchiolen Alveolargänge Alveolen
			
Funktion	<ul style="list-style-type: none"> Leitung, Erwärmung und Befeuchtung der Einatemluft Abfangen und Abtransport von Aerosolen und wasserlöslichen Gasen Geruchssinn 	<ul style="list-style-type: none"> Leitung der Atemluft Abfangen und Abtransport von Aerosolen durch Flimmerhärchen und Schleim 	<ul style="list-style-type: none"> Leitung der Atemluft Gasaustausch an Luft-Blut-Schranke (0,3 µm Schichtdicke, ca. 100 m² Grenzfläche) Erhaltung der Form der Lungenbläschen
Wirkung von Gefahr- und Biostoffen	<ul style="list-style-type: none"> Nervenreizung Zellschäden durch wasserlösliche Fremdstoffe Entzündungen 	<ul style="list-style-type: none"> Nervenreizung Schädigung der Selbstreinigungskräfte vermehrte Ausscheidung von Schleim und Vergrößerung der schleimproduzierenden Zellen Zusammenziehung der glatten Muskulatur Entzündungen 	<ul style="list-style-type: none"> Lungenödem Entzündungen
Dauer bis Wirkungseintritt	Sofortwirkung	Minuten bis Stunden	Stunden bis Tage
Anzeichen einer Vergiftung	Kratzen im Rachen, Husten, Atemnot, Pfeifen beim Einatmen	Husten, (zäh)-schleimiger Auswurf, Verengung der Bronchien, Pfeifen beim Ausatmen, Atemnot	Husten, (blasig)-schleimiger Auswurf, Atemnot, Blauverfärbung von Lippen und Nagelbett (Zyanose)
Folgeschäden	<ul style="list-style-type: none"> Schleimhautdefekte der Oberflächenschicht und anderer Strukturen Entartung von Zellen 	Obstruktion (Atemwegsverengung): <ul style="list-style-type: none"> Auslösung einer Hyperreaktivität Erhöhung der Atemwegswiderstände 	Restriktion (Versteifungen der Lungenstruktur): <ul style="list-style-type: none"> Abnahme des gesamten ausatembaren Lungenvolumens

		<ul style="list-style-type: none"> Abnahme der in einer Sekunde ausatembaren Luft (1-Sekundenkapazität) Zunahme der in der Lunge verbleibenden Luft (Residualvolumen) 	<ul style="list-style-type: none"> Abnahme der Lungenelastizität Bindegewebsvermehrung
Wirkort von Gasen in Abhängigkeit ihrer Löslichkeit	wasserlöslich	fettlöslich	
Beispiele von Gefahrstoffen mit akuten Wirkungen	Ammoniak (NH ₃), Chlorwasserstoff (HCl), Formaldehyd (HCHO)	Chlor (Cl ₂), Isocyanate, Schwefeldioxid (SO ₂)	Ozon (O ₃), Phosgen (COCl ₂), Stickstoffoxide (NO _x)
Beispiele von Gefahrstoffen mit chronischen Wirkungen	Nickel, Chrom (VI), Buchen- und Eichenholzstäube	Isocyanate, Acrylate, Epoxidharze, Organische Stäube, Granuläre Stäube	Faserhaltige Stäube (Asbest, KMF, Nanoröhren), Granuläre Stäube (Quarz, Aluminium, Beryllium, Hartmetalle), Organische Stäube

2.3 Atmung

Die Lunge befindet sich im Brustkorb und besteht aus zwei Lungenflügeln. Die Atmung erfolgt durch die Aktivität von Zwerchfell und Zwischenrippenmuskeln. Die Lunge ist vom Lungenfell und die Innenseite des Brustkorbs vom Rippenfell bedeckt. Aufgrund eines dazwischen liegenden dünnen Gleitfilms sowie eines Unterdrucks folgen die Lungenflügel den Bewegungen von Zwerchfell und Brustkorb.

Abbildung 1: Lage von Herz und Lunge im Brustkorb



Der Mensch atmet täglich ca. 20 000 Mal, um den Körper mit dem lebensnotwendigen Sauerstoff (O₂) aus der Umgebungsluft zu versorgen.

Pro Atemzug atmet ein junger Mann mit einer Körpergröße von 1,80 m in Ruhe ca. 500–700 ml ein und aus. Ca. 20–25 % des eingeatmeten Sauerstoffs werden vom Körper aufgenommen. Das gesamte Lungenvolumen

beträgt etwa 7 Liter. Das in einer Minute geatmete Luftvolumen wird als Atemminutenvolumen (AMV) bezeichnet. In Ruhe atmet ein erwachsener Mann ca. 7 l/min. Dieser Wert kann leistungsabhängig bis auf 120 l pro Minute ansteigen.

Die Einatemluft enthält 20,9 % O₂ und 0,03 % CO₂, die Ausatemluft dagegen 16 % O₂ und 4 % CO₂.

Tabelle 2: Sauerstoff- und Kohlendioxidanteil in der Atemluft (in Ruhe)

Luftbestandteil	Einatemluft (trocken)	Ausatemluft
Sauerstoff	20,9 %	16,0 %
Kohlendioxid	0,03 %	4,0 %

Nach einer normalen Ausatmung befindet sich der Brustkorb in einer entspannten Mittelstellung, der sogenannten Atemruhelage. Bei einer normalen Ruheeinatmung werden rund 0,5 l Luft – das Atemzugvolumen (AZV) – eingeatmet. Zu diesem Volumen können bei größtmöglicher Anstrengung zusätzlich ca. 2,5 l maximal eingeatmet werden (Inspirationsreserve, IRV).

Aus der Atemruhelage können andererseits auch noch ca. 1,5 l maximal ausgeatmet werden (Expirationsreserve, ERV). Auch bei höchstmöglicher Ausatmung verbleibt noch eine Restluftmenge in der Lunge, das sogenannte Residualvolumen (RV). Das Volumen von maximaler Ausatmung (Expirationsreserve) bis maximaler Einatmung (Inspirationsreserve) bezeichnet man als Vitalkapazität (VC). Die Summe aus Residualvolumen und Vitalkapazität ergibt die sogenannte totale Lungenkapazität (TLC).

Die Vitalkapazität (VC) wird sowohl bei maximaler Einatmung (IVC) wie auch Ausatmung gemessen (FVC). Beide Werte sollten näherungsweise übereinstimmen. Während der Ausatmung wird auch die Einsekundenkapazität (FEV₁) bestimmt. FVC und FEV₁ sind die wichtigsten Messgrößen bei der Spirometrie (siehe Abschnitt 5.1).

Abbildung 2: Wichtige Bezeichnungen von Lungenmessgrößen in der Lungenfunktionsmessung (Spirometrie)

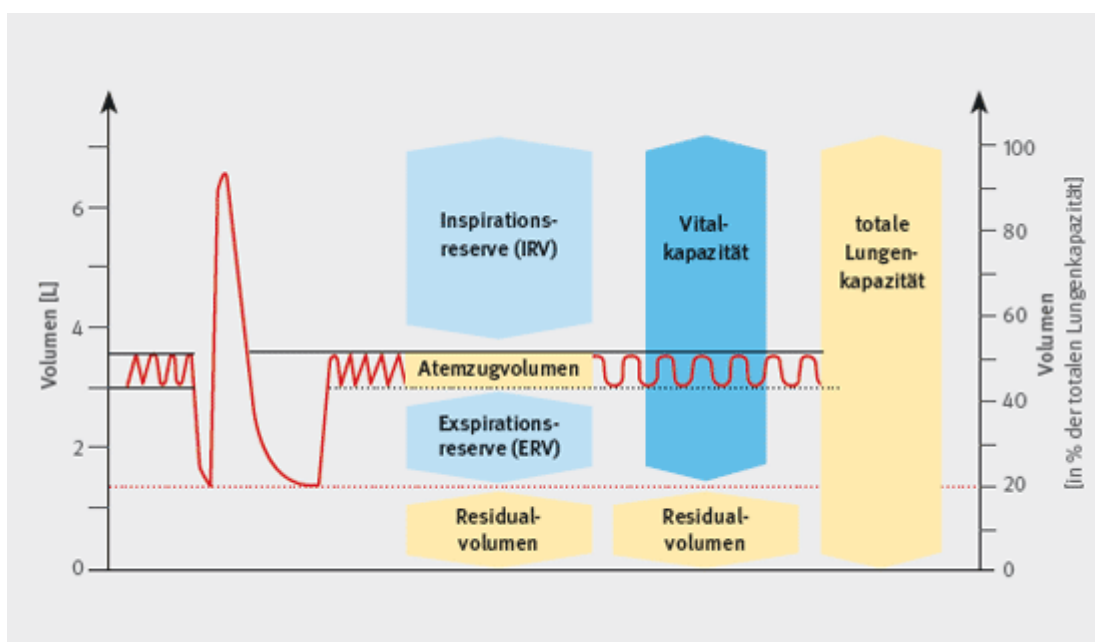


Tabelle 3: Lungenmessgrößen, ihre Erläuterung und typische Messwertspannen junger Erwachsener

Begriff und Abkürzung	Erläuterung	Typische Werte in ml
Vitalkapazität (VC)	Luftmenge, die nach maximaler Einatmung maximal wieder ausgeatmet werden kann	4000–7000
Körperbedingte Restluft (RV) (Residualvolumen)	Luftmenge, die auch nach maximaler Ausatmung in der Lunge verbleibt	1000–1800
Totalkapazität (TLC)	Summe von VC und RV	5000–9000
Atemzugvolumen (AZV)	Luftmenge eines Atemzuges in Ruhe	500
Inspiratorische Reserve	Luftmenge, die nach einer Ruheeinatmung zusätzlich eingeatmet werden kann	2500–4600
Expiratorische Reserve	Luftmenge, die nach einer Ruheausatmung zusätzlich ausgeatmet werden kann	1000–1800
Inspiratorische Vitalkapazität (IVC)	Luftmenge, die nach maximaler Ausatmung maximal wieder eingeatmet werden kann	4000–7000
Expiratorische beschleunigte Vitalkapazität (FVC)	Luftmenge, die nach maximaler Einatmung schnell maximal wieder ausgeatmet werden kann	4000–7000
Einsekundenkapazität (FEV ₁)	Luftmenge in der ersten Sekunde einer schnellen Ausatmung	3200–5600

Die verschiedenen Lungenfunktionswerte sind abhängig von Geschlecht, Alter, Körpergröße, Körpergewicht, Trainingszustand und Aktivität.

3 Schädigung der Atemwege und der Lunge

Atemwege können durch Gefahrstoffe und biologische Arbeitsstoffe geschädigt werden. Nicht nur Chemikalien zählen zu den Gefahrstoffen, sondern beispielsweise auch Abgase von Dieselmotoren, Schweißrauche, Ozon, Holz- oder andere Stäube.

Schädigungen können durch Gase, Dämpfe, Stäube oder Nebel von inhalationstoxischen, sensibilisierenden, ätzenden oder reizenden Stoffen erfolgen. Die gesundheitlichen Auswirkungen eines Gefahrstoffes sind abhängig von seiner Konzentration, der einwirkenden Gesamtmenge, der Dauer der Einwirkung sowie der Temperatur und anderen physikalisch-chemischen Eigenschaften (z. B. Löslichkeit, Dampfdruck, Staubungsverhalten, pH-Wert).

Über die Atemwege können auch Stoffe aufgenommen werden, die ihre Wirkung an anderen Stellen des Körpers entfalten, z. B. krebserzeugende, keimzellmutagene (erbgutverändernde) oder reproduktionstoxische Stoffe (Kurzbezeichnung: KMR-Stoffe). Einzelheiten zu speziellen Arbeitsstoffen/Stoffgruppen, Grenzwerten/ Beurteilungsmaßstäben, Erkrankungen und Berufskrankheiten finden sich im Anhang 1.

3.1 Wirkung von Gefahrstoffen auf die Atemwege

Bei gasförmigen Gefahrstoffen ist der Ort der Schädigung abhängig von deren Wasser- und Fettlöslichkeit. Je weniger wasserlöslich und je besser fettlöslich diese sind, desto tiefer dringen sie in die Atemwege ein (siehe Tabelle 1).

Aerosole (Partikel und Tröpfchen) dringen umso tiefer in die Atemwege ein, je kleiner deren Durchmesser ist (siehe Abbildungen 3a und 3b). Einatembare Aerosole mit einem aerodynamischen Durchmesser von unter ca. 100 µm, alveolengängig sind Aerosole unter ca. 10 µm. Ein Teil der Teilchen trifft auf die Innenwände und wird festgehalten.

Abbildung 3a: Größenbereiche von Partikeln in der Atmosphäre

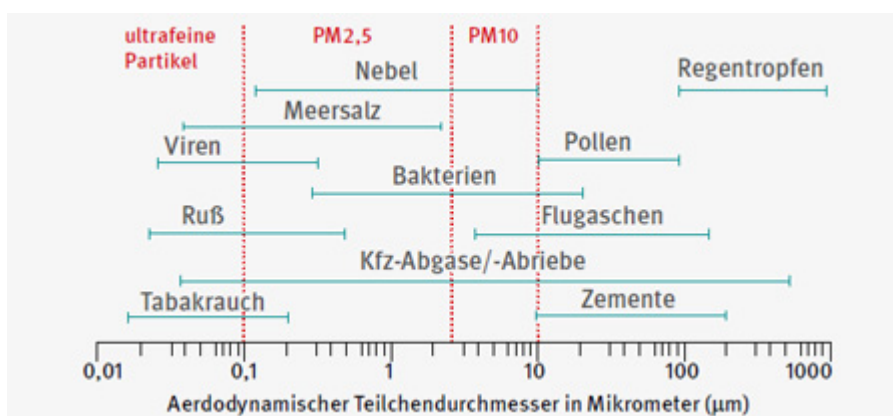
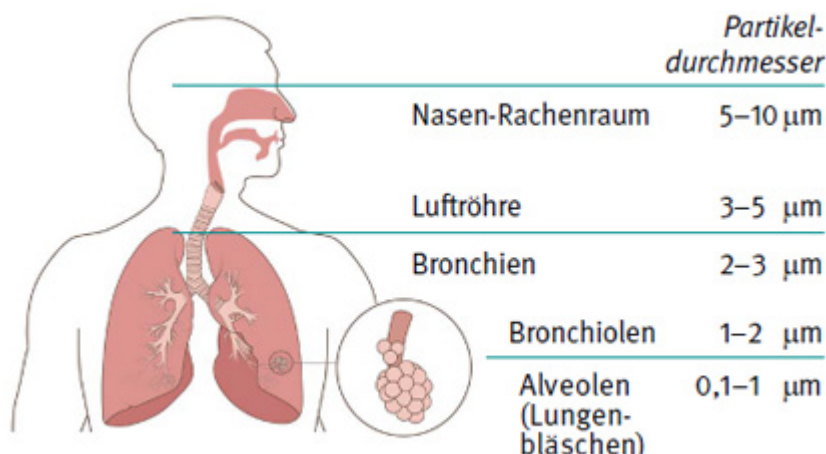


Abbildung 3b: Größenabhängige Eindringtiefe in Atemtrakt und Lunge



Anhang 9 erklärt verschiedene Begriffe und Definitionen.

Neben der Giftigkeit bzw. Gefährlichkeit einzelner Stoffe, Gemische und Krankheitserreger ist für die Gefährdung der Beschäftigten von wesentlicher Bedeutung, ob die Selbstreinigungskräfte der Atemwege noch funktionsfähig oder bereits überlastet sind. Hierbei ist die Gesamtbelastung zu betrachten: So tritt bei Rauchern und Raucherinnen durch die Funktionsstörung der Flimmerhärchen bereits bei geringeren Staubbelastungen eine Silikose (Staublung durch Quarz haltige Stäube) auf. Auch Staubbelastungen und Tröpfchenaufnahme von Krankheitskeimen können zusammenwirken, wie z. B. bei einer Silikotuberkulose. Die Erkrankungswahrscheinlichkeit für eine Tuberkulose ist bei Silikoseerkrankten zehnmal so hoch wie bei Personen ohne Quarzstaubbelastung.

3.2 Stäube

Beschäftigte sind an einer Vielzahl von Arbeitsplätzen Stäuben ausgesetzt. Als Staub wird eine feine Verteilung von festen Stoffen in der Luft bezeichnet. Diese entstehen insbesondere bei mechanischen oder thermischen Prozessen und Aufwirbelungen. Auch beim Umgang mit Schüttgütern entstehen Stäube. Stäube können organischer (z. B. Holzstaub²⁾), mineralischer (z. B. Steinstaub) oder metallischer Herkunft (z. B. Aluminiumstaub) sein. Es handelt sich bei Staub zumeist um ein Stoffgemisch in Form eines Mischstaubes.

Eine erhöhte Staubexposition kann zu einer staubbedingten Atemwegserkrankung führen. Die Wirkung eines Staubes hängt von den jeweiligen stoffspezifischen Eigenschaften ab. So können Stäube akute (z. B. ätzende, reizende, gesundheitsschädliche), aber auch chronische (z. B. sensibilisierende, krebserzeugende) Eigenschaften haben.

Die Beurteilung der Gefährdung durch eine Staubeinwirkung erfolgt durch die Bestimmung der einatembaren und alveolengängigen Staubfraktionen.

Das Gefährdungsrisiko von Stäuben wird durch die stoffspezifischen Eigenschaften, die Partikelgröße, das Staubungsverhalten und die Expositionshöhe bestimmt. Zur Ermittlung dieser Größen stehen geeignete Messmethoden und Analyseverfahren zur Verfügung.

3.2.1 Quarzhaltige Stäube

Quarzhaltiger Staub ist ein Mischstaub, der Quarz in der alveolengängigen Staubfraktion (A-Staub) des kristallinen Siliziumdioxids (SiO_2) in den Modifikationen Quarz, Cristobalit und Tridymit enthält. Kristallines Siliziumdioxid wird auch als kristalline Kieselsäure bezeichnet. Quarzhaltige A-Stäube entstehen vor allem durch die Be- und Verarbeitung quarzhaltiger Gesteine, wie z. B. die in Tabelle 3 aufgeführten.

²⁾ Siehe Literaturverzeichnis Nr. (37) und (100)

Tabelle 3: Quarzgehalt verschiedener Gesteine

Gesteinsart	Quarzgehalt in Massen-%
Grauwacke	10–70
Sandstein	10–70
Quarzporphyr	10–35
Granit	10–35
Porphyr	10–35
Gneis	10–35
Dachschiefer	≤ 15
Kalkstein	< 5
Diabas	< 5

3.2.2 Asbest

Asbest ist eine natürliche Mineralfaser, die aufgrund ihrer großen Beständigkeit, Nichtbrennbarkeit und Dämmwirkung typischerweise in Bauprodukten wie Dach-, Wand- und Bodenbelägen sowie als Dicht- und Dämmstoff eingesetzt wurde.

Produkte mit schwach gebundenem Asbest geben bereits bei normaler Benutzung, bei Alterung oder Erschütterung sehr leicht Asbestfasern an die Luft ab. Bei Produkten mit fest gebundenem Asbest geschieht dies erst durch mechanische Bearbeitung, wie z. B. Bohren, Schneiden, Sägen und Schleifen.

Anhang 2 beschreibt die historische Entwicklung und zeigt, welche Produkte typischerweise mit schwach- oder festgebundenem Asbest belastet sind. Information für Renovierungen gibt z. B. die kurz & bündig-Schrift KB 005 „Asbesthaltige Bodenbeläge – Was ist zu tun?“³⁾.

Jährlich kommt es aufgrund einer beruflichen Asbestexposition allein in Deutschland bei ca. 2000 Menschen zu einer Tumorerkrankung, von denen ca. 70 % das erste Jahr nicht überleben. Zwischen dem ersten Asbestkontakt und der Diagnose der Erkrankung können mehr als 40 Jahre vergehen (sogenannte Latenzzeit).

3.2.3 Schweißrauche

Unter Schweißen versteht man das Vereinigen (Fügen) oder Beschichten von Werkstoffen in flüssigem/ plastischem Zustand unter Anwendung von Hitze. Es handelt sich um ein Verfahren, das zu den unlöslichen stoffschlüssigen Verbindungsarten gezählt wird. Hierbei können Zusatzwerkstoffe, wie z. B. Chrom oder Nickel, zum Einsatz kommen.

3) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (69)

Beim Schweißen bilden sich immer gas- und partikelförmige Stoffe (Gase, Rauche, Stäube), die als „Schweißrauche“ bezeichnet werden. Je nach Zusammensetzung, Konzentration und Expositionsdauer der Beschäftigten kann es zu einer Gesundheitsgefährdung kommen.

Die bei den verschiedenen Schweißverfahren entstehenden Partikel sind in der Regel kleiner als 1 µm, meist sogar kleiner als 0,1 µm. Dagegen entstehen beim thermischen Schneiden und verwandten Verfahren deutlich größere Partikel, die nur teilweise alveolengängig sind.

Je nach Verfahren und Werkstoff werden unterschiedliche Arten, Mengen und verschiedene Partikelgrößen erzeugt. In der Tabelle 4 ist eine Auswahl häufig eingesetzter Schweißverfahren mit ihren Leitkomponenten dargestellt.

Tabelle 4⁴⁾: Zuordnung der Leitkomponenten zu den Verfahren und Werkstoffen beim Schweißen

Verfahren	Schweißzusatzwerkstoff	Schweißrauch/ Leitkomponente(n)
Gasschweißen	unlegierter, niedriglegierter Stahl (Legierungsbestandteile < 5 %)	Stickstoffdioxid
Lichtbogenhandschweißen	unlegierter, niedriglegierter Stahl (Legierungsbestandteile < 5 %)	Schweißrauch ¹ Manganoxid ⁴
	Chrom-Nickel-Stahl (≤ 20 % Cr und ≤ 30 % Ni)	Chrom(VI)-Verbindungen oder Manganoxid ⁴
	Nickel, Nickellegierungen (> 30 % Ni)	Nickeloxid oder Kupferoxid ²
Metall-Aktivgasschweißen mit Kohlendioxid (MAGC)	unlegierter, niedriglegierter Stahl (Legierungsbestandteile < 5 %)	Schweißrauch ¹ Kohlenmonoxid
Metall-Aktivgasschweißen mit Mischgas (MAGM)	unlegierter, niedriglegierter Stahl (Legierungsbestandteile < 5 %)	Schweißrauch ¹
	Chrom-Nickel-Stahl-Massivdraht (≤ 20 % Cr und ≤ 30 % Ni)	Nickeloxid oder Manganoxid ⁴
	Chrom-Nickel-Stahl-Fülldraht (≤ 20 % Cr und ≤ 30 % Ni)	Chrom(VI)-Verbindungen oder Manganoxid ⁴
Metall-Inertgasschweißen (MIG)	Nickel, Nickellegierungen (> 30 % Ni)	Nickeloxid oder Kupferoxid ² Ozon
	Rein-Aluminium, Aluminium-Silicium- Legierungen	Ozon Schweißrauch ¹
	andere Aluminium-Legierungen ³	Schweißrauch ¹ Ozon
Wolfram-Inertgasschweißen (WIG)	unlegierter, niedriglegierter Stahl (Legierungsbestandteile < 5 %)	Schweißrauch ¹ Ozon
	Chrom-Nickel-Stahl (≤ 20 % Cr und ≤ 30 % Ni)	Schweißrauch ¹ Ozon
	Nickel, Nickellegierungen (> 30 % Ni)	Ozon Schweißrauch ¹
	Rein-Aluminium, Aluminium-Silicium- Legierungen	Ozon Schweißrauch ¹
	andere Aluminium-Legierungen ³	Schweißrauch ¹

	Ozon
1	Grenzwert für die A-Fraktion des Staubes.
2	Je nach Legierungsart, mit/ohne Kupfer, Grenzwert für Kupfer-Rauch.
3	Aluminium-Werkstoffe (Rein-Aluminium, Aluminium-Legierungen), Grenzwert für Aluminiumoxidrauch.
4	Wenn der Anteil von Mangan in der Legierung oder in der Summe der Anteile (Legierung und Umhüllung/Füllung) $\geq 5\%$ ist.

Weitere Informationen zu Schweißrauchen bietet die TRGS 528 „Schweißtechnische Arbeiten“⁵⁾ und die Informationsschrift „Rauche und Gase bei schweißtechnischen Arbeiten – Gesundheitsgefahren“ (FBHM-066⁶⁾) des Fachbereichs „Holz und Metall“ der DGUV.

3.2.4 Nanopartikel/Nanomaterial

Eine einheitliche rechtsverbindliche Definition des Begriffs Nanomaterial liegt in Deutschland nicht vor⁷⁾. Entsprechend dem Vorschlag der europäischen Kommission liegt ein Nanomaterial vor, wenn es „Partikel in ungebundenem Zustand, als Aggregat oder Agglomerat enthält und mindestens 50 % der Partikel in der Anzahlgrößenverteilung ein oder mehrere Außenmaße im Bereich von 1 nm bis 100 nm“ enthält⁸⁾.

Die ursprüngliche Definition der EU für Nanomaterialien aus dem Jahr 2011 (2011/696/EU) wurde mit der aktualisierten Empfehlung der Europäischen Kommission [Empfehlung der Kommission vom 10. Juni 2022 zur Definition von Nanomaterialien 2022/C 229/01)] konkretisiert und folgendermaßen ergänzt:

Ein „Nanomaterial“ ist ein natürliches bei Prozessen anfallendes oder hergestelltes Material, das aus festen Partikeln besteht. Diese Partikel treten entweder eigenständig oder als erkennbare konstituierende Partikel in Aggregaten oder Agglomeraten auf, bei dem mindestens 50 Prozent dieser Partikel in der Anzahlgrößenverteilung mindestens eine der folgenden Bedingungen erfüllen:

- ein oder mehrere Außenmaße der Partikel liegen im Größenbereich von 1 bis 100 nm;
- die Partikel haben eine längliche Form, zum Beispiel Stab, Faser oder Röhre, wobei zwei Außenmaße kleiner als 1 nm sind und das andere Außenmaß größer als 100 nm ist;
- die Partikel haben eine plättchenartige Form, wobei ein Außenmaß kleiner als 1 nm ist und die anderen Außenmaße größer als 100 nm sind.

Bei der Bestimmung der Anzahlgrößenverteilung der Partikel müssen Partikel mit mindestens zwei orthogonalen Außenmaßen von mehr als 100 μm nicht berücksichtigt zu werden. Ein Material mit einer auf das Volumen bezogenen spezifischen Oberfläche von weniger als $6\text{ m}^2/\text{cm}^3$ gilt jedoch nicht als Nanomaterial. Diese neue Definition der Nanoform eines Stoffes ermöglicht eine klare und einheitliche Klassifizierung bestehender und neuer Nanomaterialien. Sukzessive soll diese neue Definition als Grundlage für die Anpassung relevanter Rechtsvorschriften und Verordnungen herangezogen werden. In der TRGS 527 vom 20.02.2020 ist diese neue Empfehlung noch nicht vollständig übertragen worden.

Die Abgrenzung des Größenbereiches unterhalb von 100 nm wurde vor allem durch den Bezug auf besondere physikochemische Materialeigenschaften (z. B. Oberflächengröße) begründet⁹⁾.

- 4) Diese Tabelle wurde der zurückgezogenen DGUV Information 209-016 „Schadstoffe beim Schweißen und verwandten Verfahren“ entnommen
- 5) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (36)
- 6) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (113)
- 7) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (35)
- 8) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (3)
- 9) Allerdings ist das Abschneide-Kriterium von 100 nm nach derzeitigen Erkenntnissen wissenschaftlich nicht begründbar. Bisher liegen keine Studienresultate vor, die die besonderen Eigenschaften von Nanomaterialien mit komplett anders gearteten pathogenen Eigenschaften in Verbindung bringen könnten.

Nach derzeitigen Erkenntnissen können die schädigenden Effekte von Nanomaterialien durch bekannte Wirkprinzipien beschrieben werden. Aufgrund des größeren Oberflächen-Volumen-Verhältnisses sind die Nanopartikel in der Regel reaktiver als größere Partikel des gleichen Stoffes. Granuläre, biobeständige (GBS) Nanomaterialien zeigen keine signifikante spezifische Toxizität.

Für die zukünftige Risikocharakterisierung hat der Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) eine Kategorisierung vorgenommen, die hergestellte Nanomaterialien in diverse Klassen unterteilt:

- lösliche Nanomaterialien,
- biobeständige Nanomaterialien mit spezifischen toxikologischen Eigenschaften,
- biobeständige Nanomaterialien ohne spezifische toxikologische Eigenschaften (GBS-Nanomaterialien),
- biobeständige, faserförmige Nanomaterialien.

Als besonders relevant werden derzeit biegesteife, alveolengängige Fasern (so auch Nanoröhren) bewertet. Weiterhin kritisch sind in Bezug auf die Risikohöhe alveolengängige biobeständige Partikel zu bewerten.

Die wachsende Bedeutung von Nanomaterialien in industriellen Prozessen spiegelt sich auch in der Neuerung bei der Regulierung von Nanomaterialien im Geltungsbereich der REACH-Verordnung¹⁰⁾ wider. Seit dem 1. Januar 2020 werden speziellere Daten für zusätzliche Risikobewertungen hinsichtlich der Gefahren für Beschäftigte und Umwelt im Rahmen der REACH-Registrierung gefordert.

In den letzten Jahren gewinnt der Begriff „Advanced Materials“ für Nanopartikel an Bedeutung, bei dem mehr der funktionale Aspekt als die Strukturgröße im Vordergrund steht.

3.3 Gase

3.3.1 Erstickende Gase

Verschiedene Gase wirken aufgrund ihrer sauerstoffverdrängenden Eigenschaften erstickend, ohne Lunge und Atemwege selbst zu schädigen. Dazu gehören z. B. Stickstoff und die Edelgase, die selbst nicht toxisch sind.

3.3.2 Brandgase

Bei jeder Verbrennung entsteht eine Mischung unterschiedlicher Gase, v. a. Kohlenmonoxid, Kohlendioxid und Stickstoffoxide (nitrose Gase). Aber auch andere Stoffe wie Blausäure, Ammoniak und aromatische Kohlenwasserstoffe können enthalten sein.

Kohlenmonoxid entsteht bei jeder unvollständigen Verbrennung und kann zu einer sogenannten inneren Erstickung führen, dadurch, dass es die Sauerstoff-Bindungsstelle am Hämoglobin blockiert.

Kohlendioxid entsteht bei jeder Verbrennung und bei Gärprozessen. Seine Wirkung beruht nicht nur auf seiner Verdrängung von Sauerstoff, sondern kann ab einer Konzentration von 5 % in der Atemluft zu einer Verminderung oder Aufhebung des Atemantriebs und damit zum Atemstillstand führen.

Nitrose Gase sind Sammelbezeichnungen für die gasförmigen Oxide des Stickstoffs (NO und NO₂). Sie werden auch mit NO_x abgekürzt und entstehen bei Verbrennungen und Explosionen.

10) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (2)

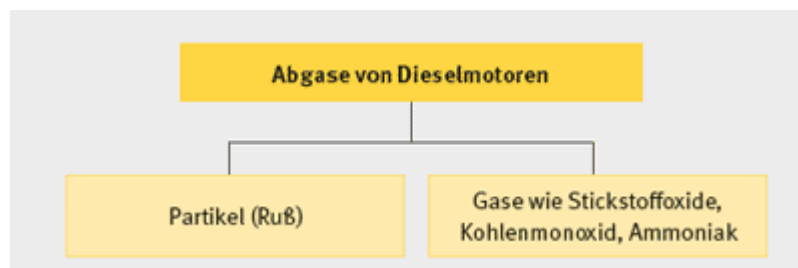
Durch Bildung von stickstoffhaltigen Säuren aus Stickstoffoxiden und Wasser kommt es je nach Konzentration und Einwirkungsdauer zu akuten Reizungen und Verätzungen von Augen und Atemwegen. Nach einer typischen Latenzzeit von bis zu 24 Stunden (selten bis 48 h), kann es zu einem toxischen Lungenödem kommen.

Eine ärztliche Abklärung und ggf. Überwachung sind daher dringend angeraten.

3.3.3 Abgase von Dieselmotoren

Abgase von Dieselmotoren bestehen aus gasförmigen Anteilen, wie z. B. Stickstoffoxiden, Kohlenmonoxid und partikelförmigen Anteilen. Für die kanzerogene Wirkung der Abgase von Dieselmotoren ist der Partikelanteil entscheidend. Auch die gasförmigen Bestandteile (siehe Abbildung 4) können je nach Konzentration und gegebenenfalls Vorerkrankungen eine gesundheitsschädliche Wirkung haben. Weiterführende Informationen finden sich in der TRGS 554 „Abgase von Dieselmotoren“¹¹⁾.

Abbildung 4: Abgase von Dieselmotoren



3.4 Weitere Gefahrstoffe

Über die in den vorherigen Abschnitten genannten Stoffe hinaus können viele weitere Gefahrstoffe die Atemwege schädigen. Die Schädigung der Lunge kann durch die ätzende, reizende, krebserzeugende oder sensibilisierende Eigenschaft eines Stoffes erfolgen. Stoffe oder Gemische, die ein entsprechendes Gefahrenpotential besitzen, sind daher mit entsprechenden Piktogrammen und H-Sätzen gemäß der CLP-Verordnung¹²⁾ auf dem Gebinde gekennzeichnet (siehe Abschnitt 6.2). Bei Tätigkeiten mit diesen Stoffen sind vorab entsprechende Schutzmaßnahmen zu treffen. Die gesundheitlichen Auswirkungen eines Gefahrstoffes sind abhängig von seiner Konzentration, der einwirkenden Menge, der Dauer der Einwirkung sowie der Temperatur und anderen physiko-chemischen Eigenschaften.

Im Folgenden sind beispielhaft einige Arbeitsstoffe genannt, die an zahlreichen Arbeitsplätzen vorkommen.

- Leicht flüchtige organische Arbeitsstoffe:
z. B. Acrolein, Chlorameisensäureethylester, Ethylenimin, Formaldehyd, Phosgen;
- Schwer flüchtige organische Arbeitsstoffe:
z. B. einige Härter für Epoxidharze, bestimmte Isocyanate, Naphthochinon, Maleinsäureanhydrid, Phthalsäureanhydrid, p-Phenylendiamin;
- Leicht flüchtige anorganische Arbeitsstoffe:
z. B. Nitrose Gase, einige Phosphorchloride, Schwefeldioxid;
- Schwer flüchtige anorganische Arbeitsstoffe:
z. B. Beryllium und seine Verbindungen, Cadmiumoxid, Persulfat, Vanadiumpentoxid, Zinkchlorid.

11) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (38)

12) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (1)

Im Anhang 1 dieser Schrift findet sich eine ausführliche Stoffliste von Gefahrstoffen, die eine gesundheitsgefährdende Wirkung auf Atemwege und Lunge haben können.

Weitergehende Informationen sind – neben dem Sicherheitsdatenblatt (SDB) – an mehreren gut zugänglichen Stellen veröffentlicht worden, so z. B. in den

- Merkblättern der M-Reihe der BG RCI, z. B.
 - M 004¹³⁾ „Säuren und Laugen“ (DGUV Information 213-070),
 - M 017¹⁴⁾ „Lösemittel“ (DGUV Information 213-072),
 - M 044¹⁵⁾ „Polyurethane, Isocyanate“ (DGUV Information 213-078),
 - M 054¹⁶⁾ „Styrol, Polyesterharze und styrolhaltige Gemische“ (DGUV Information 213-081).
- Gefahrstoffinformationssystemen GisChem, GESTIS und GisBau in Verbindung mit dem SDB, das die spezifischen Angaben zur Gebinde-Zusammensetzung enthält.

Eine ausführliche Liste von atemwegsensibilisierenden und -irritativen Arbeitsstoffen pflegt das Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der DGUV (IPA)¹⁷⁾.

3.5 Rauchen

In Deutschland sterben jährlich ca. 45 000 Menschen an Lungen- und Bronchialkrebserkrankungen. Diese Krebsart rangiert damit auf Platz 4 der häufigsten Todesursachen. 90 % der Betroffenen waren aktive oder ehemalige Raucherinnen bzw. Raucher. Durch den zunehmenden Anteil von Raucherinnen ist auch die Zahl der Frauen, die an den Folgen des Rauchens verstarben, entsprechend angestiegen. Außerdem ist ein erheblicher Teil der Kehlkopfkarzinome und Blasenkarzinome auf das Rauchen zurückzuführen.

In Deutschland gibt jede vierte Person ab 15 Jahren an zu rauchen. Besonders häufig rauchen jüngere Menschen – der höchste Anteil findet sich mit 36 % in der Altersgruppe der 25- bis 34-Jährigen. Mit zunehmendem Alter nimmt der Anteil immer weiter ab. So rauchen bei den über 64-Jährigen rund 91 % nicht – davon haben 65 % nie geraucht und 26 % mit dem Rauchen aufgehört.

Rauchen führt neben Krebs auch zu verschiedenen anderen schweren Erkrankungen. An der Entstehung von Herz-Kreislaufkrankungen sowie chronisch obstruktiven Lungenerkrankungen (COPD) und Lungenemphysemen ist Rauchen in hohem Maße beteiligt.

Abbildung 5: Gesunde Lunge (links) und Raucherlunge (rechts)



- 13) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (80)
14) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (82)
15) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (84)
16) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (86)
17) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (143)

Beim Verbrennen einer Zigarette werden über 5000 chemische Verbindungen¹⁸⁾, wie z. B. die toxischen Stoffe Acetonitril, Pyridin, Nikotin, Kohlenmonoxid, Blausäure, Toluol, Styrol, Ethylbenzol, Xylole, Naphthalin, freigesetzt.

Über 70 krebserzeugende Stoffe sind im Zigarettenrauch nachweisbar, z. B. Benzo(a)pyren, Benz(a)anthrazen und andere polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, Teer, 2-Naphthylamin, 4-Aminodiphenyl, o-Toluidin, Dioxine, Hydrazin, N-Nitrosopyrrolidin, N-Nitrosodimethylamin, N-Nitrosornikotin, N-Dimethylnitrosamin, N-Diethylnitrosamin, N-Ethyl-N-methylnitrosamin, Cadmium, Nickel.

Rauchen trägt auch zur Staubbelastung der Umgebung bei. So zeigte eine Untersuchung¹⁹⁾, dass eine Zigarette mehr einatembaren Staub (PM1, PM2.5 und PM10; PM: Particulate matters) produziert als ein LKW-Dieselmotor mit Partikelfilter in 8 Minuten.

Informationen und Handlungshilfen zur Prävention und Selbsthilfe bietet das Merkblatt A 033 „Ohne Rauch geht’s auch! – Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz“²⁰⁾.

4 Erkrankungen der Lunge und der Atemwege

Erkrankungen der Atemwege und der Lunge werden häufig durch in der Atemluft vorhandene Stoffe verursacht. Biostoffe, z. B. Pollen, Mehlstäube oder Sporen von Schimmelpilzen, können zu allergisch verursachten obstruktiven Atemwegserkrankungen führen. Reizende (chemisch-irritative) Gefahrstoffe begünstigen eine chronische Atemwegsreizung mit einer Einengung der Atemwege. Liegen anorganische Feststoffe staubförmig vor, bergen sie z. B. die Gefahr von Staublungenerkrankungen (Pneumokoniosen) oder Krebserkrankungen. Neben Gefahrstoffen kann auch Zigarettenrauch zu Veränderungen der Atemwege, des Lungengewebes bis hin zu verschiedensten Krebserkrankungen führen.

4.1 Atemnot: Symptome und Erste Hilfe

Für die Erste Hilfe bei Atemnot ist es sehr wichtig zu wissen, welche Symptome bei den Betroffenen auftreten. Sie zeigen bereits in Ruhe eine sehr angestrenzte Atmung und können dabei kaum sprechen. Meist nehmen sie freiwillig eine stehende oder sitzende Position ein. Sehr häufig treten hörbare Atemnebengeräusche, wie zum Beispiel Pfeifen, Zischen (Giemen), Rasseln oder Röcheln, auf. Weiterhin sind die Betroffenen in der Regel sehr unruhig. Besteht schon länger Atemnot, zeigt sich eine Zyanose (Blaufärbung aufgrund von Sauerstoffmangel) an den Lippen, im Bereich des Fingernagelbetts, an der Nasenspitze oder auch an den Ohrläppchen. Ist die gesamte Haut betroffen liegt bereits eine sehr schwere Atemnot vor.

Bei der Atemnot handelt es sich um ein sehr ernstes Warnsignal, das auf einen lebensbedrohlichen Zustand hinweist. Wichtig ist, als erstes einen Notruf abzusetzen. Dann gilt es, selbst die Ruhe zu bewahren und möglichst die Betroffenen zu beruhigen. Hierbei kann langsames, regelmäßiges und tiefes Mitatmen sehr hilfreich sein. Wenn bekannt ist, dass die betroffene Person üblicherweise Sprays wegen Atembeschwerden benutzt, kann von einer dritten Person versucht werden, den Spray anzureichen.

Ebenso wichtig ist, dass man für frische Luft sorgt: Die Fenster möglichst öffnen und eng sitzende Kleidung lockern (z. B. Krawatte und Hemdknöpfe öffnen). Sehr hilfreich ist es, die Betroffenen mit leicht nach vorne gebeugtem Oberkörper hinzusetzen. Dies führt zu einer Aktivierung der Atemhilfsmuskulatur und erleichtert dadurch die Atmung. Im weiteren Verlauf sollte ständig das Bewusstsein und die Atmung kontrolliert werden. Bei Bewusstlosigkeit ist für eine stabile Seitenlage zu sorgen, bei Atemstillstand sofort mit der Herzlungenwiederbelebung zu beginnen.

18) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (125)

19) Studie von De Marco 2016 „Particulate matters from diesel heavy duty trucks exhaust versus cigarettes emissions: a new educational antismoking instrument“

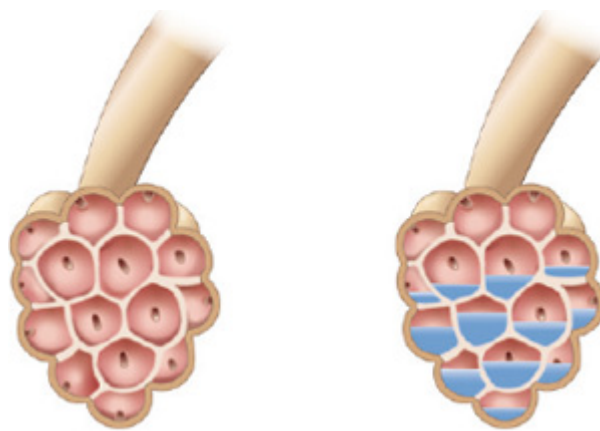
20) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (79)

4.2 Lungenödem

Eine besonders akute Atemnot kann im Rahmen eines Lungenödems entstehen. Bei einem Lungenödem handelt es sich um einen massiven Flüssigkeitsaustritt aus den Lungengefäßen in das Lungengewebe und in die Lungenbläschen. Die häufigste Ursache liegt in einer Herzschwäche begründet und wird als kardiales Lungenödem bezeichnet. Davon wird das nichtkardiale oder auch toxische Lungenödem unterschieden.

Als Sofortmaßnahme sollte eine sitzende Lagerung mit tief hängenden Beinen gewählt werden. Damit kann kurzfristig der Druck auf die Lungengefäße vermindert und damit die Atmung erleichtert werden. Ärztliche Hilfe ist schnell herbeizurufen.

Abbildung 6: Lungenbläschen im Normalzustand (links) und mit Flüssigkeitsspiegeln bei einem Lungenödem (rechts)



4.2.1 Kardiales Lungenödem

Das kardiale Lungenödem ist Folge einer Herzschwäche verschiedener Herzerkrankungen. Meist als Folge einer koronaren Herzkrankheit oder auch nach einem Herzinfarkt ist die Pumpfunktion des linken Herzens sehr stark eingeschränkt. In der Folge staut sich Blut in den Lungenkreislauf zurück, der Druck auf die Gefäße in der Lunge nimmt zu und es presst sich Blutflüssigkeit in die Umgebung (Lungengewebe und Lungenbläschen). Die spezielle Behandlung zielt in erster Linie auf die Senkung des Drucks im Lungenkreislauf.

4.2.2 Toxisches Lungenödem

Diese Form des Lungenödems geht auf eine erhöhte Flüssigkeitsdurchlässigkeit der Lungenkapillaren zurück. Verschiedene Auslöser sind bekannt. So kann es im Rahmen eines allergischen Schockgeschehens, aber auch durch Einatmen von Reizgasen ausgelöst werden. Besonders bei Reizgasen kann bis über 12 Stunden nach der Reizgasinhalation noch ein toxisches Lungenödem auftreten, sodass hier in der Regel eine ärztliche Überwachung für 24 Stunden nach bekannt gewordenem Ereignis durchgeführt wird. Nach Reizgasinhalation erfolgt zudem vor dem Einsetzen eines Lungenödems prophylaktisch eine entzündungshemmende Behandlung.

4.3 RADS – reactive airways dysfunction syndrom

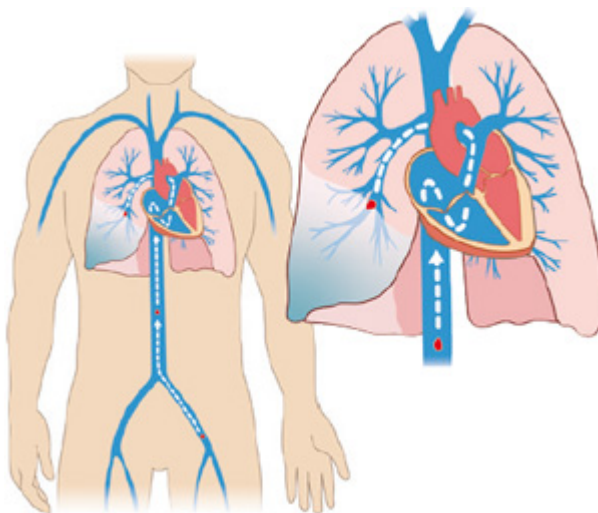
Bei Einatmung einer sehr hohen Konzentration eines Reizgases über wenige Minuten bis Stunden kann es, unabhängig von dem Auftreten eines toxischen Lungenödems, auch zu einem lange Zeit anhaltenden Asthma bronchiale und häufig auch zu einer bronchialen Hyperreagibilität kommen. Nach dieser unfallartigen, kurzzeitigen Exposition sind die Atemwege ohne vorbestehende Einschränkungen über mindestens drei Monate verengt. So führt z. B. das Einatmen von Chlor schnell zu entzündlichen Reaktionen, die die Einengung der Atemwege verursachen.

4.4 Lungenembolie

Eine Lungenembolie ist keine Erkrankung der Lunge im eigentlichen Sinn. Bei einer Embolie handelt es sich um die Verschleppung von Material innerhalb der Blutbahn, welches dann einen Gefäßpfropf (Embolus) bildet. Meist besteht dieses Material aus Blutgerinnseln, die ihren Ursprung z. B. in einer Bein- oder Beckenvenenthrombose haben. Embolien können auch durch abgeschwemmte Cholesterinplaques im Rahmen einer Arteriosklerose oder durch in die Blutbahn gelangte Gase, Fette, Bakterien oder auch Fremdkörper verursacht werden.

Der Embolus gelangt zum Herzen und nach dessen Passage in die Lungenarterie. Der mit dem Blutstrom transportierte Embolus bleibt im Gefäßnetz hängen, sobald er gleich groß oder größer als der Gefäßdurchmesser ist. Es kommt zu einer teilweise oder komplett verminderten Durchblutung des nachfolgenden Versorgungsgebietes. Auch ein Lungeninfarkt mit Zerstörung von Lungengewebe ist eine mögliche Folge einer Lungenembolie. Abhängig von der Größe des dadurch verschlossenen Gefäßes kann dies lebensbedrohlich sein.

Abbildung 7: Lungenembolie in Folge einer Beckenvenenthrombose.



Die Beschwerden einer Lungenembolie sind akut eintretende Atemnot, gesteigerte Atemfrequenz und Herzrasen – häufig auch Schmerzen im Bereich des Brustkorbes. Eine möglichst schnelle ärztliche Behandlung ist dringend geboten. Betroffene sollten möglichst umgehend und in einer halbsitzenden Lagerung dennoch sehr vorsichtig in die nächste Klinik transportiert werden, um nicht weitere Embolien zu verursachen. In Deutschland erleiden zwischen 40 000 und 50 000 Menschen pro Jahr eine Lungenembolie.

4.5 Erkrankung der Nasenschleimhaut (Rhinopathie – Rhinitis)

Als Rhinitis werden nichtinfektiöse und infektiöse (entzündliche) Erkrankungen der Nasenschleimhaut bezeichnet. Der typische Schnupfen ist eine durch Viren verursachte entzündliche Rhinitis. Fehlt die infektiöse Komponente, wird die Erkrankung der Nasenschleimhaut als Rhinopathie bezeichnet, wobei häufig dennoch von einer Rhinitis gesprochen wird.

Sowohl Rhinitis als auch Rhinopathie zeigen ähnliche Symptome mit Behinderung der Nasenatmung, Veränderung der Schleimzusammensetzung, Niesattacken, Schmerzen, Störung des Geruchsinns und Juckreiz.

Die Rhinopathie wird in eine allergische Rhinopathie und eine nicht-allergische unterschieden. Bei der nicht-allergischen Rhinopathie sind verschiedene Auslöser bekannt, wie z. B. Temperaturwechsel von kalter in warme Luft, chemisch-irritative Auslöser (Reizstoffe), Nebenwirkungen bestimmter Medikamente oder einfach nur mechanische Reize durch häufiges Naseschnäuzen.

Wichtigste Maßnahme zur Prävention und Behandlung einer allergisch bedingten Erkrankung ist die Vermeidung des Kontakts mit dem Allergen (Allergenkarenz). Weitere Optionen sind die Behandlung mit lokal wirkenden Nasensprays oder Hyposensibilisierungen. Hierbei wird das Allergen in steigender Dosierung verabreicht. Dadurch kommt es zu einer Gewöhnung des Immunsystems an das Allergen, womit die überschießende Reaktion des Körpers auf das Allergen verhindert wird.

Von allergischer Rhinopathie oder Asthma bronchiale betroffene Personen haben bei (beruflicher) Exposition gegenüber anderen Allergenen ein erhöhtes Risiko, weitere Allergien zu bekommen. Bei Vorliegen einer beruflichen Exposition gegenüber Allergenen kann die Erkrankung auch als Berufskrankheit nach BK-Nr. 4301 anerkannt werden.

4.5.1 Saisonale Rhinopathie – Heuschnupfen

Die allergische Rhinopathie ist in Form des Heuschnupfens sehr weit verbreitet. Dabei liegt die Ursache in einer Überempfindlichkeit gegen Eiweißkomponenten bestimmter Pollen (z. B. Bäume, Gräser). Symptome treten in Abhängigkeit von der jeweiligen Blütezeit auf. Daher wird auch von einer saisonalen allergischen Rhinopathie gesprochen. Neben der Behinderung der Nasenatmung und Fließschnupfen kommt es sehr häufig auch zu einer Bindehautentzündung mit juckenden und geröteten Augen. Weitere benachbarte Bereiche wie Rachen, Kehlkopf oder Nasennebenhöhlen können mitbetroffen sein.

Bei Heuschnupfen kann die Erkrankung mit einem Etagenwechsel auch auf die tieferen Atemwege übergehen, das zu einem Asthma bronchiale führen kann.

Allergene

Ein Allergen ist eine Substanz, die eine überschießende Reaktion des Immunsystems auslösen kann. Die meisten Allergene sind Eiweiße oder Eiweißverbindungen. Allergene können über die Haut, die Schleimhäute, die Atemwege oder den Verdauungstrakt aufgenommen werden.

Häufig auftretende Allergene sind:

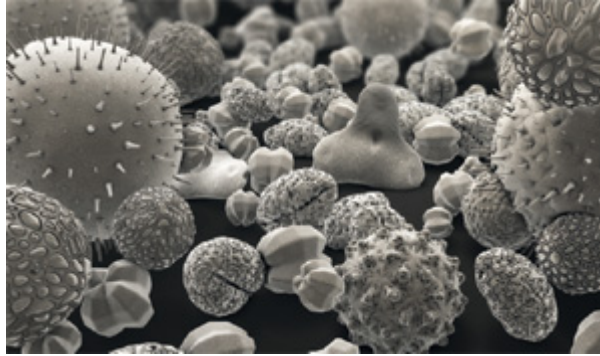
Inhalationsallergene:

Pollen von Gräsern und Bäumen; Kräuter; Hausstaub-Milben; Tierhaare; Schimmelpilz-Sporen; Latex

Nahrungsmittelallergene:

Eier; Nüsse und Samen; Gemüse; Fisch; Meeresfrüchte; Kuhmilch; Fleisch; Hülsenfrüchte; Obst

Abbildung 8: REM-Aufnahme verschiedener Pollen



Kontaktallergene:

Schwermetalle; Pflanzen; Textilien; Duftstoffe (Kosmetik, Putz- und Waschmittel); Gummi, Latex; Inhaltsstoffe von Klebern, Lacken und Kunststoffen, Desinfektions- oder Konservierungsmittel; Medikamente

4.5.2 Ganzjährige Rhinopathie

Neben der saisonalen Form gibt es auch ganzjährig vorhandene Verlaufsformen der Rhinopathie. Hierbei handelt es sich in der Regel um eine allergische Reaktion auf ganzjährig vorkommende Allergene, wie z. B. Hausstaubmilben, Tierepithelien oder Pilzsporen.

Aber auch bestimmte Arbeitsstoffe, wie z. B. organische Stäube, können verantwortlich sein (siehe Anhang 1).

4.6 Obstruktive Atemwegserkrankungen

Bei den obstruktiven Erkrankungen der Atemwege kommen prinzipiell unterschiedliche Auslöser infrage:

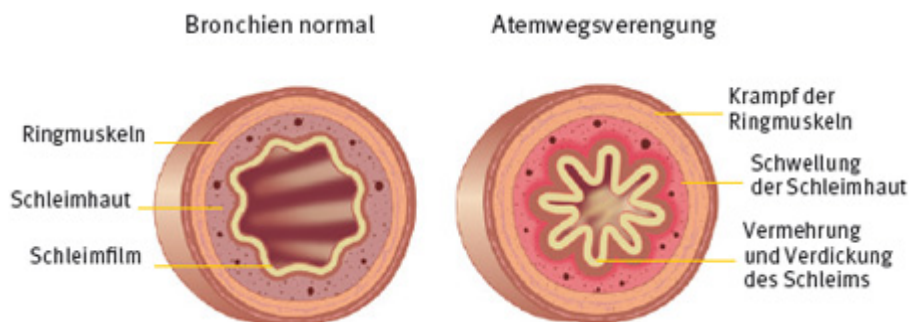
- Gefahrstoffe, die aufgrund ihrer reizenden (irritativen) Eigenschaften die Atemwege reizen (z. B. Gefahrstoffe, die mit H335 gekennzeichnet sind)
- Sensibilisierende Stoffe, die aufgrund ihrer Eigenschaft eine überschießende Abwehrreaktion des Körpers verursachen (z. B. Gefahrstoffe, die mit H334 gekennzeichnet sind – für die Kennzeichnung siehe Abschnitt 6.2)
- Stoffe, die sowohl reizende als auch sensibilisierende Eigenschaften haben

Bei Stoffen mit reizenden Eigenschaften ist für das Auftreten von Schädigungen der Atemwege die Konzentration in der Atemluft ausschlaggebend. Bei Stoffen mit sensibilisierenden Eigenschaften ist dieser Zusammenhang zwar grundsätzlich auch gegeben, allerdings reichen bei bereits sensibilisierten oder zur Allergie neigenden Personen schon geringste Dosen unterhalb gängiger Luftgrenzwerte zur Auslösung einer Atemwegsverengung aus.

Die Atemwegsverengung (Obstruktion) beruht auf drei Hauptwirkungen:

- Schwellung der Schleimhaut und
- Vermehrte Bildung verdickten Schleims
- Krampf der Ringmuskulatur um die Bronchien

Abbildung 9: Schematische Darstellung der Obstruktion von Bronchien



4.6.1 Übererregbarkeit der Bronchien (bronchiale Hyperreagibilität, BHR)

Die Atemwege und dabei besonders die Bronchien reagieren auf reizende Stoffe mit unproduktivem, bellendem Husten (ohne Auswurf) oder Atemnot infolge einer Verengung der Atemwege. Ist diese Reaktion bereits bei geringen Konzentrationen feststellbar, kann eine bronchiale Hyperreagibilität (BHR), also eine erhöhte Empfindlichkeit der Bronchien, vorliegen. Letztlich handelt es sich um eine anhaltende leichte Entzündung der Schleimhaut ohne Infektionserreger.

Typischerweise verstärken sich bei den Betroffenen die Beschwerden nach Einatmung von z. B. kalter oder feuchter Luft, Zigarettenrauch, Haarspray, Parfüm oder sonstigen Geruchstoffen.

Auch nach körperlichen Anstrengungen können Hustenattacken und Atemnot auftreten; dies wird als Anstrengungsasthma bezeichnet. Ebenso psychische Belastungssituationen können auslösend wirken. Das Röntgenbild der Lunge ist völlig unauffällig. Untersuchungen der Lungenfunktion sind ohne entsprechende Belastung normal und Laborwertveränderungen ebenfalls nicht feststellbar.

Die Diagnose einer bronchialen Hyperreagibilität erfolgt durch einen speziellen Lungenfunktionstest mit Inhalation definierter Mengen eines Bronchien verengenden Medikaments (z. B. Methacholin) sowie der Messung der Reaktion auf Bronchien erweiternde Mittel (Bronchospasmolysetest).

Die bronchiale Hyperreagibilität geht in der Regel einem Asthma voraus.

4.6.2 Asthma bronchiale

Es handelt sich um eine chronische und anfallsartig auftretende, entzündliche Erkrankung der Atemwege, die mit einer erhöhten Empfindlichkeit der Bronchien gegenüber verschiedenen Reizen verbunden ist. Typische asthmatische Beschwerden sind Husten, Engegefühl in der Brust, Atemnot, Kurzatmigkeit und pfeifende Atmung.

Die Muskulatur der Bronchien verengt sich, sodass das Atemvolumen nur noch verzögert die Atemwege passieren kann. Durch die verengten Atemwege kann nicht ausreichend Luft ausgeatmet werden – die Luft ist förmlich im Brustkorb gefangen. Nachfolgend wird letztlich auch die Einatmung behindert.

Typisch für das Asthma bronchiale ist, dass die Beschwerden über den Tag und von Tag zu Tag schwanken. Anfänglich sind die Betroffenen nicht selten über Wochen oder Monate beschwerdefrei. Später wird das Leiden chronisch – unbehandelt deutlich früher als mit Behandlung.

Man unterscheidet allergisches, nicht-allergisches und gemischtförmiges Asthma, wobei diese Asthmaformen in gleicher Weise auf unspezifische Auslöser wie kalte Luft, Nebel, Rauche, Haarsprays, Parfüme usw. reagieren können. Zur Abklärung der Ursache sind neben der Krankengeschichte geeignete diagnostische Methoden, wie Lungenfunktion- und Hauttests, unerlässlich.

4.6.2.1 Allergisches Asthma

Von Allergie spricht man, wenn das Immunsystem, welches normalerweise zur Abwehr in den Körper gelangter Fremdstoffe dient, eine überschießende Abwehrreaktion zeigt. Vor einer Allergie findet eine Sensibilisierung statt, die noch nicht mit einer Körperreaktion verbunden ist. Die Bildung von Antikörpern gegen diese Fremdstoffe können in Hauttests (z. B. Pricktest) festgestellt werden.

Ein typisches Beispiel für eine allergische Erkrankung ist der Heuschnupfen. Weitet sich die Allergie von der Nase auf die tieferliegenden Atemwege aus, so wird auch von einem Etagenwechsel gesprochen.

Die Häufigkeit von Sensibilisierungen (positive Hauttests) auf einatembare Allergieauslöser (Inhalationsallergene) liegt in der Allgemeinbevölkerung bei ca. 20–30 %. Heuschnupfen haben ca. 10–20 % und allergisches Asthma bronchiale ca. 5–10 % der Menschen in Deutschland.

Bei allergisch bedingtem Asthma läuft der Asthmaanfall häufig in zwei Phasen ab. Direkt nach dem Kontakt mit dem Allergen verkrampft die Muskulatur der Bronchien. Es kommt rasch zur Enge in der Brust, Kurzatmigkeit und Atemnot. Zeitversetzt um bis zu vier bis sechs Stunden kommt es zu einer Entzündung mit Abgabe von zähem Schleim in die Bronchien, der sich nur schwer abhusten lässt. Es treten Brumm- oder Pfeifgeräusche auf.

Zur allergischen Asthmaform zählt auch das saisonale Asthma, das aufgrund einer Allergie gegen bestimmte Pollen auftritt. Außerhalb der Pollensaison sind die Betroffenen beschwerdefrei. Auch die Atmung ist in der Regel wieder normal.

4.6.2.2 Nicht-allergisches Asthma

Beim nicht-allergischen Asthma kommt es ebenfalls zu einer chronischen Entzündung und einer Überempfindlichkeit in den Atemwegen, welche aber nicht durch Allergene bedingt sind. Diese Asthmaform entsteht fast immer erst im Erwachsenenalter – häufig nach einem Atemwegsinfekt oder einer Virusinfektion (Grippe oder grippaler Infekt) oder nach einer Nasennebenhöhlenentzündung.

4.6.2.3 Gemischtförmiges Asthma

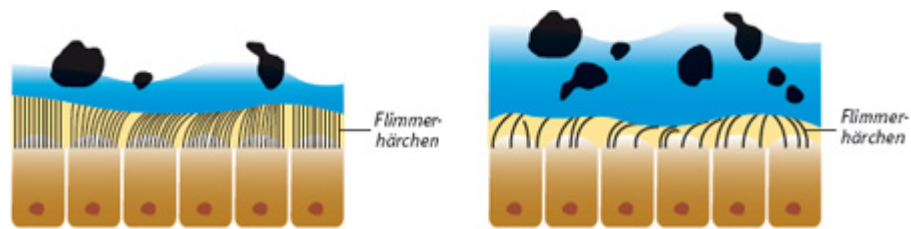
Bei Asthma liegen häufig Mischformen zwischen der allergischen und der nicht-allergischen Form der Erkrankung vor.

4.6.3 Chronische Bronchitis

Die chronische Bronchitis ist (im Gegensatz zur bronchialen Hyperreagibilität, siehe Abschnitt 4.6.1) durch einen morgendlich auftretenden Husten, bei dem Schleim abgehustet wird, gekennzeichnet.

Die Schleimhaut der Atemwege fördert den gebildeten Schleim mittels kleiner Härchen (Zilien) auf der Oberfläche der Zellen aus den Atemwegen hinaus. Eine Schädigung dieser Härchen, z. B. durch das Rauchen, führt zu einer Beeinträchtigung des Schleimabtransports. Bei einer chronischen Bronchitis ist typischerweise einerseits die Schleimproduktion erhöht und andererseits der Abtransport des Schleims behindert.

Abbildung 10: Zahlreiche gesunde Flimmerhärchen (links), vermehrte Bildung von zähem Schleim und in Zahl und Funktion eingeschränkte Flimmerhärchen (rechts)



Von einer chronischen Bronchitis spricht man, wenn der produktive Husten während mindestens drei Monaten in zwei aufeinanderfolgenden Jahren auftritt.

Eine chronische Bronchitis im Frühstadium führt nicht zu einer größeren Beeinträchtigung des Allgemeinzustandes. Ebenso besteht nur selten längere Atemnot. Bei anhaltender Erkrankung kommt es dazu aber immer häufiger.

Schreitet die Erkrankung fort, verdünnen sich die Wände der Bronchien und erschlaffen. Dies führt zu einem Kollaps der tieferen Atemwege, was die Ausatmung erschwert. Da sich die Atemwege dabei dauerhaft verengen, spricht man von einer chronisch obstruktiven Bronchitis (COB).

Aufgrund der erschwerten Atemarbeit treten im weiteren Verlauf Atemnot unter Belastung, Leistungsminderung, Schwäche und später Symptome einer Sauerstoffunterversorgung, wie z. B. Atemnot in Ruhe, Blauverfärbung der Lippen (Lippenzyanose) oder Verformungen der Fingernägel, auf. Bei schwerem Verlauf ist sogar die Durchblutung der Lunge beeinträchtigt. Im Lungenkreislauf führt dies zu einer Erhöhung des Strömungswiderstandes des Blutes und letztlich auch zu einer Belastung des rechten Herzens.

Dies zeigt sich z. B. in Ödemen (Wassereinlagerungen in den Beinen) oder auch in einer sichtbaren Stauung der Halsvenen. Häufiger auftretende akute Infekte führen zu einer weiteren Verstärkung von Husten, Atemnot sowie Auswurf und müssen frühzeitig behandelt werden.

Eine weitere Ursache für die chronische Bronchitis kann eine chronische Nasennebenhöhlenentzündung sein. Schleim aus den entzündeten Nasennebenhöhlen gelangt in das Tracheobronchialsystem und bewirkt dort ebenfalls eine Entzündung. Dabei wird auch von einem sinubronchialen Syndrom gesprochen.

4.6.3.1 COPD – chronisch obstruktive Atemwegserkrankung

Der Begriff COPD (chronic obstructive pulmonary disease) fasst verschiedene chronische Atemwegserkrankungen zusammen, die mit chronischem Husten mit Auswurf sowie belastungsabhängiger Atemnot und deutlicher Leistungsminderung einhergehen. Die Krankheitsbilder sind dadurch gekennzeichnet, dass der Luftstrom vor allem beim Ausatmen behindert ist. Diese Verengung der Atemwege lässt sich mit Medikamenten nicht mehr vollständig beheben. Die COPD tritt mit oder ohne Lungenblähung (Lungenemphysem, siehe 4.6.4) auf.

Meist geht einer COPD eine einfache chronische Bronchitis mit Husten und Auswurf voraus. Die einfache chronische Bronchitis kann noch vollständig ausheilen, während die COPD nicht mehr umkehrbar ist. Die COPD ist weltweit die dritthäufigste Todesursache. Hauptrisikofaktor für eine COPD ist das Rauchen. Schon ab einer für einen durchschnittlichen Raucher vergleichsweise geringen Lebensrauchmenge von 10 Packungsjahren ist das Risiko einer COPD signifikant erhöht (1 Packungsjahr = tägliches Rauchen einer Schachtel Zigaretten über 1 Jahr).

4.6.4 Lungenemphysem

Ein Lungenemphysem ist eine Überblähung der Lungen als Folge einer Zerstörung der Wände zwischen den Lungenbläschen. Die Zerstörung beruht auf einem Ungleichgewicht von eiweißabbauenden Enzymen (Proteasen) und deren Hemmstoffen (Proteaseinhibitoren). Häufigste Ursache sind sogenannte Radikalbildner, wie sie z. B. im Zigarettenrauch enthalten sind.

Es gibt aber auch eine vererbte Form mit einem angeborenem Mangel des Schutzfaktors Alpha-1-Antitrypsin, bestimmbar im Blut.

Die normalerweise kleinen Lungenbläschen verwandeln sich in größere Blasen, welche beim Ausatmen zusammenfallen. Dadurch kann die Luft nicht mehr vollständig ausgeatmet werden und es ergibt sich eine Überblähung. Das Lungengewebe verliert durch die anhaltende Überdehnung an Elastizität. Durch den altersbedingten Elastizitätsverlust werden die Beschwerden noch verstärkt.

Typisches Anzeichen ist Kurzatmigkeit bei Belastung, später auch in Ruhe. Die Erhöhung des Blutdrucks im Lungenkreislauf sowie die daraus resultierende Rechtsherzbeanspruchung führen zunehmend zur Einschränkung der körperlichen Belastbarkeit. Durch die reduzierte Ausatemfähigkeit der Lunge muss die Atemmuskulatur stärker arbeiten als normal. Die Stellung des Brustkorbs wird dabei zunehmend zur Einatemstellung verschoben. Als äußeres Merkmal entwickelt sich ein fassförmiger Brustkorb (Fassthorax). Dadurch kann schließlich frische sauerstoffreiche Luft nicht mehr ausreichend eingeatmet werden, welches letztlich zu bläulich verfärbten Lippen und Fingern (Zyanose) führt. Der Allgemeinzustand verschlechtert sich. Müdigkeit und Leistungsschwäche nehmen immer weiter zu.

Beschäftigte im Steinkohlenbergbau unter Tage können nach langjähriger Tätigkeit ein Lungenemphysem entwickeln, das zur Anerkennung einer BK 4111 führen kann („Chronische obstruktive Bronchitis oder Emphysem von Bergleuten unter Tage im Steinkohlenbergbau bei Nachweis der Einwirkung einer kumulativen Dosis von in der Regel 100 Feinstaubjahren $[(\text{mg}/\text{m}^3) \times \text{Jahre}]$ “). Die Feinstaubbelastung (A-Staub) im Steinkohlenbergbau bewirkt eine Überforderung der Selbstreinigungskräfte der Atemwege. In der Folge entwickeln sich entzündliche Veränderungen der Bronchialschleimhaut. Diese führen zu einer Verengung der Bronchien und damit zu einer Behinderung der Ausatmung. Durch die Überblähung über Jahre hinweg entwickelt sich ein Lungenemphysem. Dieses kann mit oder ohne manifeste Atemwegobstruktion auftreten.

4.6.5 Obstruktive Atemwegserkrankungen als Berufskrankheit

Zur Klärung der Frage, ob obstruktive Atemwegserkrankungen berufsbedingt entstanden, sich verschlimmert haben oder wiederauflebten, müssen die Arbeitsplatzbedingungen genau untersucht werden. Entscheidend ist, ob allergisierende oder reizende Gefahr- oder Biostoffe in der Atemluft überhaupt vorhanden sind und gegebenenfalls in welcher Konzentration sie vorliegen. Entsprechende Messungen dienen zur Überprüfung, ob Grenzwerte nach TRGS 900²¹⁾ eingehalten sind. Weiterhin wird untersucht, wie lange die zeitliche Belastung mit dem Gefahrstoff bestand und ob sich eine Besserung bei mehrtägiger Expositionskaenz einstellt. Tätigkeiten mit in Frage kommenden Stoffen sollten protokolliert werden.

Hilfreich sind auch Messungen der Ausatemfähigkeit mit einem kleinen Messgerät (Peak-Flow-Meter) über einen mehrwöchigen Zeitraum, einschließlich 1–2 arbeitsfreier Wochenenden. In einem Tagebuch müssen von den Betroffenen Tätigkeiten und eingesetzte Stoffe protokolliert werden. Damit können in Frage kommende Auslöser identifiziert werden.

Häufig treten erste Krankheitsanzeichen erst nach jahrelangem Kontakt mit dem Auslöser am Arbeitsplatz auf. Typisch für ein berufsbedingtes Asthma ist, dass die Beschwerden am Arbeitsplatz zunehmen und sich an arbeitsfreien Wochenenden oder im Urlaub anfänglich wieder bessern.

21) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (47)

Wichtig bei Atemwegsallergenen ist, dass diese meist unabhängig von der Einhaltung von Arbeitsplatzgrenzwerten auch in geringer Konzentration heftige Reaktionen bei Allergikerinnen und Allergikern auslösen können.

In der Liste der Berufskrankheiten nach der Berufskrankheitenverordnung²²⁾ sind drei Krankheitsbilder enthalten, die sich durch die Art der am Arbeitsplatz bestehenden Belastung unterscheiden. Gemeinsames Merkmal ist die Einengung der Atemwege, die zu einer reduzierten Ausatemfähigkeit führt:

- BK 1315: „Erkrankungen durch Isocyanate, die zur Unterlassung aller Tätigkeiten gezwungen haben, die für die Entstehung, die Verschlimmerung oder das Wiederaufleben der Krankheit ursächlich waren oder sein können“
- BK 4301: „Durch allergisierende Stoffe verursachte obstruktive Atemwegserkrankungen (einschließlich Rhinopathie), die zur Unterlassung aller Tätigkeiten gezwungen haben, die für die Entstehung, die Verschlimmerung oder das Wiederaufleben der Krankheit ursächlich waren oder sein können“

Hinweis: Der berufliche Umgang mit Allergieauslösern ist mit einem erhöhten Asthmarisiko verbunden, z. B. die Mehlstauballergie im Bäckerhandwerk oder Tierhaar/-epithelallergie in der Tierpflege. Die Erkrankung kann dabei so schwer werden, dass eine weitere Berufstätigkeit im erlernten Beruf nicht mehr möglich ist. Für weitere Ursachen siehe Anhang 1.

- BK 4302: „Durch chemisch-irritativ oder toxisch wirkende Stoffe verursachte obstruktive Atemwegserkrankungen), die zur Unterlassung aller Tätigkeiten gezwungen haben, die für die Entstehung, die Verschlimmerung oder das Wiederaufleben der Krankheit ursächlich waren oder sein können“

Hinweis: Dabei können bestimmte Stoffe das Bronchialsystem konzentrationsabhängig so stark reizen, dass Asthma entsteht. So führt z. B. das Einatmen von Ammoniak oder Schwefeldioxid zu entzündlichen Reaktionen, die eine Einengung der Atemwege verursachen.

4.7 Restriktive Lungenerkrankungen

Restriktive Lungenerkrankungen sind Erkrankungen des Lungengewebes, bei denen die Entfaltung und damit die Dehnbarkeit der Lunge eingeschränkt sind. Dadurch ist die Totalkapazität (TLC) vermindert. Verschiedene Ursachen, wie z. B. Infekte, Medikamente oder auch anorganische oder organische Stäube, kommen in Betracht.

Typische Beschwerden sind eine zunehmende Atemnot unter Belastung, trockener Reizhusten, Müdigkeit und Gewichtsverlust. Später finden sich Zeichen des chronischen Sauerstoffmangels, wie z. B. Atemnot in Ruhe sowie die bläuliche Verfärbung (Zyanose) von Lippen und Haut.

Bei langbestehendem Sauerstoffmangel finden sich Veränderungen im Bereich der Finger (Trommelschlegelfinger und Uhrglasnägel) und durch den Bluthochdruck im Lungenkreislauf auch Zeichen der Rechtsherzbelastung (z. B. Beinödeme, gestaute Halsvenen).

4.7.1 Exogen allergische Alveolitis (EAA)

Bei der exogenen allergischen Alveolitis handelt es sich um eine allergisch bedingte Entzündung der Alveolen (Lungenbläschen). Ursache dafür ist die Inhalation organischer Stäube, in denen sich Eiweiße (am häufigsten von Vögeln) oder Pilzsporen oder andere mikrobielle Bestandteile als Allergene befinden. Aktivierte Entzündungszellen führen zu einer Lungengewebsentzündung. Im Röntgenbild finden sich unscharf begrenzte Milchglasartige kleine Flecken. Als Spätfolge verändert sich das Lungengewebe, wird knotig und narbig, schließlich entwickelt sich eine Lungenfibrose.

22) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (58)

Die Erkrankung zeigt sich mit einer akuten Verlaufsform etwa 4–12 Stunden nach Allergenkontakt mit grippalen Symptomen wie Fieber, Kopf- und Gliederschmerzen, Schüttelfrost, Atemnot und Husten. Diese Beschwerden sind reversibel und die Erkrankung kann zu diesem Zeitpunkt bei Allergenkarrenz wieder völlig ausheilen. Bei chronischem Allergenkontakt werden die Symptome diffuser. So zeigen sich anhaltende Müdigkeit, Atemnot bei Belastung, Kopfschmerzen oder Gewichtsabnahme.

Für die EAA existieren viele verschiedene Synonyme, die aufgrund der jeweiligen Einwirkung entstanden sind. So sind Vogelhalterlunge, Farmerlunge, Malzarbeiterlunge, Luftbefeuchterlunge, Abfallsortiererlunge, Chemiarbeiterlunge oder Waschmittellunge beispielhaft zu erwähnen.

Zur Diagnose werden der Nachweis einer geeigneten Exposition, Lungenfunktionsuntersuchungen mit Diffusionsmessungen, Röntgen- sowie Computertomografieaufnahmen und in der Regel eine Probenahme der Bronchialflüssigkeit (bronchoalveoläre Lavage (BAL)) durchgeführt.

Therapeutisch steht die Allergenvermeidung (Allergenkarrenz) im Vordergrund. Bei Atembeschwerden werden entzündungshemmende Medikamente verabreicht. Im Spätstadium kann die Erkrankung selbst bei Allergenkarrenz dennoch weiter fortschreiten.

Diese Erkrankungen können bei entsprechender beruflicher Exposition als Berufskrankheit BK 4201 „Exogen-allergische Alveolitis“ anerkannt werden.

4.7.2 Lungenfibrose

Unter Lungenfibrose wird eine Vielzahl von Lungenerkrankungen zusammengefasst, deren Gemeinsamkeit darin besteht, dass im Rahmen einer chronischen Entzündung in den Bronchiolen- und Alveolenwänden vermehrt Bindegewebszellen entstehen. Diese Zellen bilden Bindegewebsfasern in überschießendem Maße, wodurch das Lungengewebe vernarbt (Fibrose). Dies führt dort zu einer zunehmenden Steifigkeit, ähnlich einer Narbenbildung nach einer Hautverletzung.

Lungenfibrosen können auch Folgen systemischer Erkrankungen, wie Sarkoidose, progressiver systemischer Sklerodermie, oder bestimmter Gefäßerkrankungen (Vaskulitiden) sein.

Nach Ausschluss bekannter, auch seltener Ursachen spricht man von einer idiopathischen Lungenfibrose.

Durch die Vermehrung des Bindegewebes zwischen den Lungenbläschen und den Blutgefäßen ist der Gasaustausch vermindert, und es kommt zum chronischen Sauerstoffmangel.

Die Beschwerden bei einer Lungenfibrose sind wenig spezifisch. So finden sich herabgesetzte Belastbarkeit, Atemnot unter Belastung oder ein trockener Reizhusten, eventuell auch Fieber als Anfangszeichen (siehe auch Abschnitt 4.7.1). Später zeigen sich auch Symptome der chronischen Atemnot (Atemnot in Ruhe, Zyanose, Trommelschlegelfinger, Uhrglasnägel und Rechtsherzbelastung). Zur Diagnose führen bildgebende Verfahren, wie Röntgenuntersuchungen und insbesondere die Computertomografie (CT), Lungenfunktionsuntersuchungen in Ruhe und unter Belastung, Bronchoalveoläre Lavage sowie Gewebeproben.

Die Veränderungen aufgrund einer Lungenfibrose sind unumkehrbar, daher ist es wesentlich, die Erkrankung frühzeitig zu erkennen und deren Fortschreiten zu verhindern. Hierbei finden Medikamente Einsatz, die die Entzündungsreaktion unterdrücken.

Diese Erkrankungen können bei entsprechender beruflicher Exposition als Berufskrankheit anerkannt werden.

Verursacher einer Lungenfibrose sind zum Beispiel: Quarzstaub in der A-Staubfraktion (BK 4101), Asbestfasern (BK 4103), Beryllium (BK 1110), Hartmetalle (BK 4107), bestimmte Gase, Dämpfe oder Rauche (BK 4115 Schweißrauche), radioaktive Strahlung (BK 2402), Medikamente und Gefahrstoffe (z. B. Paraquat).

4.7.3 Staubbedingte Lungenerkrankungen

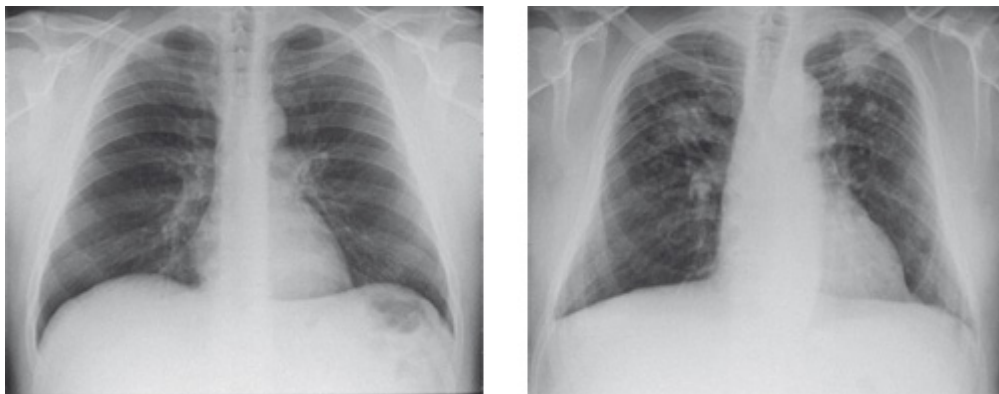
4.7.3.1 Silikose

Durch langjähriges Einatmen silikogener Stäube kann eine chronische, irreversible Lungenerkrankung, die Silikose, entstehen. Silikogener Staub enthält kristallines Siliziumdioxid, wie es u. a. in Quarz, Cristobalit oder Tridymit vorkommt. Gefährdet sind besonders Beschäftigte im Erz- und Steinkohlenbergbau, in Steinbrüchen, im Tunnelbau, in der Glasindustrie, Former und Gussputzer, Sandstrahler sowie Feuerfest- und Ofenmaurer u. a.

Entscheidend ist die Größe der Staubkörnchen. Sobald sie so fein sind, dass sie in die Bronchiolen und Lungenbläschen gelangen können, kommt es dort zu entzündlichen Gewebereaktionen, die eine Bildung von Bindegewebe um die Bronchiolen auslösen. Zunächst zeigen sich kleine Knötchen, die sich immer mehr vereinigen und im weiteren Verlauf sogenannte Schwielien bilden können.

An Symptomen sind zunächst Atembeschwerden unter Belastung, später auch in Ruhe feststellbar. Husten und Auswurf sind Ausdruck der in den meisten Fällen bestehenden chronisch obstruktiven Bronchitis.

Abbildung 11: Vergleich: Röntgenbild einer normalen Lunge (links) und fortgeschrittene Silikose (rechts)



Auch die Blutgefäße werden durch die Lungenveränderungen beeinträchtigt, sodass eine Blutdruckerhöhung im Lungenkreislauf zu einer Belastung des rechten Herzens führt.

Eine Silikose kann nach dem Ende der gefährdenden Tätigkeit fortschreiten oder sogar erst in Erscheinung treten.

Diese Erkrankung kann als Berufskrankheit BK 4101 „Quarzstaublungerkrankung (Silikose)“ anerkannt werden.

Darüber hinaus kann die Quarzstaublunge Grundlage für weitere Berufskrankheiten darstellen. So handelt es sich bei einer Kombination aus Quarzstaublunge und aktiver Tuberkulose um eine BK 4102 „Quarzstaublungerkrankung in Verbindung mit aktiver Lungentuberkulose (Siliko-Tuberkulose)“.

Tritt infolge einer Quarzstaublunge eine Lungenkrebserkrankung auf, dann handelt es sich um eine BK 4112 „Lungenkrebs durch die Einwirkung von kristallinem Siliziumdioxid (SiO₂) bei nachgewiesener Quarzstaublungerkrankung (Silikose oder Siliko-Tuberkulose)“.

4.7.3.2 Asbestbedingte Erkrankungen

Die Exposition gegenüber faserförmigem Asbeststaub war bis zum Anfang der 1990er Jahre weit verbreitet. Heute kommen relevante Expositionen hauptsächlich bei Sanierungs- und Abbrucharbeiten vor²³⁾.

4.7.3.3 Asbeststaublungenerkrankung (Asbestose) oder durch Asbeststaub verursachte Erkrankungen der Pleura

Bei der Asbestose handelt es sich um eine Lungengewebsveränderung nach Inhalation von asbestfaserhaltigem Staub. Asbeste sind Silikate mit Faserstruktur wie Chrysotil (Weißasbest) und die Amphibolasbeste Aktinolith, Amosit (Braunasbest), Anthophyllit, Krokydolit (Blauasbest) und Tremolit. 90 % aller in der Welt gewonnenen und industriell verarbeiteten Asbeste sind Chrysotilasbeste.

Sobald sie so fein sind, dass sie in die Bronchiolen und Lungenbläschen gelangen können, kommt es dort zu entzündlichen Gewebereaktionen, die eine Bildung von Bindegewebe mit starker Schrumpfungstendenz des Lungengewebes auslösen. Damit einhergehend verliert die Lunge ihre Elastizität.

Bei der Röntgenuntersuchung der Lunge finden sich die Veränderungen des Bindegewebes vorwiegend in den unteren Lungenbereichen.

Erste Beschwerden treten häufig erst nach langjähriger Exposition auf. Die untypischen Beschwerden zeigen sich meist in Form von Reizhusten, Atemnot bei Belastung und später auch in Ruhe, speziellen Atemgeräuschen sowie Schmerzen im Bereich des Brustkorbes. Weitere Symptome wie Müdigkeit, Abgeschlagenheit oder Nachtschweiß treten später auf.

Bei der Asbestose feststellbare Lungenfunktionsveränderungen sind geprägt durch eine Verringerung des gesamten Lungenvolumens und einer verminderten Sauerstoffaufnahme in das Blut. Seltener kommt es auch zu einer Verengung der Atemwege. Komplizierend kann bei der Asbestose ein Bluthochdruck im Lungenkreislauf mit Rechtsherzbelastung entstehen.

Durch Asbestbelastung kann es zu plaqueartigen Veränderungen am Rippenfell sowie am Zwerchfell kommen, was bei großflächigen Veränderungen zu Atemnot bei Belastung und später auch in Ruhe führen kann. Im Weiteren können wiederholt mit Atemnot verbundene gutartige Pleuraergüsse auftreten.

Bei Asbest typischen plaqueartigen Pleuraveränderungen in der Bildgebung sind diese als Expositionsbeleg zu werten.

Diese Erkrankungen können als Berufskrankheit BK 4103 „Asbeststaublungenerkrankung (Asbestose) oder durch Asbeststaub verursachte Erkrankungen der Pleura“ anerkannt werden.

4.7.4 Weitere restriktive Lungenerkrankungen als Berufskrankheit

Weitere restriktive Lungenerkrankungen, die durch Rauche oder Stäube verursacht und als Berufskrankheiten anerkannt werden können, sind:

- Aluminiumstaublunge
BK 4106 „Erkrankungen der tieferen Atemwege und der Lungen durch Aluminium oder seine Verbindungen“
- Lungenfibrose durch Hartmetallstäube

23) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (69)

BK 4107 „Erkrankungen an Lungenfibrose durch Metallstäube bei der Herstellung oder Verarbeitung von Hartmetallen“

- Lungenfibrose bei Schweißern vor allem bei Lichtbogenschweißern
BK 4115 „Lungenfibrose durch extreme und langjährige Einwirkung von Schweißrauchen und Schweißgasen (Siderofibrose)“.

4.8 Bösartige Erkrankungen der Atemwege und der Lunge

4.8.1 Krebs im Bereich der Nasenhaupt- und Nasennebenhöhlen

Eine Krebserkrankung im Bereich der inneren Nase ist relativ selten. Häufig beginnt diese Erkrankung mit einer behinderten Nasenatmung. Chronischer und blutiger Schnupfen sowie Nasenbluten können auftreten. Der Krebs wächst meist örtlich und zerstört umgebendes Gewebe, während Absiedlungen (Metastasen) eher selten vorkommen.

Tabakrauch oder bestimmte in die Nase eingebrachte Rauschgifte sowie Gefahrstoffe, wie z. B. Nickel oder Chromate, Leder- und Wollstäube, Gerbmittel, Nitrosamine, aromatische Kohlenwasserstoffe, Dioxinverbindungen oder auch Vinylchlorid, sind bekannt oder stehen im Verdacht, bösartige Erkrankungen im Bereich der inneren Nase zu verursachen.

Berufsbedingte bösartige Neubildungen der Atemwege durch Nickel und seine Verbindungen können als BK 4109 „Bösartige Neubildungen der Atemwege und der Lungen durch Nickel oder seine Verbindungen“ anerkannt werden.

Beruflich relevant ist das Adenokarzinom – eine Krebsart, die aus Drüsengewebe hervorgeht – der Nasenhaupt- und Nasennebenhöhle, weil es im Zusammenhang mit einer Exposition gegenüber Hartholzstäuben, speziell Eichen- und Buchenholzstäuben, auftreten kann. Es kann als Berufskrankheit BK 4203 „Adenokarzinome der Nasenhaupt- und Nasennebenhöhlen durch Stäube von Eichen- oder Buchenholz“ anerkannt werden.

Zunehmend werden auch tropische Harthölzer in Deutschland ver- bzw. bearbeitet. Inwiefern die Stäube dieser Hölzer auch einen Nasenkrebs auslösen können, ist noch nicht bekannt.

4.8.2 Kehlkopfkrebs

Die den Kehlkopf auskleidende Schleimhaut (Epithel) kann sich bösartig verändern – dann spricht man von Kehlkopfkrebs (Larynxkarzinom). Der Kehlkopfkrebs wächst in das umliegende gesunde Gewebe ein (Infiltration) und zerstört es. Kehlkopfkrebs kann Absiedlungen (Metastasen) in Lymphknoten und an anderen Körperstellen bilden und dort auch in die jeweilige Umgebung zerstörend einwachsen.

Symptome, die auf einen Kehlkopfkrebs hinweisen können, sind anhaltende Heiserkeit mit einem rauhen, belegten Klang der Stimme, Fremdkörpergefühl, Kratzen im Hals, Räusperzwang und chronischer Husten. Ebenso können Schmerzen und Schluckbeschwerden auftreten. Später sind auch Atembeschwerden mit hörbarem Atemgeräusch oder sogar Atemnot festzustellen.

Kehlkopfkrebs betrifft vorwiegend Männer mit einem Altersgipfel von 61–65 Jahren. Die größten Risikofaktoren für die Entstehung sind Tabak- und Alkoholkonsum. Auch Stoffe wie Asbest, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), Nickel, Chrom und Arsen sind als Risikofaktoren für die Erkrankung bekannt. Als weitere Ursache für Kehlkopfkrebs ist auch eine langjährige Exposition gegenüber Schwefelsäureaerosolen zu nennen.

Am häufigsten findet sich die Krebserkrankung im Bereich der Stimmbänder oder direkt im Bereich darüber.

Derzeit sind sechs verschiedene Berufskrankheiten bekannt, bei denen Kehlkopfkrebs als mögliche Auswirkung der Gefährdung anerkannt werden kann:

- BK 1103 „Erkrankungen durch Chrom oder seine Verbindungen“
- BK 1108 „Erkrankungen durch Arsen oder seine Verbindungen“
- BK 1319 „Larynxkarzinom durch intensive und mehrjährige Exposition gegenüber schwefelsäurehaltigen Aerosolen“
- BK 4104 „Lungenkrebs oder Kehlkopfkrebs“
 - in Verbindung mit Asbeststaublungerkrankung (Asbestose)
 - in Verbindung mit durch Asbeststaub verursachter Erkrankung der Pleura oder
 - bei Nachweis der Einwirkung einer kumulativen Asbestfaserstaub-Dosis am Arbeitsplatz von mindestens 25 Faserjahren $\{25 \times 10^6 [(Fasern/m^3) \times Jahre]\}$ “
- BK 4109 „Bösartige Neubildungen der Atemwege und der Lungen durch Nickel oder seine Verbindungen“
- BK 4110 „Bösartige Neubildungen der Atemwege und der Lungen durch Kokereirohgas“
- BK 4113 „Lungenkrebs oder Kehlkopfkrebs durch polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe bei Nachweis der Einwirkung einer kumulativen Dosis von mindestens 100 Benzo[a]pyren-Jahren $[(\mu g/m^3) \times Jahre]$ “

4.8.3 Lungenkrebs

Lungenkrebs (Bronchialkarzinom) ist eine bösartige Neubildung innerhalb des Lungengewebes selbst und kann bösartige Absiedlungen (Metastasen) in anderen Organen bilden. Er ist die häufigste durch Krebserkrankungen hervorgerufene Todesursache bei Männern.

Der Ursprung des Krebses liegt im sogenannten Bronchialepithel, der Innenauskleidung der Bronchien. Je nachdem, welche Zellen des Bronchialsystems entarten, werden verschiedene Formen unterschieden.

4.8.3.1 Kleinzelliges Bronchialkarzinom

Das kleinzellige Bronchialkarzinom wächst sehr schnell. Die Zellen dieser Krebsform können Hormone produzieren, sodass oft spezielle Symptome (paraneoplastische Syndrome) auftreten können. Das kleinzellige Bronchialkarzinom entsteht in den meisten Fällen zentral in der Lunge und wächst dort wie eine Manschette um die Bronchien. Die entarteten Zellen teilen sich sehr schnell, sodass sich der Tumor etwa alle 10 bis 50 Tage in der Größe verdoppelt. Relativ früh streuen die Krebszellen über die Blut- und Lymphbahnen in andere Organe und Gewebe (Metastasenbildung). Das kleinzellige Bronchialkarzinom ist daher bei der Diagnosestellung häufig weit fortgeschritten und die Prognose ungünstig.

4.8.3.2 Nicht-kleinzelliges Bronchialkarzinom (NSCLC)

Das nicht-kleinzellige Bronchialkarzinom leitet sich aus verschiedenen Ursprungszellen ab. Es ist häufiger und hat eine bessere Prognose als die kleinzelligen Bronchialkarzinome. Etwa 80 % aller Bronchialkarzinome sind nicht-kleinzellig.

Es werden folgende Typen unterschieden:

- Adenokarzinome
- Plattenepithelkarzinome
- großzellige Karzinome
- sonstige nicht-kleinzellige Bronchialkarzinome

4.8.3.3 Lungenkrebs als Berufskrankheit

In ca. 5 % der Fälle von Lungenkrebs sind berufliche Ursachen für die Entstehung verantwortlich. So sind Lungenkrebserkrankungen bei entsprechender beruflicher Belastung derzeit bei folgenden elf Berufskrankheiten anerkennungsfähig:

- BK 1103 „Erkrankungen durch Chrom oder seine Verbindungen“
- BK 1108 „Erkrankungen durch Arsen oder seine Verbindungen“
- BK 1310 „Erkrankungen durch halogenierte Alkyl-, Aryl- oder Alkylaryloxide“
- BK 1311 „Erkrankungen durch halogenierte Alkyl-, Aryl- oder Alkylarylsulfide“
- BK 2402 „Erkrankungen durch ionisierende Strahlen“
- BK 4104 „Lungenkrebs oder Kehlkopfkrebs
 - in Verbindung mit Asbeststaublungenerkrankung (Asbestose)
 - in Verbindung mit durch Asbeststaub verursachter Erkrankung der Pleura oder
 - bei Nachweis der Einwirkung einer kumulativen Asbestfaserstaub-Dosis am Arbeitsplatz von mindestens 25 Faserjahren $\{25 \times 10^6 [(Fasern/m^3) \times Jahre]\}$ “
- BK 4109 „Bösartige Neubildungen der Atemwege und der Lungen durch Nickel oder seine Verbindungen“
- BK 4110 „Bösartige Neubildungen der Atemwege und der Lungen durch Kokereirohgase“
- BK 4112 „Lungenkrebs durch die Einwirkung von kristallinem Siliziumdioxid (SiO_2) bei nachgewiesener Quarzstaublungenerkrankung (Silikose oder Siliko-Tuberkulose)“
- BK 4113 „Lungenkrebs oder Kehlkopfkrebs durch polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe bei Nachweis der Einwirkung einer kumulativen Dosis von mindestens 100 Benzo[a]pyren-Jahren $[(\mu g/m^3) \times Jahre]$ “
- BK 4114 „Lungenkrebs durch das Zusammenwirken von Asbestfaserstaub und polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen“

4.8.3.4 Lungenkrebs oder Kehlkopfkrebs durch Asbest

Mehr als 90 % der beruflich bedingten Lungenkrebserkrankungen gehen zu Lasten von Asbest.

Die fibrogene und die krebserzeugende Wirkung von Asbestfasern zeigen sich vor allem bei einer Faserlänge von mehr als 5 Mikrometern und einem Durchmesser kleiner 3 Mikrometern. Der chronische Reiz- und Entzündungsprozess kann sich nach einer Latenzzeit von 10–50 Jahren zu einem Lungenkrebs entwickeln. Das Wirkprinzip, wie es zur Entstehung der asbestbedingten Krebserkrankungen kommt, ist bislang nicht geklärt.

Ein asbestbedingter Lungen- oder Kehlkopfkrebs kann als Berufskrankheit BK 4104 anerkannt werden, wenn sich eine Asbestose, asbestbedingte Pleuraveränderungen oder mindestens 25 Faserjahre (1 Faserjahr = Exposition gegenüber 1 Mio. Fasern pro m^3 Luft während eines Jahres) als lebenslange Belastungsdosis nachweisen lassen.

Häufig treten Beschwerden erstmals in bereits fortgeschrittenen Krankheitsstadien auf. Frühsymptome finden sich selten. Husten länger als 3–4 Wochen oder blutiger Auswurf muss dringend abgeklärt werden. Zudem finden sich als Symptome wie bei der Asbestose Atemnot, Schmerzen in der Brust, Leistungsminderung unter Belastung und später auch in Ruhe, Gewichtsabnahme, Fieber oder Nachtschweiß. Beim Kehlkopfkrebs fällt meist zuerst eine Heiserkeit auf.

Lungenkrebs tritt besonders häufig bei Raucherinnen und Rauchern auf. Diese haben im Vergleich zu Nichtrauchern ein 10–40-mal höheres Risiko, einen Lungenkrebs zu entwickeln. Asbestbelastete Nichtraucher haben ein 5-fach erhöhtes Lungenkrebsrisiko, während asbestbelastete Raucher ein mehr als 50-fach erhöhtes Risiko gegenüber einem nicht asbestbelasteten Nichtraucher aufweisen.

Tabelle 5: Krebsrisiken bei Belastung durch Asbest und Zigarettenrauch

Relatives Risiko	ohne Asbestbelastung	mit Asbestbelastung
Nichtraucher/innen	1	5
Raucher/innen	10–40	> 50

In einer großen wissenschaftlichen Studie wurden in den USA über 50 000 Personen zwischen 55 und 74 Jahren mit einem Zigarettenkonsum von mindestens 30 Packungsjahren (1 Packungsjahr entspricht dem täglichen Rauchen einer Schachtel Zigaretten während eines Jahres) untersucht. Die Studie kam zu dem Ergebnis, dass die Zahl tumorbedingter Todesfälle durch den Einsatz von LD-HRCT (Niedrigdosis-Hochleistungs-Computertomographie) gesenkt werden kann²⁴.

Vor diesem Hintergrund bietet die BG RCI versicherten Personen, bei denen entweder eine BK 4103 anerkannt oder eine kumulative Belastung von mindestens 25 Faserjahren festgestellt wurde, eine erweiterte Vorsorge zur Früherkennung asbestverursachter Lungenkrebserkrankungen in Form einer jährlichen Früherkennungsuntersuchung mit LD-HRCT an. Weitere Voraussetzungen sind ein aktueller oder früherer Zigarettenkonsum von mindestens 30 Packungsjahren und die Vollendung des 55. Lebensjahres.

4.8.3.5 Mesotheliom

Bösartige Tumore des Rippenfells (Pleura), des Bauchfells (Peritoneum) oder des Herzbeutels (Perikard) werden als Mesotheliome bezeichnet.

Am häufigsten treten Rippenfellmesotheliome (Pleuramesotheliome) auf. Die Symptome beim Pleuramesotheliom sind in der Regel uncharakteristisch: Häufig ist das erste Symptom Atemnot. Diese entsteht durch Flüssigkeitsansammlung im Pleuraspalt, einen Pleuraerguss. Nicht selten kommt es als erstes Zeichen zu Brustkorb- oder Flankenschmerzen durch die Reizung von Nerven zwischen den Rippen oder auch durch Einwachsen des Tumors in die Brustwand. Trockener Husten und Atemnot als Folge des Tumorwachstums treten meist erst später auf.

Seltener zeigen sich ein Reizhusten oder ein Spontanpneumothorax. Bei einem einseitigen Pleuraerguss oder Pleuraverdickungen muss eine Mesotheliomerkrankung in Betracht gezogen werden.

Beim Bauchfellmesotheliom treten meist unspezifische Bauchbeschwerden, Schmerzen, Verstopfung und eine Umfangsvermehrung infolge einer Flüssigkeitsansammlung im Bauchraum auf.

Das Herzbeutelmesotheliom ist selten. Hier kommt es zu stechenden Schmerzen hinter dem Brustbein, Herzrhythmusstörungen und bei einem Erguss im Herzbeutel zu einer Einschränkung der Pumpfunktion des Herzens.

24) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (134)

Als Allgemeinsymptome können sich Leistungsminderung, Fieber, Nachtschweiß und Gewichtsverlust zeigen.

Bis zu 90 % der Mesotheliomerkrankungen können auf eine Asbestexposition zurückgeführt werden. Schon in den 1960er Jahren wurde daher der Begriff des „asbestbedingten Signaltumors“ verwendet. Die Asbestfasern werden in den kleinen Luftwegen und Lungenbläschen abgelagert und wandern von dort aus in das Lungengewebe sowie bis in den Bereich des Rippenfells (sogenannte Pleurotropie). Es kommt zu einem chronisch entzündlichen Prozess, der als Ursache für die Tumorentstehung angesehen wird.

Ein Mesotheliom kann im Gegensatz zum Lungenkrebs bereits bei kurzdauernder Exposition gegenüber einer geringen Faserkonzentration verursacht und anerkannt werden. Die Prognose ist deutlich ungünstiger als beim Lungenkrebs.

Die Erkrankung wird nach immunhistochemischer Sicherung als Berufskrankheit BK-Nr. 4105 „Durch Asbest verursachtes Mesotheliom des Rippenfells, des Bauchfells oder des Perikards“ bei nachgewiesener beruflicher Exposition gegenüber Asbeststaub anerkannt.

5 Untersuchungsverfahren bei Atemwegs- und Lungenerkrankungen

Beschwerden wie Atemnot oder Husten werden im Rahmen eines ärztlichen Gesprächs (Anamnese) und mit verschiedenen Untersuchungsverfahren abgeklärt. An erster Stelle wird dabei die Spirometrie eingesetzt.

In der Regel beinhalten diese Untersuchungen eine Überprüfung der **Lungenfunktion**. Die dabei am häufigsten eingesetzten Verfahren sind Spirometrie und Peak-Flow-Untersuchungen.

Aufwändigere Untersuchungen sind Ganzkörperplethysmografie, Blutgasmessungen, allgemeine Provokations- und arbeitsplatzbezogene Inhalationstests, Röntgenuntersuchungen, Bronchoskopie, Ultraschalluntersuchung des Herzens sowie spezielle Allergietestungen von Haut- und Atemwegen.

Die Leistungsfähigkeit von Atemwegen und Herz-Kreislaufsystem kann durch die sogenannte Spiroergometrie, eine Kombinationsuntersuchung aus Belastungs-EKG und Atemgasbestimmungen, untersucht werden.

5.1 Spirometrie

Mittels Spirometrie werden folgende wichtige Messgrößen (siehe dazu auch Abschnitt 2.3) bestimmt:

- **Vitalkapazität (FVC):** Gasvolumen (L), das nach maximaler Einatmung unter höchstmöglicher Ausatemgeschwindigkeit insgesamt ausgeatmet wird,
- **Einsekundenkapazität (FEV₁):** Gasvolumen (L), das nach maximaler Einatmung unter höchstmöglicher Ausatemgeschwindigkeit in der ersten Sekunde ausgeatmet wird,
- **Peak-Flow (PEF, Spitzenfluss):** Maximale Ausatemgeschwindigkeit, Angabe in L/s,

Abbildung 12 a: normale Fluss-Volumen-Kurve

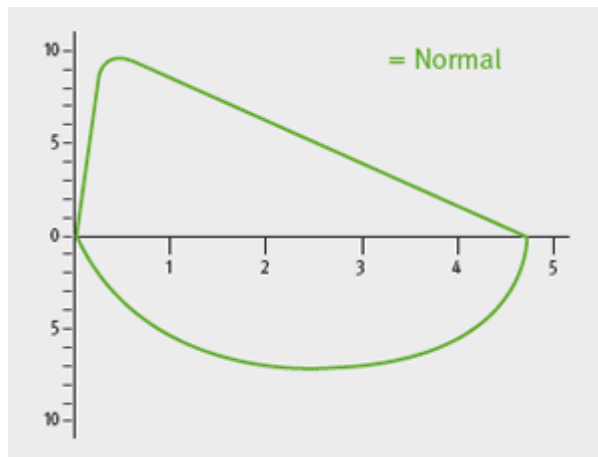


Abbildung 12 b: Fluss-Volumen-Kurve bei einer Obstruktion

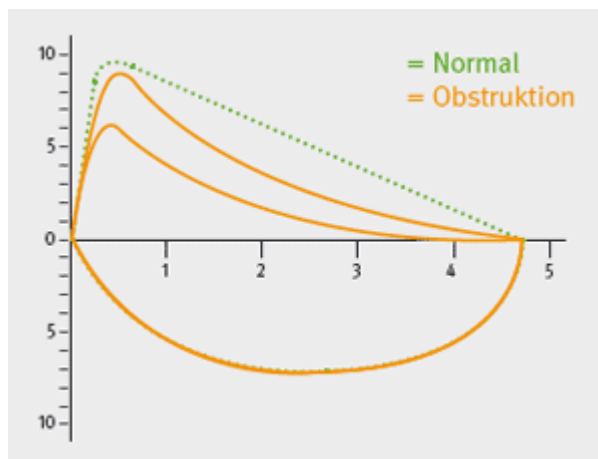
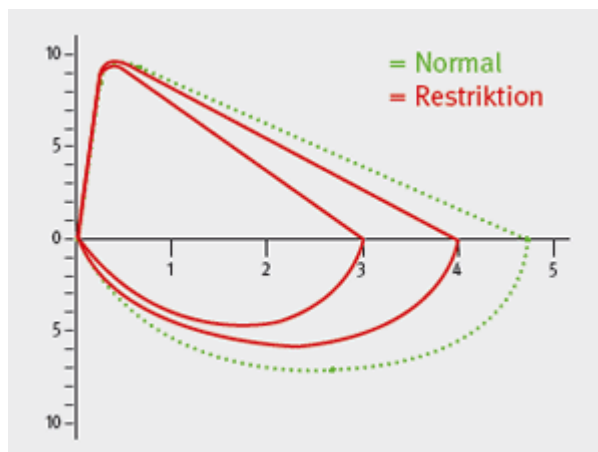


Abbildung 12 c: Fluss-Volumen-Kurve bei einer Restriktion



Mit diesem vergleichsweise einfachen Verfahren kann durch die sogenannte Fluss-Volumen-Kurve bereits zwischen einer Atemwegsverengung (Obstruktion) oder einer Einschränkung des maximalen Volumens einer vollständigen Ausatmung (Restriktion) unterschieden werden. In der Abbildung 12 wird schematisch zunächst eine normale Fluss-Volumen-Kurve dargestellt (Abbildung 12 a), danach zwei Beispiele obstruktiver Störungen (Abbildung 12 b) und schließlich zwei Beispiele einer Restriktion (Abbildung 12 c).

5.1.1 Peak-Flow-Meter (Messung des Spitzenflusses bei höchstmöglicher Ausatemgeschwindigkeit)

Hierbei handelt es sich um ein einfaches Gerät zur Selbstkontrolle, insbesondere bei Asthmaerkrankungen, mit dem der Peak-Flow (Spitzenfluss) während einer maximalen Ausatmung gemessen wird (Angabe in L/s). Messzeitpunkt und Ergebnis sind in einem Tagebuch zu dokumentieren. Auch sollten die Umgebungsbedingungen und die Tätigkeiten vor der Messung festgehalten werden. Letzteres ist besonders wichtig, wenn arbeitsbedingte Veränderungen der Lungenfunktion bei bestimmten Tätigkeiten überprüft werden sollen.

Abbildung 13: Peak-Flow-Meter



5.2 Ganzkörper- oder Bodyplethysmografie

Die Ganzkörperplethysmografie stellt ein Verfahren zur Messung des bronchialen Strömungswiderstandes dar. Weiter können hiermit das nicht ausatembare und in den Atemwegen verbleibende Gasvolumen (das sogenannte Residualvolumen (RV)) sowie das nach maximaler Einatmung im Brustkorb vorhandene Gasvolumen (Totales Gasvolumen (TGV)) oder die totale Lungenkapazität (TLC) bestimmt werden.

Die Untersuchung findet in einer geschlossenen Glaskammer statt. Die Messgrößen werden über minimale Druck- und Volumenschwankungen am Mund des Probanden oder der Probandin und in der Kammer bestimmt bzw. ermittelt.

Abbildung 14: Ganzkörperplethysmograf

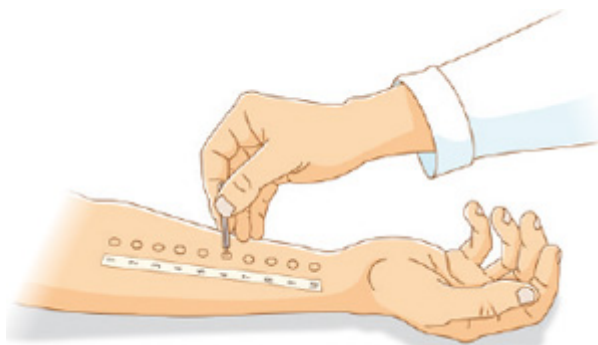


Die dabei erhobenen Messgrößen geben weitere Informationen über die Art und Weise sowie die Schwere einer Atemwegserkrankung. Während die Spirometrie stark von der Mitarbeit abhängig ist, trifft dies auf die Ganzkörperplethysmografie praktisch nicht zu.

5.3 Allergie-Hauttest

Ergibt sich aus den vorgenannten Untersuchungen eine obstruktive Atemwegserkrankung oder aus den geschilderten Beschwerden ein Hinweis auf eine mögliche Sensibilisierung (siehe Abschnitte 4.5.1 und 4.6), wird ein Allergie-Hauttest (Prick-Test) durchgeführt. Hierzu wird ein Tropfen einer bestimmten Allergenlösung auf die Innenseite des Unterarmes aufgetragen und die Haut durch den Tropfen hindurch mit einer Lanzette angepiekst. Für jeden Tropfen ist eine neue Lanzette zu verwenden.

Abbildung 15: Hauttest



Wird dabei auf sogenannte Frühblüher, Gräser, Fehlkrauter und Hausstaubmilben getestet, spricht man vom Standard-Prick-Test. Erweitert wird die Testung aufgrund der Schilderung bestimmter Arbeits- oder Umweltstoffe.

Zeigt sich eine Hautrötung und/oder eine juckende Quaddel im Bereich der Einstichstelle, ist von einer allergischen Reaktion auszugehen.

5.4 Provokationsuntersuchungen

5.4.1 Test auf bronchiale Hyperreagibilität (BHR-Test)

Beim Verdacht auf Vorliegen einer Obstruktion (siehe Abschnitt 4.6) wird zudem die bronchiale Überempfindlichkeit mittels unspezifischem bronchialem Hyperreagibilitätstest (BHR-Test) untersucht. Hierbei wird ein Teststoff (meist Methacholin) bis zu einer Gesamtmaximaldosis eingeatmet. Veränderungen der Lungenfunktionswerte werden vor, zwischen den Einzelgaben und in einer Nachbeobachtungszeit spirometrisch sowie ganzkörperplethysmografisch gemessen.

Bei Verdacht auf Vorliegen einer Obstruktion durch einen Arbeitsstoff kann in Kooperation zwischen Betriebs- und Lungenfacharzt/-ärztin ein sequenzieller Metacholintest durchgeführt werden. Hierzu ist es erforderlich, dass Betroffene montags oder dienstags vor Schichtbeginn bei einem Lungenfacharzt/-ärztin einen Metacholintest durchführen lässt. Nach mindestens zwei vollständigen Arbeitsschichten wird der Metacholintest am Mittwoch oder Donnerstag nach der Arbeitsschicht wiederholt. Fällt der Test dann früher oder deutlich stärker positiv aus, ist von einem Arbeitsplatzbezug der Beschwerden der Betroffenen auszugehen.

5.4.2 Bronchospasmodolysetest

Bei manifester oder durch BHR-Test provozierter Obstruktion erfolgt anschließend ein Test auf die Wirksamkeit eines atemwegserweiternden Sprays. Werden dadurch wieder normale Funktionswerte erreicht, wird von vollständiger Reversibilität, werden normale Funktionswerte nicht vollständig erreicht, von Teilreversibilität gesprochen.

5.4.3 Spezifische Provokationsuntersuchungen

Liegt der Verdacht der Verursachung einer Obstruktion durch einen Arbeitsstoff vor, so kann man diesen Stoff unter laufender Beobachtung einatmen lassen und die Veränderungen der Lungenfunktionswerte spirometrisch sowie ganzkörperplethysmografisch messen und aufzeichnen.

Besteht neben einer bronchialen Atemerschwernis auch eine nasale, so kann auch eine nasale Provokationsuntersuchung erfolgen. Hierbei werden der Fluss und der nasale Widerstand pro Nasenloch gemessen. Bei ausschließlich nasalen Problemen kann auch eine rein nasale Provokation erfolgen.

Ein Sonderfall stellt der arbeitsplatzbezogene Inhalationstest (AIT) dar, der unter bestimmten Voraussetzungen in speziell dafür ausgestatteten Einrichtungen durchgeführt werden sollte. Hierbei werden die Betroffenen mit dem vermuteten Arbeitsstoff in aufsteigenden Konzentrationen unter Beobachtung exponiert. Beim Nachweis einer Obstruktion unter festgelegten Kriterien wird der Test abgebrochen.

5.5 Diffusionsmessungen

Der Sauerstoffaustausch in der Lunge zwischen Lungenbläschen und roten Blutkörperchen erfolgt durch Diffusion. Die Fähigkeit, den Sauerstoff in die Lunge aufzunehmen, wird als Diffusionskapazität gemessen.

Abgeleitet wird diese Kapazität in der Regel über die Messung der Kohlenmonoxidaufnahme aus einer mit Kohlenmonoxid angereicherten Testluft. Dabei wird der Unterschied des Kohlenmonoxidgehalts in der Ein- und Ausatemluft verglichen.

Die Diffusionskapazität ist bei fortgeschrittenen Lungenerkrankungen, beispielsweise einem Lungenemphysem oder einer Staublung, vermindert.

5.6 Blutgasbestimmungen

Bei Bestimmung der „Blutgase“ werden der Sauerstoff- und der Kohlendioxidgehalt sowie der pH-Wert und der sogenannte Basenexzess (Säuregehalt) im Blut bestimmt. Ein erniedrigter Sauerstoffgehalt oder ein erhöhter Kohlendioxidgehalt sind Hinweise auf eine Atemfunktionsstörung.

Bei Hinweisen auf eine Atemwegs- oder Lungenerkrankung werden die Blutgase in Ruhe und unter Belastung bestimmt. Bessert sich ein zu niedriger Sauerstoffgehalt unter Belastung, so ist das ein Hinweis auf eine sogenannte Verteilungsstörung, die häufig bei einer Obstruktion zu beobachten ist. Damit ist aktuell eine Diffusionsstörung ausgeschlossen.

Sinkt der Sauerstoffgehalt unter Belastung aber weiter ab, liegt in der Regel eine Versteifung des Lungengewebes (Restriktion) oder ein Lungenemphysem schwereren Ausmaßes vor.

5.7 Belastungsuntersuchungen mit Blutgasbestimmungen

5.7.1 Belastungs-EKG oder 6-Minuten-Gehtest

Bei einem Belastungs-EKG werden die Leistungsfähigkeit des Herzens und indirekt auch die der Lunge gemessen. Dies erfolgt über die fortlaufende Messung von Blutdruck und Herzfrequenz sowie gleichzeitiger Aufzeichnung der Herzströme (EKG). Vor Beginn, bei Belastungsabbruch und nach der Belastung werden auch die Blutgase bestimmt.

Alternativ kann auch ein 6-Minuten-Gehtest mit Blutgasbestimmungen vor und nach der Belastung durchgeführt werden. Hierbei handelt es sich um eine alltagsnahe Ermittlung der Belastbarkeit.

5.7.2 Spiroergometrie

Die Spiroergometrie ist die Erweiterung der Belastungs-EKG-Untersuchung mit Blutgasbestimmungen bei gleichzeitiger Messung der Sauerstoff- und Kohlendioxidgehalte in der Ein- und Ausatemluft. Hierbei kann die Gesamtleistungsfähigkeit des Atmungs- und Herzkreislaufsystems untersucht werden. Bei mangelhaftem

muskulärem Trainingszustand oder Einschränkungen der Bewegungsfähigkeit ist nur eine begrenzte Aussage möglich.

5.8 Bronchoskopie

Die Bronchoskopie ist ein endoskopisches Verfahren, bei dem die Atemwege unter Sicht beurteilt und Gewebeproben entnommen werden können. Dabei kann auch eine sogenannte bronchoalveoläre Lavage (BAL) durchgeführt werden. Hierzu wird eine geringe Menge Kochsalzlösung in die Atemwege gegeben und anschließend wieder abgesaugt. Das durch Gewebeprobe oder BAL gewonnene Material wird auf Zell- oder Gewebeveränderungen weiter untersucht.

Im Bereich von Nasenhaupt- und -nebenhöhlen kann eine nasale Endoskopie Informationen über Schleimhautschäden, Polypen und Krebserkrankungen liefern.

5.9 Bildgebende Verfahren

5.9.1 Echokardiografie

Die Echokardiografie ist eine Ultraschalluntersuchung des Herzens. Damit lassen sich Veränderungen des Herzmuskels und der Herzklappen darstellen. Ebenso können die Herzhöhlen vermessen und die Strömungsgeschwindigkeiten im Bereich von Klappen und größeren Gefäßen bestimmt werden.

Bei Lungenerkrankungen finden sich, bedingt durch einen erhöhten Blutdruck, im Lungenkreislauf häufiger Veränderungen im Bereich des rechten Herzens bis hin zur Endstufe einer manifesten Rechtsherzveränderung (Cor pulmonale).

5.9.2 Ultraschalluntersuchung

Die Ultraschalluntersuchung (Sonografie) der Lunge ist wegen des Luftgehalts nur eingeschränkt möglich. Dagegen können Flüssigkeitsansammlungen im Pleuraspalt (Pleuraerguss) gut dargestellt sowie deren Lage und Ausmaß erfasst werden. Ebenso können bestimmte Erkrankungen des Lungengewebes erkannt und durch die Brustwand unter sonografischer Kontrolle Gewebe- bzw. Ergussproben gewonnen werden.

5.9.3 Röntgenuntersuchung

Beim Röntgen wird die den Körper durchdringende Röntgenstrahlung aufgezeichnet. Die unterschiedlich dichten Gewebe des Körpers absorbieren die Röntgenstrahlen unterschiedlich stark, sodass ein Abbild des Körperinneren entsteht.

In der arbeitsmedizinischen Vorsorge wird die Röntgenuntersuchung bei bestehenden oder zurückliegenden Staubbelastungen, z. B. durch Quarz, Asbest, Beryllium oder Hartmetall haltige Stäube, in festgelegten Abständen durchgeführt, um Veränderungen frühzeitig festzustellen.

5.9.4 Computertomografie

Die Computertomographie ist ein spezielles Röntgenverfahren, welches einen detaillierten Blick in den menschlichen Brustkorb ermöglicht und im Anschluss an eine normale Röntgenuntersuchung der Lunge erforderlich werden kann.

Körperorgane können schichtweise sowohl in Quer- als auch Längsschnittebenen dargestellt werden. Damit lassen sich Rückschlüsse auf Veränderungen des Lungengewebes, aber auch die genaue Größe und Lage von Raumforderungen in der Lunge ermitteln.

5.9.5 Weitere bildgebende Untersuchungen

Die **PET-CT** ist eine Kombination aus den zwei bildgebenden Untersuchungsverfahren Positronenemissionstomografie (PET) und Computertomografie (CT).

Bei der PET werden dem Patienten geringe Mengen radioaktiv markierter Stoffe, in der Regel Glukose, verabreicht, deren Verteilung mit Hilfe der PET-Kamera sichtbar gemacht wird. Tumorzellen haben in der Regel einen aktiveren Stoffwechsel als gesundes Gewebe und reichern daher den Marker an. In der Kombination mit der CT wird Lage, Größe und Stoffwechselaktivität eines Tumors sowie von Metastasen dargestellt.

Mit der **Lungenzintigraphie** kann einerseits die Lungendurchblutung (Lungenperfusionsszintigraphie), andererseits die Lungenbelüftung (Inhalationsszintigraphie, Ventilationsszintigraphie) untersucht werden. Die häufigste Indikation für die Lungenzintigraphie ist der Nachweis oder der Ausschluss einer Lungenembolie.

6 Gefährdungsbeurteilung

6.1 Allgemeines

Um erforderliche Maßnahmen für die Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit festzulegen, muss eine systematische Ermittlung und Bewertung relevanter Gefährdungen und Belastungen der Beschäftigten erfolgen²⁵⁾.

Die Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen

- ist vor Aufnahme der Tätigkeiten durchzuführen,
- darf nur von fachkundigen Personen durchgeführt werden. Gegebenenfalls hat sich die Unternehmerin bzw. der Unternehmer fachkundig beraten zu lassen, z. B. von der Fachkraft für Arbeitssicherheit oder von der Betriebsärztin bzw. dem Betriebsarzt,
- ist zu dokumentieren und auf aktuellem Stand zu halten.

Die Gesamtverantwortung für die Gefährdungsbeurteilung liegt immer beim Unternehmer oder der Unternehmerin. Der Betriebsrat ist hinzuzuziehen.

Die Gefährdungsbeurteilung gliedert sich in folgende Schritte:

25) Siehe auch § 5 ArbSchG, § 6 GefStoffV und TRGS 400

- Erfassen der Tätigkeiten mit Gefahrstoffen einschließlich solcher, bei denen Gefahrstoffe entstehen oder freigesetzt werden können (über die ermittelten Gefahrstoffe ist ein Verzeichnis zu führen – Gefahrstoffverzeichnis),
- Informationsermittlung,
- Bewertung der Gefährdungen (inhalativ, dermal, physikalisch-chemisch),
- Prüfung auf Substitutionsmöglichkeiten,
- Festlegung und Durchführung notwendiger Schutzmaßnahmen,
- Dokumentation,
- regelmäßige Wirksamkeitskontrolle.

Tätigkeiten mit Gefahrstoffen dürfen erst aufgenommen werden, nachdem die Gefährdungsbeurteilung durchgeführt und entsprechende Schutzmaßnahmen festgelegt wurden.

Dabei müssen über den normalen Betrieb hinaus auch das An- und Abfahren von Anlagen, Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten sowie Störungen des Normalbetriebes betrachtet werden.

Liegt eine branchen- oder tätigkeitsspezifische Hilfestellung, ein Expositionsszenario nach REACH-Verordnung oder eine mitgelieferte Gefährdungsbeurteilung vom Hersteller oder Inverkehrbringer vor, darf diese bei der Festlegung der Schutzmaßnahmen übernommen werden. Voraussetzung ist, dass die Tätigkeiten im Betrieb den in der Vorlage gemachten Angaben und Festlegungen entsprechen.

Bei der Zusammenarbeit verschiedener Firmen kann es zu einer gegenseitigen Gefährdung kommen. Deshalb ist die Fremdfirmenkoordination ebenfalls Bestandteil der eigenen Gefährdungsbeurteilung.

Je nach Arbeitsbedingungen und Verfahren können sich unterschiedliche Gefährdungen ergeben. So kann sich, z. B. beim Eindampfen eines Gemisches, der Anteil eines gefährlichen Stoffes erhöhen.

Die Verwendungsform kann darüber entscheiden, ob es beim Umfüllen zu einer hohen oder zu einer geringen Staubentwicklung kommt. Bei der Informationsermittlung sind deshalb zu berücksichtigen:

- Menge und Verwendungsform der Gefahrstoffe,
- Arbeitsbedingungen,
- Verfahrensweisen (z. B. Eindampfen, Erhitzen),
- verwendete Arbeitsmittel,
- Dauer der Tätigkeit,
- Raumklima.

Arbeitsmedizinische Vorsorgen²⁶⁾ können im Einzelfall Hinweise auf Expositionen und Gefährdungen geben.

Für weitere Informationen zur allgemeinen Gefährdungsbeurteilung können die vielfältigen Hilfsmittel verwendet werden, die die BG RCI ihren Mitgliedsbetrieben für die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung nach Arbeitsschutzgesetz bietet:

- Die Merkblätter A 016 „Gefährdungsbeurteilung – Sieben Schritte zum Ziel“²⁷⁾ und A 017 „Gefährdungsbeurteilung – Gefährdungskatalog“²⁷⁾ sowie der Ordner „Gefährdungsbeurteilung – Arbeitshilfen“²⁸⁾.
- Die dort enthaltenen Arbeitsblätter sind Teil des Programms GefDok light²⁹⁾ im Kompendium Arbeitsschutz und stehen unter www.bgrci.de/downloadcenter zur Verfügung. Die Excel-Vorlagen können ohne spezielle Excel-Kenntnisse direkt am PC ausgefüllt werden.
- Das Kompendium Arbeitsschutz mit dem Programm GefDok Pro²⁹⁾ zur Gefährdungsbeurteilung am PC.

26) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (7)

27) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (76–77)

28) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (97)

29) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (124) und (138)

- Die Software GefDok KMU²⁹⁾ für die Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung für kleine und mittlere Unternehmen.
- Formblätter aus dem Praxishilfe-Ordner „Arbeitsschutz mit System“³⁰⁾ (als Word- und Excel-Dateien).
- Das Portal Gefahrstoffe unter www.gefährstoffwissen.de³¹⁾.
- Die Schriftenreihe „Sicheres Arbeiten“, z. B. „Sicheres Arbeiten in Laboratorien“ (DGUV Information 213-850)³²⁾.
- Die stoffspezifischen DGUV Informationen/Merkblätter der M-Reihe, insbesondere M 053 „Arbeitsschutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ (DGUV Information 213-080)³³⁾.

Darüber hinaus bieten unter anderem die folgenden Technischen Regeln für Gefahrstoffe weitere Hilfestellungen:

- TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“³⁴⁾
- TRGS 402 „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition“³⁵⁾
- TRBA/TRGS 406 „Sensibilisierende Stoffe für die Atemwege“³⁶⁾
- TRGS 407 „Tätigkeiten mit Gasen – Gefährdungsbeurteilung“³⁶⁾
- TRGS 420 „Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) für die Gefährdungsbeurteilung“³⁷⁾
- TRGS 500 „Schutzmaßnahmen“³⁸⁾
- TRGS 517 „Tätigkeiten mit potenziell asbesthaltigen mineralischen Rohstoffen und daraus hergestellten Gemischen und Erzeugnissen“³⁹⁾
- TRGS 519 „Asbest, Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten“³⁹⁾
- TRGS 521 „Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten mit alter Mineralwolle“³⁹⁾
- TRGS 554 „Abgase von Dieselmotoren“⁴⁰⁾
- TRGS 559 „Quarzhaltiger Staub“⁴¹⁾
- TRGS 600 „Substitution“⁴²⁾
- TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW)“⁴³⁾
- TRGS 903 „Biologische Grenzwerte (BGW)“⁴³⁾
- TRGS 905 „Verzeichnis krebserzeugender, keimzellmutagener oder reproduktionstoxischer Stoffe“⁴³⁾
- TRGS 906 „Verzeichnis krebserzeugender Tätigkeiten oder Verfahren“⁴³⁾
- TRGS 907 „Verzeichnis sensibilisierender Stoffe und von Tätigkeiten mit sensibilisierenden Stoffen“⁴³⁾
- TRGS 910 „Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen“⁴³⁾

30) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (95)

31) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (139)

32) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (68)

33) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (85)

34) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (22)

35) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (24)

36) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (25–26)

37) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (28)

38) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (30)

39) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (32–34)

39) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (32–34)

40) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (38)

41) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (41)

42) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (44)

43) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (47–52)

6.2 Ermitteln und Bewerten

Basis für die Beurteilung ist die Bewertung der mit den Tätigkeiten verbundenen inhalativen (durch Einatmen), dermalen (durch Hautkontakt) und physikalisch-chemischen Gefährdungen (Brand- und Explosionsgefahren). Inhalative Gefährdungen können entstehen durch das Einatmen von Gefahrstoffen in Form von Gasen, Dämpfen, Stäuben etc. im Atembereich der Beschäftigten.

Die Stoffeigenschaften können dem Sicherheitsdatenblatt entnommen werden. Nach Einführung des Global Harmonisierten Systems zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien (GHS) werden Gefährdungen und Sicherheitshinweise mit H- und P-Sätzen beschrieben. Die im Folgenden aufgeführten H-Sätze (für „Hazard“ – englisch für Gefahr) warnen vor gesundheitlichen Beeinträchtigungen beim Einatmen dieser Stoffe:

H330	Lebensgefahr bei Einatmen.
H331	Giftig bei Einatmen.
H332	Gesundheitsschädlich bei Einatmen.
H334	Kann bei Einatmen Allergie, asthmaartige Symptome oder Atembeschwerden verursachen.
H335	Kann die Atemwege reizen.
H336	Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.
H304	Kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein.
EUH029	Entwickelt bei Berührung mit Wasser giftige Gase.
EUH031	Entwickelt bei Berührung mit Säure giftige Gase.
EUH032	Entwickelt bei Berührung mit Säure sehr giftige Gase.
EUH071	Wirkt ätzend auf die Atemwege.
EUH206	Achtung! Nicht zusammen mit anderen Produkten verwenden, da gefährliche Gase (Chlor) freigesetzt werden können.
EUH207	Achtung! Enthält Cadmium. Bei der Verwendung entstehen gefährliche Dämpfe. Hinweise des Herstellers beachten. Sicherheitsanweisungen einhalten.

Darüber hinaus sind bei gasförmigen, flüchtigen oder aerosolartigen (Nebel, Staub, Rauch) Stoffen auch folgende weitere H-Sätze relevant:

H340	Kann genetische Defekte verursachen.*
H341	Kann vermutlich genetische Defekte verursachen.*
H350	Kann Krebs erzeugen.*
H351	Kann vermutlich Krebs erzeugen.*
H360	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen oder das Kind im Mutterleib schädigen.*
H361	Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen oder das Kind im Mutterleib schädigen.*
H370	Schädigt die Organe.*
H371	Kann die Organe schädigen.*
H372	Schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition.*
H373	Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition.*
* Der Expositionsweg wird angegeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht.	

Diese Sätze können auch in Kombination mit anderen auftreten.

Der Unternehmer oder die Unternehmerin hat die Pflicht, Art, Ausmaß und Dauer der inhalativen Exposition zu ermitteln und zu beurteilen. Die Beurteilung kann durch nichtmesstechnische Ermittlungsmethoden (Berechnungen oder Übertragung vergleichbarer Arbeitsplätze) oder durch messtechnische Untersuchungen (Arbeitsplatzmessungen) erfolgen. Die TRGS 402 beschreibt die Vorgehensweise zur Beurteilung der inhalativen Gefährdung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen.

Wichtige Angaben für die Beurteilung der gefährlichen Eigenschaften sind dabei

- der Arbeitsplatzgrenzwert (AGW):
 Der Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) 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, bis zu welcher Konzentration eines Stoffes akute oder chronische schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit im Allgemeinen nicht zu erwarten sind. Arbeitsplatzgrenzwerte sind Schichtmittelwerte bei in der Regel täglich achtstündiger Exposition an 5 Tagen pro Woche während der Lebensarbeitszeit. Sie werden in der TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“⁴⁴⁾ veröffentlicht.
- der Biologische Grenzwert (BGW):
 Der biologische Grenzwert (BGW) ist der Grenzwert für die toxikologisch-arbeitsmedizinisch abgeleitete Konzentration eines Stoffes, seines Metaboliten oder eines Beanspruchungsindikators im entsprechenden biologischen Material. Er gibt an, bis zu welcher Konzentration die Gesundheit von Beschäftigten im Allgemeinen nicht beeinträchtigt wird. Sie sind in der TRGS 903 „Biologische Grenzwerte (BGW)“⁴⁴⁾ aufgeführt.
- die Exposition-Risiko-Beziehung (ERB) (siehe Abschnitt 6.2.1),
- die Einstufung als sensibilisierend, krebserzeugend, keimzellmutagen oder reproduktionstoxisch,
- toxikologische Angaben, z. B. aus Abschnitt 11 des Sicherheitsdatenblatts.

Wichtiger Anhaltspunkt für die Beurteilung der gefährlichen Eigenschaften sind auch die physikalisch-chemischen Kenngrößen (Dampfdruck, Siedepunkt u. a.). Die Kenntnis des Dampfdrucks ist z. B. unerlässlich

44) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (47–48)

für die Abschätzung, wie leicht der Arbeitsplatzgrenzwert erreicht werden kann. Z. B. geht eine Flüssigkeit mit einem hohen Dampfdruck schnell in die Gasphase über.

6.2.1 Gefahrstoffe mit krebserzeugenden Eigenschaften

Für die Beurteilung von Tätigkeiten mit krebserzeugenden Stoffen (Kategorie 1A oder 1B) wurden für eine Reihe von Stoffen Expositions-Risiko-Beziehungen (ERB) abgeleitet und in der TRGS 910 „Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen“⁴⁵⁾ veröffentlicht. Die Expositions-Risiko-Beziehung eines krebserzeugenden Stoffes beschreibt den Zusammenhang zwischen der Stoffkonzentration (inhalative Exposition) und der statistischen Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Krebserkrankung während des gesamten Lebens. Das Akzeptanzrisiko und die abgeleitete Akzeptanzkonzentration gibt die Wahrscheinlichkeit einer Krebserkrankung in der Höhe von 4 : 10 000 an. Das Akzeptanzrisiko soll in Zukunft auf 4 : 100 000 abgesenkt werden.

Das Toleranzrisiko und die abgeleitete Toleranzkonzentration gibt die Wahrscheinlichkeit einer Krebserkrankung in der Höhe von 4 : 1000 an. Eine Überschreitung der Toleranzkonzentration wäre mit einem hohen, gesellschaftlich nicht hinnehmbaren Risiko verbunden (siehe Tabelle 6 – Durchführung von Maßnahmen zur Minimierung sind verpflichtend).

Tabelle 6: Konzept der Expositions-Risiko-Beziehungen (ERB)

Toleranzkonzentration überschritten	Hohes Risiko, mit einem nicht hinnehmbaren Risiko verbunden	In diesem Bereich besteht eine unmittelbare Notwendigkeit zusätzlicher Maßnahmen, um zumindest den Bereich mittleren Risikos zu erreichen.
Toleranzkonzentration	Mittleres Risiko	In diesem Bereich steigt die Notwendigkeit zusätzlicher Maßnahmen deutlich an, je näher die Konzentration bei der Toleranzkonzentration ist.
Akzeptanzkonzentration	Niedriges Risiko, mit einem hinnehmbaren Risiko assoziiert	Minimierungsgebot erfüllt.

Weitere Fragen zum Thema Gefahrstoffe mit krebserzeugenden Eigenschaften beantwortet das kurz & bündig KB 024-1 „Krebserzeugende, keimzellmutagene und reproduktionstoxische Stoffe – Grundlagen“.⁴⁶⁾

6.3 Betriebsanweisung

Den Beschäftigten ist entsprechend den Ergebnissen der Gefährdungsbeurteilung eine schriftliche Betriebsanweisung zur Verfügung zu stellen, die bei maßgeblichen Veränderungen aktualisiert wird. Sie ist in einer für die Beschäftigten verständlichen Form und Sprache abzufassen und muss jederzeit von den Beschäftigten eingesehen werden können.

Sie umfasst Informationen über

- die am Arbeitsplatz auftretenden Gefahrstoffe (Bezeichnung, Kennzeichnung, mögliche Gefährdungen),

45) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (52)

46) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (72)

- angemessene Maßnahmen, z. B. zur Hygiene, zur Verhütung einer Exposition, zur Verwendung von persönlichen Schutzausrüstungen,
- Maßnahmen bezüglich Betriebsstörungen, Unfällen und Notfällen.

Weitere Hinweise zur Gestaltung von Betriebsanweisungen gibt das Merkblatt A 010 „Betriebsanweisungen für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ (DGUV Information 213-051)⁴⁷⁾.

Muster-Betriebsanweisungen zeigen die Anhänge 3–5.

6.4 Besonderheiten bei der Gefährdungsbeurteilung „Staub“

Der Allgemeine Staubgrenzwert (ASGW) soll die Beeinträchtigung der Funktion der Atemwege infolge einer allgemeinen Staubwirkung verhindern. Er ist der Arbeitsplatzgrenzwert für schwerlösliche bzw. unlösliche Stäube, die nicht anderweitig reguliert sind. Er liegt für den A-Staub⁴⁸⁾ bei 1,25 mg/m³ und für den E-Staub bei 10 mg/m³.

Der Allgemeine Staubgrenzwert gilt nicht als gesundheitsbasierter Grenzwert für ultrafeine Stäube oder für Stäube mit spezifischer Toxizität, z. B. Stäube mit krebserzeugenden und keimzellmutagenen (Kategorie 1A, 1B), fibrogenen oder sensibilisierenden Wirkungen. Für diese Stäube ist der Allgemeine Staubgrenzwert als allgemeine Obergrenze zur Festlegung von Schutzmaßnahmen gemäß Anhang I Nummer 2.3 Absatz 2 der Gefahrstoffverordnung anzuwenden, sofern keine stoffspezifischen Arbeitsplatzgrenzwerte der Technischen Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 900⁴⁹⁾ oder keine risikobezogenen Beurteilungsmaßstäbe nach der TRGS 910⁵⁰⁾ vorrangig sind. Der Allgemeine Staubgrenzwert gilt nicht für lösliche Stoffe, Lackaerosole und grobdisperse Partikelfractionen. Für Stäube mit hergestellten Nanomaterialien gilt die Technische Regel TRGS 527⁵¹⁾.

Solange keine anderen Erkenntnisse vorliegen, ist die gesamte erfasste Staubfraktion als unlöslich zu bewerten. Wenn in der betrieblichen Praxis Fälle vorkommen, bei denen der Löslichkeit der auftretenden Stäube eine besondere Bedeutung zukommt (z. B. Zucker, Kali- und Steinsalz, Gips), kann die Unternehmerin oder der Unternehmer ggf. unter fachkundiger Beratung im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ein Verfahren festlegen, wie der lösliche Anteil bei der Ermittlung und Beurteilung berücksichtigt werden soll. Löslichkeitsbestimmungen werden z. B. vom Institut für Arbeitsschutz (IFA) der DGUV und dem Institut für Gefahrstoffforschung (IGF) der BG RCI durchgeführt.

Bei Tätigkeiten mit Exposition gegenüber einatembaren Stäuben, für die kein stoffbezogener Arbeitsplatzgrenzwert festgelegt ist, sind die Schutzmaßnahmen so zu bestimmen, dass mindestens die Allgemeinen Staubgrenzwerte für den einatembaren Staubanteil und für den alveolengängigen Staubanteil eingehalten werden. Bei Exposition gegenüber Stoffen ohne AGW können internationale Grenzwerte zur Einordnung herangezogen werden, sofern diese niedriger als der Allgemeine Staubgrenzwert sind.

Alternativ kann die Unternehmerin bzw. der Unternehmer vorliegende branchen- oder tätigkeitsspezifische Hilfestellungen von Verbänden und Trägern der gesetzlichen Unfallversicherung anwenden, die die Kriterien des Kapitels 9 TRGS 500⁵²⁾ erfüllen. Diese werden zum Beispiel vom Fachbereich „Rohstoffe und chemische Industrie“ veröffentlicht. Bislang sind erschienen:

- DGUV Information 213-100 Branchen- oder tätigkeitsspezifische Hilfestellung „Staub bei Elektroinstallationsarbeiten“⁵³⁾,

47) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (75)

48) Der AGW für A-Staub beträgt 1,25 mg/m³ und basiert auf einer mittleren Dichte von 2,5 g/cm³. Bei Materialien höherer oder niedrigerer Dichte kann eine Umrechnung erfolgen.

49) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (47)

50) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (52)

51) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (35)

52) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (30)

53) Siehe Literaturverzeichnis Nr. 103–108

- DGUV Information 213-101 Branchen- oder tätigkeitsspezifische Hilfestellung „Keramische Industrie – Aufbereitung“ (Zerkleinern, Mischen, Fördern mineralischer Rohstoffe)⁵³⁾,
- DGUV Information 213-102 Branchen- oder tätigkeitsspezifische Hilfestellung „Natursteinindustrie“⁵³⁾,
- DGUV Information 213-103 Branchen- oder tätigkeitsspezifische Hilfestellung „Trockenmörtelindustrie“⁵³⁾,
- DGUV Information 213-104 Branchen- oder tätigkeitsspezifische Hilfestellung „Recycling-Baustoffe“⁵³⁾,
- DGUV Information 213-105 Branchen- oder tätigkeitsspezifische Hilfestellung „Kies-/Sand- und Quarzsand-Industrie“⁵³⁾.

6.4.1 Stäube mit krebserzeugenden Eigenschaften

Stäube mit krebserzeugenden Eigenschaften stehen schon lange im Fokus wissenschaftlicher Diskussionen. So ist seit den 90er Jahren bereits bekannt, dass Dieselrußpartikel krebserzeugende Eigenschaften haben. Weiterhin entstehen Stäube mit kanzerogenen Eigenschaften beim Schweißen (z. B. Chrom, Nickel) und bei der Hartmetallherstellung (z. B. Kobalt). Auch Holzstäube (insbesondere Hartholz) sind als krebserzeugend eingestuft. Quarzstäube (kristallines Siliziumdioxid) sind ebenfalls als krebserzeugend kategorisiert und durch ihre weite Verbreitung eine große Herausforderung bei der Staubprävention. Mineralischer Staub gilt als quarzhaltig, wenn in der Luft am Arbeitsplatz Quarzstaub in der A-Staubfraktion vorhanden ist. Kristallines Siliziumdioxid in Form von Quarz oder Cristobalit (alveolengängiger Staubanteil) ist als krebserzeugend bei Menschen eingestuft. In der TRGS 906⁵⁴⁾ sind Tätigkeiten oder Verfahren, bei denen Beschäftigte alveolengängigen Stäuben aus kristallinen Siliziumdioxid in Form von Quarz und Cristobalit ausgesetzt sind, unter den krebserzeugenden Tätigkeiten erfasst. Der Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales (BMAS) hat einen Beurteilungsmaßstab⁵⁵⁾ zu Quarz (A-Staub) von $50 \mu\text{m}^3$ (Überschreitungsfaktor 8)⁵⁶⁾ beschlossen. Dieser dient zur Beurteilung, ob weitere Schutzmaßnahmen notwendig sind.

Eine Übersicht über Stäube mit u. a. krebserzeugenden Eigenschaften ist im Anhang 1 aufgeführt.

6.4.2 Staubmessung

Für Staubmessungen werden Messgeräte eingesetzt, die über eine Pumpe die Luft ansaugen und den Staub auf einem Filter abscheiden. Die Staubmenge kann durch eine Wägung im Labor bestimmt werden. Die Messungen können stationär oder auch personengetragen durchgeführt werden. Vorrangig werden personengetragene Gefahrstoffmesssysteme eingesetzt, um die individuelle Staubexposition erfassen zu können. Die Auswahl der Messstrategie erfolgt nach Beurteilung der Verhältnisse im Arbeitsbereich bzw. am Arbeitsplatz. Für jede Staubmessung wird ein detaillierter Messbericht erstellt. Hierin werden die Messaufgabe sowie die Messverfahren beschrieben, die Messplätze mit Fotos und die relevanten Grenzwerte dargestellt, die Messergebnisse niedergelegt und erläutert sowie am Ende ein Befund festgehalten.

Arbeitsplatzmessungen dürfen nur von Personen durchgeführt werden, die über die notwendige Fachkunde und die erforderlichen Einrichtungen verfügen.

Wenn eine für Messungen von Gefahrstoffen an Arbeitsplätzen akkreditierte Messstelle beauftragt wird, kann in der Regel davon ausgegangen werden, dass die von dieser Messstelle gewonnenen Erkenntnisse zutreffend

54) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (50)

55) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (53)

56) An Arbeitsplätzen kann die Konzentration der Stoffe in der Atemluft erheblichen Schwankungen unterworfen sein. Kurzzeitwerte ergänzen die Arbeitsplatzgrenzwerte, indem sie die Konzentrationsschwankungen um den Schichtmittelwert nach oben hin sowie in ihrer Dauer und Häufigkeit beschränken. Die Kurzzeitwertkonzentration ergibt sich aus dem Produkt von Arbeitsplatzgrenzwert und Überschreitungsfaktor. Der Schichtmittelwert ist in jedem Fall einzuhalten. Bei 8-facher Überschreitung des Arbeitsplatzgrenzwertes 4-mal pro Schicht über 15 Minuten darf in einer Schicht keine weitere Exposition mehr erfolgen, da sonst das Produkt aus Schichtlänge und Arbeitsplatzgrenzwert überschritten wird.

sind. Akkreditierte Messstellen können über die Homepage der Deutschen Akkreditierungsstelle (DAkkS⁵⁷) gesucht werden. Eine Liste steht auf den Internetseiten des Instituts für Arbeitsschutz (IFA) der DGUV zum Download bereit: www.dguv.de, Webcode: d4706.

6.4.3 Bewertung fibrogener Grubenstäube

Die Neufassung des § 13 der GesBergV⁵⁸) für untertägige Bergbaubetriebe formuliert die Maßnahmen bei Belastungen durch fibrogene Grubenstäube unter Verweis auf die Gefahrstoffverordnung⁵⁹) und entsprechende Technische Regeln. Neben den speziellen Vorschriften zur messtechnischen Ermittlung nach GesBergV sind die Bestimmungen zu Arbeitsplatzgrenzwerten der TRGS 900⁶⁰) heranzuziehen. Damit wird der Allgemeine Staubgrenzwert für die alveolengängige Fraktion (A-Staub) von 1,25 µg/m³ für fibrogene oder mineralische Grubenstäube auch im untertägigen Bergbau verbindlich.

6.5 Besonderheiten bei Abgasen von Dieselmotoren

Abgase von Dieselmotoren bestehen aus partikelförmigen und gasförmigen Anteilen. In erster Linie handelt es sich um:

1. Dieselrußpartikel, entspricht gemäß TRGS 900⁶⁰) dem Begriff „Dieselmotoremissionen (Dieselrußpartikel, als EC (elementarer Kohlenstoff))“,
2. Stickstoffmonoxid (NO),
3. Stickstoffdioxid (NO₂),
4. Kohlenstoffmonoxid (CO),
5. Kohlenstoffdioxid (CO₂)⁶¹.

Daher sind diese 5 Abgaskomponenten bei Tätigkeiten und Verfahren, in denen Abgase von Dieselmotoren freigesetzt werden, in das Gefahrstoffverzeichnis zu übernehmen.

Die Exposition gegenüber Abgasen von Dieselmotoren am Arbeitsplatz wird durch die hohe Variationsbreite der emittierten Verbindungen in Abhängigkeit vom eingesetzten Motorentyp, vom Kraftstoff und insbesondere von der Betriebsweise (Lastzustand, Wartungszustand, Fahrverhalten u. a.) bestimmt.

Bei der Beurteilung der Arbeitsbedingungen hat der Unternehmer oder die Unternehmerin entsprechend § 6 der Gefahrstoffverordnung⁵⁹) festzustellen, inwieweit die Beschäftigten bei ihren Tätigkeiten Abgasen von Dieselmotoren ausgesetzt sind. Dies gilt für alle Arbeitsbereiche (ganz oder teilweise geschlossen und im Freien), in denen Abgase von Dieselmotoren in der Luft an Arbeitsplätzen auftreten können.

Entsprechend der Gefahrstoffverordnung, der TRGS 906⁶²) und TRGS 554⁶¹), sind Tätigkeiten oder Verfahren, bei denen Beschäftigte gegenüber Abgasen von Dieselmotoren exponiert sind, aufgrund der enthaltenen Dieselrußpartikel zunächst als krebserzeugende Tätigkeiten eingestuft. Die TRGS 554 führt jedoch speziell hierzu aus: *„Wird der Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) für Dieselrußpartikel eingehalten, so sind im Allgemeinen keine akuten oder chronischen Auswirkungen auf die Gesundheit von Beschäftigten zu erwarten. Damit liegt im*

57) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (146)

58) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (57)

59) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (19)

60) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (47)

60) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (47)

61) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (38)

59) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (19)

62) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (50)

Allgemeines bei Einhaltung des AGW für Dieselrußpartikel keine krebserzeugende Tätigkeit nach TRGS 906 vor.“

6.5.1 Expositionsermittlung und Messungen von Dieselmotorabgasen

Für Arbeitsbereiche, in denen Abgase von Dieselmotoren auftreten, ist im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung die Höhe und Dauer der Expositionen festzustellen. Die Ermittlungen der inhalativen Exposition sind dabei gemäß TRGS 402 durchzuführen⁶³⁾. Sind Messungen der Konzentration der Dieselrußpartikel im Arbeitsbereich erforderlich, so sind diese mittels coulometrischer Bestimmung des elementaren Kohlenstoffes (EC) in der alveolengängigen Staubfraktion gemäß anerkanntem Messverfahren (DGUV Information 213-544⁶⁴⁾, MAK Collection Methode Nr. 162⁶⁵⁾ oder durch gleichwertige Verfahren durchzuführen. Kann aufgrund von Querempfindlichkeiten (z. B. Herstellung von Graphit- und Kohlenstoffprodukten, Rußherstellung und -verarbeitung oder Carbidherstellung) die Bestimmung von EC nicht sicher durchgeführt werden, sind technische Maßnahmen zur Reduzierung der Dieselrußpartikel durchzuführen.

Da die AGWe aller Gefahrstoffe in Abgasen von Dieselmotoren einzuhalten sind, sind die gasförmigen Komponenten NO, NO₂, CO und CO₂ ebenfalls durch geeignete Messverfahren zu bestimmen. Dazu kommen insbesondere direktanzeigende Messgeräte zum Einsatz. Bei den Messergebnissen sind sowohl der Schichtmittelwert als auch der Kurzzeitwert zu berücksichtigen. An den Arbeitsplätzen müssen die AGWe von Dieselrußpartikeln, NO und NO₂ jeweils einzeln eingehalten werden, wohingegen CO und CO₂ zusammen in die Bewertungsindexbildung eingehen. Für das CO kann eine fruchtschädigende Wirkung bei Konzentrationen unterhalb des AGW nicht ausgeschlossen werden. Daher ist diese Komponente besonders bei einer Gefährdungsbeurteilung im Zusammenhang mit dem Mutterschutzgesetz zu berücksichtigen.

6.5.2 Grenzwerte

Für Dieselmotorabgase gilt ein AGW für die nicht krebserzeugende Wirkung von 50 µg EC/m³ im A-Staub. Messparameter ist der elementare Kohlenstoff (EC). Die vorliegende Ableitung basiert auf Daten zu Dieselmotoremissionen aus früher verwendeten Dieselmotoren ohne besondere technologische Maßnahmen bei der Abgasreinigung.

Die AGWe der gasförmigen Komponenten werden durch die TRGS 900⁶⁶⁾ vorgegeben und sind für NO mit 2,5 mg/m³, für NO₂ mit 0,95 mg/m³, für CO mit 35 mg/m³ und für CO₂ mit 9100 mg/m³ festgelegt.

6.6 Expositionsverzeichnis

Für Tätigkeiten mit krebserzeugenden oder keimzellmutagenen Gefahrstoffen der Kategorie 1A oder 1B, bei denen die Gefährdungsbeurteilung eine Gefährdung der Gesundheit oder der Sicherheit der Beschäftigten ergibt, ist ein aktualisiertes Verzeichnis über die Beschäftigten zu führen, die diese Tätigkeiten ausüben. In dem Verzeichnis sind auch die Höhe und die Dauer der Exposition anzugeben, der die Beschäftigten ausgesetzt waren. Weiterhin besteht die Pflicht, das Verzeichnis 40 Jahre aufzubewahren und den Beschäftigten bei Ausscheiden einen die Person betreffenden Auszug auszuhändigen. Die Details dazu sind in der TRGS 410 „Expositionsverzeichnis bei Gefährdung gegenüber krebserzeugenden oder keimzellmutagenen Gefahrstoffen der Kategorien 1A oder 1B“⁶⁷⁾ konkretisiert.

63) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (24)

64) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (109)

65) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (147)

66) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (47)

67) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (27)

Das Expositionsverzeichnis kann mit Einverständnis der Beschäftigten mittels der Datenbank zur zentralen Erfassung gegenüber krebserzeugenden Stoffen exponierter Beschäftigter – Zentrale Expositionsdatenbank (ZED⁶⁸⁾) – geführt werden. Diese ist ein freiwilliges Angebot der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) zur Erfüllung dieser Verpflichtung nach Gefahrstoffverordnung.

Die Daten unterliegen dem Sozialgeheimnis. Dritte haben keinen Zugang zu den Daten. Der Zugriff auf die Daten ist nur möglich für:

- Unternehmen auf die von ihnen erfassten Daten,
- Beschäftigte auf die sie persönlich betreffenden Daten.

Weitere Informationen können Sie der Schrift kurz & bündig KB 024-2 „Expositionsverzeichnis Beschäftigter bei gefährdenden Tätigkeiten mit krebserzeugenden und keimzellmutagenen Stoffen entnehmen.“⁶⁹⁾

6.7 Auswahl von Schutzmaßnahmen

Bei der Rangfolge der Schutzmaßnahmen ist das STOP-Prinzip einzuhalten:

Substitution

Technische Schutzmaßnahmen

Organische Schutzmaßnahmen

Personenbezogene Schutzmaßnahmen

Die Arbeitsverfahren sind so zu gestalten, dass Gefahrstoffe, z. B. Abgase von Dieselmotoren, möglichst nicht frei werden. Sollte dies nicht möglich sein, sind sie auf ein Minimum zu reduzieren.

Vorrangig ist zu prüfen, ob die Tätigkeiten durch emissionsfreie oder emissionsärmere Verfahren erfüllt werden können. Technische Schutzmaßnahmen können Nachrüstung mit Abgasnachbehandlungssystemen, Absaugung an der Entstehungsstelle oder andere lufttechnische Maßnahmen umfassen.

Liegt kein Nachweis gemäß TRGS 402⁷⁰⁾ darüber vor, dass trotz Ausschöpfung aller technischer und organisatorischer Schutzmaßnahmen die AGWe eingehalten werden, darf die Tätigkeit nur mit geeignetem Atemschutz durchgeführt werden. Die Verwendung belastender persönlicher Schutzausrüstung darf keine Dauermaßnahme sein und bei der Auswahl ist zu berücksichtigen, dass der Schutz, insbesondere gegenüber Dieselrußpartikeln und Stickoxiden, gewährleistet sein muss.

Die Wirksamkeit der getroffenen Schutzmaßnahmen ist regelmäßig zu überprüfen und zu dokumentieren.

7 Arbeitsmedizin

7.1 Allgemeines und arbeitsmedizinische Vorsorge

Im Rahmen der allgemeinen betriebsärztlichen Betreuung nach dem Arbeitssicherheitsgesetz (ASiG)⁷¹⁾ und der Unfallverhütungsvorschrift „Betriebsärzte und Fachkräfte für Arbeitssicherheit“ (DGUV Vorschrift 2)⁷²⁾ berät der

68) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (148)

69) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (73)

70) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (24)

71) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (6)

72) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (67)

Betriebsarzt oder die Betriebsärztin, die Unternehmerin oder den Unternehmer in allen gesundheitlichen Belangen der Beschäftigten, einschließlich der Gefährdungsbeurteilung (siehe Abschnitt 6.1). Sie führen in deren Auftrag die arbeitsmedizinische Vorsorge bei den Beschäftigten entsprechend der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV)⁷³⁾ durch. Die arbeitsmedizinische Vorsorge hat das Ziel, arbeitsbedingte Erkrankungen einschließlich Berufskrankheiten frühzeitig zu erkennen und zu verhüten.

Mit der Betreuung nach ASiG als auch mit der Durchführung der arbeitsmedizinischen Vorsorge ist stets entweder eine Fachärztin oder ein Facharzt für Arbeitsmedizin oder ein Arzt oder eine Ärztin mit Zusatzbezeichnung „Betriebsmedizin“ zu beauftragen. Diese haben die Beratungen und gegebenenfalls Untersuchungen unter Beachtung der dem Stand der Arbeitsmedizin entsprechenden Erkenntnisse und Regeln durchzuführen.

Vor Durchführung der arbeitsmedizinischen Vorsorge muss er oder sie sich die notwendigen Kenntnisse über die Arbeitsplatzverhältnisse verschaffen. In die Arbeitsanamnese müssen alle Arbeitsbedingungen und arbeitsbedingten Gefährdungen einfließen. Die Unternehmerin oder der Unternehmer hat dem Arzt oder der Ärztin alle erforderlichen Auskünfte über die Arbeitsplatzverhältnisse, insbesondere über den Anlass der arbeitsmedizinischen Vorsorge und die Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung, zu erteilen und die Begehung des Arbeitsplatzes zu ermöglichen.

Die arbeitsmedizinische Vorsorge hängt in erster Linie von der ausgeübten Tätigkeit und den dabei einwirkenden Belastungen ab. Die Anlässe sind im Anhang der Verordnung für arbeitsmedizinischen Vorsorge aufgeführt. Für die Festlegung, ob und welche Art der Vorsorge notwendig ist, kann die Schrift kurz & bündig KB 011-2 „Arbeitsmedizinische Vorsorge nach ArbMedVV – Teil 2: Ermittlung der Vorsorgeanlässe“⁷⁴⁾ verwendet werden. Bei Bedarf entscheidet die Betriebsärztin bzw. der Betriebsarzt, ob die Unterstützung von anderen Fachärzten und -ärztinnen (z. B. Röntgenfachärztin bzw. -arzt, Lungenfacharzt bzw. -ärztin) einzuholen ist.

Die Zeitabstände zwischen den arbeitsmedizinischen Vorsorgen finden sich in der Arbeitsmedizinische Regel (AMR) 2.1 „Fristen für die Veranlassung/das Angebot arbeitsmedizinischer Vorsorge“⁷⁵⁾. Arbeitsmedizinische Vorsorge kann auch aufgrund anderer Faktoren als Tätigkeiten mit Gefahrstoffen notwendig sein. Zum Beispiel ist eine Angebotsvorsorge notwendig bei Tätigkeiten, die das Tragen von Atemschutzgeräten der Gruppe 1 (Gerätegewicht bis 3 kg und Atemwiderstand (> 0 bis 5 mbar) und einer Gebrauchsdauer 30 Minuten) erfordern⁷⁶⁾ (siehe auch Kapitel 8).

Die arbeitsmedizinische Vorsorge beinhaltet zunächst ein ärztliches Beratungsgespräch mit dem oder der Beschäftigten, einschließlich der Erhebung des Gesundheitszustandes und Auskünften zu den Arbeitsbedingungen. Ärztlicherseits werden geeignete Untersuchungen vorgeschlagen und bei Einverständnis durchgeführt. Die Ärztin oder der Arzt entscheidet – mit Zustimmung des oder der Beschäftigten – bei Bedarf die Unterstützung von anderen Fachärzten und -ärztinnen (z. B. Röntgenfachärztin bzw. -arzt, Lungenfacharzt bzw. -ärztin) einzuholen.

Die Ergebnisse sind zu dokumentieren und mindestens 10 Jahre aufzubewahren. Bei Vorsorgen zu Tätigkeiten mit krebserzeugenden oder keimzellmutagenen Stoffen oder Gemischen der Kategorie 1A oder 1B im Sinne der Gefahrstoffverordnung beträgt die Aufbewahrungsfrist mindestens 40 Jahre ab der letzten Vorsorge. Auch die ärztlichen Unterlagen bei Tätigkeiten, die zu Berufskrankheiten mit langer Latenzzeit führen können, sind 40 Jahre zu verwahren. Diese Fristen gelten sowohl für Unterlagen der Angebotsvorsorge als auch der Pflichtvorsorge.

Die vormaligen „DGUV Grundsätze für arbeitsmedizinische Untersuchungen“ sind als Leitlinien für die Betriebsärzte seit Mitte 2022 als „DGUV Empfehlungen für arbeitsmedizinische Beratungen und Untersuchungen“ publiziert. Auf die vormalige Nummerierung der Grundsätze wird in den Empfehlungen verzichtet. So wurde z. B. aus dem bisherigen DGUV Grundsatz G26 die neue DGUV Empfehlung „Atemschutzgeräte“ in einer Vorsorge- und Eignungsversion.

Weitere Fragen beantwortet die Schrift aus der kurz & bündig-Reihe KB 011-1 „Arbeitsmedizinische Vorsorge nach ArbMedVV – Teil 1: Grundlagen und Hinweise zur Durchführung“⁷⁷⁾.

73) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (7)

74) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (71)

75) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (8)

76) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (12)

77) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (70)

7.1.1 Pflichtvorsorge

Die Gründe für eine Veranlassung einer Pflichtvorsorge werden in Anhang Teil 1 Absatz 1 der ArbMedVV genannt. Sie muss veranlasst werden, wenn z. B. der Arbeitsplatzgrenzwert bei einer dort genannten Tätigkeit überschritten wird. Eine Pflichtvorsorge muss vor Aufnahme der Tätigkeit und anschließend in regelmäßigen Abständen veranlasst werden.

Der Unternehmer oder die Unternehmerin darf eine Tätigkeit nur ausüben lassen, wenn der oder die Beschäftigte an der Pflichtvorsorge teilgenommen hat.

7.1.2 Angebotsvorsorge

Eine Angebotsvorsorge muss angeboten werden, wenn eine in Anhang Teil 1 Absatz 2 der ArbMedVV genannten Tätigkeit durchgeführt werden soll. Sie muss vor Aufnahme der Tätigkeit und anschließend in regelmäßigen Abständen angeboten werden. Wird das Angebot von der oder dem Beschäftigten nicht wahrgenommen, ist der Unternehmer oder die Unternehmerin weiterhin verpflichtet, regelmäßig Angebotsvorsorge anzubieten.

7.1.2.1 Nachgehende Vorsorge

Zu beachten ist, dass der Unternehmer oder die Unternehmerin nach Beendigung bestimmter Tätigkeiten, bei denen nach längerer Latenzzeit Erkrankungen auftreten können, nachgehende Vorsorge anzubieten hat. Dies gilt beispielsweise bei Tätigkeiten mit Expositionen gegenüber Gefahrstoffen oder Gemischen, die als krebserzeugend oder keimzellmutagen in Kategorie 1A oder 1B eingestuft sind.

Ist die oder der Beschäftigte im Anschluss an die gefährdende Tätigkeit oder Exposition weiter beim gleichen Unternehmen beschäftigt, bietet dieses die nachgehende Vorsorge an.

Wird die gefährdende Tätigkeit oder Exposition durch einen Wechsel des Unternehmens oder durch Eintritt in den Ruhestand beendet, übernimmt im Regelfall die gesetzliche Unfallversicherung diese Verpflichtung, sofern der oder die Beschäftigte einwilligt (ansonsten verbleibt diese Verpflichtung beim Unternehmer bzw. der Unternehmerin). Die Kosten der nachgehenden Vorsorge nach Beschäftigungsende übernimmt dann der zuständige Unfallversicherungsträger.

Weitere Informationen bietet das Internetportal www.dguv-vorsorge.de.

Versicherte Unternehmen und Einrichtungen haben außerdem über die Zentrale Expositionsdatenbank (ZED)⁷⁸⁾, einer Datenbank zur Erfassung gegenüber krebserzeugenden Gefahrstoffen exponierter Beschäftigter, die Möglichkeit, Meldungen gemäß Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge an die Dienste der Unfallversicherungsträger zu erstellen.

7.1.3 Wunschvorsorge

Die Unternehmerin oder der Unternehmer hat den Beschäftigten auf ihren Wunsch hin arbeitsmedizinische Vorsorge zu ermöglichen⁷⁹⁾. Der Anspruch besteht nur dann nicht, wenn aufgrund der getroffenen Schutzmaßnahmen nicht mit einem Gesundheitsschaden zu rechnen ist.

78) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (148)

79) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (13)

7.1.4 Biomonitoring

Für zahlreiche Stoffe, die bei Einatmung toxisch oder atemwegsgefährdend wirken, gibt es die Möglichkeit die Aufnahme in den Körper mittels Biomonitoring zu beurteilen. Im Anhang 1b findet sich eine Liste von Stoffen als Auszug der TRGS 903, die diese Voraussetzungen erfüllen.

7.2 Eignungsuntersuchungen

Von der arbeitsmedizinischen Vorsorge eindeutig zu unterscheiden sind Untersuchungen, die dem Nachweis der gesundheitlichen Eignung für berufliche Anforderungen dienen. Eignungsuntersuchungen sind nicht Gegenstand der Regelungen der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge. Hält der Unternehmer oder die Unternehmerin Eignungsuntersuchungen bei bestimmten Tätigkeiten für erforderlich, so sind die gesundheitlichen Anforderungen mit der Betriebsärztin oder dem Betriebsarzt abzustimmen. Bezüglich Eignungsuntersuchungen gibt es enge Rahmenbedingungen, die beachtet werden müssen, da Eignungsuntersuchungen beispielsweise in die gesetzlich gesicherten Persönlichkeitsrechte eingreifen könnten.

Eignungsuntersuchungen bedürfen daher einer Rechtsgrundlage auf der Basis spezieller Rechtsvorschriften (z. B. Fahrerlaubnisverordnung, Druckluftverordnung, Feuerwehrdienstvorschriften der Länder) oder – sofern gesetzliche Regelungen nicht entgegenstehen – einer arbeitsrechtlichen Regelung (beispielsweise im Arbeitsvertrag, Tarifvertrag oder in einer Betriebsvereinbarung).

Eignungsuntersuchungen werden im Zusammenhang mit der Einstellung oder auch während des laufenden Beschäftigungsverhältnisses durchgeführt. Eignungsuntersuchungen dienen primär Unternehmerinteressen. Sie geben Hinweise über die gesundheitliche Eignung der Beschäftigten für eine bestimmte Tätigkeit und können gegebenenfalls die Auswahl im Zusammenhang mit einer Stellenbesetzung erleichtern.

Eignungsuntersuchungen sind nur zulässig, wenn gewichtige Interessen des Unternehmens vorliegen. Darüber hinaus müssen sie arbeitsrechtlich wirksam festgelegt, verhältnismäßig sein sowie Datenschutz und Persönlichkeitsrechte der Beschäftigten wahren. Verhältnismäßig heißt in diesem Zusammenhang, dass Eignungsuntersuchungen geeignet sein müssen, eine Aussage zu wesentlichen beruflichen Anforderungen zu treffen.

8 Schutzmaßnahmen

Anhand der im Unternehmen durchgeführten Gefährdungsbeurteilung (siehe Kapitel 6) wird ermittelt, ob und bei welchen Verfahren und Tätigkeiten Schutzmaßnahmen durchzuführen sind. Handelt es sich um Gefahrstoffe, so ist bei der Festlegung dieser Schutzmaßnahmen die in der Gefahrstoffverordnung festgelegte Rangfolge (STOP-Prinzip) zu berücksichtigen:

1	Substitution des Gefahrstoffes
2	Technische Schutzmaßnahmen wie
	2 Gestaltung des Arbeitsverfahrens und Verwendung geeigneter Arbeitsmittel. a
	2 Durchführung kollektiver Schutzmaßnahmen an der Gefahrenquelle, wie z. B. angemessene Be- b und Entlüftung.
3	Organisatorische Schutzmaßnahmen, wie z. B. Festlegung von Zugangsbeschränkungen, Arbeitszeitregelungen, arbeitsmedizinischer Vorsorge sowie Reinigungs- und Hygienemaßnahmen am Arbeitsplatz.
4	Persönliche Schutzmaßnahmen, wie z. B. das Bereitstellen persönlicher Schutzausrüstungen, wenn eine Gefährdung durch Maßnahmen nach Nummern 1, 2 und 3 nicht oder nicht ausreichend verhindert werden kann.

Weiterhin ist der aktuelle Stand der Technik zu beachten; gegebenenfalls sind die vorhandenen Schutzmaßnahmen diesem Stand anzupassen.

In den folgenden Abschnitten werden beispielhafte Maßnahmen gegen die Exposition durch Staub, insbesondere quarzhaltige A-Stäube (alveolengängiges Siliziumdioxid) und gegen Dieselmotorabgase aufgeführt.

Schutzmaßnahmen gegen weitere atemwegsschädigende Gefahrstoffe werden u. a. in folgenden Schriften behandelt:

- Merkblatt M 004 „Säuren und Laugen“ (DGUV Information 213-070)⁸⁰⁾,
- Merkblatt M 005 „Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganische Fluoride“ (DGUV Information 213-071)⁸⁰⁾,
- Merkblatt M 017 „Lösemittel“ (DGUV Information 213-072)⁸⁰⁾,
- Merkblatt M 044 „Polyurethane, Isocyanate“ (DGUV Information 213-078)⁸⁰⁾
- Merkblatt M 053 „Arbeitsschutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ (DGUV Information 213-080)⁸⁰⁾,
- Merkblatt M 054 „Styrol, Polyesterharze und styrolhaltige Gemische“ (DGUV Information 213-081)⁸⁰⁾,
- Merkblatt M 063 „Lagerung von Gefahrstoffen – Antworten auf häufig gestellte Fragen“ (DGUV Information 213-085)⁸¹⁾,
- Merkblatt T 032 „Laborabzüge – Bauarten und sicherer Betrieb“ (DGUV Information 213-857)⁸¹⁾,
- Fachbereich AKTUELL: „Rauche und Gase bei schweißtechnischen Arbeiten – Gesundheitsgefahren“ (FBHM-066)⁸²⁾,
- DGUV Information 213-710: „Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU) nach der Gefahrstoffverordnung – Verwendung von Trichlorethen bei der Extraktion von Bitumen aus Asphalt nach dem Waschtrommelverfahren“⁸³⁾,
- DGUV Information 213-850 „Sicheres Arbeiten in Laboratorien“⁸⁴⁾

Informationen zum Explosionsschutz bei Tätigkeiten mit brennbaren Stäube bieten u. a. die Merkblätter T 054 „Brennbare Stäube – Antworten auf häufig gestellte Fragen“⁸⁵⁾, T 049 „Explosionsschutz – Antworten auf häufig gestellte Fragen“⁸⁵⁾ und T 050 „Explosionsschutz an Maschinen – Antworten auf häufig gestellte Fragen“⁸⁵⁾. Da

80) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (80–86)

81) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (89–90)

82) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (113)

83) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (110)

84) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (68)

85) Siehe Literaturverzeichnis Nr. 92–94

der Explosionsschutz in den Merkblättern T 049 ff. der BG RCI ausführlich behandelt ist, wird er im Rahmen der vorliegenden Schrift nicht weiter betrachtet.

Hinsichtlich quarzhaltiger A-Stäube sind die im Rahmen des sozialen Dialogs (NEPSi) herausgegebenen Anleitungsblätter über Schutzmaßnahmen für bestimmte Arbeitsverfahren zu berücksichtigen. Sie sind im Fachwissen-Portal⁸⁶⁾ der BG RCI hinterlegt: fachwissen.bgrci.de → Gefahrstoffe → Stäube → Sozialer Dialog und Praxisleitfaden „Quarzfeinstaub“ → Anleitungsblätter.

Für die Bearbeitung von Natur- und Kunststeinen kann die Handlungsanleitung „Staub bei Steinmetz- und Naturwerksteinbearbeitung“ genutzt werden. Diese ist im Fachwissen-Portal ebenfalls unter „Stäube“ abgelegt.

8.1 Substitution

Substitution ist der Austausch von gefährlichen Stoffen gegen ungefährlichere. Primär sind Gefahrstoffe oder Verfahren durch Stoffe, Gemische oder Erzeugnisse oder Verfahren zu ersetzen, die unter den jeweiligen Verwendungsbedingungen für die Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten nicht oder weniger gefährlich sind, z. B.:

- Sandstrahlen – Ersatz von quarzhaltigem Sand durch quarzfreie Strahlmittel (z. B. Korund),
- Dieselmotorabgase – Einsatz von Fahrzeugen mit Elektroantrieb in geschlossenen Räumen.

In wenigen Fällen ist dies nicht möglich: So ist Quarz aufgrund der Häufigkeit seines Vorkommens in den verschiedenen Gesteinsarten in der Baustoffindustrie nicht vermeidbar. Trichlorethylen kann bei bestimmten normierten Analyseverfahren derzeit noch nicht durch andere Stoffe ersetzt werden.

8.2 Technische Maßnahmen

Ziel der technischen Maßnahmen ist eine Vermeidung oder zumindest Verringerung der Belastung der Beschäftigten durch gesundheitsschädliche Stoffe. Es sind technische Schutzmaßnahmen zu wählen, welche die Belastung verhindern oder minimieren.

8.2.1 Verfahrensänderung

Ist eine Substitution des Gefahrstoffs nicht möglich, so ist ein Verfahren mit geringerer Gefahrstofffreisetzung zu wählen. Beispiele hierfür sind:

- geschlossene Bauweise (Kapselung),
- Nassverfahren mit Gefahrstoffabscheider,
- Verfahren mit geringerem Staubungsverhalten und
- Automatisierung von Verfahren oder Arbeitsprozessen.

8.2.1.1 Geschlossene Bauweise

Die geschlossene Bauweise steht in der Rangfolge technischer Schutzmaßnahmen an erster Stelle. Mit ihr wird erreicht, dass der freigesetzte Staub nicht in die Atemluft gelangt. Im einfachsten Fall verbleibt der Stoff im

86) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (135)

Materialstrom, in anderen Fällen wird der Stoff in der Kapselung oder Verkleidung abgesaugt und in Filteranlagen abgeschieden. Beispiele hierfür sind:

- Kapselung von Anlagen mit integrierter Absaugung,
- Mischer in geschlossener Bauweise mit Abführung der Verdrängungsluft über einen Filter oder Luftsack,
- geschlossenes Staubsilo mit Abführung der gefilterten Verdrängungsluft,
- staubdicht mit der Filteranlage verbundener Auffangbehälter für Staub.

8.2.1.2 Staubminderung durch Wasserzugabe

Der Einsatz von Wasser verringert die Staubentwicklung wesentlich: Mit dem **Nassstrahlschneidverfahren** werden Werkstücke (Werkstein, Kunststoff, Metall u. a.) durch einen zumeist mit Abrasivmitteln versehenen Hochdruckwasserstrahl geschnitten (siehe Abbildung 16). Der entstehende Abrieb wird fast vollständig im Wasser gebunden. Es entstehen kaum Aerosole, sodass ein staubarmes Arbeitsverfahren zur Verfügung steht.

Abbildung 16: Wasserstrahlschneidanlage



Abbildung 17: Wasserreinigungsbehälter mit nachgeschalteter Schlammpresse



Bei **Nassbearbeitungsverfahren** wird durch Wasserzugabe an der Bearbeitungsstelle, zum Beispiel beim Sägen, Schleifen und Bohren, der entstehende Staub weitgehend niedergeschlagen. Dabei werden die größeren Partikel im Wasser gebunden und auch eine erhebliche Verringerung des alveolengängigen Staubes in der Atemluft erreicht. Mit dem Wasser wird der niedergeschlagene Staub weggespült.

Zur Reinigung des Spülwassers dienen Absetzbecken, in denen die Feststoffanteile durch Sedimentation abgeschieden werden. Abhängig vom Wasserbedarf müssen die Becken so groß sein, dass genügend Zeit zum Absinken der Feststoffanteile zur Verfügung steht. Bei sehr hohem Wasserverbrauch ist eine Reinigung im

Absetzbecken nicht mehr ausreichend. Hier wird in Klärtürmen oder -behältern (siehe Abbildung 17) unter Zugabe von Flockungsmitteln eine schnelle Partikelabscheidung erreicht.

Häufig wird das Wasser im Kreislauf geführt. Eine nicht ausreichende Reinigung führt zu einer Anreicherung von Staubpartikeln im Wasser. Bei der Vernebelung des Staub-Wasser-Gemisches in der Luft kommt es dann auch beim Nassverfahren schnell zu einer Überschreitung der Staubgrenzwerte.

Gerade durch schnelllaufende Werkzeuge, wie Kreissägen oder Winkelschleifer, wird das zugeführte Wasser so fein verteilt, dass es zu einer Nebelbildung kommt. Dieser Effekt wird durch einen Aufprall des Wassers auf eine glatte Wand noch verstärkt. Im Nebel sind Staubpartikel enthalten, welche mit diesem in die Atemluft gelangen. Deshalb müssen bei solchen Maschinen Einrichtungen eingesetzt werden, welche den Aufprall des Wassers bremsen und den Wassernebel an seiner Ausbreitung hindern. Hierfür eignen sich beispielsweise abdichtende Bürsten an absenkbaaren Schutzhauben und sogenannte Rasenmatten an den Austrittsbeziehungsweise Aufprallstellen (siehe Abbildung 18).

Abbildung 18: Nasssägen, der Wasserstrahl wird durch eine Spritzschutzmatte an der Wand gebremst



Die Eigenschaft des Wassers, den Staub zu binden oder an seiner Ausbreitung zu hindern, wird auch an anderen Staubentstehungsstellen genutzt, zum Beispiel bei:

- Bedüsung an Brechern,
- Bedüsung an Bandverlade-, Bandabwurf- und Bandübergabestellen,
- Beregnung von Fahrwegen (siehe Abbildung 19),
- Benetzen von Arbeitsplätzen und Arbeitsmaterial,
- Einsatz von Verneblern.

Speziell beim Bedüsen und Vernebeln kann der staubbindende Effekt durch Zusätze zur Verringerung der Oberflächenspannung des Wassers erhöht werden. Je feiner die Zerstäubung, je kleiner die Wassertröpfchen und je dichter der entstehende Nebel, desto besser werden die Staubpartikel vom Wasser aufgenommen. Voraussetzung für die Verneblung über feine Düsen ist aber eine hohe Reinheit des eingesetzten Wassers. Einrichtungen zum Abscheiden und Niederschlagen des Staubes sind regelmäßig auf ihre Funktionsfähigkeit zu prüfen.

Abbildung 19: Beregnung von Fahrwegen



8.2.1.3 Verfahren mit geringerer Gefahrstofffreisetzung

Bei Verlegearbeiten auf Baustellen werden Betonsteine gewöhnlich mit Winkelschleifer oder einer Steinsäge auf das notwendige Format geschnitten. Das Material wird auf der gesamten Schnittbreite fein zermahlen und mit großer Geschwindigkeit in die Luft geschleudert. Die **Steinschneidepresse** (Abbildung 20) dagegen bricht den Stein nur durch – die Menge des freigesetzten Staubes ist im Vergleich zum Winkelschleifer äußerst gering und räumlich begrenzt.

Abbildung 20: Steinschneidepresse



Abbildung 21: Absenkbarer Rüssel zur Beladung von Fahrzeugen



Abbildung 22: Sackentleerung



An Verladestellen lässt sich mit **teleskopierbaren Röhren** (z. B. absenkbare Rüssel – siehe Abbildung 21) oder **absenkbaren Abwurfbändern** die freie Fallhöhe verringern, wodurch die Staubfreisetzung erheblich reduziert wird.

Bei der manuellen Entleerung von Säcken tritt häufig eine inakzeptabel hohe Staubentwicklung auf. Diese kann durch den Einsatz von **Sackentleermaschinen** verhindert werden (siehe Abbildung 22). In diese werden die Säcke manuell oder über ein Laufband aufgegeben, automatisch aufgeschnitten und entleert. Ein Filter sorgt dafür, dass kein Staub nach außen dringt. Die entleerten Säcke werden ausgeschleust und gesammelt.

8.2.1.4 Automatisierung von Verfahren und Arbeitsabläufen

Durch einen hohen Automatisierungsgrad und Einsatz von Überwachungstechnik kann der Aufenthalt in gefahrstoffbelasteten Bereichen überflüssig werden. Weiterhin ist beispielsweise bei ausreichender Dimensionierung des Vorbrechers der Aufenthalt außerhalb des Steuerstandes, etwa zur Störungsbeseitigung, größtenteils vermeidbar.

8.2.1.5 Reinigung mit Industriestaubsaugern

Bei Reinigungsarbeiten ist zu beachten, dass Stäube nicht aufgewirbelt werden. Sie sind grundsätzlich mit Industriestaubsaugern (Abbildung 23) oder Wasser zu beseitigen.

Abblasen mit Druckluft oder trockenes Kehren ohne Staub bindende Maßnahmen sind gemäß Gefahrstoffverordnung nicht zulässig!

Abbildung 23: Aufsaugen von ausgetretenem Schüttgut (hier mit einem explosionsgeschützten Staubsauger)



Folgende besondere Einsatz- und Umgebungsbedingungen müssen bei der Auswahl des Staubsaugers oder Entstaubers zusätzlich berücksichtigt werden:

- Vom Staub ausgehende Gesundheitsgefahren (z. B. quarzhaltiger A-Staub),
- mögliche Explosionsgefahr (Ex-Bereich, aufgewirbelte brennbare Stäube),
- Betrieb in feuchter Umgebung oder im Freien,
- Betrieb in rauer Umgebung (z. B. Baustelle).

Die hierfür zu verwendenden Filter in den Industriestaubsaugern (wie auch in den Filtern von Entstaubern) werden hinsichtlich ihres Abscheidegrades nach Staubklassen eingeteilt (Tabelle 7):

Tabelle 7: Staubklassen der Filter

Klasse	Gefährlichkeit des Staubes	Abscheidegrad
L	leicht	99 %
M	mittel	99,9 %
H	hoch	99,995 %

Enthält der zu beseitigende Schmutz krebserzeugende, keimzellmutagene oder reproduktionstoxische Stoffe, so sind nach TRGS 560⁸⁷⁾ bauartgeprüfte Industriestaubsauger mit Filter der Staubklasse H zu verwenden. Für die Beseitigung von sedimentierten quarzhaltigen A-Stäuben (alveolengängiges Siliziumdioxid) sind nach TRGS 559⁸⁸⁾ Filter mindestens der Klasse M einzusetzen. Aus arbeitsmedizinischer Sicht sind auch hier Filter der Staubklasse H zu verwenden.

Bei großen Schmutzmengen muss zweistufig vorgegangen werden: Erst werden gröbere Bestandteile mit der Schaufel beseitigt, dann erfolgt die Reinigung mit dem Entstauber/Staubsauger. Zur Beseitigung von Grobschmutz eignet sich z. B. eine Schaufel mit gerader Vorderkante und seitlicher Aufwölbung. Die Bodendüse, der Schlauch, Muffen und Verbindungsstücke müssen bei größerem Schmutz aufeinander abgestimmt sein. Die Bodendüse sollte immer den kleinsten Durchmesser im Saugsystem haben, sonst besteht die Gefahr, dass aufgesaugtes Material durch die Bodendüse gelangt, danach an irgendeiner Stelle hängen bleibt und es zu Verstopfungen kommt.

Für das Aufsaugen von abgelagerten brennbaren Stäuben in Arbeitsbereichen, die entsprechend des Explosionsschutzdokuments nach Gefahrstoffverordnung und TRGS 720⁸⁹⁾ in eine Zone eingeteilt worden sind, müssen hierfür geeignete Sauger eingesetzt werden. Hinweise zu Auswahlkriterien geeigneter Industriestaubsauger und Entstauber gibt die DGUV Information 209-084 „Industriestaubsauger und Entstauber“⁹⁰⁾. Das Merkblatt T 036 „Einsatz von Staubsaugern in explosivstoffgefährdeten Bereichen“⁹¹⁾ zeigt den dortigen sicheren Betrieb.

8.2.2 Be- und Entlüftung

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen der Absaugung am Arbeitsplatz, der belüfteten Kabinen und den Maßnahmen zur Raumlüftung (siehe Abbildung 24).

87) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (42)

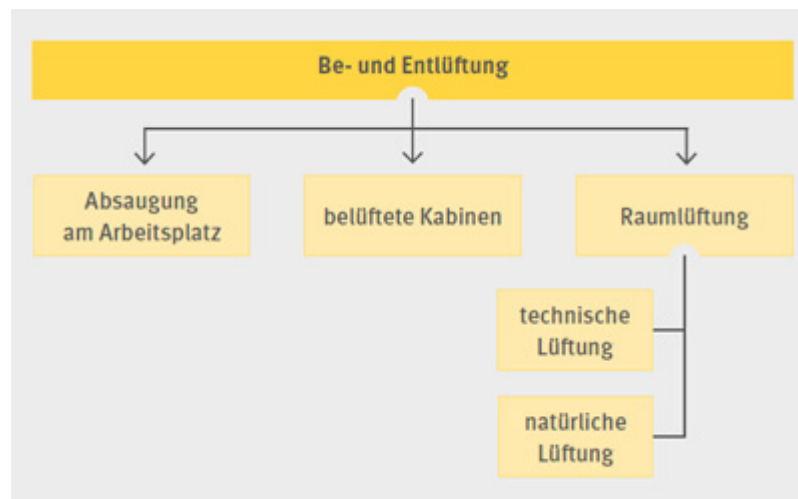
88) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (41)

89) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (45)

90) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (102)

91) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (91)

Abbildung 24: Lüftungsmaßnahmen



Welche Maßnahme durchzuführen ist, hängt im Wesentlichen von der Menge und dem Gefährdungspotential der freigesetzten Gefahrstoffe ab und muss im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung festgelegt werden (siehe Kapitel 6).

Eine wichtige Kenngröße ist der zur Stofffassung benötigte Luftvolumenstrom. Er errechnet sich aus dem Öffnungsquerschnitt und der Strömungsgeschwindigkeit in der Erfassungseinrichtung und wird in m^3/h oder l/min angegeben. Die Größe des benötigten Luftvolumenstroms hängt von der Art der Stofffreisetzung, der Stoffausbreitung und der abzuführenden Stoffmenge sowie von der Bauart und Anordnung der Erfassungseinrichtung ab. Sie sollte deshalb für jede Anwendung individuell durch eine Fachfirma geplant werden.

Eine ausführliche Übersicht zu allen Maßnahmen der Be- und Entlüftung geben die

- DGUV Regel 109-002 „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“⁹²⁾
- DGUV Information 209-078 „Absauganlagen einkaufen – aber richtig!“⁹³⁾

Nachfolgend zu diesen Regelwerken noch einige Ergänzungen sowie Hinweise auf Besonderheiten.

8.2.2.1 Absaugung am Arbeitsplatz

Die effektivste Lüftungsmaßnahme an Staubarbeitsplätzen ist die Absaugung. Es gibt stationäre, mobile und geräteintegrierte Absaugungen: Der Staub wird an der Entstehungsstelle bzw. Freisetzungsstelle möglichst vollständig erfasst und gefahrlos entsorgt. Beispiele hierfür sind:

- Brecher und andere Zerkleinerungsmaschinen mit gekapselter Materialzu- und -abfuhr sowie wirksamer Absaugung und
- verkleidete Bandübergabestellen mit wirksamer Absaugung.

Abgesaugte Luft darf nur nach ausreichender Reinigung zurück in den Arbeitsbereich geführt werden. Bei krebserzeugenden Gefahrstoffen sind die Bestimmungen der TRGS 560 „Luftrückführung bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden, erbgutverändernden und fruchtbarkeitsgefährdenden Stäuben“⁹⁴⁾ zu beachten.

Auch müssen stark staubende Handmaschinen (z. B. Winkelschleifer) dem Stand der Technik entsprechend mit integrierter Absaugung ausgerüstet sein oder nachgerüstet werden.

92) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (98)

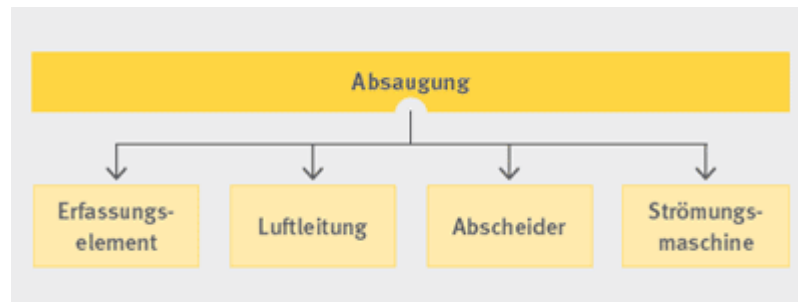
93) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (101)

94) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (42)

Für die Absaugung von mineralischen Stäuben hat sich eine Strömungsgeschwindigkeit von 20 m/s am Öffnungsquerschnitt des Absaug Schlauches bewährt.

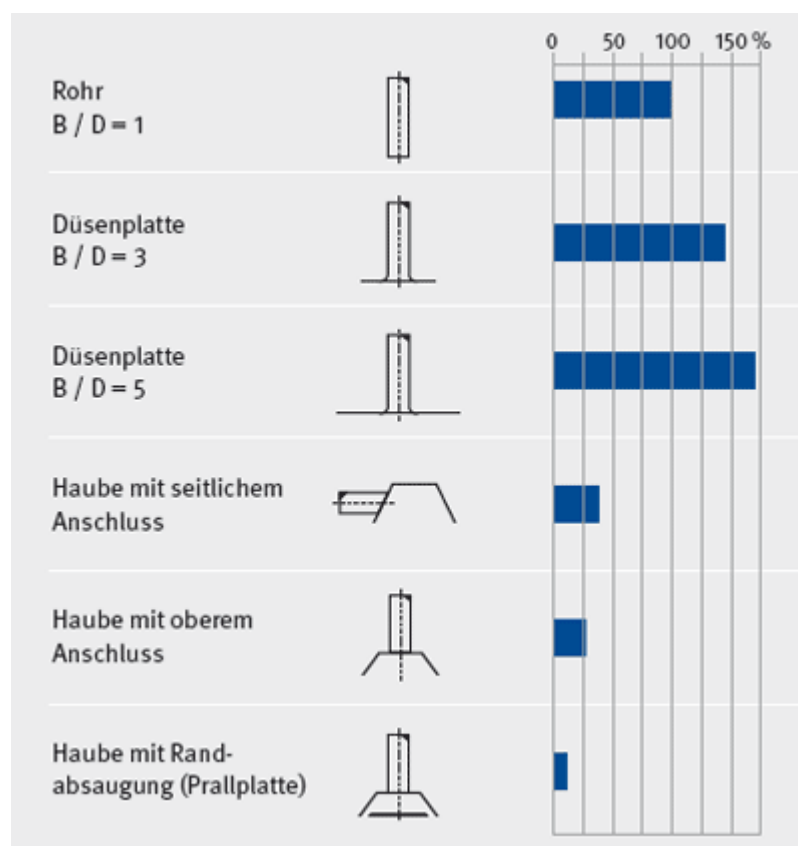
Die Wirksamkeit einer Absaugung hängt von der Funktionsfähigkeit aller Elemente ab (siehe Abbildung 25).

Abbildung 25: Elemente einer Absaugung



Zu den Erfassungselementen gehören zum Beispiel das Saugrohr mit Düsenplatte oder die Absaughaube. Beide gehören zur sogenannten offenen Bauart, sie umschließen nicht die Staubentstehungsstelle. Ihre Wirksamkeit hängt u. a. von der an der staubenden Stelle noch zur Verfügung stehenden Ansauggeschwindigkeit ab. Die in Abbildung 26 dargestellten Linien gleicher Ansauggeschwindigkeit zeigen deutlich, dass ein Saugrohr mit Düsenplatte gegenüber den verschiedenen Haubenformen eine bessere Absaugwirkung aufweist (bei gleichem Abstand zur Bearbeitungsstelle).

Abbildung 26: Gütegrad von Erfassungseinrichtungen



Erfassungselemente der offenen Bauart müssen möglichst nahe an der Gefahrstoffquelle angeordnet und gegebenenfalls auch nachgeführt werden, da die Absaugwirkung

- mit zunehmendem Abstand stark abnimmt,

- von Querluftströmungen stark beeinflusst wird und
- der freigesetzte Gefahrstoff in seiner Richtung stark nach außen streut.

Bei der Positionierung ist die Bewegungsrichtung des Gefahrstoffes zu berücksichtigen. Sie müssen so nachgeführt werden, dass dieser sicher erfasst und nicht durch den Atembereich geführt wird.

Bewegliche Erfassungseinrichtungen müssen leicht handhabbar sein und eine ortsfeste Positionierung ermöglichen.

Ist die vollständige Erfassung nur unzureichend möglich, so sind weitere lufttechnische Maßnahmen notwendig, beispielsweise eine zusätzliche technische Be- und Entlüftung des Arbeitsraumes (siehe Abschnitt 8.2.2.3 Raumlüftung). Damit kann verunreinigte Luft je nach Art der Luftzufuhr geführt, verdrängt oder verdünnt werden. Die Abluft ist so wegzuführen, dass so wenige Gefahrstoffe wie möglich in die Atemluft gelangen. Wertvolle Informationen über Absauganlagen liefert die DGUV Information 209-078 „Absauganlagen einkaufen – aber richtig!“⁹⁵⁾

8.2.2.2 Kabinen

Wenn gesundheitsgefährliche Stoffe aufgrund des Arbeitsverfahrens nicht oder nur unzureichend mit einer Absaugung erfasst werden können und auch die Verwendung anderer maschineller Lüftungen nicht möglich oder nicht sinnvoll ist, so ist für den Maschinenbediener bzw. die Maschinenbedienerin eine Arbeitskabine einzurichten.

Hierzu wird gereinigte Luft angesaugt und in die Kabine eingeblasen. Dadurch entsteht innen ein geringer Überdruck, der das Eindringen von Staub durch andere Öffnungen (z. B. Türspalt) verhindert. Die Zuluft ist aus einem gefahrstofffreien Bereich zu entnehmen oder mit einem geeigneten Filter (Abbildungen 27 und 28) zu reinigen. Sie ist außerdem gegebenenfalls zu temperieren und anzufeuchten.

Abbildungen 27 und 28: Staubfilter an einer Radladerkabine



Die Lüftungsanlage ist so anzubringen, dass notwendige Wartungsarbeiten (Filterreinigung/Filterwechsel) sicher ausgeführt werden können. Gegebenenfalls sind Arbeitsbühnen mit sicherem Zustieg anzubringen.

Die Einrichtung von Kabinen ist üblich bei z. B.

- Vorbrechern,
- Aufbereitungsanlagen,
- Steuerständen in chemischen Anlagen,
- Fahrzeugkabinen mit Einsatz in belasteten Bereichen (z. B. Steinbrüchen, Baustellen mit Asbestsanierung).

95) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (101)

8.2.2.3 Raumlüftung

Bei geringer Freisetzung und geringem Gefährdungspotential genügt meist die Raumlüftung. Der Austausch verunreinigter Luft durch saubere Luft kann durch

- freie Lüftung oder
- technische Lüftung (Raumluftechnische Anlage)

erfolgen. Bei jeder Art von Lüftung ist nicht nur die Abluft, sondern auch eine ausreichende Zuluft zu berücksichtigen.

8.2.2.3.1 Freie Lüftung

Bei freier Lüftung erfolgt der notwendige Luftaustausch von Raumluft gegen Außenluft allein durch Druckunterschiede infolge von Wind und/oder Temperaturdifferenzen mit Hilfe von Zu- und Abluftöffnungen im Raum. Fehlt die treibende Kraft, beispielsweise bei Windstille, verbleiben entstandene Stäube in der Luft am Entstehungsort oder an der Austrittsstelle. Die Staubkonzentration am Arbeitsplatz steigt dann stetig an.

Die Sinkgeschwindigkeit feiner Stäube ist derart gering, dass insbesondere alveolengängiger Staub mehrere Stunden zum Absinken benötigt (siehe Tabelle 8). Aus den Zahlenangaben dieser Tabelle lässt sich ableiten, dass nach Beendigung der Staub freisetzenden Arbeiten der sichtbare, grobe Staub relativ schnell absinkt und sich absetzt. In der dann scheinbar sauberen Luft ist jedoch (bei fehlender Lüftung) über mehrere Stunden eine fast unvermindert hohe Konzentration an nicht sichtbarem, alveolengängigem Staub vorhanden.

Tabelle 8: Schwebeverhalten von einatembaren und alveolengängigen Stäuben

	einatembare Stäube			alveolengängige Stäube	
Durchmesser [μm]	100	50	10	1	0,1
Sedimentation [cm/s]	25	7	0,3	0,004	0,00009
Falldauer aus 1 m Höhe [min]	0,07	0,2	5,6	417	18520

8.2.2.3.2 Technische Lüftung

Unter technischer Lüftung wird der erzwungene Luftaustausch mit Förderung der Luft durch Strömungsmaschinen, wie zum Beispiel Ventilatoren oder Gebläse, verstanden. Näheres hierzu siehe die DGUV Information 109-002 „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“⁹⁶⁾

8.2.2.4 Betrieb von Arbeitsplatzlüftungen

Arbeitsplatzlüftungen sind entsprechend den Angaben des Herstellers zu betreiben und in Stand zu halten. Unter Berücksichtigung der Betriebsanleitung des Herstellers muss der Unternehmer eine Betriebsanweisung für

96) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (98)

- das bestimmungsgemäße Betreiben,
- die Instandhaltung sowie
- das Verhalten bei Störungen
- die Anordnung und Nachführung von Erfassungseinrichtungen,
- die regelmäßige Filterreinigung und
- das regelmäßige Leeren des Staubsammelbehälters.

Insbesondere beim letzten Punkt ist darauf zu achten, dass kein Staub in die Atemluft gelangt.

Zum bestimmungsgemäßen Betrieb einer Arbeitsplatzlüftung gehören auch das Einschalten vor der Arbeitsaufnahme sowie die Einhaltung der von der Luftleistung abhängigen maximalen Anzahl von Absaugstellen und die maximal zulässigen Schlauchlängen.

8.2.2.5 Instandhaltung von Arbeitsplatzlüftungen

Die Instandhaltung umfasst alle Maßnahmen zur Erhaltung der Funktionsfähigkeit der Arbeitsplatzlüftung. Hierzu gehören Wartung, Inspektion und Instandsetzung. Vor der Inbetriebnahme einer neu errichteten technischen Lüftung muss eine Wirksamkeitsprüfung durchgeführt werden. Mit den Instandhaltungsarbeiten soll diese Wirksamkeit erhalten werden.

Es ist ein Instandhaltungsplan aufzustellen, in dem

- die zu wartenden, zu inspizierenden und zu reinigenden Anlagenteile,
- die Wartungs-, Inspektions- und Reinigungsintervalle und
- die Verantwortlichkeiten

festgelegt sind. Hierbei sind die Angaben in den zugehörigen Betriebsanleitungen des Herstellers zu berücksichtigen. Instandhaltungsmaßnahmen einschließlich regelmäßiger Prüfungen sind zu dokumentieren. Für Entstaubungsanlagen kann beispielsweise das Wartungsprotokoll verwendet werden. Lufttechnische Anlagen müssen vor Instandsetzungsarbeiten außer Betrieb gesetzt und gegen unbefugtes Einschalten gesichert werden.

Bei Fahrzeugen und Erdbaumaschinen hat sich gezeigt, dass die Reinigung der Filter im Zuge der Wartungsintervalle des Herstellers (nach Betriebsstunden) bei den Einsatzbedingungen in Steinbrüchen, Gräbereien sowie im Baustellenbetrieb u. Ä. nicht ausreicht. Bei diesen Einsatzbedingungen sollte über die Gefährdungsbeurteilung festgelegt werden, dass die Filter mindestens wöchentlich gereinigt werden.

Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung sind für die Instandhaltung notwendige Schutzmaßnahmen festzulegen. Je nach Gefahrstoff ist geeigneter Atem- und gegebenenfalls auch Hautschutz notwendig.

Das Reinigen von Anlagenteilen, insbesondere von Rohrleitungen und Abscheidern, sowie das Entfernen des abgeschiedenen Stoffs müssen so durchgeführt werden, dass von diesem so wenig wie möglich in die Umgebungsluft gelangt. Das erreicht man, wenn

- Staubablagerungen in Rohrleitungen mit geeigneten Industriestaubsaugern beseitigt werden,
- Abscheider erst geöffnet werden, nachdem die automatische Abreinigung und die Bewegungen der geförderten Luft zum Stillstand gekommen sind,
- nicht mit Druckluft gereinigt wird,
- zum Entfernen gesammelter Stoffe Sammelbehälter mit eingelegtem Kunststoffbeutel für den einmaligen Gebrauch vorhanden sind, die nach Befüllung vorsichtig vom Abscheider getrennt und sofort wieder verschlossen werden.

Für die Funktionsprüfung von technischen Lüftungen eignen sich Geräte zur Messung der Luftgeschwindigkeit (siehe Abbildungen 29 und 30).

Abbildung 29: Prüfung mit dem Flügelrad-Anemometer (Strömungsmessgerät)



Abbildung 30: Prüfung mit dem Hitzdraht-Anemometer (Strömungsmessgerät)



8.2.3 Technische und organisatorische Schutzmaßnahmen zur Minderung von Dieselmotorabgasen

8.2.3.1 Einsatzbeschränkungen

Der Einsatz von dieselgetriebenen Fahrzeugen oder Flurförderzeugen in ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen ist vom Unternehmer oder der Unternehmerin zu beschränken, wenn unter Berücksichtigung der erforderlichen Motorleistung dieselbe Aufgabe auch durch gefahrstofffreie Antriebstechniken, z. B. Elektroantrieb, erfüllt werden kann. Beispiele:

- Gabelstapler mit E-Antrieb in Fertigungshallen,
- Bohrwagen und Vortriebsmaschinen mit Ex-geschütztem Elektroantrieb in untertägigen Arbeitsbereichen.

8.2.3.2 Schutzmaßnahmen gegen Abgase von Dieselmotoren

Abgasnachbehandlungssysteme tragen zur Minderung von Abgasen von Dieselmotoren bei. Ihr Herzstück ist ein Dieselpartikelfilter (DPF – siehe Abbildung 31). Dieser filtert kontinuierlich während des Motorbetriebes die partikelförmigen Bestandteile aus dem Abgasstrom heraus. Zur Reduktion von Stickoxiden können dem Dieselpartikelfilter weitere Elemente zur Abgasnachbehandlung nachgeschaltet werden. Das effektivste Verfahren ist dabei die selektive katalytische Reduktion (SCR), die unter Zugabe einer Harnstofflösung in den Abgasstrom erfolgt.

Abbildung 31: Dieselpartikelfilter am Fahrzeug – leicht zugänglich für Wartungsarbeiten



Eine regelmäßige Wartung aller betrieblichen dieselgetriebenen Maschinen, wie z. B. Aggregate, Fahrzeuge, Flurförderzeuge, führt ebenfalls zu einer Minderung der Abgase.

Ist das Abstellen der Dieselmotoren von Fahrzeugen, z. B. beim Be- oder Entladen, nicht möglich, muss die Belastung durch Abgase von Dieselmotoren im Arbeitsbereich wirksam reduziert werden, wie z. B. durch eine Absaugung der Abgase der im Arbeitsbereich betriebenen Dieselmotoren unmittelbar am Auspuff.

Ablagerungen von Dieselruß in Abgasabsaugleitungen und an Wänden dürfen nur

1. durch Absaugen mit bauartgeprüften Staubsaugern der Staubklasse H (vgl. DIN EN 60335-2-69 Anhang AA in der jeweils gültigen Fassung⁹⁷⁾),
2. durch Nassreinigung oder
3. durch mechanische Bearbeitung unter gleichzeitigem Absaugen freierwerdender Stäube mit bauartgeprüften Staubsaugern der Staubklasse H

entfernt werden.

Reinigung mittels Druckluft ist verboten.

8.3 Organisatorische Schutzmaßnahmen

Organisatorische Schutzmaßnahmen sind darauf ausgerichtet, den Aufenthalt von Beschäftigten in gefahrstoffbelasteten Bereichen räumlich und zeitlich zu begrenzen. So dürfen Reinigungs- und Wartungsarbeiten, zum Beispiel in Aufbereitungsanlagen, nicht bei der hohen Gefahrstoffkonzentration des

97) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (117)

Regelbetriebs, sondern nur bei Stillstand der Anlage und nach vorhergehender sorgfältiger Durchlüftung der Arbeitsbereiche erfolgen.

Auch mit der Steuerung des Arbeitseinsatzes, etwa durch Wechsel zwischen gefahrstoffexponierten und gefahrstofffreien Arbeitsbereichen oder Tätigkeiten, kann die individuelle Gefahrstoffbelastung von Beschäftigten reduziert werden. Dies kann auch durch räumliche Trennung erfolgen.

Zu den organisatorischen Maßnahmen gehören auch die Kontrolle und Durchsetzung der im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung festgelegten Schutzmaßnahmen und der Wartungsarbeiten.

Den Beschäftigten sind getrennte Aufbewahrungsmöglichkeiten für die Arbeitskleidung und für die Straßenkleidung⁹⁸⁾ sowie Waschräume zur Verfügung zu stellen. Siehe dazu § 9 Absatz 5 Gefahrstoffverordnung und Kapitel 6 der Technischen Regel für Arbeitsstätten ASR A4.1 „Sanitärräume“⁹⁹⁾.

Auch die arbeitsmedizinische Vorsorge ist eine organisatorische Maßnahme (siehe Kapitel 7).

Für den Umgang mit Gefahrstoffen und den Gebrauch von Atemschutzgeräten sind Betriebsanweisungen (siehe Musterbetriebsanweisungen in den Anhängen 3 bis 5) auf Basis der Sicherheitsdatenblätter bzw. der Herstellerinformationen zu erstellen.

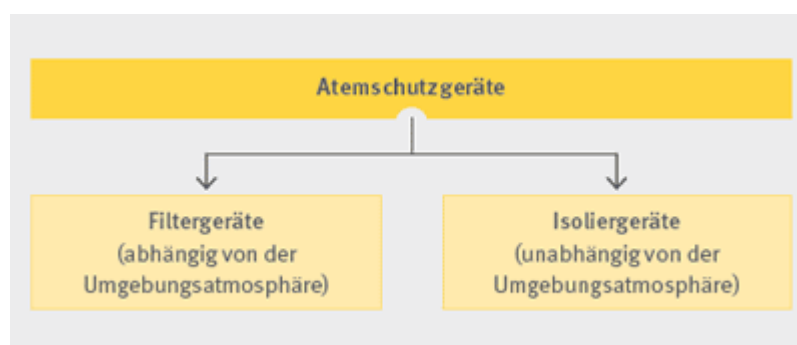
Der Umgang mit Gefahrstoffen und Atemschutzgeräten muss in Unterweisungen exponierten Personen bzw. den Gerätträgern vermittelt werden (siehe Kapitel 9).

8.4 Persönliche Schutzmaßnahmen: Atemschutzgeräte

8.4.1 Einteilung von Atemschutzgeräten

Atemschutzgeräte gibt es für Arbeit, Rettung und Selbstrettung (Fluchtgeräte). Nach ihrer Wirkungsweise wird zwischen abhängig und unabhängig von der Umgebungsatmosphäre wirkenden Geräten unterschieden:

Abbildung 32: Einteilung Atemschutzgeräte



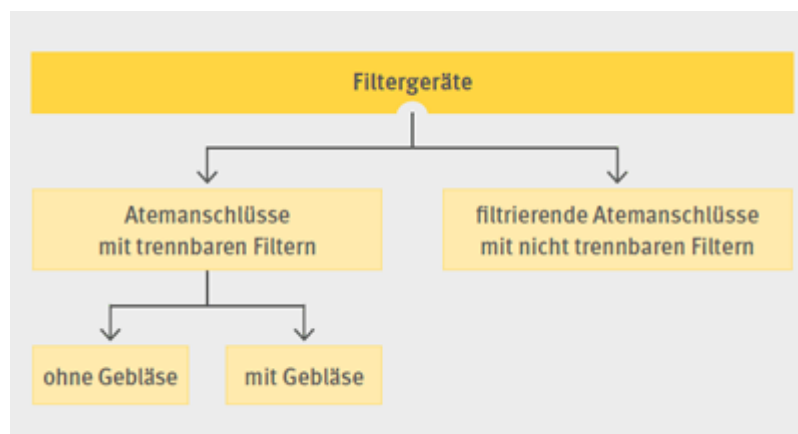
8.4.1.1 Filtergeräte – abhängig von der Umgebungsatmosphäre wirkende Atemschutzgeräte

Filtergeräte werden nach ihrer Bauform unterschieden.

98) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (19)

99) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (17)

Abbildung 33: Einteilung Filtergeräte



Partikelfiltrierende Halbmasken (engl.: Filtering Face Piece, FFP) werden nach DIN EN 149:2009¹⁰⁰⁾ entsprechend ihrer Filterleistung in drei Geräteklassen (FFP1, FFP2 und FFP3) eingeteilt.

Daraus ergeben sich folgende Einsatzgrenzen:

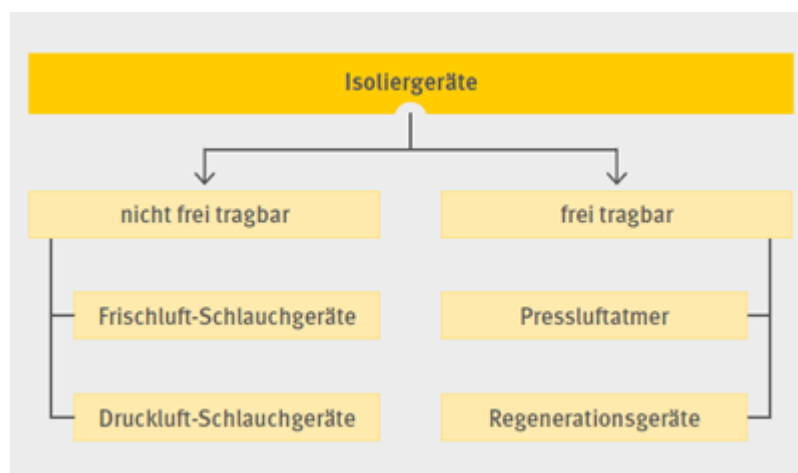
Tabelle 9: Einsatzgrenzen nach DGUV Regel 112-190

Klasse	zulässige Überschreitung des Grenzwerts
FFP1	4-fach
FFP2	10-fach
FFP3	30-fach

8.4.1.2 Isoliergeräte – unabhängig von der Umgebungsatmosphäre wirkende Atemschutzgeräte

Isoliergeräte unterscheiden sich durch ihre Bauart und durch ihre Wirkungsweise:

Abbildung 34: Einteilung Isoliergeräte



100) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (115)

Ausführlichere Informationen dazu bietet die DGUV Regel 112-190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“¹⁰¹⁾ und das Merkblatt A 008 „Persönliche Schutzausrüstungen“¹⁰²⁾.

8.4.2 Auswahl von Atemschutz

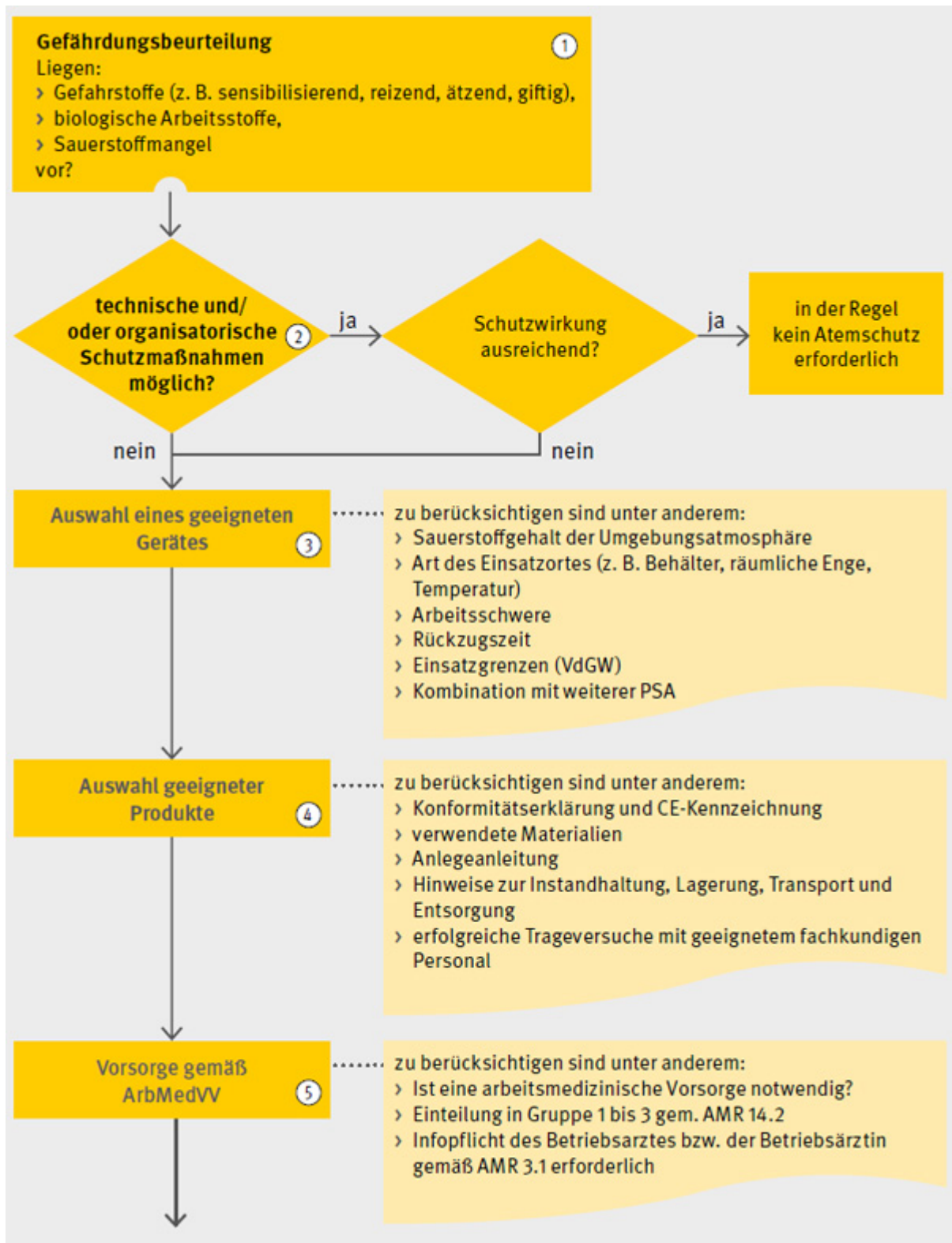
Ergibt sich aus der Gefährdungsbeurteilung die Notwendigkeit zum Tragen von Atemschutz, sind geeignete Geräte auszuwählen. Dabei kann das im folgenden Flusschema dargestellte Verfahren zur Hilfe herangezogen werden:

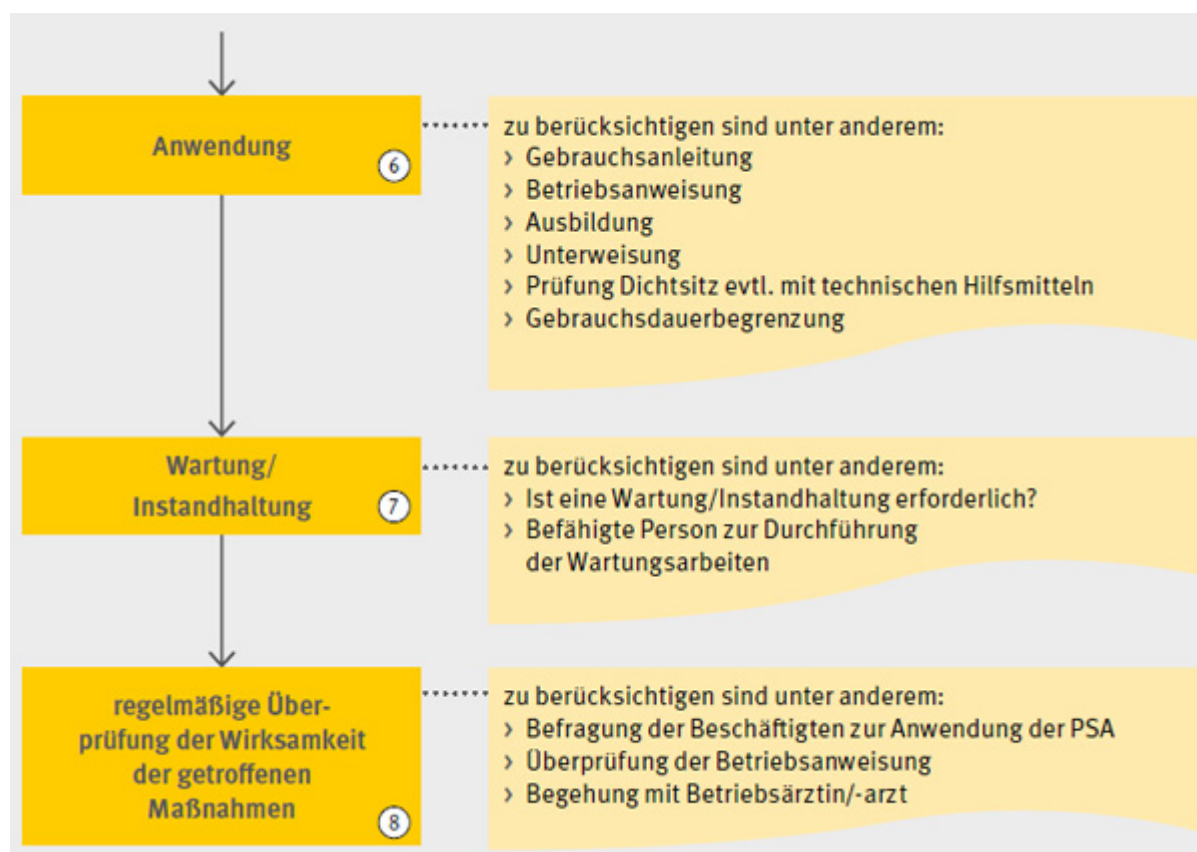
Auswahl und Benutzung von Atemschutzgeräten

101) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (99)

102) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (74)

Abbildung 35: Flussschema Auswahl und Benutzung von Atemschutzgeräten





Erläuterungen zum Flusschema

① Gemäß § 5 des Arbeitsschutzgesetzes (ArbSchG)¹⁰³⁾ bildet die Gefährdungsbeurteilung die rechtliche Grundlage für die Umsetzung von Arbeitsschutzmaßnahmen in einem Betrieb. Zunächst ist zu ermitteln, ob und in welcher Konzentration Gefahrstoffe oder Biostoffe vorliegen, oder ob Sauerstoffmangel vorliegt.

② Können durch technische oder organisatorische Schutzmaßnahmen ausreichende Schutzwirkungen erreicht werden, so ist kein Atemschutz erforderlich – es sei denn, Technische Regeln oder Branchenregeln fordern das.

③ Trifft dies nicht zu, so sind geeignete persönliche Schutzausrüstungen (Atemschutzgerät) auszuwählen. Anwendungs- und Auswahlhinweise werden unter anderem in der DGUV Regel 112-190¹⁰⁴⁾ und den Gebrauchsanleitungen der Hersteller gegeben.

Dabei sind unter anderem folgende Bedingungen zu berücksichtigen:

- Sauerstoffgehalt der Umgebungsatmosphäre
- Art des Einsatzortes (z. B. Behälter, räumliche Enge, Temperatur)
- Arbeitsschwere (siehe Anhang)
- Rückzugszeit
- Einsatzgrenzen (VdGW: Vielfaches des Grenzwertes)
- Kombination mit weiteren persönlichen Schutzausrüstungen (PSA)

④ Ist die Geräteart definiert, kann nun die Auswahl von verschiedenen Produkten von unterschiedlichen Herstellern erfolgen. Dies umfasst unter anderem die Prüfung der erforderlichen Dokumente, wie z. B. der Gebrauchsanleitung, und praktische Trageversuche.

Darüber hinaus sind beispielsweise folgende Aspekte zu beachten:

103) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (5)

104) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (99)

- Konformitätserklärung und CE-Kennzeichnung (vierstellige Nummer der überwachenden Stelle),
- verwendete Materialien,
- Anlegeanleitung,
- Hinweise zur Wartung/Instandhaltung, Lagerung, Transport und Entsorgung.

In die Auswahl sollte die Arbeitnehmervertretung miteinbezogen werden.

⑤ Gesetzlich geregelt ist die arbeitsmedizinische Vorsorge in der ArbMedVV¹⁰⁵. Gemäß der Arbeitsmedizinischen Regel 14.2 „Einteilung von Atemschutzgeräten in Gruppen“ (AMR 14.2)¹⁰⁶ werden Atemschutzgeräte in die Gruppen 1, 2 und 3 eingeteilt:

Gruppe 1: Gerätegewicht bis 3 kg und Atemwiderstände bis max. 5 mbar

Gruppe 2: Gerätegewicht bis 5 kg oder Atemwiderstände über 5 mbar

Gruppe 3: Gerätegewicht über 5 kg

Bei der Verwendung von Geräten, die weniger als 3 kg wiegen und keinen Atemwiderstand besitzen, oder von Geräten der Gruppe 1, die nicht mehr als eine halbe Stunde pro Tag benutzt werden, ist keine arbeitsmedizinische Vorsorge notwendig.

Für die Verwendung von Flucht- und Kurzzeitgeräten für leichte Arbeit unter 3 kg, soweit sie zur Flucht oder leichter Arbeit eingesetzt werden, ist ebenfalls keine arbeitsmedizinische Vorsorge notwendig.

Die Ausführungen zur Gruppeneinteilung der Atemschutzgeräte in der (AMR 14.2)¹⁰⁷ beruhen auf der DGUV Regel 112-190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“¹⁰⁸. Bei der Durchführung der arbeitsmedizinischen Vorsorge können sich die Betriebsärzte und -ärztinnen an der DGUV Empfehlung „Atemschutz“ orientieren.

Diese Empfehlung kann auch dort Anwendung finden, wo im Zusammenhang mit dem Tragen von Atemschutzgeräten eine Eignung des Beschäftigten/der Beschäftigten geprüft werden soll, beispielsweise bei der Feuerwehr, im Bergbau, in der Grubenrettung (vgl. auch Kap. 7).

⑥ Soll der ausgewählte Atemschutz zur Anwendung kommen, so ist auf Grundlage der Gebrauchsanweisung im Abgleich mit den betrieblichen Verhältnissen eine Betriebsanweisung zu erstellen. Anhand dieser ist zu unterweisen. Die Unterweisung umfasst einen theoretischen und praktischen Teil, wie z. B. eine Anlegeübung und die Überprüfung des Dichtsitzes. Bei der Planung der Tätigkeiten unter Atemschutz sind gegebenenfalls Gebrauchsdauerbegrenzungen zu beachten.

⑦ Ist eine Wartung/Instandhaltung der Atemschutzgeräte erforderlich, so muss diese von einer dazu befähigten Person durchgeführt werden. Es sind die vom Hersteller vorgeschriebenen Reinigungs- und Desinfektionsmittel und -verfahren zu verwenden.

⑧ Die Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen ist regelmäßig zu überprüfen. Dazu bieten sich unter anderem folgende Maßnahmen an:

- Befragung der Beschäftigten zur Anwendung der PSA
- Überprüfung der Betriebsanweisung
- Begehung mit Betriebsärztin/-arzt

8.5 Verhaltensbezogene Maßnahmen

Bei allen vorgenannten technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen müssen als Ergänzung stets verhaltensbezogene Maßnahmen mit umgesetzt werden. Sie sind sehr wichtig, weil ohne Mitwirkung der Beschäftigten die angestrebten Schutzziele, also die Einhaltung der Arbeitsplatzgrenzwerte, nicht erreicht

105) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (7)

106) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (12)

107) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (12)

108) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (99)

werden können. Die seitens der Unternehmensführung vorgesehenen technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen müssen in ihrer Wirksamkeit erhalten sowie von den Beschäftigten konsequent umgesetzt und angewendet werden. Hierzu einige typische Beispiele:

- Nachführen von offenen Stauberfassungseinrichtungen bei der Steinbearbeitung,
- Benutzen der Staubabsaugung beim Umgang mit Druckluftbohrhämmern, Winkelschleifern etc.,
- Kontrolle der Absaugleistung,
- Instandhalten von Absaugungen, insbesondere die regelmäßige Filterreinigung, die Kontrolle und Beseitigung von Leckagen oder Verstopfungen,
- Benetzen des Arbeitsplatzes bei Trockenheit,
- Benutzen von Staubschutzmasken,
- Sauberkeit und Ordnung am Arbeitsplatz.

Diese Inhalte werden in der regelmäßigen Unterweisung vertieft (siehe Kapitel 9).

Auch das positive Beispiel der Vorgesetzten bei der Arbeit ist nicht zu unterschätzen. Es ist wichtig, alle Beschäftigte im Unternehmen, von der Unternehmensleitung über den kaufmännischen Bereich – dort besonders den Einkauf – bis hin zur Produktion für eine gesundheitsgerechte Gestaltung der Arbeitsplätze zu sensibilisieren und zu motivieren. Zu den verhaltensbezogenen Maßnahmen gehört auch die Kontrolle, dass die festgelegten Maßnahmen zum Gesundheitsschutz eingehalten werden.

Abbildung 36: Arbeiten mit Frischluftvisierhelm



9 Unterweisung

9.1 Unterweisung der Beschäftigten zu Gefahrstoffen und Schutzmaßnahmen

Die Unternehmerin oder der Unternehmer ist für die Durchführung der Unterweisung verantwortlich. Sie hat mündlich, mindestens einmal jährlich zu erfolgen. Grundlage für die Unterweisung der Beschäftigten ist eine schriftliche Betriebsanweisung, die ein Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung ist¹⁰⁹⁾ (siehe auch Kapitel 6).

109) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (19)

Die Gefahrstoffverordnung legt auch die Mindestinhalte der Betriebsanweisung und somit der Unterweisung fest:

- Informationen über die am Arbeitsplatz vorhandenen oder entstehenden Gefahrstoffe, wie beispielsweise die Bezeichnung der Gefahrstoffe, ihre Kennzeichnung sowie mögliche Gefährdungen der Gesundheit und der Sicherheit,
- Informationen über angemessene Regeln und Maßnahmen, die die Beschäftigten zu ihrem eigenen Schutz und zum Schutz der anderen Beschäftigten am Arbeitsplatz durchzuführen haben. Dazu gehören insbesondere
 - Hygienevorschriften,
 - Informationen über Maßnahmen, die zur Verhütung einer Exposition zu ergreifen sind,
 - Informationen zum Tragen und Verwenden von persönlicher Schutzausrüstung,
- Informationen über Maßnahmen, die bei Betriebsstörungen, Unfällen sowie Notfällen und zur Verhütung dieser von den Beschäftigten, insbesondere von Rettungsmannschaften, durchzuführen sind.

Die Betriebsanweisung muss bei jeder maßgeblichen Veränderung der Arbeitsbedingungen aktualisiert und im Rahmen einer Unterweisung vermittelt werden.

Weitere Hinweise zur Durchführung von Unterweisungen gibt das Merkblatt A 026 „Unterweisung – Gefährdungsorientierte Handlungshilfe“¹¹⁰⁾ der BG RCI. Darüber hinaus bietet die BG RCI unter mediashop.bgrci.de und downloadcenter.bgrci.de unterstützende Materialien in Form von Schriften, Videos, CDs und Checklisten¹¹¹⁾ an. Für die Unterweisungszwecke kann auch der Clip: <https://www.napofilm.net/de/napos-films/napo-dust-work> und auch das e-Lernportal: lernportal.bgbau.de verwendet werden.

9.2 Unterweisung für das Tragen von Atemschutz

9.2.1 Allgemeines

Für die Benutzung aller Arten persönlicher Schutzausrüstungen hat der Unternehmer bzw. die Unternehmerin die Beschäftigten besonders zu unterweisen. Diese Unterweisung soll sicherstellen, dass die zur Verfügung gestellten persönlichen Schutzausrüstungen sicherheitsgerecht benutzt werden.

Rechtsgrundlage dafür sind das Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)¹¹²⁾ sowie die PSA-Benutzungsverordnung (PSA-BV)¹¹³⁾. Atemschutzgeräte zählen zu den persönlichen Schutzausrüstungen, die gegen tödliche Gefahren oder bleibende Gesundheitsschäden schützen sollen. Für diese hat der Unternehmer oder die Unternehmerin die nach § 3 Absatz 2 der PSA-Benutzungsverordnung bereitzuhaltende Benutzungsinformation den Versicherten im Rahmen von Unterweisungen mit Übungen zu vermitteln.¹¹⁴⁾

Der DGUV Grundsatz 312-190 „Ausbildung, Fortbildung und Unterweisung im Atemschutz“¹¹⁵⁾, erläutert den Umfang und die Dauer der Unterweisung. Die Dauer der Erst- und Wiederholungsunterweisungen richtet sich nach der Art des eingesetzten Atemschutzes. An die theoretische Unterweisung sollte sich immer eine **praktische Übung** anschließen.

110) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (78)

111) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (135)

112) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (5)

113) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (59)

114) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (66)

115) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (111)

9.2.2 Qualifikation der Unterweisenden

Die Unternehmerin bzw. der Unternehmer hat dafür zu sorgen, dass die Unterweisung der Atemschutzgeräte durch eine geeignete Person abgehalten wird, die spezifische Kenntnisse für diesen Zweck besitzt. Der DGUV Grundsatz 312-190¹¹⁵⁾ beschreibt, über welche Kenntnisse und Eigenschaften eine geeignete Person verfügen sollte.

9.2.3 Theoretische Unterweisung

Sinngemäß führt die PSA-BV aus, dass für jeden bereitgestellten Atemschutz der Unternehmer oder die Unternehmerin erforderliche Informationen für die Benutzung in verständlicher Form und Sprache bereitzuhalten hat – die Betriebsanweisung für den jeweiligen Atemschutz (für ein Beispiel siehe Anhang 5).

Die Unterweisung sollte folgende Punkte beinhalten:

- Information über die Art der Belastung der Atemluft
- Richtige Auswahl und Zweck der persönlichen Schutzausrüstungen, auch deren Grenzen
- Eignung für den Atemschutz (Vollbart, Bart, Piercing, Brille, Lungenfunktion)
- Welchen Atemschutz trage ich wann, wie und warum
- Funktionsweise des Atemschutzes
- Arbeitsmedizinische Vorsorge, Gebrauchsdauerbegrenzung (Schwere der Arbeit)
- Technisch und hygienisch einwandfreie Benutzung der persönlichen Schutzausrüstungen
 - saubere Hände beim Anlegen
 - Dichtsitz prüfen
 - hygienisch richtiges Ablegen
- Einschränkungen durch das Tragen der persönlichen Schutzausrüstungen (wie z. B. bei räumlicher Enge)
- Erhöhung der Atem-/Kreislaufbelastung (Schwere der Arbeit)
- Folgen, welche bei der Nichtbenutzung des vorgeschriebenen Atemschutzes auftreten können, wie
 - Ersticken
 - Lungenödem
 - Vergiftung
 - Sensibilisierung
 - Asthma
 - Lungenkrebs und andere Krebserkrankungen
 - gegebenenfalls negative Ereignisse aus dem Unternehmen
- Sicherung der atemschutzgerättragenden Personen
- Verhalten bei Fehlfunktionen des Atemschutzes (Instandsetzung)
- Verhalten beim Versagen des Atemschutzes (Notfall, Sicherungsposten)
- Kombinationen mit weiteren persönlichen Schutzausrüstungen, wie z. B. Schutzbrille, Chemikalien-Schutzanzug, PSA gegen Absturz
- Wissensabfrage (z. B. Fragen aus Anhang 7)

115) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (111)

9.2.4 Weitere Elemente der Unterweisung von atemschutzgerättragenden Personen

Die gerätespezifische Unterweisung, z. B. für den Einsatz eines Pressluftatemschutzgerätes, ist die Grundlage einer tätigkeitsbezogenen Unterweisung (z. B. für das Arbeiten in Behältern). Weitere Unterweisungsinhalte sind zu vermitteln, wie z. B.

- Angaben zum Ort des Einsatzes,
- die Unterweisung zur auszuführenden Tätigkeit (z. B. Reinigungsarbeiten),
- Gefahrstoffe bzw. Sauerstoffkonzentration und
- Kontrolle organisatorischer Maßnahmen, wie z. B. den Erlaubnisschein und das Freimessen.

9.2.5 Praktische Unterweisung

Die praktische Unterweisung baut auf der zuvor durchgeführten theoretischen auf. Es soll insbesondere die Inspektion vor der Benutzung und das Anlegen der persönlichen Schutzausrüstungen besprochen und praktisch geübt werden.

Beispiel für das Anlegen einer partikelfiltrierenden Halbmaske:



1. Unterweisung in den Gebrauch an Hand der Betriebsanweisung des Herstellers



2. Verfallsdatum beachten



3. Maske auspacken und auf Beschädigung und Verschmutzung prüfen (Sichtprüfung)



4. Maske in die saubere, hohle Hand legen, dabei Gummibänder möglichst frei nach unten hängen lassen



5. Maske unter dem Kinn ansetzen und dann an das Gesicht drücken



6. Das erste Gummiband über den Kopf in den Nacken ziehen



7. Das zweite Gummiband über den Kopf oberhalb der Ohren sitzend ziehen

8. Befestigung fixieren (Bänder festziehen oder anziehen)



9. Nasenbügel anpassen

10. Mit beiden Händen Maske im Bereich des Nasenbügels andrücken und auf Dichtsitz prüfen
a: Maske ohne Ventil – scharf ausatmen
b: Maske mit Ventil – scharf einatmen

11. Bei einer Leckage im Nasenbereich, passen Sie den Nasenbügel neu an und wiederholen Sie die oben angegebene Dichtsitzkontrolle.

12. Bei einer Leckage am Maskenrand, überprüfen Sie den Sitz der Bänder am Kopf, bis die Leckage beseitigt ist.

Wiederholen Sie die Dichtsitzkontrolle. Wenn Sie **keinen** Dichtsitz erreichen, betreten Sie den Gefahrenbereich **nicht!**

Die praktische Unterweisung soll insbesondere bei Isoliergeräten so erfolgen, dass die spätere Anwendung der persönlichen Schutzausrüstungen bezüglich Arbeitsschwere und Arbeitsumfeld, wie z. B. bei räumlicher Enge, simuliert wird.

9.2.6 Technische Prüfung auf Dichtsitz

Der Dichtsitz kann bei einigen Arten von persönlichen Schutzausrüstungen auch mit technischen Hilfsmitteln, wie z. B. einem Partikelzählgerät, geprüft werden. Dieses Gerät saugt sowohl Umgebungsluft als auch Luft aus dem Maskeninnenkörper an. Es werden jeweils die Partikel gezählt und ins Verhältnis gesetzt. Daraus ergibt sich als Kenngröße für den Dichtsitz die Leckagerate.

Abbildung 37: Prüfung des Dichtsitzes der Schutzmaske



Abbildung 38: Gerät zum Prüfen auf Dichtsitz der Schutzmaske



9.2.7 Dokumentation

Die Unterweisung ist zu dokumentieren. Die Dokumentation sollte folgende Punkte enthalten:

- Art der Unterweisung: Erstunterweisung, Wiederholungsunterweisung, Unterweisung aus besonderem Anlass,
- Thema der Unterweisung,
- Datum und Dauer der Unterweisung,
- Verwendete Unterlagen,
- Vermerk zur Art der Wissensabfrage: Verständnisfragen, Begehung, Anlegen des Atemschutzes,
- Name und Unterschrift der Teilnehmer und des oder der Unterweisenden,
- Wissenstest.

Ein Muster für die Unterweisungsdokumentation findet sich in Anhang 8.

Anhang 1a: Liste der Atemwege und Lunge schädigenden Stoffe

[Ohne Titel]

Dieser Anhang bietet eine Übersicht über die Atemwege und Lunge schädigenden Stoffe.

Für jeden genannten Stoff bzw. jede genannte Stoffklasse sind Erkrankungen, sofern vorhanden, die korrespondierenden Berufskrankheiten, veröffentlichte Grenzwerte (aus TRGS 900 u. a.)¹¹⁶⁾ und die empfohlene arbeitsmedizinische Vorsorge aufgeführt. Sind mehrere Stoffe genannt, sind für Einzelheiten Angaben im zugehörigen Sicherheitsdatenblatt oder in einschlägigen Datenbanken heranzuziehen.

Im Rahmen der Auflistung sind die am häufigsten vorkommenden Stoffe bzw. Stoffklassen aufgeführt. Die Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

1 Anorganische Stäube

1.1 Asbest

Beispiele:

Chrysotil, Amosit, Grunerit, Aktinolith, Krokydolith, Anthophyllit, Tremolit

Erkrankungen:

116) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (47)

Asbestose (Pleuraplaques, Pleuritis, benigner Pleuraerguss, Lungenfibrose), Lungen- und Kehlkopfkrebs, Mesotheliom

Krebserzeugend: Kategorie 1A

Berufskrankheiten: BK 4103, BK 4104, BK 4105, BK 4114

Einstufung:

Karzinogenität, Kategorie 1A; H350

Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 1; H372

Grenzwerte:

Akzeptanzkonzentration: 10 000 F/m³, Toleranzkonzentration: 100 000 F/m³, Absenkung der Akzeptanzkonzentration auf 1000 F/m³ geplant

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht-, Angebots- und nachgehende Vorsorge¹¹⁷⁾ nach der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV)

DGUV Empfehlung: Asbest

1.2 Künstliche Mineralfasern

Beispiele:

Hochtemperaturwolle, polykristalline Wollen, Aluminiumsilikatfasern, Carbonfasern

Erkrankungen:

Lungenfibrose, Lungenkrebs

Krebserzeugend: Kategorie 1B

Die Bewertung der WHO-Fasern erfolgt nach den Kategorien für krebserzeugende Stoffe in Anhang I der CLP-Verordnung¹¹⁸⁾ und für glasige Fasern zusätzlich auf der Grundlage des Kanzerogenitätsindex KI nach TRGS 905¹¹⁹⁾:

- Glasige WHO-Fasern mit einem Kanzerogenitätsindex KI ≤ 30 werden in die Kategorie 1B eingestuft.
- Glasige WHO-Fasern mit einem Kanzerogenitätsindex KI > 30 und < 40 werden in die Kategorie 2 eingestuft.
- Für glasige WHO-Fasern erfolgt keine Einstufung als krebserzeugend, wenn deren Kanzerogenitätsindex KI ≥ 40 beträgt.

Alternativ erfolgt die Einstufung neuer Fasern i. d. R. nach TRGS 905 entweder durch

- einen Kanzerogenitätsversuch mit intraperitonealer Applikation oder
- Bestimmung der in vivo-Biobeständigkeit.

Berufskrankheiten: § 9 Abs. 2 SGB VII

Grenzwerte:

Gibt es nur für bestimmte Fasertypen, wie z. B. Aluminiumsilikatfasern: Akzeptanzkonzentration: 10 000 F/m³, Toleranzkonzentration: 100 000 F/m³, Absenkung der Akzeptanzkonzentration auf 1000 F/m³ geplant

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht-, Angebots- und nachgehende Vorsorge nach ArbMedVV

DGUV Empfehlung: Tätigkeiten mit Hochtemperaturwollen (Faserstäube Kategorie 1A oder 1B)

117) Siehe auch Abschnitt 7.2 und aus der Reihe „kurz und bündig“ die Schrift KB 011-2 „Arbeitsmedizinische Vorsorge nach ArbMedVV – Teil 2: Ermittlung der Vorsorgeanlässe“

118) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (1)

119) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (49)

1.3 Aluminium und seine Verbindungen

Beispiele:

Aluminiumoxid, Aluminiumhydroxid, Aluminiumsilikat, Kaolin, Feldspat, Glimmer, Hornblende, Bauxit, Korund, Schmirgel, Ton

Erkrankungen:

Obstruktive Atemwegserkrankung, Lungenemphysem, Aluminose (Lungenfibrose), Pneumothorax

Berufskrankheit: BK 4106

Einstufung (am Beispiel von Aluminiumsilikatfasern):

Karzinogenität, Kategorie 1B; H350i

Grenzwerte:

Allgemeiner Staubgrenzwert (ASGW): 1,25 mg/m³ (A), 10 mg/m³ (E),

Akzeptanzkonzentration: 10 000 F/m³,

Toleranzkonzentration: 100 000 F/m³, Absenkung der Akzeptanzkonzentration auf 1000 F/m³ für Aluminiumsilikatfaser geplant

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht-, Angebots- und gegebenenfalls nachgehende Vorsorge nach ArbMedVV

DGUV Empfehlung: Staubbelastung

1.4 Arsen und seine Verbindungen

Beispiele:

Arsenkies, Zinkblende, Eisenkies, Arsen trioxid, arsenige Säure, Arsenite, Arsensäure, Arsenate, Arsenwasserstoff, Zinkarsenid, Calciumarsenid, Arsen trichlorid, Arsenwasserstoff, Arsen als Metall

Erkrankungen:

Schleimhautreizung, obstruktive Atemwegserkrankung, Schleimhautverätzung (Arsen trichlorid), intravasale Hämolyse (Arsenwasserstoff (AsH₃)), Lungenkrebs

Krebserzeugend:

Kategorie 1A: Arsensäure und ihre Salze, As(III)oxid, As(V)oxid, Bleihydrogenarsenat, Triethylarsenat, Arsenige Säure

Kategorie 1B: Galliumarsenid

Berufskrankheit: BK 1108

Einstufung (am Beispiel von Arsen):

Akute Toxizität, Kategorie 3, Verschlucken; H301

Akute Toxizität, Kategorie 3, Einatmen; H331

Karzinogenität, Kategorie 1A; H350

Grenzwerte:

Arsenverbindungen, die in Kategorie 1A oder 1B eingestuft sind: Akzeptanzkonzentration: 0,83 µg/m³ (E),

Toleranzkonzentration: 8,3 µg/m³ (E),

Nicht gültig für: Arsen trisulfid, Galliumarsenid, Arsen-Metall (nicht als krebserzeugend eingestuft)

Arsin (AsH₃): 16 µg/m³

Arbeitsmedizinische Vorsorge:
Pflicht-, Angebots- und nachgehende Vorsorge nach ArbMedVV
DGUV Empfehlung: Arsen und Arsenverbindungen

1.5 Beryllium und seine Verbindungen

Beispiele:
Bertrandit, Beryll, Berylliumoxid, Smaragd, Chrysoberyll, Berylliumsulfat, Berylliumlegierungen

Erkrankungen:
Metалldampffieber, Schleimhautreizung, obstruktive Atemwegserkrankung, Berylliumpneumonie, Berylliose (Lungenfibrose), Lungenkrebs

Krebserzeugend:
Kategorie 1B: Beryllium und seine anorganischen Verbindungen, wie z. B. Berylliumoxid, Berylliumsulfat, ausgenommen namentlich in der CLP-Verordnung bezeichnete und Beryllium-Tonerdesilikate

Berufskrankheit: BK 1110

Einstufung (am Beispiel von Beryllium):
Akute Toxizität, Kategorie 3, Verschlucken; H301
Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315
Sensibilisierung der Haut, Kategorie 1; H317
Augenreizung, Kategorie 2; H319
Akute Toxizität, Kategorie 2, Einatmen; H330
Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H335
Karzinogenität, Kategorie 1B; H350i
Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 1; H372

Grenzwerte:
AGW für Beryllium und seine anorganischen Verbindungen: 0,06 µg/m³ (A), 0,14 µg/m³ (E)

Arbeitsmedizinische Vorsorge:
Pflicht-, Angebots- und nachgehende Vorsorge nach ArbMedVV
DGUV Empfehlung: Krebserzeugende und keimzellmutagene Gefahrstoffe – allgemein

1.6 Cadmium und seine Verbindungen

Beispiele:
Zink- und Bleierze, Cadmiumlegierungen und Überzüge, Cadmiumfarben, Akkumulatoren, Cadmiumoxid

Erkrankungen:
Schleimhautreizung, Rhinitis, Hyp- und Anosmie, obstruktive Atemwegserkrankung, Lungenemphysem, Bronchopneumonie, Lungenödem, Metалldampffieber, Lungenkrebs

Krebserzeugend:
Kategorie 1B: Cadmium-Verbindungen (in Form atembarener Stäube/Aerosole) sowie Cadmiumcyanid, Cadmiumdiformiat, Cadmiumhexafluorosilicat und Cadmiumiodid, ausgenommen die in Anhang VI Teil 3 der CLP-Verordnung namentlich aufgeführten, soweit sie geringer eingestuft sind

Berufskrankheit: BK 1104

Einstufung (am Beispiel von Cadmium):

Akute Toxizität, Kategorie 2, Einatmen; H330
Keimzellmutagenität, Kategorie 2; H341
Karzinogenität, Kategorie 1B; H350
Reproduktionstoxizität, Kategorie 2; H361fd
Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 1; H372

Grenzwerte:

Akzeptanzkonzentration: $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (A), Toleranzkonzentration: $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (E)

Arbeitsplatzgrenzwert (AGW): $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Cadmium und anorganische Verbindungen, die nicht als 1 A oder 1 B klassifiziert worden sind

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht-, Angebots- und nachgehende Vorsorge nach ArbMedVV
DGUV Empfehlung: Cadmium und Cadmiumverbindungen

1.7 Chrom und seine Verbindungen

Beispiele:

Chromate(VI), Chrom(VI)-Oxide, Chromsäure, Schweißrauche, Chrom(II)- und Chrom(III)-Verbindungen, Zement

Erkrankungen:

Schleimhautreizung, Nasenseptumperforation, (allergisch bedingte) obstruktive Atemwegserkrankung, Lungenemphysem, Lungenkrebs

Krebserzeugend:

Kategorie 1A: Zinkchromat,

Kategorie 1B: Chrom(VI)-Verbindungen sowie namentlich in der CLP-Verordnung genannte (z. B. Chrom(VI)-Oxid, Na/K/Ca/Pb/Sr/Cr-Chromat (CrO_3^{2-}), Chromylchlorid und $\text{NH}_4/\text{Na}/\text{K}$ -Dichromat ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$))

Berufskrankheiten: BK 1103, BK 4301

Einstufung (am Beispiel von Chrom(VI)-Verbindungen):

Karzinogenität, Kategorie 1B; H350i

Sensibilisierung der Haut, Kategorie 1; H317

Grenzwerte:

Chrom(III)-Sulfat basisch: $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (A)

Beurteilungsmaßstab Cr(VI)-Verbindungen: $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (E) (TRGS 910 und 561)¹²⁰⁾ Chrom und anorganische Chrom(II) und (III)-Verbindungen (ausgenommen die in TRGS 900 namentlich genannten): $2 \text{mg}/\text{m}^3$ (E),

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht-, Angebots- und gegebenenfalls nachgehende Vorsorge nach ArbMedVV

DGUV Empfehlung : Chrom-(VI)-Verbindungen

1.8 Cobalt und seine Verbindungen

Beispiele:

Cobalt in Hartmetallen und Legierungen, Herstellung und Bearbeitung von Cobalt haltigen Hartmetallen und Diamantwerkzeugen (Pulvermetallurgie), Produktion von metallischem Cobalt und Cobaltsalzen

120) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (52) und Nr. (43)

Erkrankungen:

(Allergisch bedingte) obstruktive Atemwegserkrankung, Lungenemphysem, fibrosierende Alveolitis, riesenzellige interstitielle Pneumonie, diffuse interstitielle Lungenfibrose (Hartmetall-Lunge), Lungenkrebs.

Krebserzeugend:

Kategorie 1A: z. B. Cobalt-Nickel-Dioxid, Cobalt-Lithium-Nickeloxid

Kategorie 1B: Cobalt-Metall (in Form atembare Stäube/Aerosole), und weitere Cobalt-Verbindungen, z. B. Cobaltacetat, -carbonat, -dichlorid, -nitrat und -sulfat) Kategorie 2: Cobalt-Verbindungen (in Form atembare Stäube/Aerosole) sowie Cobaltoxid, Cobaltsulfid, ausgenommen die in Anhang VI Teil 3 der CLP-Verordnung namentlich aufgeführten Cobaltverbindungen, cobalthaltigen Spinellen und organischen Cobalt-Sikkativen

Berufskrankheiten: BK 4107, BK 4301

Einstufung (am Beispiel von Cobalt):

Akute Toxizität, Kategorie 4, Verschlucken; H302

Akute Toxizität, Kategorie 1, Einatmen; H330

Augenreizung, Kategorie 2; H319

Sensibilisierung der Haut, Kategorie 1; H317

Sensibilisierung der Atemwege, Kategorie 1; H334

Keimzellmutagenität, Kategorie 2; H341

Karzinogenität, Kategorie 1B; H350

Reproduktionstoxizität, Kategorie 1B; H360F

Schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition; H372

Grenzwerte:

Akzeptanzkonzentration: 0,5 µg/m³ (A), Toleranzkonzentration: 5,0 µg/m³ (A)

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht-, Angebots- und nachgehende Vorsorge nach ArbMedVV

DGUV Empfehlungen: Krebserzeugende und erbgutverändernde Gefahrstoffe – allgemein, Tätigkeiten mit Stoffen, die obstruktive Atemwegserkrankungen auslösen können

1.9 Dieselmotorabgase

Beispiele:

Rußpartikel, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), Stickstoffoxide (NO_x), Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren, Ester, Kohlendioxid, Kohlenmonoxid

Erkrankungen:

Schleimhautreizung, Lungenkrebs (PAK)

Krebserzeugend bei Tätigkeiten, bei denen Dieselmotorabgase freigesetzt werden (TRGS 906)¹²¹⁾

Einstufung:

Karzinogenität, Kategorie 1B; H350i

Grenzwerte:

Abgeleiteter AGW für nicht krebserzeugende Wirkung: 50 µg/m³ (A) (Dieselrußpartikel als EC (Elementarer Kohlenstoff))

Ebenfalls zu berücksichtigen:

CO₂: 5000 ppm

CO: 30 ppm

NO: 2 ppm

NO₂: 0,5 ppm

121) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (50)

In den Bewertungsindex gemäß TRGS 402¹²²⁾ werden die Dieselrußpartikel (bestimmt in der alveolengängigen Staubfraktion) sowie NO und NO₂ aus den Abgasen von Dieselmotoren nicht eingerechnet (siehe Anmerkung 25 Seite 16 der TRGS 900)¹²³⁾.

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht-, Angebots- und nachgehende Vorsorge nach ArbMedVV

DGUV Empfehlung: Krebserzeugende und erbgutverändernde Gefahrstoffe – allgemein

1.10 Fibrogene Grubenstäube

Beispiele:

Alveolengängiger Staub in untertägigen Betrieben

Erkrankungen:

Obstruktive Atemwegserkrankung, Emphysem, Silikose, Anthrako-Silikose, Siliko-Tuberkulose

Berufskrankheiten: BK 4101, BK 4102, BK 4111, BK 4112

Einstufung (am Beispiel von Quarz):

Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 2; H373 Bei einem Anteil ab 10 % ist die Einstufung in die Kategorie 1 mit H372 erforderlich, bei geringerem Gehalt (< 1 %) entfällt die Einstufung.

Grenzwerte:

Bei Belastung durch fibrogene oder mineralische Grubenstäube in untertägigen Betrieben sind die Vorgaben der GefStoffV¹²⁴⁾ zu beachten.

ASGW 1,25 mg/m³ (A)

Zudem ist ein Beurteilungsmaßstab für Quarz im A-Staub von 50 µg/m³ einzuhalten.

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht-, Angebots- und nachgehende Vorsorge nach ArbMedVV

DGUV Empfehlung: Silikogener Staub

Eignungsuntersuchung:

nach GesBergV¹²⁵⁾

1.11 Hartmetallstaub

Beispiele:

Hartmetallstäube bestehen aus Karbiden von Wolfram, Cobalt, Vanadium, Tantal, Chrom, Titan, Nickel, Niob, Molybdän und den Bindemitteln Cobalt, Nickel oder Eisen.

Erkrankungen:

Hartmetallfibrose (Lungenfibrose), bei cobalthaltigen Hartmetallen auch allergisch bedingte obstruktive Atemwegserkrankung und Lungenkrebs

Krebserzeugend:

Kategorie 1B: Cobalt-Metall

Kategorie 2: Nickelmetall, einige Cobaltverbindungen

122) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (24)

123) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (47)

124) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (19)

125) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (57)

Berufskrankheiten: BK 4107, BK 4301

Grenzwerte:

ASGW: 1,25 mg/m³ (A), 10 mg/m³ (E) sowie stoffspezifische Beurteilungsmaßstäbe, z. B. für Chrom, Nickel, Cobalt,

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht-, Angebots- und nachgehende Vorsorge nach ArbMedVV

DGUV Empfehlung: Staubbelastung, ggf. stoffspezifische Empfehlungen

1.12 Kristalline Siliziumdioxid-haltige Stäube (Quarzstäube)

Beispiele:

Kristallines Siliziumdioxid, quarzhaltige Stäube von Materialien wie: Granit, Sandstein, Quarzit, Grauwacke, Kieselerde, Kieseliefer, Quarzitschiefer, Porphy, Bimsstein, Kieselgur, Nebengesteine der Steinkohle, keramische Massen

Erkrankungen:

Obstruktive Atemwegserkrankung, Emphysem, Silikose, Anthrako-Silikose, Siliko-Tuberkulose
Lungenkrebs bei bestehender Silikose

Krebserzeugend:

Tätigkeiten oder Verfahren, bei denen Beschäftigte alveolengängigen Stäuben aus kristallinem Siliziumdioxid in Form von Quarz und Cristobalit ausgesetzt sind.

Berufskrankheiten: BK 4101, BK 4102, BK 4111, BK 4112

Einstufung:

Kann bei Einatmen die Lunge schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition; H373

Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition) – Kategorie 2; H373

Bei einem Anteil ab 10 % ist die Einstufung in die Kategorie 1 mit H372 erforderlich.

Grenzwerte:

Der AGS hat einen Beurteilungsmaßstab zu α -Quarz und Cristobalit (A-Staub) von 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Überschreitungsfaktor 8) beschlossen (Bek. d. BMAS v. 6.7.2016)¹²⁶). Der Beurteilungsmaßstab ist bei der Gefährdungsbeurteilung und zur Kontrolle der Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen zu berücksichtigen und einzuhalten.

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht-, Angebots- und nachgehende Vorsorge nach ArbMedVV

DGUV Empfehlung: Silikogener Staub

1.13 Lanthanoide (Metalle der seltenen Erden)

Beispiele:

Monazit, Xenotim, Bastnäsit, Allanit, Synchisit, Ancylyt, Cerianit, Thortveitit, Zirkon, Granat, z. B. Kimzeyit
Cer, Scandium, Yttrium, Lanthan

Erkrankungen:

Bei Cer Lungenfibrose

Grenzwerte:

126) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (53)

ASGW: 1,25 mg/m³ (A), 10 mg/m³ (E)

AGW für Zirkonium und wasserunlösliche Verbindungen: 1 mg/m³ (E)

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht-, Angebots- und nachgehende Vorsorge nach ArbMedVV

DGUV Empfehlung: Staubbelastung

1.14 Mangan

Beispiele:

Braunstein, Ferromangan, Mangankupfer, Manganbronze, Manganzink, Manganchlorid, Kaliumpermanganat, Mangansulfat, manganhaltige Schweißelektroden

Erkrankungen:

Schleimhautreizung, obstruktive Atemwegserkrankung, Manganpneumonie, Manganismus

Berufskrankheit: BK 1105

Einstufung (am Beispiel von Mangandioxid):

Akute Toxizität, Kategorie 4, Verschlucken; H302

Akute Toxizität, Kategorie 4, Einatmen; H332

Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 2; H373

Grenzwerte:

AGW: 0,02 mg/m³ (A), 0,2 mg/m³ (E)

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht- und Angebotsvorsorge nach ArbMedVV

DGUV Empfehlungen: Staubbelastung, Schweißen und Trennen von Metallen

1.15 Nickel und seine Verbindungen

Beispiele:

Nickelsulfid, oxidische und sulfidische Verbindungen, Nickeloxid, Nickelsulfat und Nickelchlorid, Nickeltriacarbonyl, Nickelerze

Erkrankungen:

Bösartige Erkrankungen der Atemwege, Nasenseptumperforationen, (allergisch bedingte) obstruktive Atemwegserkrankung

Krebserzeugend:

Kategorie 1A: Nickel-Salze, oxidische und sulfidische Verbindungen, Nickelerze u. a.

Kategorie 2: Nickelmetall

Berufskrankheiten: BK 4109, BK 4301

Einstufung (am Beispiel von Nickel):

Sensibilisierung der Haut, Kategorie 1; H317

Karzinogenität, Kategorie 2; H351

Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 1; H372

Grenzwerte:

Für alle als krebserzeugend (1A oder 1B) eingestufte Nickelverbindungen und nickelhaltige Stäube (siehe TRGS 910 und TRGS 561)¹²⁷⁾:

Akzeptanzkonzentration: $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (A), Toleranzkonzentration: $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$

(A) Für Nickelmetall (AGW): $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (A) und $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (E)

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht-, Angebots- und nachgehende Vorsorge nach ArbMedVV

DGUV Empfehlung: Nickel und Nickelverbindungen

1.16 Talkum (asbestfrei)

Beispiele:

Magnesiumsilikat, Speckstein (mögliche Verunreinigung mit Quarz oder Asbest)

Erkrankungen:

Talkose, Silikose

Berufskrankheiten: BK nach § 9 Abs. 2 SGB VII; BK 4101; BK 4103

Grenzwerte:

ASGW: $1,25 \text{ mg}/\text{m}^3$ (A), $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ (E)

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht- und Angebotsvorsorge nach ArbMedVV

DGUV Empfehlung: Silikogener Staub, Mineralischer Staub, Asbest

1.17 Vanadium und seine Verbindungen

Beispiele:

Erdöl und Verbrennungsprodukte, Eisen- und Kupferschlacke, Vanadium, Legierungen, Vanadiumpentoxid, Thomasschlacke

Erkrankungen:

Schleimhautreizung, Blepharitis, obstruktive Atemwegserkrankung, Bronchopneumonie

Berufskrankheit: BK 1107

Einstufung (am Beispiel von Vanadiumpentoxid):

Akute Toxizität, Kategorie 3, Verschlucken; H301

Akute Toxizität, Kategorie 2, Einatmen; H330

Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H335

Keimzellmutagenität, Kategorie 2; H341

Karzinogenität, Kategorie 1B; H350

Reproduktionstoxizität, Kategorie 2; H361fd

Reproduktionstoxizität, Zusatzkategorie für Wirkungen auf oder über Laktation; H362

Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 1; H372

Grenzwerte:

Vanadiumverbindungen, anorganische, 4+- und 5+-wertige

AGW: $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (A), $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (E)

127) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (52) und Nr. (43)

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht-, Angebots- und gegebenenfalls nachgehende Vorsorge nach ArbMedVV

DGUV Empfehlung: Tätigkeiten mit Stoffen, die obstruktive Atemwegserkrankungen auslösen können

1.18 Weitere biobeständige Stäube

Unter physiologischen Bedingungen nicht oder nur schwer lösliche Stäube, die weder über eine bekannte signifikante spezifische Toxizität verfügen noch als krebserzeugende, keimzellmutagene oder reproduktionstoxische Stoffe eingestuft sind. Für diese Stäube gilt der allgemeine Staubgrenzwert (AGSW).

Beispiele:

Aluminiumhydroxid, Bariumsulfat, Graphit, Kohlenstaub, Kunststoffstäube (Polyvinylchlorid, Bakelit, PET), Magnesiumoxid, Siliciumcarbid, Talk, Titandioxid, Tantal

Erkrankungen:

Durch wiederholtes Einatmen biobeständiger granulärer Stäube über einen längeren Zeitraum kann sich die Gefahr unspezifischer Lungenerkrankungen, wie Beeinträchtigung der Selbstreinigungsprozesse der Atemwege in Form chronisch-entzündlicher Veränderungen der Bronchialschleimhaut, oder obstruktiver Ventilationsstörungen erhöhen.

Grenzwerte:

ASGW: 1,25 mg/m³ (A), 10 mg/m³ (E)

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht- und Angebotsvorsorge nach ArbMedVV

DGUV Empfehlung: Staubbelastung

2 Organische Stäube

2.1 Bakterien und deren Bestandteile

Beispiele:

Streptococcus pneumoniae, *Haemophilus influenzae*, *Mycoplasma pneumoniae*, *Legionella pneumophila*, *Schizophyllum spec.*, *Staphylococcus aureus*, *Clamydophila pneumoniae*, *Aktinomyces spec.*, *Bacillus anthracis*, *Coxiella burnetii*; *Leptospira interrogans*, *Thermoactinomyces sacchari* und andere Endotoxine

Vorkommen:

Luftbefeuchtungsanlagen, Kühltürme, Abfallentsorgung, Landwirtschaft, Kiesnassgewinnung, Detergenzienherstellung

Erkrankungen:

Schleimhautreizung, allergische Rhinitis, obstruktive Atemwegserkrankung, Exogen-allergische Alveolitis, Organic Dust Toxic Syndrom (ODTS), Pneumonie, Legionellose, Q-Fieber, Ornithose, Leptospirose

Berufskrankheiten: BK 4301, BK 4201, BK 3101, BK 3102

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht- und Angebotsvorsorge nach ArbMedVV

DGUV Empfehlung: Tätigkeiten mit Stoffen, die obstruktive Atemwegserkrankungen auslösen können,
Tätigkeiten mit Infektionsgefährdung

2.2 Pilze und deren Bestandteile

Beispiele:

Aspergillus spec., Aureobasidium pullulans, Botrytis cinerea, Candida albicans, Cephalosporium spec. (Acremonium), Cladosporium spec., Fusarium spec., Graphium spec., Mucor spec., Penicillium casei, Penicillium chrysogenum, Penicillium nalgiovenöse, Penicillium frequentans, Rhizopus spec. und andere

Vorkommen:

Luftbefeuchtungsanlagen, Kühltürme, Abfallentsorgung, Land- und Forstwirtschaft, Kiesnassgewinnung, Lebensmittelproduktion und -veredlung, Sanierung von Feuchteschäden

Erkrankungen:

Schleimhautreizung, allergische Rhinitis, obstruktive Atemwegserkrankung, Exogen-allergische Alveolitis, Organic Dust Toxic Syndrom (ODTS), Pneumonie, Aspergillose

Berufskrankheiten: BK 4301, BK 4201, BK 3101

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht- und Angebotsvorsorge nach ArbMedVV

DGUV Empfehlung: Tätigkeiten mit Stoffen, die obstruktive Atemwegserkrankungen auslösen können,
Tätigkeiten mit Infektionsgefährdung

2.3 Stäube mit pflanzlichen Anteilen

Beispiele:

Mehl- und Kleiestaub, Holzstäube, Stäube von Rohbaumwolle, Rohflachs, Rohhanf, Rizinus, Rohkaffee, Kakaobohnen, Lycopodium (algenhaltig), Zwiebelschalen (Narzissen, Tulpen), Futtermittel (Luzerne), Jute, Kapok

Vorkommen:

Luftbefeuchtungsanlagen, Kühltürme, Abfallentsorgung, Land- und Forstwirtschaft, Kiesnassgewinnung, Gärtnereien

Erkrankungen:

Schleimhautreizung, allergische Rhinitis, obstruktive Atemwegserkrankung, Exogen-allergische Alveolitis, Organic Dust Toxic Syndrom (ODTS), Byssinose

Berufskrankheiten: BK 4301, BK 4201, BK 4202

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht- und Angebotsvorsorge nach ArbMedVV

DGUV Empfehlung: Tätigkeiten mit Stoffen, die obstruktive Atemwegserkrankungen auslösen können

2.4 Stäube mit tierischen Anteilen

Beispiele:

Vogelkot, Vogelfedern, Tierhaare, -epithelien und -urin, Insektenproteine und -kot, Amöben, Schalentieren (Glykoproteine), Fischmehl, Perlmutterstaub und anderes

Vorkommen:

Abfallentsorgung, Landwirtschaft, Kiesnassgewinnung

Erkrankungen:

Allergische Rhinitis, obstruktive Atemwegenerkrankung, Exogen-allergische Alveolitis, Organic Dust Toxic Syndrom (ODTS), Ornithose

Berufskrankheiten: BK 4301, BK 4201, BK 3102

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht- und Angebotsvorsorge nach ArbMedVV

DGUV Empfehlung: Tätigkeiten mit Stoffen, die obstruktive Atemwegserkrankungen auslösen können

2.5 Viren

Beispiele:

Influenza, Coronaviren, Respiratory Syncytial Virus, Hanta-Virus, humanes Pneumovirus, Parainfluenza; seltener Entero- und Rhinoviren und andere

Erkrankungen:

Rhinitis, Pneumonie, obstruktive Atemwegserkrankung, Bronchiolitis

Berufskrankheit: BK 3101

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht- und Angebotsvorsorge nach ArbMedVV

DGUV Empfehlung: Tätigkeiten mit Infektionsgefährdung

2.6 Hartholzstäube

Beispiele:

Buchen- und Eichenholzstaub (siehe auch TRGS 906)¹²⁸⁾

Erkrankungen:

Adenokarzinome der Nasenhaupt- und Nasennebenhöhlen

Krebserzeugend:

Kategorie 1A: Hartholzstäube der Harthölzer nach Anlage 1 der TRGS 906

Kategorie 2: Holzstäube mit Ausnahme der Harthölzer nach Anlage 1 der TRGS 906

Berufskrankheit: BK 4203

Einstufung:

Karzinogenität, Kategorie 1A; H350i

Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H335

Grenzwerte:

2 mg/m³ (E) (für Holzstäube nach TRGS 553¹²⁹⁾ technisch realisierbar). Entspricht dem bindenden Grenzwert (BOELV) der EU in der Richtlinie 2004/37/EG¹³⁰⁾.

128) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (50)

129) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (37)

130) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (4)

Arbeitsmedizinische Vorsorge:
Pflicht-, Angebots- und nachgehende Vorsorge nach ArbMedVV
DGUV Empfehlung: Hartholzstaub

3 Einwirkung durch chemische Stoffe

3.1 Allergisierend wirkende Stoffe

Beispiele:

Antibiotika, Enzyme, Phenylendiamine, Ethanolamine, Platinsalze, Phthalsäure und Trimellith-Anhydride, Acrylate und weitere mit H 334 gekennzeichnete Stoffe

Erkrankungen:

Schleimhautreizung, Rhinitis, obstruktive Atemwegserkrankung, Exogen-allergische Alveolitis

Berufskrankheiten: BK 4301, BK 4201

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht- und Angebotsvorsorge nach ArbMedVV

DGUV Empfehlung: Tätigkeiten mit Stoffen, die obstruktive Atemwegserkrankungen auslösen können

3.2 Irritativ oder toxisch wirkende Stoffe

Beispiele:

Organische Säuren, aliphatische Amine, Formaldehyd, Acrolein, Ethylenimin, Ethylenoxid, Maleinsäureanhydrid, Phthalsäureanhydrid, Epoxidharze, Acrylate, Ammoniak, Chlorgas, Ozon, Phosphorchloride, Phosgen, Platinsalze, Säuredämpfe, Schwefeldioxid, Stickstoffoxide, Persulfat, Zinkchlorid, Kolophonium und weitere mit H 335 gekennzeichnete Stoffe

Erkrankungen:

Schleimhautreizung, Rhinitis, obstruktive Atemwegserkrankung, Exogen-allergische Alveolitis, Lungenödem

Berufskrankheiten: BK 4302, BK 4201

Grenzwerte:

TRGS 900¹³¹⁾ oder im zugehörigen Sicherheitsdatenblatt

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht- und Angebotsvorsorge nach ArbMedVV

DGUV Empfehlung: Tätigkeiten mit Stoffen, die obstruktive Atemwegserkrankungen auslösen können

131) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (47)

3.3 Fluor und seine Verbindungen

Beispiele:

Fluorwasserstoff, Flusssäure, Teflon

Erkrankungen:

Haut- und Schleimhautreizung, Hautgeschwüre, Rhinitis, obstruktive Atemwegserkrankung, Lungenödem, Fluorose, Polymerfieber

Berufskrankheit: BK 1308

Einstufung (am Beispiel von Fluorwasserstoff):

Akute Toxizität, Kategorie 2, Verschlucken; H300

Akute Toxizität, Kategorie 1, Hautkontakt; H310

Akute Toxizität, Kategorie 2, Einatmen; H330

Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1A; H314

Grenzwerte:

AGW: 1,6 mg/m³ (Fluor), 0,83 mg/m³ (Fluorwasserstoff), 1,0 mg/m³ (E, Fluoride)

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht- und Angebotsvorsorge nach ArbMedVV

DGUV Empfehlung: Fluor und anorganische Fluorverbindungen

3.4 Isocyanate

Beispiele:

Alle Isocyanate, insbesondere: Diisocyanattoluol (TDI), Diphenylmethan-Diisocyanat (MDI), Hexamethylen-Diisocyanat (HDI) (siehe auch Anhang 1b), Dicyclohexylmethan-4,4-Diisocyanat (HDMI), Naphthylend-Diisocyanat (NDI), Isophoron-Diisocyanat (IPDI), Isocyanensäure

Erkrankungen:

Schleimhautreizung, Rhinitis, obstruktive Atemwegserkrankung, Exogen-allergische Alveolitis, Lungenödem

Berufskrankheit: BK 1315

Einstufung (am Beispiel von 3,3-Dimethylbiphenyl-4,4-diyldiisocyanat):

Akute Toxizität, Kategorie 4, Einatmen; H332

Sensibilisierung der Haut, Kategorie 1; H317

Sensibilisierung der Atemwege, Kategorie 1; H334

Grenzwerte:

AGW: z. B. MDI, NDI: 0,05 mg/m³; TDI, HDI: 0,035 mg/m³; IPDI: 0,046 mg/m³

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht- und Angebotsvorsorge nach ArbMedVV

DGUV Empfehlung: Isocyanate

3.5 Kokereirohgase

Beispiele:

Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Methan, Stickstoffoxide, Kohlenwasserstoffe, polyzyklische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Erkrankungen:

Bösartige Erkrankungen der Atemwege

Krebserzeugend:

Kategorie 1B (BaP und zahlreiche andere PAK)

Berufskrankheit: BK 4110

Einstufung (am Beispiel von PAK):

Sensibilisierung der Haut, Kategorie 1; H317

Keimzellmutagenität, Kategorie 1B; H340

Karzinogenität, Kategorie 1B; H350

Reproduktionstoxizität, Kategorie 1B; H360FD

Grenzwerte:

Benzo(a)pyren: Akzeptanzkonzentration: 70 ng/m³ (E), Toleranzkonzentration: 700 ng/m³ (E)

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht-, Angebots- und nachgehende Vorsorge nach ArbMedVV

DGUV Empfehlung: Krebserzeugende und keimzellmutagene Gefahrstoffe – allgemein

3.6 Ozon

Beispiele:

O₃ (Schweißen, Ozonisierung, Koronabehandlung, UV-Belichtung, Kopierer, Laserdrucker)

Erkrankungen:

Schleimhautreizung, Rhinitis, obstruktive Atemwegserkrankung, Lungenödem

Berufskrankheit: BK 4302

Einstufung:

Akute Toxizität, Kategorie 1, Einatmen; H330

Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1B; H314

Schwere Augenschädigung, Kategorie 1; H318

Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 1; H372

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht- und Angebotsvorsorge nach ArbMedVV

DGUV Empfehlung: Tätigkeiten mit Stoffen, die obstruktive Atemwegserkrankungen auslösen können

3.7 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Beispiele:

polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), Benzo[a]pyren (BaP) u. a.

Erkrankungen:

Lungenkrebs, Kehlkopfkrebs

Krebserzeugend:

Kategorie 1B: BaP

Berufskrankheiten: BK 4113, BK 4114

Einstufung (für Benzo(a)pyren):

Sensibilisierung der Haut, Kategorie 1; H317

Keimzellmutagenität, Kategorie 1B; H340

Karzinogenität, Kategorie 1B; H350

Reproduktionstoxizität, Kategorie 1B; H360FD

Grenzwerte:

Benzo(a)pyren: Akzeptanzkonzentration: 70 ng/m³ (A), Toleranzkonzentration: 700 ng/m³ (E)

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht-, Angebots- und nachgehende Vorsorge nach ArbMedVV

DGUV Empfehlung: Krebserzeugende und keimzellmutagene Gefahrstoffe – allgemein

3.8 Schwefelsäure

Beispiele:

Schwefelsäurehaltige Aerosole

Erkrankungen:

Schleimhautreizung, Lungenödem, Kehlkopfkrebs

Krebserzeugend:

Kategorie 4¹³²⁾

Berufskrankheit: BK 1319

Einstufung:

Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1A; H314

Schwere Augenschädigung, Kategorie 1; H318

Grenzwerte:

AGW: 0,1 mg/m³ (E)

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht- und Angebotsvorsorge nach ArbMedVV und nachgehende Vorsorge aufgrund Gefahr BK 1319

DGUV Empfehlung: Krebserzeugende und keimzellmutagene Gefahrstoffe – allgemein

3.9 Schweißgase und Schweißrauche

Beispiele:

Ozon, nitrose Gase, Eisenoxide, Cr(VI)-Verbindungen, Nickeloxide, Manganoxide, Kupferoxide

132) Einstufung nach der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft

Erkrankungen:

Schleimhautreizung, Rhinitis, obstruktive Atemwegserkrankung, Metaldampffieber, Lungensiderose (eisenhaltige Ablagerungen ohne Krankheitswert), Lungenfibrose (Siderofibrose), Lungenkrebs

Krebserzeugend:

Kategorie 1A: Nickeloxide und -mischoxide

Kategorie 1B: Chrom(VI)-Verbindungen

Berufskrankheiten: BK 4302, BK 4115, BK 4109, BK 1103, BK 1105

Grenzwerte:

ASGW: 1,25 mg/m³ (A), 10 mg/m³ (E) sowie stoffspezifische Beurteilungsmaßstäbe, z. B. für Chrom, Nickel, AGW z. B. für Mangan, Stickstoffoxide

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht-, Angebots- und nachgehende Vorsorge nach ArbMedVV

DGUV Empfehlung: Schweißen und Trennen von Metallen

3.10 Rauchgase

Beispiele:

Verbrennungsprozesse, Brände

Erkrankungen:

Schleimhautreizung, obstruktive Atemwegserkrankung, Lungenödem, CO-Vergiftung

Berufskrankheit: BK 4302

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht- und Angebotsvorsorge nach ArbMedVV

DGUV Empfehlung: Tätigkeiten mit Stoffen, die obstruktive Atemwegserkrankungen auslösen können

3.11 Stickstoffoxide

Beispiele:

Verbrennungsprozesse, Reaktionen von Salpetersäure mit organischem Material

Erkrankungen:

Schleimhautreizung, Rhinitis, obstruktive Atemwegserkrankung, Lungenödem

Berufskrankheit: BK 4302

Einstufung (am Beispiel von Stickstoffdioxid):

Akute Toxizität, Kategorie 1, Einatmen; H330

Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1B; H314

Schwere Augenschädigung, Kategorie 1; H318

Grenzwerte:

AGW: 2,5 mg/m³ (NO), 0,95 mg/m³ (NO₂)

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht- und Angebotsvorsorge nach ArbMedVV

DGUV Empfehlung: Tätigkeiten mit Stoffen, die obstruktive Atemwegserkrankungen auslösen können

4 Physikalische Einwirkungen

4.1 Ionisierende Strahlung

Beispiele:

Radon, Uran, Thorium u. a.

Erkrankungen:

Strahlenfibrose, Lungenkrebs

Krebserzeugend:

Je nach Stoff, Dosis und Zielorgan ist eine krebserzeugende Wirkung beim Menschen nachgewiesen.

Berufskrankheit: BK 2402

Einstufung für Uran:

Akute Toxizität, Kategorie 2, Einatmen*); H330

Akute Toxizität, Kategorie 2, Verschlucken*); H300

Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 2*); H373

*) Mindesteinstufung

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Bei „beruflich strahlenexponierten Personen“ wird zwischen den Kategorien A (ab 6 mSv pro Jahr) und B (bis 6 mSv pro Jahr) unterschieden.

Die Strahlenschutzverordnung (StrlSchV)¹³³⁾ schreibt für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A eine ärztliche Überwachung innerhalb eines Jahres vor Beginn der Aufgabenwahrnehmung und Nachuntersuchungen innerhalb eines Jahres nach der letzten Untersuchung vor. Auf Anordnung der Behörde kann auch für eine beruflich exponierte Person der Kategorie B eine ärztliche Untersuchung angeordnet werden, wenn die Arbeitsbedingungen oder der Gesundheitszustand der beruflich exponierten Person dies erfordern.

Anhang 1b: Liste atemwegsgefährdender und toxischer Stoffe

[Ohne Titel]

Im Rahmen der Auflistung sind die am häufigsten vorkommenden Stoffe bzw. Stoffklassen aufgeführt, die im Rahmen des Biomonitorings untersucht werden können. Bei den Stoffeigenschaften werden nur H-Sätze, die eine direkte Gefahr für die Gesundheit beinhalten, aufgeführt. Die Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

133) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (60)

1 Anorganische Verbindungen

1.1 Flusssäure (Fluorwasserstoffsäure)

Verwendung/Vorkommen:

Zur Herstellung von Fluorchlorkohlenwasserstoffen (FCKW), von Fluorkohlenstoffen (FK), von Fluorpolymeren PTFE (Teflon), zur Metallgewinnung und -verarbeitung (z. B. Niob oder Tantal) und bei der Oberflächenbehandlung von rostfreiem Edelstahl eingesetzt. Ansonsten kommt Flusssäure in der Erdölindustrie als Katalysator sowie in geringen Maßen in der Arzneimittel- und Pflanzenschutzmittelherstellung zum Einsatz. Darüber hinaus zur Oberflächenpolierung bei der Herstellung von Kristallglas und in der Halbleiterindustrie.

Mögliche Symptome:

Reizung/Verätzung der Schleimhäute, Schmerzen in den Atemwegen, Dyspnoe, Atemwegsobstruktion, Hämorrhagien, toxisches Lungenödem; evtl. Resorptivwirkung

Berufskrankheiten: BK 1308 und 4302

Einstufung:

Akute Toxizität, Kategorie 2, Verschlucken; H300

Akute Toxizität, Kategorie 1, Hautkontakt; H310

Akute Toxizität, Kategorie 2, Einatmen; H330

Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1A; H314

Schwere Augenschädigung, Kategorie 1; H318

Grenzwerte:

BGW nach TRGS 903: 4 mg/l (Fluorid) im Urin

AGW nach TRGS 900: 1 ppm bzw. 0,83 mg/m³

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht-, Angebotsvorsorge nach der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV)

DGUV Empfehlung: Tätigkeiten mit Stoffen, die obstruktive Atemwegserkrankungen auslösen können sowie Fluor und anorganische Fluorverbindungen.

1.2 Kohlenmonoxid (Kohlenstoffmonoxid, CO)

Vorkommen:

Es entsteht bei der unvollständigen Verbrennung von kohlenstoffhaltigen Stoffen bei unzureichender Sauerstoffzufuhr. Es ist ein Bestandteil der Atmosphäre und kommt auch extraterrestrisch vor. Weitere Quellen für Kohlenstoffmonoxid sind Gasbrenner, Grillen über Holzkohle, Holzfeuer sowie der Betrieb von mit Propangas befeuerten Heizstrahlern. Auch Gasherde, Emissionen aus Holzpellets in Pelletbunkern, Autoabgase, und die Verwendung von mit Verbrennungsmotoren betriebenen Belüftungsgeräten und Generatoren können Kohlenstoffmonoxidquellen sein. Signifikante Menge sind auch im Tabakrauch enthalten.

Verwendung:

In der Industrie findet CO Verwendung für Herstellung von verschiedenen Carbonylen, Koch-Säuren, Phosgen, Essigsäure und Essigsäureanhydrid sowie die Herstellung von Methylformiat und Ameisensäure.

Symptome:

Kopfschmerzen, Schwindel und grippeähnliche Symptome, Ermüdbarkeit. Höhere Dosen wirken signifikant toxisch auf das Zentralnervensystem und das Herz, Tod.

Berufskrankheit: BK 1201

Einstufung:

Akute Toxizität, Kategorie 3, Einatmen; H331

Reproduktionstoxizität, Kategorie 1A; H360D

Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 1; H372

Grenzwerte:

BGW 5 % (CO-Hb) im Blut

AGW 30 ppm bzw. 35 mg/m³

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht-, Angebotsvorsorge nach der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV)

DGUV Empfehlung: Kohlenmonoxid

1.3 Quecksilber

Verwendung/Vorkommen:

Zinnober (HgS), gediegen, Montroydit (HgO), Parascachnerit, Schachnerit, Eugenit, Luanheit und Moschellandsbergit (alle AgHg), Belendorffit (CuHg). Quecksilber ist zudem ein Bestandteil von Braun- und Steinkohle.

Es wird in: Thermometern, Manometern/Barometern, Quecksilberdampflampen, Schaltern, Desinfektions- und Beizmittel (Mercuriochrom, Povidon-Jod-Lösung, Merfen), Bakteriziden (Thiomersal), Zahnfüllmittel (Amalgam), Diffusionspumpen, Goldwäsche, Kunst (Feuervergoldung) verwendet.

Symptome/Erkrankungen:

Reizung der Atemwege, Husten, keuchende Atmung, Engegefühl in der Brust, Atemnot, Lungenödem übergehend oder mögliche Entwicklung von Pneumonie, Lungenemphysem, Bronchitis, Bronchiolitis; Unwohlsein, Nausea, Emesis, Diarrhoe, Abdominalschmerz; ggf. Tod durch Hirnödem oder HK-Versagen; bei Überleben systemische Wirkungen in Abhängigkeit von Expositionskonzentration und -dauer auf das Zentralnervensystem (ZNS).

Berufskrankheiten: BK 1102 und BK 4302

Einstufung:

Akute Toxizität, Kategorie 2, Einatmen; H330

Reproduktionstoxizität, Kategorie 1B; H360D

Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 1; H372

Grenzwerte:

BGW 25 µg/g Kreatinin (Quecksilber) im Urin

AGW 0,02 mg/m³

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht-, Angebotsvorsorge nach der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV)

DGUV Empfehlung: Quecksilber und anorganische Quecksilberverbindungen sowie Tätigkeiten mit Stoffen, die obstruktive Atemwegserkrankungen auslösen können.

1.4 Selen

Vorkommen:

Stein- und Braunkohle, Minerale wie: Opak, Clausthalit (Selenblei, PbSe) und Naumannit (Selensilber, Ag₂Se), Eisenselenid-Modifikationen Dzharkenit und Ferroselit (FeSe₂).

Verwendung:

Halbleiterherstellung und Herstellung roter Farbpigmente und Quantenpunkte. Als Legierungszusatz zur Verbesserung der mechanischen Bearbeitbarkeit für Automatenstähle und Kupfer-Legierungen, zur Brünierung von Aluminium, Messing o. Ä. Findet auch in der Fotografie und in CIGS-Solarzellen Verwendung. In Medizin bei Mangelernährung, in Anti-Schuppen-Haarshampoos, zur Behandlung des Juckreizes bei Pferden.

Symptome:

Verzögerte Lungenschädigung (Pneumonie); Nasen-Rachenreiz, Husten, unangenehmer Geschmack, evtl. Atembeschwerden, Engegefühl in der Brust, Bronchospasmen, asthmaähnliche Symptome; auch Schwindel, Schwäche, Übelkeit, Kopfschmerz, evtl. kurze Bewusstlosigkeit, Schocksymptome; Bronchitis, Pneumonie oder Lungenödem mit Fieber.

Einstufung:

Akute Toxizität, Kategorie 3, Verschlucken; H301

Akute Toxizität, Kategorie 3, Einatmen; H331

Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 2; H373

Grenzwerte:

BGW 150 µg/l (Selen) im Serum

AGW 0,05 mg/m³ (E)

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht-, Angebotsvorsorge nach der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV)

2 Organische Verbindungen

2.1 Aliphatische Kohlenwasserstoffe

2.1.1 1-Butanol

Verwendung:

Lacken (z. B. Alkydharzlacke, Zellulosenitratlacke, Farben auf Basis Schellack, Epoxidharzlacke; Polyurethanharzlacke, Farben und Lacke auf Basis Acrylpolymeren). Zur Herstellung von Ethern und Estern (wie etwa Butylacetat, Glykolbutylethern und von Phthalaten und Acrylaten, diese werden bei der Herstellung von Weichmachern verwendet). Als Zusatz bei Polituren und Reinigungsmitteln, Komponente in Kraftstoffen und Biokraftstoff. Es findet vielseitige Verwendung in Laboratorien als Extraktions- und Elutionsmittel und auch als Referenzmaterial. Es ist Bestandteil von Kosmetika. Wird auch zur Oberflächenveredlung bei Kleidung eingesetzt.

Symptome:

Atemwegsreizung, Schwindel, Kopfschmerzen, Übelkeit, Koordinationsstörungen, Benommenheit bis hin zur Bewusstlosigkeit und Hirnfunktionsstörungen können auftreten, Koma, Gefahr der Atemdepression/-lähmung, postnarkotische Beschwerden

Berufskrankheiten: BK 4302 und BK 1317

Einstufung:

Akute Toxizität, Kategorie 4, Verschlucken; H302

Schwere Augenschädigung, Kategorie 1; H318

Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315

Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H335

Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H336

Grenzwerte:

BGW 2 mg/g Kreatinin (Butan-1-ol (1-Butanol) nach Hydrolyse) im Urin (vor Schichtbeginn) und 10 mg/g Kreatinin (Butan-1-ol (1-Butanol) nach Hydrolyse) im Urin am Schichtende)

AGW 100 ppm bzw. 310 mg/m³

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

DGUV Empfehlung: Tätigkeiten mit Stoffen, die obstruktive Atemwegserkrankungen auslösen können

2.1.2 4-Methylpentan-2-on (MiBK Methylisobutylketon)

Verwendung:

Lösungsmittel, insbesondere für Lacke, Kunstharze, in der Elektronik und beim Einsatz von CS-Tränengas. In der Analytik wird es als Extraktionsmittel zur Gewinnung seltener Metalle eingesetzt. Es entstehen große Mengen als Zwischenprodukt bei der Synthese von Gummi- und Wachs-Weichmachern.

Symptome:

Reizung in der Nase/im Rachen, Kopfschmerzen, Übelkeit, Schwindelgefühl, Brechreiz, narkotische Zustände, evtl. tiefe Bewusstlosigkeit. Bei hohen Konzentrationen Beeinträchtigung des Zentralnervensystems.

Einstufung:

Akute Toxizität, Kategorie 4, Einatmen; H332 Augenreizung, Kategorie 2; H319

Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H335

Karzinogenität (Anhang VI der CLP-VO), Kategorie 2; H351

Grenzwerte:

BGW 0,7 mg/l (4-Methylpentan-2-on) im Urin

AGW 20 ppm bzw. 83 mg/m³

2.2 Aromatische Kohlenwasserstoffe

2.2.1 Anilin

Verwendung:

Farbstoffe (z. B. Indigoblau, Mauvein, Fuchsin, Saffian, Methylviolett B, Alizarin, Azo-Farbstoffe, Brilliantgelb);
Kunststoffe (z. B. Anilinharz, Cibanit). Zur Synthese bestimmter Medikamente (z. B. Paracetamol, Phenacetin);
Herstellung von Kautschuk.

Symptome:

Methämoglobinämie mit Kopfschmerzen, Herzrhythmusstörungen, Blutdruckabfall, Atemnot und Krämpfen,
Leitsymptom: Zyanose

Berufskrankheiten: BK 1301; BK 1304

Einstufung:

Akute Toxizität, Kategorie 3, Verschlucken; H301

Akute Toxizität, Kategorie 3, Hautkontakt; H311

Akute Toxizität, Kategorie 3, Einatmen; H331

Sensibilisierung der Haut, Kategorie 1; H317

Schwere Augenschädigung, Kategorie 1; H318 Keimzellmutagenität, Kategorie 2; H341

Karzinogenität, Kategorie 2; H351 Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 1; H372

Grenzwerte:

BGW 500 µg/ml (Anilin nach Hydrolyse) im Urin

AGW 2 ppm bzw. 7,7 mg/m³

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht-, Angebotsvorsorge nach der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV)

DGUV Empfehlung: Aromatische Nitro- und Aminverbindungen

2.2.2 Chlorbenzol

Verwendung:

Lösungsmittel für Öle, Fette, Harze, Kautschuk, Ethylcellulose und Phenolharze. Es dient auch als
Wärmeübertragungsmittel sowie als Edukt bei der Produktion von bestimmten Silikonen (Phenylsiloxanen). Ist
Zwischenprodukt bei der Herstellung von Insektiziden, Farbstoffen, Arzneimitteln und Duftstoffen.

Symptome:

Reizung der Atmungsorgane, Störung des Zentralnervensystems

Berufskrankheiten: BK 4302, BK 1302

Einstufung:

Akute Toxizität, Kategorie 4, Einatmen; H332

Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315

Grenzwerte:

BGW 80 mg/g Kreatinin (4-Chlorkatechol nach Hydrolyse) im Urin AGW 5 ppm bzw. 23 mg/m³

2.2.3 Cumol (1-Methylethyl)benzol, 2-Phenylpropan, Isopropylbenzol)

Verwendung:

Zwischenprodukt zur Herstellung von Phenol und Aceton. Wird auch in Lösungsmittel eingesetzt und als
Klopfschutzmittel im Flugtreibstoff verwendet.

Symptome:

Reizung der Atemwege, Schwindel, Benommenheit, Störung im Zentralnervensystem

Einstufung:

Karzinogenität, Kategorie 1B; H350

Aspirationsgefahr, Kategorie 1; H304

Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H335

Grenzwerte:

BGW 10 mg/g Kreatinin (2-Phenyl-2-propanol nach Hydrolyse) im Urin

AGW 10 ppm bzw. 50 mg/m³

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht-, Angebots- und nachgehende Vorsorge nach ArbMedVV

DGUV Empfehlung: Krebserzeugende und keimzellmutagene Gefahrstoffe – allgemein

2.2.4 1,2-Dichlorbenzol (o-Dichlorbenzol)

Verwendung:

Zwischenprodukt für Pharmazeutika, Pflanzenschutzmittel, Farbstoffe und Schädlingsbekämpfungsmittel (Pestiziden). Es dient als Lösungsmittel für Lacke, Gummi, Wachse, Harze und Desinfektionsmittel (WC-Steine, Mottenkugel).

Symptome:

Reizung der Atemwege, Wirkung auf das Zentralnervensystem

Berufskrankheit: BK1302

Einstufung:

Akute Toxizität, Kategorie 4, Verschlucken; H302

Akute Toxizität, Kategorie 4, Einatmen; H332

Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315

Sensibilisierung der Haut, Kategorie 1B; H317

Augenreizung, Kategorie 2; H319

Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H335

Grenzwerte:

BGW 140 µg/l (1,2-Dichlorbenzol) im Blut BGW 150 mg/g Kreatinin (3,4- und 4,5-Dichlorkatechol nach Hydrolyse) im Urin

AGW 10 ppm bzw. 61 mg/m³

2.2.5 Ethylbenzol (Phenylethan)

Verwendung:

Zusatzstoff in Benzin zur Erhöhung der Oktanzahl (Klopffestigkeit). Es ist ein Lösungsmittel für Farben und findet sich in Kunststoffen. Es ist wichtiger Ausgangsstoff für die Synthese des Styrols.

Symptome:

Reizung der Schleimhäute (Nase/Rachen), Engegefühl in der Brust, in hohen Konzentrationen Störung des Zentralnervensystems

Einstufung:

Aspirationsgefahr, Kategorie 1; H304

Akute Toxizität, Kategorie 4, Einatmen; H332

Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 2; H373

Grenzwerte:

BGW 250 mg/g Kreatinin (Mandelsäure plus Phenylglyoxylsäure) im Urin

AGW 20 ppm bzw. 88 mg/m³

2.2.6 Mesitylen (1,3,5-Trimethylbenzol)

Verwendung:

Lösungsmittel für Harze und Gummi sowie zu organischen Synthesen (zum Beispiel von Antioxidantien).

Symptome:

Reizung der Atemorgane, Schläfrigkeit, Kopfschmerzen, Husten, Mattigkeit und Halsschmerzen, Bronchospasmus, Tachypnoe, Lungenödem, Alveolarhämorrhagien, Pneumonie. Die Dämpfe wirken in höherer Konzentration narkotisierend.

Einstufung:

Aspirationsgefahr, Kategorie 1; H304

Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315

Augenreizung, Kategorie 2; H319

Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H335

Grenzwerte:

BGW 400 mg/g Kreatinin (Dimethylbenzoesäuren (Summe aller Isomeren nach Hydrolyse)) im Urin

AGW 20 ppm bzw. 100 mg/m³

2.2.7 1,2,4- Trimethylbenzole (Pseudocumol und 1,2,3-Trimethylbenzol)

Verwendung:

Herstellung von Arzneimitteln und Farbstoffen und als Szintillator für den Nachweis von geladenen Teilchen

Symptome:

Reizung der Atemwege, Brennen der Schleimhäute, Husten, Würgereiz, Bronchospasmus, Tachypnoe, Lungenödem, Alveolarhämorrhagien, Pneumonie.

Einstufung:

Akute Toxizität, Kategorie 4, Einatmen; H332

Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315

Augenreizung, Kategorie 2; H319

Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H335

Aspirationsgefahr, Kategorie 1; H304

Grenzwerte:

BGW 400 mg/g Kreatinin (Dimethylbenzoesäuren (Summe aller Isomeren nach Hydrolyse)) im Urin

AGW 20 ppm bzw. 100 mg/m³

2.2.8 Styrol (Vinylbenzol)

Verwendung:

Wichtiges Ausgangsprodukt für viele Kunststoffe (z. B. Polystyrol, PU-Schäume, ABS (Acrylnitril-Butadien-Styrol), SAN (Styrol-Acrylnitril), SB (Styrol-Butadien) und ASA (Acrylnitril-Styrol-Acrylester) und Polyesterharzen

(UP-Harze). Kommt auch in der Natur vor in Styrax (Baumharz), im Steinkohlenteer und in Pyrolyseprodukten des Erdöls. In kleinen Mengen ist es als Aromastoff in Weintrauben und Kiwis und auch im Duft der Orchideenblüten enthalten

Symptome:

Reizung der Atemwege (Nase, Mundschleimhaut, Rachen und Augen), Konzentrationsschwäche, Müdigkeit, Übelkeit, Schwindel, Kopfschmerzen und Störung des peripheren- und Zentralnervensystems.

Berufskrankheiten: BK1303, BK 1317

Einstufung:

Aspirationsgefahr, Kategorie 1; H304
Akute Toxizität, Kategorie 4, Einatmen; H332
Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315
Augenreizung, Kategorie 2; H319
Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H335
Reproduktionstoxizität, Kategorie 2; H361d
Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 1; H372

Grenzwerte:

BGW 600 mg/g Kreatinin (Mandelsäure plus Phenylglyoxylsäure) im Urin
AGW 20 ppm bzw. 86 mg/m³

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht-, Angebotsvorsorge nach der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV)
DGUV Empfehlung: Styrol

2.2.9 Xylol (Xylen)

Verwendung:

Lösungsmittel und zur Herstellung von Kunst- und Klebstoffen.

Symptome:

Leichte bis mäßige Reizung in Nase/Rachen, Husten, Bronchospasmus, Tachypnoe, Entwicklung von Lungenödem, Ventilations-/Perfusionsstörungen, Lungenschädigung

Berufskrankheiten: BK1317, BK1303

Einstufung:

Aspirationsgefahr, Kategorie 1; H304
Akute Toxizität, Kategorie 4, Hautkontakt; H312
Akute Toxizität, Kategorie 4, Einatmen; H332
Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315
Augenreizung, Kategorie 2; H319
Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H335
Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 2; H373

Grenzwerte:

BGW 2000 mg/l [Methylhippur-(Tolur-)säure (alle Isomere)] im Urin
AGW 50 ppm bzw. 220 mg/m³

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht-, Angebotsvorsorge nach der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV)
DGUV Empfehlung: Toluol und Xylol

2.3 Carbonsäure Derivate

2.3.1 (2-Butoxyethyl)Acetat (EGBEA)

Verwendung:

Zusatz zu Einbrennlacken in der Lackindustrie und als Zusatz zu Streichlacken auf der Basis von Cellulosenitrat, chlorhaltigen Bindemitteln oder Celluloseethern. Es eignet sich auch als Lösungsmittel für Isocyanatlacke, Kugelschreiberpasten, Flexodruckfarben, Tiefdruckfarben, Siebdruckfarben und wird für den Leder- und Textildruck verwendet.

Symptome:

Reizung der Schleimhäute der Atemwege, bei sehr hohen Konzentrationen Lungenödem

Einstufung:

Akute Toxizität, Kategorie 4, Hautkontakt; H312

Akute Toxizität, Kategorie 4, Einatmen; H332

Grenzwerte:

BGW 150 mg/g (Butoxyessigsäure nach Hydrolyse) im Urin

AGW 10 ppm bzw. 65 mg/m³

2.3.2 N, N-Dimethylacetamid (DMAC)

Verwendung:

Lösungsmittel für Cellulosenitrat, einige Celluloseether, Chlorkautschuk, einige Polyvinylchlorid-Typen, Polyvinylacetat, Polyvinylether, Polyacrylate, Polystyrol, Styrol-Maleinsäureester-Harze, Maleinat-Harze, Cyclohexanon-Harze, Harnstoff- und Melamin-Formaldehyd-Harze, Alkydharze, Kolophonium und zahlreiche Weichmacher. Daneben findet es Anwendung als Abbeiz- und Extraktionsmittel, Katalysator und als Kristallisationshilfsmittel. Des Weiteren wird es in der Spektroskopie eingesetzt. Und auch in der Lackindustrie wird es als Zusatzstoff verwendet. Ein wesentlicher Teil des N,N-Dimethylacetamid wird zur Herstellung von Fasern und Folien und auch in dem Arzneimittel (Busulfan) eingesetzt.

Symptome:

Reizung der Atemwege, Lungenschädigung durch Zersetzungsprodukte

Einstufung:

Akute Toxizität, Kategorie 4, Einatmen; H332

Akute Toxizität, Kategorie 4, Hautkontakt; H312

Augenreizung, Kategorie 2; H319

Reproduktionstoxizität, Kategorie 1B; H360D

Grenzwerte:

BGW 25 mg/l (N-Methylacetamid plus N-Hydroxymethyl-N-methylacetamid) im Urin

AGW 5 ppm bzw. 18 mg/m³

2.3.3 2-Ethoxyethylacetat

Verwendung:

Lösemittel für Natur- und Kunstharze, Öle, Fette, Weichmacher, Nitrocellulose, Celluloid und Chlorkautschuk und ist in Lacken und Lackverdünnern enthalten.

Symptome:

Reizung der Atemwege, toxisches Lungenödem/Bronchopneumonie

Einstufung:

Akute Toxizität, Kategorie 4, Verschlucken; H302

Akute Toxizität, Kategorie 4, Hautkontakt; H312

Akute Toxizität, Kategorie 4, Einatmen; H332

Reproduktionstoxizität, Kategorie 1B; H360FD

Grenzwerte:

BGW 50 mg/l (Ethoxyessigsäure) im Urin

AGW 2 ppm bzw. 10,8 mg/m³

2.3.4 2-Methoxyethylacetat

Verwendung:

Industrielles Lösungsmittel zum Beispiel für Nitrocellulose, Celluloseacetat, verschiedene Gummiarten, Harze, Wachse, Öle, Lacke und im Textil-Druck.

Symptome:

Reizung der Atemwege, gastrointestinale Störungen; systemische Effekte

Einstufung:

Akute Toxizität, Kategorie 4, Verschlucken; H302

Akute Toxizität, Kategorie 4, Hautkontakt; H312

Akute Toxizität, Kategorie 4, Einatmen; H332

Reproduktionstoxizität, Kategorie 1B; H360FD

Grenzwerte:

BGW 15 mg/g Kreatinin (Methoxyessigsäure) im Urin

AGW 1 ppm bzw. 4,9 mg/m³

2.4 Ether

2.4.1 Ethylenglykolmonoethylether (2-Etoxyethanol)

Verwendung:

Lösungsmittel für Cellulosenitrat, Zelluloid, Ethanol-lösliche Harze, Chlorkautschuk, Polyvinylacetate, Polyvinylbutyrale, Aldehyd- und Ketonharze, Harnstoff- und Melamin-Formaldehyd-Harze, Novolake, Resole, Alkyd- und Maleinat-Harze sowie Polyacrylate. Es löst ebenfalls Rizinus- und Leinöl. Des Weiteren ist es ein

häufig verwendetes Lösungsmittel in der Lackindustrie und als Lösungsmittel für natürlichen und synthetischen Kautschuk. Ferner kann Ethylglycol auch Reinigungs- und Abbeizmitteln zugesetzt werden.

Symptome:

Reizung der Schleimhäute, Funktionsstörungen des ZNS (Vertigo, Nausea, Sopor)

Einstufung:

Akute Toxizität, Kategorie 4, Verschlucken; H302

Akute Toxizität, Kategorie 3, Einatmen; H331

Reproduktionstoxizität, Kategorie 1B; H360FD

Grenzwerte:

BGW 50 mg/l (Ethoxyessigsäure) im Urin

AGW 2 ppm bzw. 7,6 mg/m³

2.4.2 Ethylenglykolmonobutylether (EGBE) (Butoxyethanol)

Verwendung:

Lösungsmittel für Druckfarben, Verdünnungsmittel, Veredelungsmittel und zur Herstellung von Lacken. Außerdem wird es als Gleitmittel beim Hydraulic Fracturing oder als Lösungsmittel beim Aufwältigen von Erdölförderbohrungen. Ist auch in den Haarfärbemitteln und als Weichmacher in PVC zu finden.

Symptome:

Reizung der Schleimhäute, Niesen, Brennen in der Nase, Husten, Funktionsstörungen des ZNS

Einstufung:

Akute Toxizität, Kategorie 4, Verschlucken; H302

Akute Toxizität, Kategorie 4, Einatmen; H332

Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315

Verursacht schwere Augenreizung; H319

Grenzwerte:

BGW 150 mg/g Kreatinin (Butoxyessigsäure nach Hydrolyse) im Urin

AGW 10 ppm bzw. 49 mg/m³

2.5 Halogenierte aliphatische Kohlenwasserstoffe

2.5.1 2-Brom-2-chlor-1,1,1-trifluorethan (Halothan)

In Deutschland nicht mehr im Handel

Verwendung:

Inhalationsanästhetikum und zur Behandlung eines Bronchospasmus (Durchbrechung eines Status asthmaticus)

Symptome:

Schleimhaut- und Atemwegereizung, Schwindel, Gedächtnisstörungen bis Amnesie, Nachlassen der psychomotorischen Leistungsfähigkeit, Nausea, Anästhesie, Analgesie, Atemdepression, Apnoe HK-Funktionsstörungen bis -schädigungen (Depression, Arrhythmie, Vasodilatation).

Berufskrankheit: BK1302

Einstufung:

Verursacht Hautreizungen; H315

Verursacht schwere Augenschäden; H318

Kann die Atemwege reizen; H335

Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen oder das Kind im Mutterleib schädigen; H360

Reproduktionstoxizität, Kategorie 1B; H360

Grenzwerte:

BGW 2,5 mg/l (Trifluoressigsäure) im Blut

AGW 5 ppm bzw. 41 mg/m³

2.5.2 1,1,1-Trichlorethan

(Seit 1. Oktober 2000 durch die Verordnung (EG) Nr. 2037/2000 verboten.)

Verwendung:

Lösemittel in Farben, Klebstoffen, Schneidölen, Reinigung von metallischen Werkstücken, von Glas, und optischen Geräten und Maschinen in der Textilindustrie. Ist Bestandteil in Tipp-Ex.

Symptome:

Schleimhaut- und Atemwegereizung, Schwindel, Kopfschmerzen, Husten, Atemnot, Beklemmung, Lungenödem, Benommenheit bis zur Bewusstlosigkeit und andere Hirnfunktionsstörungen können auftreten.

Berufskrankheiten: BK1317, BK 1302

Einstufung:

Akute Toxizität, Kategorie 4, Einatmen; H332

Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315

Augenreizung, Kategorie 2; H319

Grenzwerte:

BGW 275 µg/l (1,1,1-Trichlorethan) im Blut

AGW 100 ppm bzw. 550 mg/m³

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Angebotsvorsorge nach der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV)

DGUV Empfehlung: Grundsatz: Trichlorethen, Tetrachlorethen, Dichlormethan, 1,1,1-Trichlorethan

2.6 Hexamethylen-1,6-diisocyanat (HDI)

Verwendung:

Ausgangsstoff für Polyurethan-Lacke für die Automobil- und Möbelindustrie, wie z. B. HDI-Biuret, HDI-Isocyanurat und HDI-Uretdion.

Symptome:

Reizung der Schleimhäute, Funktionsstörungen der Atmungsorgane; sensibilisierende Wirkung auf Atemwege; Pneumonitis bis Bronchopneumonie, toxisches Lungenödem

Berufskrankheit: BK1315

Einstufung:

Akute Toxizität, Kategorie 4, Verschlucken; H302
Akute Toxizität, Kategorie 1, Einatmen; H330
Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1C; H314
Sensibilisierung der Haut, Kategorie 1; H317
Schwere Augenschädigung, Kategorie 1; H318
Sensibilisierung der Atemwege, Kategorie 1; H334
Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H335

Grenzwerte:

BGW 15 µg/g Kreatinin (Hexamethyldiamin nach Hydrolyse) im Urin

AGW 0,005 ppm bzw. 0,035 mg/m³

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht-, Angebotsvorsorge nach der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV)

DGUV Empfehlung: Isocyanate

2.7 Cyklische Organische Verbindungen

2.7.1 1,4-Dioxan (Ethylendioxid)

Verwendung:

Hauptsächlich Lösungsmittel.

Symptome:

Reizung der Atemwege, Wärmeempfindung in Rachen und Brust, Dyspnoe (evtl. ausgeprägte Zyanose), Funktionsstörungen des ZNS

Einstufung:

Augenreizung, Kategorie 2; H319

Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H335

Karzinogenität, Kategorie 1B; H350

Grenzwerte:

BGW 200 mg/g Kreatinin (2-Hydroxyethoxyessigsäure) im Urin

AGW 20 ppm bzw. 73 mg/m³

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht-, Angebots- und nachgehende Vorsorge nach der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV)

DGUV Empfehlung: Krebserzeugende und keimzellmutagene Gefahrstoffe – allgemein

2.7.2 N-Methyl-2-pyrrolidon (MNP)

Verwendung:

Lösungsmittel für Polymere wie Acrylate, Epoxide, Polyurethane, Polyvinylchlorid, Polyimide, Polyamidimid und für zahlreiche organische Synthesen. Weitere wichtige Anwendungen umfassen die Lackentfernung und die Herstellung von Polyurethan-Schaum (PU-Schaum). Eine wichtige technische Anwendung stellt die Extraktion von 1,3-Butadien aus C4-Kohlenwasserstoffströmen dar. Außerdem wird es zur Absorption saurer Bestandteile bei der Gaswäsche verwendet.

Symptome:

Störungen des Allgemeinbefindens, Atemwegsreizung (Brennen in Nase/Rachen, Husten), Kopfschmerz, im Extremfall (Aerosoleinwirkung) Lungenschädigung; ZNS-Depression

Einstufung:

Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315

Augenreizung, Kategorie 2; H319

Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H335

Reproduktionstoxizität, Kategorie 1B; H360D

Grenzwerte:

BGW 150 mg/l (5-Hydroxy- N-methyl-2-pyrrolidon) im Urin

AGW 20 ppm bzw. 82 mg/m³

2.7.3 Tetrahydrofuran (THF)

Verwendung:

Lösungsmittel für PVC, Polystyrol, Polyurethane, Cellulosenitrat, Klebstoffe und Lacke; es ist ein Zwischenprodukt bei der Polyamid-, Polyester- und Polyurethan-Herstellung, und es dient zur Gewinnung von Tetrahydrothiophen und Pyrrolidin. Es ist ein Vorprodukt für Polytetrahydrofuran.

Symptome:

Reizung der Augen und Atemwegen, Dyspnoe, Husten, Schleimhautschädigung, Lungenschäden, Funktionsstörungen des ZNS

Einstufung:

Akute Toxizität, Kategorie 4, Verschlucken; H302

Augenreizung, Kategorie 2; H319

Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H335

Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H336

Karzinogenität, Kategorie 2; H351

Grenzwerte:

BGW 2 mg/l (Tetrahydrofuran) im Urin

AGW 50 ppm bzw. 150 mg/m³

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

nach der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV)

DGUV Empfehlung: Tätigkeiten mit Stoffen, die obstruktive Atemwegserkrankungen auslösen können

2.7.4 Lindan (γ-Hexachlorcyclohexan)

Verwendung:

Insektizid (Engerlinge bei Raps und Kohl), Holzschutzmittel (Xylamon BV und Xyladecor), Medikament gegen Hautparasiten (bei Krätze, Filzläusen und Pedikulosen).

Symptome:

Luftnot; Hypoxie; Pneumonitis, ARDS, Nervenschädigungen

Einstufung:

Akute Toxizität, Kategorie 3, Verschlucken; H301

Akute Toxizität, Kategorie 4, Einatmen; H332

Akute Toxizität, Kategorie 4, Hautkontakt; H312

Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 2; H373
Reproduktionstoxizität, Zusatzkategorie für Wirkungen auf oder über Laktation; H362

Grenzwerte:
BGW 25 µg/l Lindan im Serum

2.8 Propylenoxid (1,2-Epoxypropan)

Verwendung:
Als Korrosionsschutzzusatz für Pestizide, Kühlflüssigkeiten und Desinfektionsmittel verwendet.

Symptome:
Atemwegereizung, Broncho- oder Laryngospasmus, toxisches ARDS, die Dämpfe wirken narkotisch;
Kontinuierliche oder wiederholte Exposition führt zur Sensibilisierung.

Einstufung:
Akute Toxizität, Kategorie 4, Verschlucken; H302
Akute Toxizität, Kategorie 3, Hautkontakt; H311
Akute Toxizität, Kategorie 3, Einatmen; H331
Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315
Augenreizung, Kategorie 2; H319
Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H335
Keimzellmutagenität, Kategorie 1B; H340 Karzinogenität, Kategorie 1B; H350

Grenzwerte:
BGW 2500 pmol/g Globin (N-(2-Hydroxypropyl)valin) Im Blut
AGW: 1 ppm bzw. oder 2,4 mg/m³

Arbeitsmedizinische Vorsorge:
Pflicht-, Angebots- und nachgehende Vorsorge nach der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV)
DGUV Empfehlung: Krebserzeugende und keimzellmutagene Gefahrstoffe – allgemein

3 Organische Bleiverbindungen

3.1 Tetraethylblei (TEL) (seit 2001 verboten!)

Verwendung:
Als Antiklopfmittel. Seine sekundäre Verwendung besteht darin, die Abnutzung an Ventilen und Ventilsitzen in Motoren zu begrenzen. Es ist Zusatz bei Flugbenzin. Verwendet bei Herstellung von dünnen Legierungen aus Perowskit-Bleititanat (PbTiO₃) auf Quarzglas- und Platineschichteten Aluminiumoxidsubstraten und bei Herstellung von Fungiziden und Beizmitteln.

Symptome:
Ein Abfall des Blutdrucks und der Körpertemperatur, Schlafstörungen, Kopfschmerzen, Bewegungsdrang, Überempfindlichkeit gegenüber auditorischen und taktilen Reizen, Appetitlosigkeit, Zittern, Halluzinationen, Psychosen und starke Aggressivität. Außerdem verursacht es einen starken Niesreiz.

Berufskrankheit: BK 1101

Einstufung:

Akute Toxizität, Kategorie 1, Verschlucken; H300

Akute Toxizität, Kategorie 1, Hautkontakt; H310

Akute Toxizität, Kategorie 1, Einatmen; H330

Reproduktionstoxizität, Kategorie 1A; H360Df

Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 2; H373

Grenzwerte:

BGW 25 µg/l (als PB berechnet) im Urin

50 µg/l [Gesamtblei (gilt auch für Gemische mit Tetramethylblei)] im Urin³

Arbeitsmedizinische Vorsorge:

Pflicht-, Angebotsvorsorge nach der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV)

DGUV Empfehlung: Bleitetraethyl und Bleitetramethyl

Anhang 2: Asbestlasten

Seit den 1930er Jahren wurde Asbest in Deutschland in steigenden Mengen als Werkstoff verwendet. So betrug der Asbestverbrauch in den Jahren 1950 bis 1985 etwa 4,4 Millionen Tonnen. Aufgrund seiner günstigen Materialeigenschaften wurde Asbest in über 3000 unterschiedlichen Produkten verarbeitet. Dabei lag der Schwerpunkt in den vergangenen Jahrzehnten vor allem in der Herstellung von Baustoffen. Dabei kam besonders in den 1960er und 1970er Jahren in beiden Teilen Deutschlands überwiegend Asbestzement als Baustoff zum Einsatz. Seit 1993 sind in Deutschland die Herstellung, das Inverkehrbringen und die Verwendung von Asbest und asbesthaltigen Produkten verboten.

Schritte auf dem Weg zum EU-weiten Asbestverwendungsverbot

- 1970** Einstufung von Asbest als krebserzeugender Stoff
- 1979** Verwendungsverbot von Spritzasbest
- 1982** Herstellung und Verwendung von asbesthaltigen Bodenbelägen wird untersagt
- 1984** Verbot asbesthaltiger Nachtspeicheröfen
- 1991** Der Einsatz asbesthaltiger Produkte wird verboten
- 1993** Die Herstellung und das Inverkehrbringen von Asbest wird untersagt
- 1995** Verbot der Verwendung asbesthaltiger Druckrohre
- 2005** EU-weites Asbestverbot

Allerdings finden sich bis heute asbesthaltige Produkte in Gebäuden, Anlagen, Geräten und der Umwelt wieder. Grundsätzlich lassen sich diese asbesthaltigen Produkte in schwach- und festgebundene Faserprodukte unterteilen.

Von den festgebundenen asbesthaltigen Faserprodukten geht bei gebrauchstauglichen und unbeschädigten Produkten in der Regel keine relevante Faserfreisetzung aus. Festgebundene Asbestprodukte zeichnen sich durch einen Asbestanteil von weniger als 15 % aus. Zudem sind die Faserbestandteile fest in einer Matrix, wie Beton, Harz oder Gummi, fixiert. Erst thermische oder mechanische Bearbeitungsverfahren oder

Verwitterungsprozesse, die eine Versprödung des Materials bewirken, führen zu einer kritischen Faserfreisetzung.

Bei schwach gebundenen Asbestprodukten liegt der Asbestanteil meist über 60 %. Durch den hohen Asbestanteil und der nur lockeren Vernetzung der Fasern in der Matrix kann es schon durch normale Alterungsprozesse oder auch Erschütterungen zu einer forcierten Faserfreisetzung kommen.

Die folgende Auflistung enthält typische asbesthaltige Produkte, die vor dem Verwendungsverbot vielfach eingesetzt wurden. Aufgrund der langfristigen Verwendungsdauer, insbesondere der verbauten Baustoffe, sind die Produkte teilweise heutzutage immer noch vorzufinden.

Asbest – festgebunden

- Produkte aus Asbestzement (z. B. Eternit):
 - Dach- oder Wellplatten
 - Dachschindeln
 - Fassadenplatten
 - Balkonverkleidungen
 - Fensterbänke
 - Blumenkästen
 - Dachrinnen
 - Lüftungsrohre
 - Kabelkanäle
 - Kanalrohre
 - Druckrohre
 - Minigolfbahnen
- Asbesthaltiges Fugenmaterial (Morinol, Secobit etc.)
- Planasbest als Decken- und Seitenverkleidungen
- Faserbetonplatten (Asbestos NF-Platte, Ce-A-Ce, Isothernit etc.)
- Brems- und Kupplungsbeläge (Verbund mit Harzen)
- Flachdichtungen (Verbund mit Gummi , Papier etc.)
- Flex-Platten, Vinyl-Asbestplatten oder Vinyl-Asbestfliesen (z. B.: Accoflex, Polyflex oder Floorflex)

Asbest – schwachgebunden




- Spritzasbest als Brandschutz
- Leichtbauplatten als Brandschutz (Promabest, Sokalit, Neptunit und Baufatherm)
- Lüftungskanäle aus Leichtbauplatten
- Cushion-Vinyl-Fußbodenbeläge (Trägerpappe aus 90 % schwach gebundenem Asbest)
- Asbestpappe (Hitzeschutz, z. B. bei Öfen, Heizungen und Lampen)
- Schweißpappe (Schutz vor Funkenflug)
- Asbestzuschlag in Putz, Spachtelmassen und Estrichen
- Elektro-Speicherheizgeräte (überwiegend in Geräten Baujahr < 1977)
- Auskleidungen bei alten Elektrogeräten (z. B. Toaster, Haartrockner, Kohlebogenlampen, Thermoelemente, Temperaturmesswiderstände, Hochlastwiderstände, Heizwiderstände, NH- und HH-Sicherungen)
- Asbesthaltige Kesselisolationen

- Asbesthaltige Pressplatten
- Dichtungsschnüre (z. B. an Öfen und Kaminen)
- Kitt und Kleber (z. B. asbesthaltiger Bitumenkleber)
- Hitzeschutzgitter und Feuerschutzklappen
- Feuerfeste Vorhänge (z. B. in Theatern)
- Speichermasse von Wärmerückgewinnungsanlagen
- Ummantelung von Dampf- oder Wasserleitungen und Kesselanlagen
- Asbestkissen zur Brandabschottung
- Asbesttücher und -matten als Brand- oder Feuerschutz
- Asbesthaltige Textilien (z. B. Brandschutzanzüge der Feuerwehr)
- Asbesthaltige Filtermaterialien
- Schutzanstriche bei Wasserbauwerken(in Teer- oder Bitumenbeschichtungen)

Anhang 3: Musterbetriebsanweisung Quarzstaub

Firma	Betriebsanweisungsentwurf	Nr.: Stand: Unterschrift
GEFAHRSTOFFBEZEICHNUNG / TÄTIGKEIT / ARBEITSPLATZ		
Quarz (als alveolengängiger Staub) gilt für: (Arbeitsplatz, Tätigkeit, ggf. Betrieb, Gebäude)		
GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT		
	<ul style="list-style-type: none"> • Einatmen kann bei längerer oder wiederholter Exposition zu Gesundheitsschäden führen. Kann die Atemwege, Augen reizen. Kann Husten, Atembeschwerden und Auswurf verursachen. Bleibende Gesundheitsschäden sind möglich (Staublungenerkrankungen (Silikose) und chronisch obstruktive Atemwegserkrankungen). • Kann zu Folgeerkrankungen wie Lungentuberkulose oder Lungenkrebs führen. • Alveolengängiger Quarzstaub ist nicht sichtbar und kann sich lange in der Luft halten. 	
SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN		
 	<ul style="list-style-type: none"> • Material möglichst nass bearbeiten und Staub binden. • Trockenbearbeitung nur mit wirkungsvoller Absaugung und ggf. Atemschutz durchführen und nur im Wirkungsbereich der Absaugung arbeiten. • Beim Ab- und Umfüllen bzw. beim Mischen Staubentwicklung vermeiden. • Auch bei staubenden Tätigkeiten mit handgeführten Maschinen Geräte mit Absaugung verwenden. • Wenn der wirksame Einsatz einer Absaugung nicht möglich ist, kurzzeitig auf Atemschutz mit Partikelfilter FFP3 und Schutzbrille zurückgreifen, bei längerer Tätigkeit Airstream-Helm mit P3-Filter verwenden. Auch bei Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten einhalten. • Nicht Essen, Trinken, Rauchen oder Schnupfen. Einatmen von Stäuben vermeiden! Berührung mit Augen, Haut und Kleidung vermeiden! Vor jeder Pause und nach Arbeitsende Hände und andere verschmutzte Körperstellen gründlich reinigen, danach Hautpflegemittel verwenden! Straßenkleidung getrennt von Arbeitskleidung aufbewahren! Arbeitskleidung nicht ausschütteln oder abblasen! Der Arbeitsgeber übernimmt das Waschen! Arbeitskleidung, Nahrungs- und Genussmittel getrennt von Arbeitsplatz und Arbeitskleidung aufbewahren. • Beschäftigungsbeschränkungen beachten! <p>Augenschutz: Gestellbrille mit Seitenschutz. Handschutz: Gegen mechanische Beanspruchung beschichtete Handschuhe, ansonsten Handschutz auf andere Gefahrstoffe abstimmen. Bei Bedarf gerbstoffhaltige Hautschutzmittel verwenden. Atemschutz: Partikelfilter FFP3, bei längerer Tätigkeit: Airstream-Helm mit P3-Filter. Körperschutz: Staubdichte Schutzkleidung!</p>	
VERHALTEN IM GEFAHRFALL		Feuerwehr 112
	<ul style="list-style-type: none"> • Gefahrenbereich räumen und absperren, Vorgesetzten informieren. • Sedimentationsstaub absaugen (siehe auch Sachgerechte Entsorgung). • Produkt ist nicht brennbar. • Alarm-, Flucht- und Rettungspläne beachten. Feuerwehr alarmieren. <p>Zuständiger Arzt: Unfalltelefon</p>	
ERSTE HILFE		Notruf 112
	<p>Bei jeder Erste-Hilfe-Maßnahme: Auf Selbstschutz achten, Verletzte Person ärztlicher Behandlung zuführen. Lebensrettende Sofortmaßnahmen, wie „Stabile Seitenlage“, „Herz-Lungen-Wiederbelebung“, „Schockbekämpfung“ müssen situationsabhängig durchgeführt werden. Wunden keimfrei bedecken. Betroffene beruhigen, vor Wärmeverlust schützen.</p> <p>Nach Augenkontakt: Sofort unter Schutz des unverletzten Auges ausgiebig (mind. 10 Minuten) bei geöffneten Lidern mit Wasser spülen.</p> <p>Nach Hautkontakt: Verunreinigte Kleidung ausziehen. Verunreinigte Haut mit viel Wasser spülen.</p> <p>Nach Einatmen: Verletzten aus dem Gefahrenbereich bringen.</p> <p>Ersthelfer/innen:</p>	
SACHGERECHTE ENTSORGUNG		
	<p>Reinigen des Arbeitsbereichs durch Saugen. Stoff/Produktabfälle und Stäube zur Entsorgung sammeln in: Reinigen des Arbeitsbereichs durch Kehren ohne staubbindende Maßnahmen oder Abblasen von Staubablägerungen mit Druckluft ist grundsätzlich nicht zulässig.</p>	

Anhang 4: Musterbetriebsanweisung Abgase von Dieselmotoren

Firma	Betriebsanweisungsentwurf	Nr.: Stand: Unterschrift
GEFAHRSTOFFBEZEICHNUNG / TÄTIGKEIT / ARBEITSPLATZ		
Abgase von Dieselmotoren gilt für: (Arbeitsplatz, Tätigkeit, ggf. Betrieb, Gebäude)		
GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT		
	<ul style="list-style-type: none"> • Einatmen kann zu Gesundheitsschäden führen. Kann die Atemwege reizen. Vorübergehend Atembeschwerden, Benommenheit, Schwindel, Übelkeit, Kopfschmerzen möglich. Kann zu Herzrhythmusstörungen mit Herz-Kreislauf-Versagen führen. • Kann bei Einatmen Krebs verursachen. 	
SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN		
	<ul style="list-style-type: none"> • Unnötiges Laufenlassen der Motoren und starkes Beschleunigen beim Anfahren unterlassen! Wartezeiten mit laufendem Motor vermeiden. Motor erst unmittelbar vor dem Losfahren anlassen. Beim Tanken Motor ausstellen. In Ladehallen bzw. auf dem Weg zu Laderampen oder Ladestellen kürzesten Fahrweg nutzen, nicht unnötig rangieren und Motor sobald wie möglich abstellen. Abgestellte Fahrzeuge möglichst an Druckluftversorgungseinrichtungen für die Bremsanlage anschließen. Auspuff an Absauganlage anschließen. Arbeits- und Emissionsbereiche räumlich trennen. In geschlossenen Gebäuden im Bereich von dieselmotorgetriebenen Fahrzeugen funktionstüchtige Absaugung sicherstellen. Eine ggf. vorhandene automatische interne Regenerationseinrichtung an Dieselmotorfahrzeugen bei kurzzeitigem Aufenthalt in geschlossenen Räumen ausschalten. Einstellungsarbeiten an Dieselmotoren (z. B. Verstellen der Einspritzanlage) dürfen nur von Fachpersonal durchgeführt werden. Druckluftbremsanlage mit Druckluft aus dem Druckluftnetz der Werkstatt befüllen, nicht mit dem Motor aufpumpen. • Nicht Essen, Trinken, Rauchen oder Schnupfen. Einatmen von Gasen, Dämpfen oder Stäuben vermeiden! Berührung mit Augen, Haut und Kleidung vermeiden! Vor jeder Pause und nach Arbeitsende Hände und andere verschmutzte Körperstellen gründlich reinigen. Nach Kontakt mit Dieselruß Hände und Gesicht sofort gründlich reinigen! Hautpflegemittel verwenden! Straßenkleidung getrennt von Arbeitskleidung aufbewahren! Nahrungs- und Genussmittel getrennt vom Arbeitsbereich aufbewahren. Essen, Trinken und Rauchen sind im Arbeitsbereich verboten! • Beschäftigungsbeschränkungen beachten! <p>Atemschutz: Bei Überschreiten des Grenzwertes von 50 µg EC/m³ für Dieselrußpartikel im A-Staub sind Kombinationsfilter zu verwenden (z. B. P3/ABEK).</p>	
ERSTE HILFE		Notruf 112
	<p>Bei jeder Erste-Hilfe-Maßnahme: Auf Selbstschutz achten, Verletzte Person ärztlicher Behandlung zuführen. Lebensrettende Sofortmaßnahmen, wie „Stabile Seitenlage“, „Herz-Lungen-Wiederbelebung“, „Schockbekämpfung“ müssen situationsabhängig durchgeführt werden. Wunden keimfrei bedecken. Betroffene beruhigen, vor Wärmeverlust schützen.</p> <p>Nach Einatmen: Verletzte Person aus dem Gefahrenbereich bringen. Frischluftzufuhr durch Einatmen von frischer Luft oder Beatmung. Beatmungshilfen benutzen (Selbstschutz).</p> <p>Ersthelfer:</p>	
SACHGERECHTE ENTSORGUNG		
<p>Ablagerungen von Dieselmotorruß in Abgasabsaugleitungen und an Wänden nur durch Absaugen mit bauartgeprüften Staubsaugern der Staubklasse H bzw. durch Nassreinigung entfernen! Reinigung mittels Druckluft ist grundsätzlich nicht zulässig.</p>		

Anhang 5: Musterbetriebsanweisung Pressluftatmer

Firma	Betriebsanweisung	Nr.:
ANWENDUNGSBEREICH		
Benutzung von Atemschutz (Pressluftatmer)		
GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT		
<ul style="list-style-type: none"> • Einsatz muss erfolgen, wenn Atemwegsgifte, wie z. B. Phosgen, Isocyanate, Rauchgase etc., in die Umgebungsatmosphäre freigesetzt werden. • Es besteht die Gefahr von Atemwegsreizungen bis zum Lungenödem. 		
SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN		
<ul style="list-style-type: none"> • Pressluftatmer mit Vollmaske benutzen. Nicht-Benutzen oder falsches Benutzen kann zu schweren körperlichen Schädigungen führen. • Arbeitsmedizinische Vorsorge nach DGUV Grundsatz 312-190 „Ausbildung, Fortbildung und Unterweisung im Atemschutz“. • Vor Benutzung Pressluftatmer auf augenscheinliche Mängel und Funktionsfähigkeit, z. B. Fülldruck der Atemluftflasche, Warneinrichtung, prüfen. • Beim Anlegen des Pressluftatmers auf ausreichenden Dichtsitz achten. Brillenträger müssen Maskenbrille tragen. Unrasierte Personen und Barträger dürfen Pressluftatmer nicht benutzen. • Für die Überwachung ist ein zweiter Geräteträger erforderlich. • Einsatzdauer planen; bei Ertönen der Warneinrichtung Arbeitsplatz verlassen. • Gebrauchsdauer für Pressluftatmer max. 60 min, Erholungsdauer mind. 30 min. • Flaschenwechsel bei Bedarf vornehmen. 		
VERHALTEN BEI STÖRUNGEN UND IM GEFAHRFALL		Notruf:
<ul style="list-style-type: none"> • Defekte Pressluftatmer sind sofort auszutauschen. • In solchen Fällen und bei Atembeschwerden sofort Arbeiten einstellen, den Arbeitsplatz verlassen, den Pressluftatmer ablegen und den Vorgesetzten informieren. • Gegebenenfalls die überwachende Person sofort alarmieren und erst dann unter Atemschutz Hilfe leisten. 		
VERHALTEN BEI UNFÄLLEN, ERSTE HILFE		Notruf:
<ul style="list-style-type: none"> • Jede Verletzung ist im Verbandbuch einzutragen. Es liegt aus. • Bei Atem- oder Kreislaufbeschwerden Rettungskette alarmieren (Tel.:) 		
LAGERUNG, INSTANDHALTUNG UND ENTSORGUNG		
<ul style="list-style-type: none"> • Benutzte Pressluftatmer sind spätestens nach jeder Arbeitsschicht dem Gerätewart zuzuführen. • Reinigung und Instandsetzung nur durch Gerätewart. • Pressluftatmer außerhalb des Gefahrenbereiches geschützt lagern. 		
FOLGEN DER NICHTBEACHTUNG		
<ul style="list-style-type: none"> • Mögliche gesundheitliche Schäden. 		
Datum:		Unterschrift:

Anhang 6: Auswahl von Atemschutzgeräten nach Arbeitsschwere sowie Klassifizierung des Energieumsatzes nach der Tätigkeitsart

- Bestimmung des körpereigenen Energieumsatzes: DIN EN ISO 8996¹³⁴,
- Atemschutzgeräte, Metabolische Rate: ISO/TS 16976-1¹³⁵,
- Gefährdungsbeurteilung *Firma Mustermann*.

134 Siehe Literaturverzeichnis Nr. (120)

135 Siehe Literaturverzeichnis Nr. (121)

ISO 16976	EN ISO 8996	Durchschnittlicher Energieumsatz EN ISO 8996 (Bereich in Klammern)		Atemminuten- volumen*)	Beispiele
		W/m ²	W	l/min	
1 Resting	0 Ruhezustand	65 (55 bis 70)	115 (100 bis 125)	11	Ruhezustand, bequem sitzend
2 Light work	1 niedriger Energieum- satz	100 (70 bis 130)	180 (125 bis 235)	17	Leichte Handarbeit (Schreiben, Tippen, Zeichnen, Nähen); Tätigkeit mit Hand und Arm (kleine Handwerkzeuge, Inspektion, Zusammenbau oder Sortieren von leichten Gegenständen) Beobachtungstätigkeit, Probenahme; Tätigkeit mit Arm und Bein (Fahren eines Fahrzeugs unter üblichen Bedingungen, Betätigen eines Fußschalters oder Pedals) Stehend: Bohren (kleine Teile); Fräsen (kleine Teile); Wickeln von Spulen; Wickeln von kleinen Ankern; Arbeiten mit Maschinen kleiner Leistung; langsames Gehen (Geschwindigkeit bis 2,5 km/h)
3 Moderate work	2 mittlerer Energieum- satz	165 (130 bis 200)	295 (235 bis 360)	28	Ununterbrochene Hand-Armarbeiten (Einschlagen von Nägeln, Feilen); Arm- und Beinarbeit (Fahren von Lastwagen, Traktoren oder Baufahrzeugen im Gelände); Arm- und Körperarbeit (Arbeiten mit Presslufthammer, Zugmaschinen, Pflasterarbeiten, ununterbrochenes Handhaben von mittelschwerem Material, Schmieden, Unkrautjäten, Hacken, Ernten von Früchten oder Gemüse, Schieben oder Ziehen leichter Karren oder Schubkarren); Tätigkeit mit handgeführten Maschinen; Gehen mit einer Geschwindigkeit von 2,5 km/h bis 5,5 km/h)
4 Heavy work	3 hoher Ener- gieumsatz	230 (200 bis 260)	415 (360 bis 465)	39	Intensive Arm- und Körperarbeit; Tragen von schwerem Material/ schweren Lasten Schaufeln, Arbeiten mit dem Vorschlaghammer; Sägen; Bearbeiten von hartem Holz mit Hobel oder Stechbeitel; Mähen von Hand; Graben; Gehen mit einer Geschwindigkeit von 5,5 km/h bis 7 km/h. Schieben oder Ziehen schwer beladener Handwagen oder Schubkarren; Zerschlagen von Gussstücken; Legen von Betonplatten
5 Very heavy work	4 sehr hoher Energieum- satz	290 (> 260)	520 (> 465)	49	Sehr intensive Tätigkeiten mit schnellem bis maximalem Tempo Arbeiten mit Axt; intensives Schaufeln oder Graben; Treppensteigen, Besteigen von Rampen oder Leitern; schnelles Gehen mit kleinen Schritten; Laufen; Gehen mit einer Geschwindigkeit über 7 km/h
6 Very, very heavy work (2h)	– EN ISO 8996	400	– EN ISO 8996	67	Dauernde Arbeit für bis zu 2 h; Retungsarbeiten mit schwerem Gerät und/oder PSA Gruben- oder Tunnelrettung; gut trainierte Personen im Bereich von 50–60 % ihrer max. aeroben Kapazität; schnelles Gehen oder Rennen mit PSA und/oder Werkzeug; Gehen mit 5 km/h an 10 % Steigung
7 Extremely heavy work (15 min)	– EN ISO 8996	475	– EN ISO 8996	80	Dauernde Arbeit für bis zu 15 min; Retungs- und Löscharbeiten mit hoher Intensität Gut trainierte Personen im Bereich von 70–80 % ihrer max. aeroben Kapazität; Suchen in kontaminierten Bereichen, unter Hindernisse kriechen oder

ISO 16976	EN ISO 8996	Durchschnittlicher Energieumsatz EN ISO 8996 (Bereich in Klammern)		Atemminuten- volumen*)	Beispiele
		W/m ²	W	l/min	
					drübersteigen; Beseitigung von Gestein, Schlauch tragen; Gehen mit 5 km/h und 15 % Steigung
8 Maximal work (5 min)	– EN ISO 8996	600 EN ISO 8996	–	101	Dauernde Arbeit für bis zu 5 min; Rettungs- und Löscharbeiten mit maximaler Intensität Gut trainierte Personen im Bereich von 80–90 % ihrer max. physischen Leistungsfähigkeit, Treppen- und Leitersteigen mit hoher Geschwindigkeit; verletzte Personen bewegen/tragen; Gehen mit 5 km/h und 20 % Steigung

Atemminutenvolumen *) nach ISO 16976, Tabelle 3 für „ISO standard man“, Body surface area: 1,84 m²

Anhang 7: Wissensabfrage nach Unterweisung Atemschutz

Wissensabfrage

Unterweisung für atemschutzgerättragende Personen – Regenerationsgerät (*es sind zum Teil mehrere Antworten möglich*)

1. Wie viel Prozent Sauerstoff enthält die normale Atemluft?

- ca. 13 %
- ca. 21 %
- ca. 78 %

2. Was verstehen wir unter Atmung?

- Versorgung des Körpers mit Sauerstoff (O₂) und Entsorgung von Kohlendioxid (CO₂)
- Versorgung des Körpers mit Stickstoff (N₂)
- Sättigung des Blutes mit Kohlendioxid (CO₂)

3. Was verstehen wir unter Atemminutenvolumen?

- Atemluftvorrat bezogen auf eine Minute
- Atemluftverbrauch in einer Minute
- gesamtes Volumen der Lunge

4. Wie erkennt man Sauerstoffmangel?

- mit dem Geruchssinn
- nur mit speziellen Messgeräten
- durch Reizung der Nasenschleimhäute und tränende Augen

5. Welche Gefahren können zusätzlich von einigen Atemgiften noch ausgehen?

- Wirkung auf Haut und Augen
- keine
- Betriebsstillstand

6. Wie wirkt CO?

- CO vermindert das O₂-Transportvermögen in den roten Blutkörperchen
- verhindert CO₂-Abgabe
- verhindert Sauerstoffabgabe

7. Woher kommt bei einem Regenerationsgerät der Sauerstoff?

- aus der Umgebungsluft
- aus Drucksauerstoffpatronen
- aus einem Chemikalienkanister

8. Für welche Einsatzzeiten ist das Regenerationsgerät gebaut?

___ Stunden

9. Was passiert beim Herausnehmen der Atemschlauchgarnitur aus dem Stutzen am Tragegurt?

- gar nichts
- es wird nur die Anzeige gestartet
- die Startautomatik wird ausgelöst, das Gerät geht in Betrieb

10. Warum darf ein einmal gestartetes Gerät nicht einfach wieder „zurückgestellt“ werden?

- die Gerätewartin/der Gerätewart muss darüber informiert werden
- die Chemikalie wird nach dem Start verbraucht
- auch ein „nur“ gestartetes Gerät gilt als benutzt

11. Wie heißt die elektronische Steuereinheit?

_____ (*bitte Text einfügen*)

12. Bei Verwendung eines Regenerationsgerätes wird bei welcher Restkapazität ein Warnhinweis ausgelöst?

- 95 %
- 70 %
- 50 %
- 20 %
- 5 %

13. Anlegen des Gerätes: verteilen Sie die Nummern 1–4 gemäß der richtigen Reihenfolge:

___ Gerät schultern: Schulter-, Hüft- und Schlauchgurt anlegen; Gurte einstellen

___ elektronische Überwachung testen

___ Maske anlegen: mit Handballen dichtprüfen, ein- und ausatmen

___ Atemschlauch aus dem Stutzen ziehen und warten, bis

_____ (*bitte ausfüllen*) erscheint,
dann an die Maske anschließen.

14. Was ist bei einem Ausfall der Elektronik des Gerätes zu tun?

- Gerät ablegen und Rückmarsch antreten
- Geräte ablegen, dann Truppführer/in informieren
- Truppführer/in informieren, dann Gerät ablegen und SSR (Sauerstoff Selbstretter) benutzen, Rückzug antreten
- Truppführer/in informieren, Gerät kann weiter betrieben werden, Rückzug antreten

15. Was ist nach der Benutzung zu tun?

- Gerät abtrocknen
- Atemschlauch am Stutzen des Schultergurtes einrasten
- Gerät gemäß Anweisung durch Truppführer im Geräteraum abstellen

16. Welches ist der wichtigste Grundsatz bei der Benutzung des Atemschutzgerätes?

- die Arbeit muss erledigt werden
- meine eigene Sicherheit
- die Ausrüstung darf nicht beschädigt werden

17. Folgende weitere persönliche Schutzausrüstungen kenne ich:

(bitte nennen Sie mindestens drei)

_____ Fehler

Anhang 8: Unterweisungsnachweis

Firmenlogo	Nachweis Unterweisung/Übung (Vordruck)
------------	--

Regelmäßige Unterweisung

Unterweisung aus folgendem Anlass

Übung

Abteilung/Schicht Datum:

Zeit von: bis

Inhalt/Thema:
.....
.....

Nr.	Teilnehmer/in (Name)	Unterschrift	Unterweisung nachgeholt am:

Bemerkungen

Verwendete Unterlagen

Kontrolle durch: Verständnisfragen: Begehung am:

Sonstiges:

.....
Unterschrift Unterweisende/r

.....
Kenntnisnahme – Unterschrift Betriebsleitung

Anhang 9: Begriffsbestimmungen von Aerosolen

Aerosol:

Aerosol ist ein Stoffgemisch, das aus flüssigen oder festen Bestandteilen und einem Gas (im Normalfall Luft) besteht. Sind die Schwebstoffe flüssig, spricht man von Nebel; sind sie fest, liegen Staub oder Rauch vor.

Bioaerosol:

Unter Bioaerosolen werden luftgetragene Flüssigkeitströpfchen und feste Partikel verstanden, die aus biologischen Arbeitsstoffen oder deren Stoffwechselprodukten bestehen oder mit ihnen behaftet sind.

Dampf:

Dampf ist die Gasphase eines Stoffes, die sich über der festen oder flüssigen Phase desselben Stoffes befindet¹³⁶⁾.

Gas:

Nach der Definition im Gefahrstoff- und Gefahrgutrecht müssen Stoffe, die als Gase klassifiziert werden, bei 50 °C einen Dampfdruck von mehr als 300 kPa (3 bar) haben oder bei 20 °C und einem Luftdruck von 101,3 kPa vollständig gasförmig vorliegen.

Stäube:

Staub besteht aus kleinen Feststoffpartikeln, die sich aufwirbeln lassen und für einige Zeit als Staub/Luft-Gemisch erhalten bleiben.

Feinstaub:

Ist aktuell kein definierter Arbeitsschutzbegriff mehr, sondern wird vielfach im Umweltschutz und Bergbau verwendet.

Einatembare Fraktion (E-Staub):

Der Massenanteil aller Schwebstoffe, der durch Mund und Nase eingeatmet werden kann (bis 100 µm aerodynamischer Durchmesser). Früher wurde er **Gesamtstaub** genannt.

Alveolengängige Fraktion (A-Staub):

Der Massenanteil der eingeatmeten Partikel, der bis in die Lungenbläschen vordringt (bis 10 µm aerodynamischer Durchmesser). Früher wurde er als Feinstaub bezeichnet.

Schwebstaub:

Bezeichnung für alle von Luft umgebenen Partikel in einem gegebenen, ungestörten Luftvolumen

Vergleich Definitionen Arbeitsschutz – Umweltschutz

136) Zu Verwechslungen führt in diesem Zusammenhang der „Dampf“ von z. B. Dampflokomotiven. Dieser ist physikalisch gesehen ein Nebel.

Arbeitsschutz	Umweltschutz
<p>Gesamte Schwebstoffe (DIN EN 481)¹³⁷⁾:</p> <p>Alle von der Luft umgebenen Partikel innerhalb eines bestimmten Volumens</p>	<p>Schwebstaub (SPM suspended particulate matter) (DIN EN 12341-2014)¹³⁸⁾:</p> <p>Bezeichnung für alle von Luft umgebenen Partikel in einem gegebenen, ungestörten Luftvolumen</p>
<p>Einatembare Fraktion – E-Staub (DIN EN 481):</p> <p>Der Massenanteil aller Schwebstoffe, der durch Mund und Nase eingeatmet wird. Definierte Abscheidefunktion nach DIN EN 481 bis 100 µm aerodynamischer Durchmesser.</p> <p>Früher Gesamtstaub (TRGS 900¹³⁹⁾ bis 1993) Anteil der Schwebstoffe, der durch Probenahmegeräte bei einer Geschwindigkeit von 1,25 m/s (± 10 %) erfasst wird.</p>	
<p>Thorakale Fraktion – T-Staub (DIN EN 481):</p> <p>Der Massenanteil an Partikeln, der über den Kehlkopf hinaus vordringt. Im Arbeitsschutz derzeit keine relevante Verwendung</p>	<p>PM10: Partikel, die einen gröÙenselektiven Lufteinlass passieren, der für einen Durchmesser von 10 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist (Immission: Richtlinie 2008/50/EG, DIN EN 12341; Emission: DIN EN ISO 23210:2009-12 Emission aus stationären Quellen)¹⁴⁰⁾. PM10 entspricht der in Abschnitt 6 DIN ISO 7708¹⁴¹⁾ definierten „Konvention über die thorakale Fraktion“.</p>
<p>Alveolengängige Fraktion (DIN EN 481):</p> <p>Massenanteil der eingeatmeten Partikel, der bis in die nichtcilierten Luftwege vordringt. Definiert nach der Abscheidefunktion nach DIN EN 481 mit einem Abscheidegrad von 97 % bei 1 µm, 50 % bei 4 µm, 9 % bei 7 µm und 0 % bei 16 µm. Entspricht der amerikanischen Definition der "Respirable particulate Matter (RPM) (American Conference of Governmental Industrial Hygiene von 1994)".</p> <p>Früher Feinstaub (TRGS 900 bis 1993)</p>	<p>PM4: Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser ≤ 4 µm oder der Analogiedefinition:</p> <p>Partikel, die einen gröÙenselektiven Lufteinlass passieren, der einen aerodynamischen Durchmesser von 4 µm und eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist. Wird oft in Analogie zu A-Staubmessungen verwendet.</p>
	<p>PM2,5: Partikel, die einen gröÙenselektiven Lufteinlass passieren, der für einen Durchmesser von 2,5 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist (Immission Richtlinie: 2008/50/EG, DIN EN 12341; Emission: DIN EN ISO 23210:2009-12 Emission aus stationären Quellen). Entspricht der in 7.1 DIN ISO 7708 definierten Konvention über die alveolengängige Fraktion der Risikogruppe.</p>

Literaturverzeichnis

- 137) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (116)
 138) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (114)
 139) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (47)
 140) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (118)
 141) Siehe Literaturverzeichnis Nr. (119)

Verbindliche Rechtsnormen sind Gesetze, Verordnungen und der Normtext von Unfallverhütungsvorschriften. Abweichungen sind nur mit einer Genehmigung der zuständigen Behörde bzw. des zuständigen Unfallversicherungsträgers (z. B. Berufsgenossenschaft) erlaubt. Voraussetzung für die Erteilung einer Ausnahmegenehmigung ist, dass die Ersatzmaßnahme ein mindestens ebenso hohes Sicherheitsniveau gewährleistet.

Von Technischen Regeln zu Verordnungen, Durchführungsanweisungen von Unfallverhütungsvorschriften (DGUV Vorschriften) und DGUV Regeln kann abgewichen werden, wenn in der Gefährdungsbeurteilung dokumentiert ist, dass die gleiche Sicherheit auf andere Weise erreicht wird.

Keine verbindlichen Rechtsnormen sind DGUV Informationen, Merkblätter, DIN-/ VDE-Normen. Sie gelten als wichtige Bewertungsmaßstäbe und Regeln der Technik, von denen abgewichen werden kann, wenn die gleiche Sicherheit auf andere Weise erreicht wird.

Fundstellen im Internet

Die Schriften der BG RCI sowie ein umfangreicher Teil des staatlichen Vorschriften- und Regelwerkes und dem der gesetzlichen Unfallversicherungsträger (rund 1 700 Titel) sind im Kompendium Arbeitsschutz der BG RCI verfügbar. Die Nutzung des Kompendiums im Internet ist kostenpflichtig. Ein kostenfreier, zeitlich begrenzter Probezugang wird angeboten.

Weitere Informationen unter www.kompendium-as.de.

Zahlreiche aktuelle Informationen bietet die Homepage der BG RCI unter www.bgrci.de/praevention und fachwissen.bgrci.de.

Detaillinformationen zu Schriften und Medien der BG RCI sowie Bestellung unter medienshop.bgrci.de

Ausgewählte Merkblätter, Anhänge und Vordrucke aus Merkblättern und DGUV Regeln sowie ergänzende Arbeitshilfen stehen im Downloadcenter Prävention unter downloadcenter.bgrci.de kostenfrei zur Verfügung.

Unfallverhütungsvorschriften, DGUV Regeln, DGUV Grundsätze und viele DGUV Informationen sind auf der Homepage der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) unter publikationen.dguv.de zu finden.

1 Veröffentlichungen der Europäischen Union im Amtsblatt der Europäischen Union

Bezugsquelle:

Bundesanzeiger Verlag GmbH, Postfach 10 05 34, 50445 Köln, www.bundesanzeiger.de.

Freier Download unter eur-lex.europa.eu/de/index.htm

- (1) 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 Richtlinie 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006, zuletzt geändert durch Delegierte Verordnung (EU) 2022/692
- (2) Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Chemikalienagentur, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission, zuletzt geändert durch Verordnung (EU) 2022/586
- (3) Empfehlung 2011/696/EU der Kommission vom 18. Oktober 2011 zur Definition von Nanomaterialien

- (4) Richtlinie 2004/37 EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch Exposition gegenüber Karzinogenen, Mutagenen oder reproduktionstoxischen Stoffen bei der Arbeit, zuletzt geändert durch Richtlinie (EU) 2022/431

2 Gesetze, Verordnungen, Technische Regeln

Bezugsquelle: Buchhandel

Freier Download unter www.gesetze-im-internet.de (Gesetze und Verordnungen) bzw.

www.baua.de (Technische Regeln)

- (5) Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG)
- (6) Gesetz über Betriebsärzte, Sicherheitsingenieure und andere Fachkräfte für Arbeitssicherheit (ASiG)
- (7) Verordnung zur Arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) mit Arbeitsmedizinischen Regeln (AMR) und Arbeitsmedizinischen Empfehlungen (AME), insbesondere
- (8) AMR 2.1: Fristen für die Veranlassung/das Angebot arbeitsmedizinischer Vorsorge
- (9) AMR 3.2: Arbeitsmedizinische Prävention
- (10) AMR 6.1: Fristen für die Aufbewahrung ärztlicher Unterlagen
- (11) AMR Nr. 11.1: Abweichungen nach Anhang Teil 1 Absatz 4 ArbMedVV bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden oder keimzellmutagenen Gefahrstoffen der Kategorie 1A oder 1B
- (12) AMR 14.2: Einteilung von Atemschutzgeräten in Gruppen
- (13) AME: Wunschvorsorge
- (14) Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV) mit zugehörigen Technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR), insbesondere:
- (15) ASR A1.3: Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung
- (16) ASR A3.6: Lüftung
- (17) ASR A4.1: Sanitärräume
- (18) Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV)
- (19) Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) mit zugehörigen Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), insbesondere:
- (20) TRGS 201: Einstufung und Kennzeichnung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen

- (21) TRGS 220: Nationale Aspekte beim Erstellen von Sicherheitsdatenblättern
- (22) TRGS 400: Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
- (23) TRGS 401: Gefährdung durch Hautkontakt – Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen
- (24) TRGS 402: Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition
- (25) TRBA/TRGS 406: Sensibilisierende Stoffe für Atemwege
- (26) TRGS 407: Tätigkeiten mit Gasen – Gefährdungsbeurteilung
- (27) TRGS 410: Expositionsverzeichnis bei Gefährdung gegenüber krebserzeugenden oder keimzellmutagenen Gefahrstoffen der Kategorien 1A oder 1B
- (28) TRGS 420: Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) für die Ermittlung und Beurteilung der inhalativen Exposition
- (29) TRGS 430: Isocyanate – Gefährdungsbeurteilung und Schutzmaßnahmen
- (30) TRGS 500: Schutzmaßnahmen
- (31) TRGS 507: Oberflächenbehandlung in Räumen und Behältern
- (32) TRGS 517: Tätigkeiten mit potenziell asbesthaltigen mineralischen Rohstoffen und daraus hergestellten Gemischen und Erzeugnissen
- (33) TRGS 519: Asbest: Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten
- (34) TRGS 521: Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten mit alter Mineralwolle
- (35) TRGS 527: Tätigkeiten mit Nanomaterialien
- (36) TRGS 528: Schweißtechnische Arbeiten
- (37) TRGS 553: Holzstaub
- (38) TRGS 554: Abgase von Dieselmotoren
- (39) TRGS 555: Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten
- (40) TRGS 558: Tätigkeiten mit Hochtemperaturwolle
- (41) TRGS 559: Quarzhaltiger Staub
- (42) TRGS 560: Luftrückführung bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden, erbgutverändernden und fruchtbarkeitsgefährdenden Stäuben

- (43) TRGS 561: Tätigkeiten mit krebserzeugenden Metallen und ihren Verbindungen
- (44) TRGS 600: Substitution
- (45) TRGS 720: Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines
- (46) TRGS 721: Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Beurteilung der Explosionsgefährdung
- (47) TRGS 900: Arbeitsplatzgrenzwerte
- (48) TRGS 903: Biologische Grenzwerte (BGW)
- (49) TRGS 905: Verzeichnis krebserzeugender, keimzellmutagener oder reproduktionstoxischer Stoffe
- (50) TRGS 906: Verzeichnis krebserzeugender Tätigkeiten oder Verfahren nach § 3 Abs. 2 Nr. 3 GefStoffV
- (51) TRGS 907: Verzeichnis sensibilisierender Stoffe und von Tätigkeiten mit sensibilisierenden Stoffen
- (52) TRGS 910: Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen
- (53) Bek. d. BMAS v. 6.7.2016: Bekanntmachung von Erkenntnissen zu Gefahrstoffen – Beurteilungsmaßstab für Quarz (A-Staub)
- (54) Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) mit hierzu erlassenen Verordnungen, insbesondere
- (55) Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (12. BImSchV – Störfall-Verordnung)
- (56) Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutz-Gesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft)
- (57) Bergverordnung zum gesundheitlichen Schutz der Beschäftigten (Gesundheitsschutz-Bergverordnung – GesBergV)
- (58) Berufskrankheiten-Verordnung (BKV)
- (59) „Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Benutzung persönlicher Schutzausrüstungen bei der Arbeit (PSA-Benutzungsverordnung – PSA-BV)“
- (60) Verordnung zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzverordnung – StrlSchV)
- (61) Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Chemikaliengesetz – ChemG)
- (62) Verordnung über Verbote und Beschränkungen des Inverkehrbringens und über die Abgabe bestimmter Stoffe, Gemische und Erzeugnisse nach dem Chemikaliengesetz (Chemikalien-Verbotsverordnung – ChemVerbotsV)

- (63) Betriebsverfassungsgesetz (BetrVG)
- (64) Gesetz zum Schutz der arbeitenden Jugend (Jugendarbeitsschutzgesetz – JArbSchG)
- (65) Gesetz zum Schutz von Müttern bei der Arbeit, in der Ausbildung und im Studium (Mutterschutzgesetz – MuSchG)

3 DGUV Vorschriften, DGUV Regeln, Merkblätter und sonstige Schriften der UVT

Bezugsquellen: Jedermann-Verlag GmbH, Postfach 10 31 40, 69021 Heidelberg, www.jedermann.de und Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Postfach 10 14 80, 69004 Heidelberg, medienshop.bgrci.de

Mitgliedsbetriebe der BG RCI können die folgenden Schriften in einer der Betriebsgröße angemessenen Anzahl kostenlos beziehen.

- (66) DGUV Vorschrift 1: Grundsätze der Prävention
- (67) DGUV Vorschrift 2: Betriebsärzte und Fachkräfte für Arbeitssicherheit – Hintergrundinformationen für die Beratungspraxis
- (68) DGUV Information 213-850: Sicheres Arbeiten in Laboratorien, www.laborrichtlinien.de
- (69) kurz & bündig KB 005: Asbesthaltige Bodenbeläge – Was ist zu tun?
- (70) kurz & bündig KB 011-1: Arbeitsmedizinische Vorsorge nach ArbMedVV – Teil 1: Grundlagen und Hinweise zur Durchführung
- (71) kurz & bündig KB 011-2: Arbeitsmedizinische Vorsorge nach ArbMedVV – Teil 2: Ermittlung der Vorsorgeanlässe
- (72) kurz & bündig KB 024-1: Krebserzeugende, keimzellmutagene und reproduktionstoxische Stoffe – Grundlagen
- (73) kurz & bündig KB 024-2: Expositionsverzeichnis Beschäftigter bei gefährdenden Tätigkeiten mit krebserzeugenden und keimzellmutagenen Stoffen
- (74) Merkblatt A 008: Persönliche Schutzausrüstungen
- (75) Merkblatt A 010: Betriebsanweisungen für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen (DGUV Information 213-051)
- (76) Merkblatt A 016: Gefährdungsbeurteilung – Sieben Schritte zum Ziel
- (77) Merkblatt A 017: Gefährdungsbeurteilung – Gefährdungskatalog
- (78) Merkblatt A 026: Gefährdungsorientiertes Unterweisen
- (79) Merkblatt A 033: Ohne Rauch geht´s auch! – Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz

- (80) Merkblatt M 004: Säuren und Laugen (DGUV Information 213-070)
 - (81) Merkblatt M 005: Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganische Fluoride (DGUV Information 213-071)
 - (82) Merkblatt M 017: Lösemittel (DGUV Information 213-072)
 - (83) Merkblatt M 040: Chlorkohlenwasserstoffe
 - (84) Merkblatt M 044: Polyurethane, Isocyanate (DGUV Information 213-078)
 - (85) Merkblatt M 053: Arbeitsschutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen (DGUV Information 213-080)
 - (86) Merkblatt M 054: Styrol, Polyesterharze und andere styrolhaltige Gemische (DGUV Information 213-081)
 - (87) Merkblatt M 060: Gefahrstoffe mit GHS-Kennzeichnung – Was ist zu tun? (DGUV Information 213-082)
 - (88) Merkblatt M 060-1: Kompaktinformation GHS-Veranstaltungs- und Seminarunterlagen
 - (89) Merkblatt M 063: Lagerung von Gefahrstoffen – Antworten auf häufig gestellte Fragen (DGUV Information 213-085)
 - (90) Merkblatt T 032: Laborabzüge – Bauarten und sicherer Betrieb (DGUV Information 213-857),
 - (91) Merkblatt T 036: Einsatz von Staubsaugern in explosivstoffgefährdeten Bereichen
 - (92) Merkblatt T 049: Explosionsschutz – Antworten auf häufig gestellte Fragen
 - (93) Merkblatt T 050: Explosionsschutz an Maschinen – Antworten auf häufig gestellte Fragen
 - (94) Merkblatt T 054: Brennbare Stäube – Antworten auf häufig gestellte Fragen
 - (95) Praxishilfe-Ordner: Arbeitsschutz mit System
 - (96) Praxishilfe-Ordner: Gerüstet für den Notfall
 - (97) Ordner: Gefährdungsbeurteilung – Arbeitshilfen
- Bezugsquelle: Max Dorn Presse GmbH & Co. KG, Georg-Kerschensteiner-Straße 6, 63179 Obertshausen,
maxdornpresse.de
Freier Download unter publikationen.dguv.de
- (98) DGUV Regel 109-002: Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen
 - (99) DGUV Regel 112-190: Benutzung von Atemschutzgeräten
 - (100) DGUV Information 209-044: „Holzstaub“

- (101) DGUV Information 209-078: Absauganlagen einkaufen – aber richtig!
- (102) DGUV Information 209-084: Industriestaubsauger und Entstauber
- (103) DGUV Information 213-100: Branchen- oder tätigkeitsspezifische Hilfestellung „Staub bei Elektroinstallationsarbeiten
- (104) DGUV Information 213-101: Branchen- oder tätigkeitsspezifische Hilfestellung „Keramische Industrie – Aufbereitung“ (Zerkleinern, Mischen, Fördern mineralischer Rohstoffe)
- (105) DGUV Information 213-102: Branchen- oder tätigkeitsspezifische Hilfestellung „Natursteinindustrie“
- (106) DGUV Information 213-103: Branchen- oder tätigkeitsspezifische Hilfestellung „Trockenmörtelindustrie“
- (107) DGUV Information 213-104: Branchen- oder tätigkeitsspezifische Hilfestellung „Recycling-Baustoff-Industrie“
- (108) DGUV Information 213-105: Branchen- oder tätigkeitsspezifische Hilfestellung „Kies-/Sand- und Quarzsand-Industrie“
- (109) DGUV Information 213-544: Verfahren zur Bestimmung von Kohlenstoff im Feinstaub – anwendbar für partikelförmige Dieselmotor-Emissionen in Arbeitsbereichen
- (110) DGUV Information 213-710: Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU) nach der Gefahrstoffverordnung Verwendung von Trichlorethen bei der Extraktion von Bitumen aus Asphalt nach dem Waschtrommelverfahren
- (111) DGUV Grundsatz 312-190: Ausbildung, Fortbildung und Unterweisung im Atemschutz
- (112) DGUV Grundsatz 313-003: Grundanforderungen an spezifische Fortbildungsmaßnahmen als Bestandteil der Fachkunde zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
- (113) Information des Fachbereichs „Holz und Metall“ der DGUV: Rauche und Gase bei schweißtechnischen Arbeiten – Gesundheitsgefahren FBHM-066)

4 Normen

Bezugsquelle: Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, www.beuth.de

- (114) DIN EN 12341:2014-08: Außenluft – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM10- oder PM2,5-Massenkonzentration des Schwebstaubes
- (115) DIN EN 149:2009-08: Atemschutzgeräte – Filtrierende Halbmasken zum Schutz gegen Partikeln – Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung
- (116) DIN EN 481:1993-09: Arbeitsplatzatmosphäre; Festlegung der Teilchengrößenverteilung zur Messung luftgetragener Partikel

- (117) DIN EN 60335-2-69:2015-07: Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke – Teil 2–69: Besondere Anforderungen für Staub- und Wasserauger für den gewerblichen Gebrauch
- (118) DIN EN ISO 23210:2009-12: Emissionen aus stationären Quellen – Ermittlung der Massenkonzentration von PM10/PM2,5 im Abgas – Messung bei niedrigen Konzentrationen mit Impaktoren
- (119) DIN ISO 7708:1996-01: Luftbeschaffenheit – Festlegung von Partikelgrößenverteilungen für die gesundheitsbezogene Schwebstaubprobenahme
- (120) DIN EN ISO 8996:2005-01: Ergonomie der thermischen Umgebung – Bestimmung des körpereigenen Energieumsatzes (ISO 8996:2004); Deutsche Fassung EN ISO 8996:2004
- (121) ISO/TS 16976-1:2015-12: Atemschutzgeräte – Physiologische Faktoren des Menschen – Teil 1: Arbeitsleistung und Atemminutenvolumina

5 Andere Schriften und Medien

Bezugsquelle: Buchhandel oder Herausgeber

- (122) DGUV Empfehlungen für arbeitsmedizinische Beratungen und Untersuchungen, 1. Auflage 2022, Gentner Verlag, Stuttgart, ISBN: 978-3-87247-783-5 bzw. ISBN: 978-3-87247-789-7
- (123) Herold, Gerd: Innere Medizin Verlag Herold, Gerd, Auflage 2016, ISBN 978-3- 9814660-6-5
- (124) Kompendium Arbeitsschutz als Downloadfassung (kostenpflichtig): Vorschriften und Regelwerk, Symbolbibliothek, Programme zur Durchführung und Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung (GefDok Pro-Demoversion, GefDok KMU und GefDok light). Information unter medienshop.bgrci.de. Oder als Online-Datenbank (kostenpflichtig): Vorschriften und Regelwerk mit GefDok light, Symbolbibliothek, GefDok Pro-Software. Information und kostenloser, zeitlich begrenzter Testzugang unter www.kompendium-as.de
- (125) Kroegel, Costabel: Klinische Pneumologie, Thieme, 1. Auflage, ISBN 978-3-13-129751-8
- (126) Marquardt, Schäfer, Barth: Toxikologie, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart; 3. Auflage, ISBN 978-3-8047-2876-9
- (127) Matthys, Seeger: Klinische Pneumologie, Springer, 4. Auflage, ISBN 978-3-540-37682-8
- (128) Mertens, Brandenburger: Die Berufskrankheitenverordnung (BKV) – Kommentar, Erich Schmidt Verlag, Stand 2017, ISBN 978-3-503-01497-2
- (129) Mehrtens, Valentin, Schönberger: Arbeitsunfall und Berufskrankheit, Erich Schmidt Verlag, 9. Auflage, ISBN 978-3-503-16795-1
- (130) Schmidt, Lang: Physiologie des Menschen, Springer, 30. Auflage, ISBN 978-3-540-32908-4
- (131) Strutz, Mann: Praxis der HNO-Heilkunde, Kopf- und Halschirurgie, Thieme, 3. Auflage, ISBN 978-3-13-241893-6

- (132) Empfehlung für die Begutachtung asbestbedingter Berufskrankheiten – Falkensteiner Empfehlung, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV), ISBN 978-3-88383-873-1, ISBN online 978-3-883-875-8
- (133) Lehnhäuser, Frank: Messtechnische Erfassung von Geschwindigkeitsfeldern bei Absaugöffnungen, Dipl.-Arb. FH Gießen, 1985
- (134) N Engl J Med. 2011 Aug 4;365(5):395-409. National Lung Screening Trial Research Team et al. „Reduced lung-cancer mortality with low-dose computed tomographic screening“

6 Online-Datenbanken und Informationen im Internet

- (135) Fachwissen und Praxishilfen zu Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz auf der Homepage der BG RCI: www.bgrci.de/praevention, www.bgrci.de/fachwissen-portal/start/ und downloadcenter.bgrci.de
- (136) Gefahrstoffinformationssystem Chemikalien GisChem der BG RCI und der BGHM unter www.gischem.de, mit verschiedenen Modulen, z. B. „GisChem-Interaktiv“ zur Erstellung eigener Betriebsanweisungen, „Gefahrstoffverzeichnis“ oder „Gemischrechner“ zur Einstufung von Gemischen nach der CLP-Verordnung.
- (137) Institut für Gefahrstoff-Forschung (IGF) der BG RCI: www.igf-bgrci.de
- (138) GefDok KMU, eine Software zur Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung in kleinen und mittleren Betrieben, freier Download unter downloadcenter.bgrci.de
- (139) Gefahrstofflernportal der BG RCI: www.gefahrstoffwissen.de
- (140) Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung: www.dguv.de, im Zusammenhang mit dieser Schrift v. a.:
– Informationen zu Berufskrankheiten: → Versicherung → Berufskrankheiten
– Medien der DGUV, publikationen.dguv.de
- (141) GESTIS – Gefahrstoffinformationssystem der DGUV, www.dguv.de/ifa/GESTIS
- (142) GISBAU: Gefahrstoffinformationssystem der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BG Bau) www.gisbau.de bzw. www.wingis-online.de
- (143) Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), www.dguv.de/ifa, insbesondere www.ipa-dguv.de/ipa/publik/litinfos/irritativ/index.jsp
- (144) Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, www.baua.de, im Zusammenhang mit dieser Schrift v. a. → Angebote → Rechtstexte → Berufskrankheiten (→ Merkblätter)
- (145) Umweltbundesamt: www.uba.de, im Zusammenhang mit dieser Schrift v. a. → Themen → Gesundheit → Umwelteinflüsse → Chemische Stoffe → Asbest
- (146) Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkKS), www.dakks.de
- (147) The MAK-Collection for Occupational Health and Safety, www.onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/3527600418

(148) Zentrale Expositionsdatenbank (ZED); zed.dguv.de

Bildnachweis

Die in dieser Schrift verwendeten Bilder dienen nur der Veranschaulichung. Eine Produktempfehlung seitens der BG RCI wird damit ausdrücklich nicht beabsichtigt.

Abbildungen wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von:

Titelbild:

© cliparea.com/stock.adobe.com

Abbildung 20:

Güde GmbH & Co. KG

Birkichstraße 6

74549 Wolpertshausen

Abbildung 22:

EMDE Industrie-Technik

Gesellschaft für Rationalisierung und Verfahrenstechnik mbH

Abbildung 23:

ARTECH Absaug-Filter-Umwelttechnik

Bahnhofstraße 4

88690 Uhltingen

Abbildung 26:

Lehnhäuser, Frank:

Messtechnische Erfassung von Geschwindigkeitsfeldern

bei Absaugöffnungen, Dipl.-Arb.

FH Gießen, 1985

Ausgabe 4/2023

Diese Schrift können Sie über den Medienshop unter medienshop.bgrci.de beziehen.

Haben Sie zu dieser Schrift Fragen, Anregungen, Kritik?

Dann nehmen Sie bitte mit uns Kontakt auf.

- Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie
Prävention, Grundsatzfragen und Information, Medien
Postfach 10 14 80, 69004 Heidelberg
- E-Mail: medien@bgrci.de
- Kontaktformular: www.bgrci.de/kontakt-schriften