



STAUB & SAUGEN

MASCHINEN ZUR STAUBBESEITIGUNG



Stand: Dezember 2024

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck und Vervielfältigung – auch auszugsweise – nur nach ausdrücklicher und schriftlicher Genehmigung durch den Herausgeber! Alle Angaben wurden nach bestem Wissen erstellt. Da ständig neue Erkenntnisse und Veränderungen hinzukommen, sind Fehler leider nicht ausschließbar und es kann keine Haftung für eventuelle Schäden übernommen werden!

Verfasser

Jens Lupmann (STS Academy)

Herausgeber

ASUP GmbH | Beckedorfer Bogen 10 | 21218 Seevetal
Tel.: 04105 59 888 0 | info@asup.info

Geschäftsführer

Leonid Brose | Stephan Cochanski

Sitz und Registergericht HR Lüneburg HRB 201196
USt-IdNr. DE 812647604 | Steuernummer: 15/206/05312

INHALTSVERZEICHNIS

1	Staub	3
2	Atemwegserkrankungen	5
3	Fachbegriffe.....	6
4	Staubsauger	10
4.1	Grundbegriffe	10
4.1.1	Unterdruck.....	10
4.1.2	Volumenstrom - Luftgeschwindigkeit.....	10
4.2	Antrieb.....	11
4.2.1	Motor-Turbinen-Einheiten	11
4.2.2	Seitenkanalverdichter	12
4.2.3	Druckluftbetriebene Turbinen	12
4.3	Filter	12
4.3.1	Filtermaterial.....	12
4.3.2	Filter(ab)reinigung	13
4.4	Entnahme Sauggut (Wegwerfstaubsammelbehälter).....	14
4.5	Unterschied Staubklassen und Schwebstofffilterklassen	16
4.6	Saugertypen.....	17
4.6.1	Flüssigkeitensauger.....	17
4.6.2	Trockensauger.....	17
4.6.3	Nass-Trocken-Sauger.....	17
4.6.4	Industriesauger (IS).....	17
4.6.5	Entstauber / EOB.....	17
4.6.6	Vorabscheider	17
4.6.7	Luftreiniger / Unterdruckhaltegeräte	18
4.7	Saugen von gesundheitsgefährlichen Stäuben	19
4.7.1	Staubklassen	19
4.7.2	Prüfung auf Staubklasse.....	21
4.8	Anforderungen bei Betrieb in explosionsfähiger Atmosphäre	22
4.8.1	Einteilung in Gerätegruppen	23
4.8.2	Einteilung ATEX-Zonen	23
4.8.3	Kennzeichnung explosionsgeschützter Geräte.....	26
4.8.4	Maschinen der Bauart 22.....	28
4.9	ESD Sauger	29

5	Gesundheitsgefahren	30
5.1	Aufnahmewege	30
5.1.1	Resorptiv	30
5.1.2	Inhalativ	30
5.1.3	Dermal	31
5.1.4	Oral.....	31
5.2	Einstufung und Kennzeichnung nach CLP-Verordnung (GHS).....	31
5.2.1	Biologische Gesundheitsgefahren	32
5.2.2	Physikalische Gefahren	45
5.2.3	Umweltgefahren	65
6	Typische Schadstoffe	67
6.1	A- und E-Staub.....	67
6.2	Asbest.....	68
6.3	Holzstaub	70
6.4	Holzschutzmittel	71
6.5	KMF – Künstliche Mineralfasern	73
6.6	PAK – Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe	75
6.7	PCB – Polychlorierte Biphenyle	77
6.8	Metallstäube.....	79
6.9	Schimmelpilze	81
6.10	Brandschäden.....	83
6.11	Übersicht.....	84

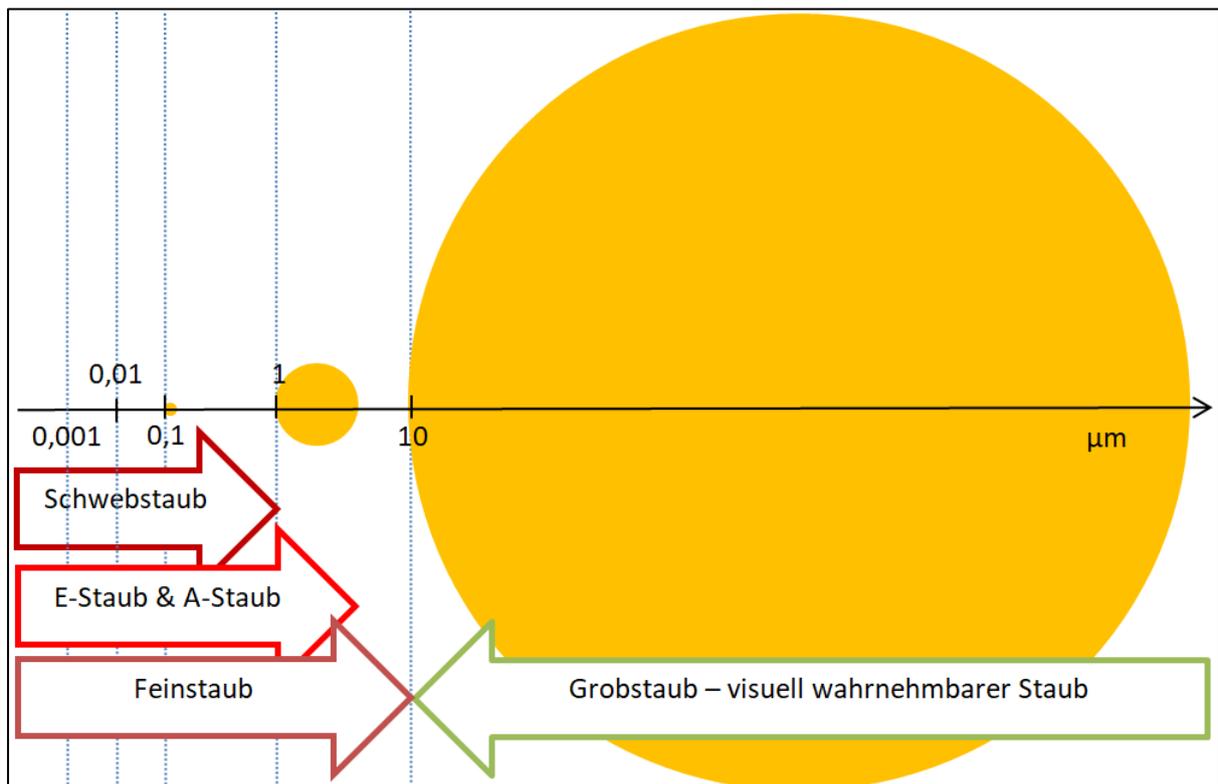
1 Staub

Staub ist die Sammelbezeichnung feinsten fester Partikel mit einer Größe von maximal 1mm. Stäube entstehen natürliche oder können „produziert“ werden. Natürliche entstehende Stäube sind beispielsweise Erosion, Pollen usw. Staub wird „produziert“ durch die gewollte oder ungewollte Bearbeitung von Stoffen.

Visuell wahrnehmbarer Staub oder Grobstaub sind Partikel mit einer Größe von mindestens 10µm.

Je kleiner die Staubpartikel, desto leichter lassen sich diese aufwirbeln und desto länger benötigen diese, um sich wieder abzulagern. Feinstaub, mit <10 µm, bleibt lange in der Atemluft verfügbar und wird vermehrt in die Atemwege aufgenommen werden. Lungengängiger Feinstaub kann bis in die Lungenbläschen vordringen.

Als Schwebstaub (Rauch) wird der Staub in der (Atem-) Luft bezeichnet, mit einer Größe <1µm. Dieser Staub lagert sich nicht mehr ab, sondern schwebt aufgrund der Brownschen Bewegung ständig in der Luft.

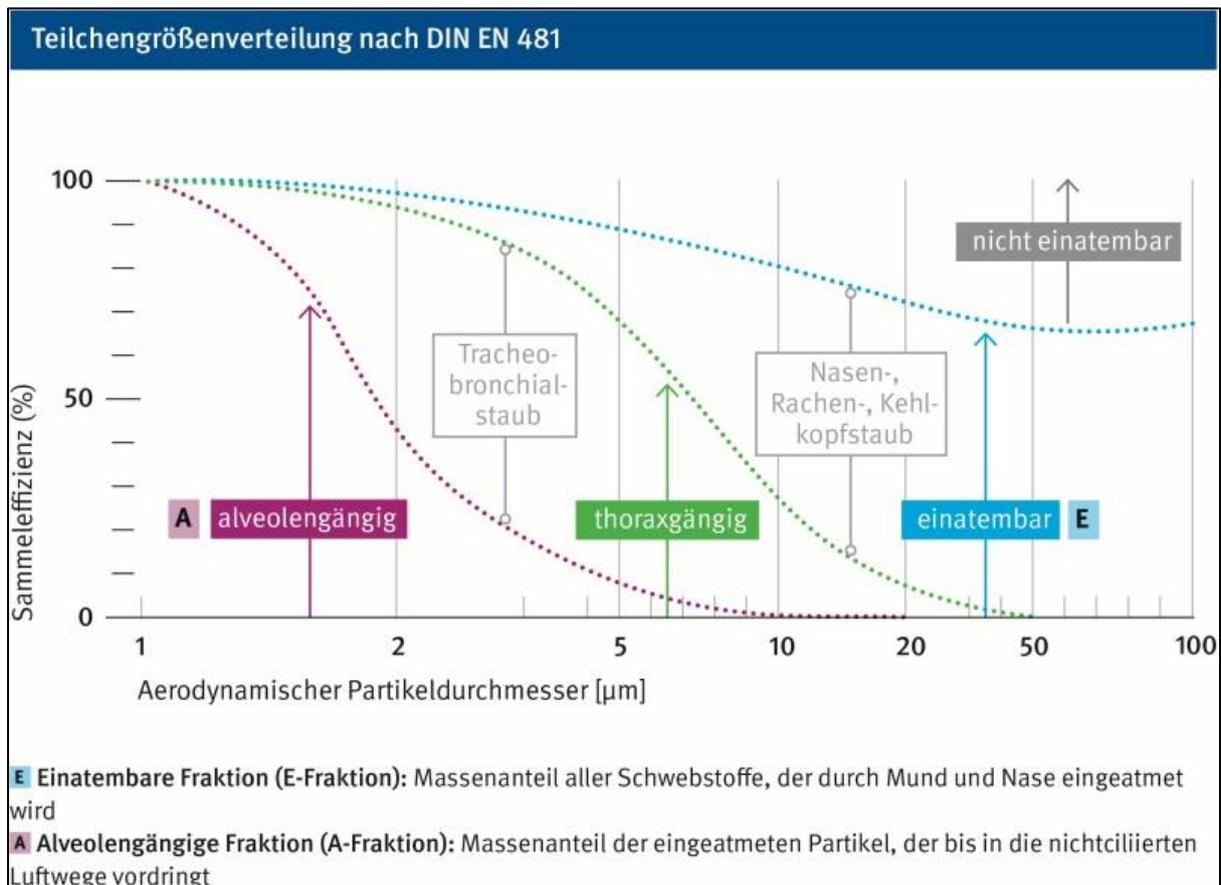


Größenvergleich Stäube

In den Technischen Regeln für Gefahrstoffe (**TRGS 504**) wird der Staub nach seiner Inhalierbarkeit eingestuft.

Staub ≤5µm wird als einatembare Fraktion (E-Staub) bezeichnet, diese Partikel sind so klein, dass sie sicher über die Atemwege aufgenommen werden.

Alveolengängige Fraktion (A-Staub) ist der Anteil des E-Staubs der bis in die Lungenbläschen (Alveolen und Bronchiole) vordringen kann, eine genaue Größe kann nicht angegeben werden, sondern nur eine Größenverteilung in Abhängigkeit der E-Staub-Fraktion.



A- & E-Staub - Quelle: www.dguv.de

Staub ist immer vorhanden, Staub wird immer eingeatmet, nicht jeder Staub ist gefährlich. Gleichzeitig ist Staub für zahlreiche chronisch obstruktive Atemwegserkrankung verantwortlich.

Zusätzliche Gesundheitsgefahren entstehen, wenn Staub beim Einatmen, Verschlucken oder Hautkontakt gesundheitsschädlich ist.

2 Atemwegserkrankungen

Die Lunge ist ein natürlicher „Hochleistungsfilter“ der mit einer großen Anzahl von Stäuben, Gefahrstoffen und Krankheitserregern zurechtkommt. Grobstaub wird nicht inhaliert, sondern bereits im Nasen- und Rachenraum abgeschieden. Einatembarer Staub wird durch die Flimmerhärchen in der Luftröhre und den Bronchien gebunden und mit Schleim „abgehustet“ oder ausgeschieden. Alveolengängiger Staub kann bis in die Lungenbläschen (Alveolen) inhaliert werden und wird dort durch Makrophagen (Riesenfresszellen) umschlossen und abtransportiert.

Wie jedes Filtersystem, so kann auch die Lunge, überlastet werden. Am bekanntesten sind dabei Asthma, Silikose (Staub-, Stein-, Kohlenstaublunge) und Asbestose (Asbeststaublunge).

Die englische Abkürzung COPD - „chronic obstructive pulmonary disease“ und die deutsche Abkürzung COB – „chronisch obstruktive Bronchitis“ steht für eine Chronische (= sich langsam entwickelnde und nicht heilbare), obstruktive (= Verengung der Atemwege) Bronchitis (=Entzündung der Bronchien). Hauptursachen sind die häufige, inhalative Aufnahme von Stäuben, Gasen und Aerosolen, sowie Rauchen. Durch die häufige Aufnahme von Schadstoffen werden die Flimmerhärchen der Bronchien zerstört und somit auch die Filter- und Reinigungsfunktion der Lunge. Schadstoffe und Keime gelangen damit ungehindert die Lungenbläschen und zerstören diese.

COPD entsteht langsam. Wenn schließlich Symptome (Atemnot, chronischer Husten, Atemgeräusche, ...) auftreten ist die Lungenfunktion bereits stark beeinträchtigt. Im fortgeschrittenen Stadium der Krankheit sind die Atemwege so stark verengt, dass ein normales Alltagsleben nicht mehr möglich ist und ein langsamer Erstickungstod folgt.

Schätzungsweise erkranken bis zu 10% der Bevölkerung an COPD. Besonders betroffen sind Menschen die hohen Staubexpositionen ausgesetzt sind und Raucher. In Zahlen bedeutet das: von insgesamt 894.000 Todesfällen pro Jahr in Deutschland, sind ca. 66.000 Feinstaubtote¹ und 121.000 Rauchertote².

Zusätzlich können von Stäuben weitere Gesundheitsgefahren ausgehen (Gefahrstoffen oder biologischen Arbeitsstoffen). So gelten viele Stoffe als CMR-Stoffe (cancerogen, mutagen, reprotoxic = krebserzeugend, erbgutverändernd, fruchtbarkeitsgefährdend), diese Schadstoffe können nicht nur über die Atemwege, sondern teilweise auch über die Haut oder das Verdauungssystem aufgenommen werden.

¹ Quelle: European Environment Agency; 11. Oktober 2017

² Quelle: Deutsches Krebsforschungszentrum „Tabakatlas Deutschland 2015“

3 Fachbegriffe

AGW „Arbeitsplatzgrenzwert“: Grenzwert für die zeitlich gewichtete durchschnittliche Konzentration eines Stoffs in der Luft am Arbeitsplatz in Bezug auf einen gegebenen Referenzzeitraum. Er gibt an, bis zu welcher Konzentration eines Stoffs akute oder chronische schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit von Beschäftigten im Allgemeinen nicht zu erwarten sind. (GefStoffV) (Alte Bezeichnung → MAK)

AMR „Arbeitsmedizinischen Regeln“: geben den Stand der Arbeitsmedizin und sonstige gesicherte arbeitsmedizinische Erkenntnisse wieder.

Arbeitsstoffe = biologische Arbeitsstoffe siehe → Biostoffe

ASR „Technische Regeln für Arbeitsstätten“: konkretisieren die Anforderungen der Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV).

ATE „acute toxicity estimate“: Schätzwert Akuter Toxizität: entspricht der geringsten (geschätzten) Dosis / Anteil bei, der die jeweilige Gefährdung eintreten kann.

ATEX -Richtlinie (Richtlinie 2014/34/EU) Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen

BAT „Biologischer Arbeitsplatztoleranzwert“: alte Bezeichnung → neue Bezeichnung: **BGW**

BG „Berufsgenossenschaft“: Träger der gesetzlichen Unfallversicherung für die Unternehmen der Privatwirtschaft und deren Beschäftigten.

BGW „Biologischer Grenzwert“: maximal zulässige Konzentration eines Stoffes im Blut eines Beschäftigten, bei der eine Gesundheitsschädigung nicht zu erwarten ist. (Alte Bezeichnung: BAT - Biologischer Arbeitsplatztoleranzwert)

Biostoffe = biologische Arbeitsstoffe: Mikroorganismen (z.B. Bakterien, Pilze und Viren), Zellkulturen und Parasiten, die beim Menschen Infektionen, Allergien oder toxische Wirkungen hervorrufen können.

BioStoffV „Biostoffverordnung“ = Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit Biologischen Arbeitsstoffen; Ziel ist der Schutz von Beschäftigten bei Tätigkeiten mit Biologischen Arbeitsstoffen (Biostoffen).

CAS „Chemical Abstracts Service“: internationaler Bezeichnungsstandard für chemische Stoffe.

CLP-Verordnung VERORDNUNG (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen.

CMR-Stoff „cancerogen, mutagen, reproduktionstoxisch“ Stoffe die krebserzeugend, erbgutverändernd oder fortpflanzungsgefährdend sind, für CMR-Stoffe gibt es keinen → AGW.

Deflagration = Explosion langsamer als die Schallgeschwindigkeit, die durch die, bei einem Verbrennungsvorgang entstehenden, sich ausdehnenden Gase hervorgerufen wird.

Detonation Explosion mit Überschallgeschwindigkeit die mit einer Stoßwelle / Detonationswelle gekoppelt ist.

DGUV „Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung“ Dachverband der Berufsgenossenschaften und Unfallkassen.

DIN „Deutsches Institut für Normung“ deutscher Standard für materielle und immaterielle Gegenstände, basierend auf den gesicherten Erkenntnissen von Wissenschaft, Technik und Erfahrung.

ELW „Expositionsleitwert“ Messgröße für eine Gruppe von Stoffen, bei dem keine Gefährdung zu erwarten ist, kann auch für Stoffe ohne AGW angegeben werden; wird der ELW überschritten, sind die AGW der Einzelstoffe zu beachten.

Emission: abgeben, senden, „herausschicken“. Hier verwendet im Sinne von der Freisetzung von Schadstoffen.

EN „Europäische Norm“ Normen die Standards für materielle und immaterielle Gegenstände in der EU festschreiben.

Endotherm Energie muss für eine Reaktion zugeführt werden.

ERB Exposition-Risiko-Beziehung: statistische Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Krebserkrankung bei inhalativer Aufnahme bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden Stoffen. Akzeptanzrisiko (akzeptierte Gefährdung) $\leq 4:10.000$; Toleranzrisiko $\leq 4:1.000$; nicht tolerierbares Risiko $> 4:1.000$

Exotherm Energie wird bei einer Reaktion freigesetzt.

Explosion plötzlichen Freisetzens von großen Energiemengen, im Allgemeinen in Form von Temperatur-, Druck- und Bewegungsenergie.

Explosionsbereich ist der Bereich der Konzentration eines brennbaren Stoffes in der Luft, in dem eine Explosion auftreten kann.

Exposition lat. für „Aussetzung“; hier verwendet im Sinne Freisetzung eines Stoffes oder Kontakt eines Stoffes mit dem Organismus.

Flammpunkt niedrigste Temperatur, bei der eine Flüssigkeit unter Normalbedingungen ein zündbares Dampf-Luft-Gemisch bilden kann.

GefStoffV „Gefahrstoffverordnung“ = Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen; Ziel ist der Schutz von Mensch und Umwelt vor stoffbedingten Schädigungen.

GHS „Globally Harmonized System of Classification, Labelling and Packaging of Chemicals“; international gültiges System zur Einstufung & Kennzeichnung von Chemikalien.

IEC „International Electrotechnical Commission“; internationale Normungsorganisation im Bereich Elektronik und Elektrotechnik.

IFA „Institut für Arbeitsschutz“; Forschungs-, Beratungs- und Prüfinstitut der DGUV.

Inhalativ Einatmen von festen, flüssigen oder gasförmigen Stoffen. Hier im Zusammenhang mit inhalativer Gefährdung, dem Einatmen von Gefahrstoffen.

Immission Eintrag, Einsetzung, erhalten. Hier verwendet im Sinne von Eintrag von Gefahrstoffe in den Weißbereich.

ISO „International Organization for Standardization“; internationale Normungsorganisation für materielle und immaterielle Gegenstände.

Kavitation Bildung und zusammenbrechen von Dampfblasen

Kontamination Vorliegen von Gefahrstoffen oder biologischen Arbeitsstoffen über eine gesundheitlich unbedenkliche Grundbelastung hinaus.

(**Sekundärkontamination** = Weitertragen der Kontamination in bisher nicht kontaminierte Bereiche)

Kritische Temperatur bei dem er Phasenübergang (Wechsel des Aggregatzustands) eines Stoffes eintritt.

LD/LC „Letale Dosis / Letale Concentration“ Dosis oder Konzentration eines Stoffes oder einer Strahlung die auf bestimmte Lebewesen letal=tödlich wirkt. Angegeben wird ein Mittelwert der Wirkung innerhalb einer Population (z.B. LD50 Ratte = für 50% der Versuchstiere tödliche Dosis), zusätzlich können Angaben zur Verabreichungsart oder Wirkungsdauer angegeben sein.

MAK „Maximale Arbeitsplatzkonzentration“ maximal zulässige Konzentration eines Stoffes in der Atemluft am Arbeitsplatz. Neue Bezeichnung → AGW

Normalbedingungen (Luft) Temperatur: ca. 20°C und (Luft) Druck: ca. 101,3 kPa

PSA „Persönliche Schutzausrüstung“ individuelle Ausrüstung zur Vermeidung von Verletzungen und (Gesundheits-)Beeinträchtigungen.

RAB „Regeln zum Arbeitsschutz auf Baustellen“ Konkretisierungen staatlicher Arbeitsschutzvorschriften für sichere und gesunde Arbeitsbedingungen auf Baustellen.

REACH „Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals“ Europäische Verordnung über Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung von Chemikalien

Schwarz- Weiß- Trennung Technische und / oder organisatorische Abgrenzungen zwischen kontaminierten und nicht kontaminierten Bereichen.

Substitution Ersetzen. Hier im Zusammenhang verwendet: einen gefährlichen Stoff durch einen ungefährlichen ersetzen.

TR... „Technische Regel“; Empfehlungen und technischem Vorschlag zum Einhalten von Gesetzen und Vorschriften, z.B.:

TRGS Technische Regel für Gefahrstoffe

TRBA Technische Regel für biologische Arbeitsstoffe

VDI-Richtlinien (Regeln für den „Verband deutscher Ingenieure“): „Maßstab für einwandfreies technisches Vorgehen“, Vorgehensempfehlung nach Stand der Technik.

4 Staubsauger

4.1 Grundbegriffe

4.1.1 Unterdruck

Unterdruck („negative Druckdifferenz“) ist die Differenz zwischen Umgebungsdruck und geringeren Druck in einem Behälter. Bei Staubsaugern entsteht der Unterdruck durch den permanenten Transport von Luft aus dem Behälter heraus und dem Entgegenwirken der Umgebungsluft in den Behälter hinein (Druckausgleich = Sogwirkung). Dieser Druckausgleich wird zur Aufnahme („Hochheben“) von Sauggut genutzt.

Je schwerer dabei das Sauggut ist oder je größer der Höhenunterschied – desto höher muss der Unterdruck sein.

Je höher der Unterdruck, desto stärker „saugt“ sich das Zubehör an den Unterdruck an.

Angabe in:	Millibar	Kilo Pascal	Meter Wassersäule
	100 mbar	= 10 kPa	= 1,0197 mWs

Achtung: Der Unterdruck gibt einerseits einen Hinweis, über welchen Höhenunterschied das Sauggut aufgenommen werden kann (wobei bei 100 mbar in etwa aus 1 m Tiefe gesaugt werden kann) und kann nicht „ins Unendliche“ gesteigert werden – das theoretische Maximum liegt bei 1 bar.

4.1.2 Volumenstrom - Luftgeschwindigkeit

Volumenstrom (auch Luftmenge) ist die Angabe des Volumens der transportierten Luft (in Liter, m³, ...) in einem Zeitraum (in Sekunde, Minute, Stunde). Durch die transportierte Luft wird das, durch den Unterdruck aufgenommene Sauggut, transportiert.

Angabe in:	Liter/Sekunde	Liter/Minute	m ³ /Stunde
	1 l/s	= 60 l/min	= 3,6 m ³ /h

Für den Transport des Sauggutes ist jedoch die **Luftgeschwindigkeit** (in Meter pro Sekunde) entscheidend, also der Volumenstrom geteilt durch den (Schlauch-) Durchmesser.

Je höher die Luftgeschwindigkeit, desto schweres oder desto mehr Material kann transportiert werden. Je geringer der Schlauchdurchmesser eine desto höhere maximale Luftgeschwindigkeit ist möglich, desto kleine muss das transportierte Sauggut sein!

Angabe in: **Meter/Sekunde**
1 m/s

Bei Saugern der Staubklasse M oder H muss die **minimale Luftgeschwindigkeit im Saugschlauch mindestens 20 m/s** betragen! Beim Unterschreiten dieser Luftgeschwindigkeit (nach dem Filter) muss der Sauger akustisch oder optisch Alarm geben. Ist der Anschluss von Zubehör (Saugschläuchen) mit verschiedenen Durchmessern möglich, so muss eine entsprechende, werkzeuglose Einstellmöglichkeit vorhanden sein!

4.2 Antrieb

4.2.1 Motor-Turbinen-Einheiten

Leichte Wechselstrommotoren (selten Drehstrommotoren) die eine ein- oder mehrstufige Turbine, zur Erzeugung des Volumenstroms, antreiben. Zur Steigerung des Volumenstroms können mehrere Motor-Turbinen verbaut werden. Sauger mit Motor-Turbinen-Einheiten sind meist ortsveränderliche Entstauber (leichte, mobile Sauger) mit einem Volumenstrom bis ca. 60 - 75 l/s pro Motor (normalerweise ein- bis dreimotorige Geräte).

Motoren mit Kohlebürsten sind günstig, erzeugen jedoch Funkenflug (nicht geeignet bei brennbaren Stäuben, beim Einsatz in explosionsfähigen Atmosphären oder in ESD-geschützten Bereichen) und Abrieb (nicht geeignet in Reinräumen oder Hygienebereichen). Kohlebürstenmotoren haben in etwa 200-1.000 Betriebsstunden bis zum Abnutzen der Kohlebürsten (und nicht an allen Motoren können die Kohlebürsten gewechselt werden).

Magnetläufer, EC-Motoren sind kontaktlose Motoren (und erheblich teurer als Kohlebürstenmotoren), hier entstehen weder Funkenflug noch Abrieb. Diese Motoren sind meist in explosionsgeschützten Geräten, Geräte für den Einsatz in ESD-Bereichen oder für den Einsatz in Reinräumen verbaut. Diese Motoren laufen theoretisch verschleißfrei.

Kühlung der Motoren:

- **Bypasskühlung:** Kühl- und Arbeitsluft des Saugers sind getrennt, die Kühlung der Turbine erfolgt mittels Umgebungsluft und ist unabhängig von der Sättigung des Filters
- **Durchlaufkühlung:** die Kühlung der Turbine erfolgt mittels der gereinigten Arbeitsluft des Saugers, mit Sättigung des Filters reduziert sich die Kühlluft!

4.2.2 Seitenkanalverdichter

Der Seitenkanalverdichter saugt die Luft durch ein schnell rotierendes Schaufellaufrad an, durch Zentrifugalkraft wird die Luft verdichtet und durch das Rückströmen über den Seitenkanal wird nochmals der Luftstrom erhöht. Damit ist (theoretisch) jeder Volumenstrom und verschleißfreier Betrieb möglich. Aufgrund Ihrer Größe und Leistungsaufnahme (Drehstrom) sind Sauger mit Seitenkanalverdichter größere Industriesauger mit Volumenstrom > 80 l/s.

4.2.3 Druckluftbetriebene Turbinen

Der Betrieb der Saugturbinen über Druckluft eignet sich ebenfalls für einen nahezu verschleißfreien Antrieb des Saugers, sowie für den Betrieb in explosionsgeschützten Geräten. Der Volumenstrom ist limitiert durch die zur Verfügung gestellte Druckluft

4.3 Filter

Die hier verwendeten Begriffe sind (teilweise) nicht als technische Begriffe zu verstehen, sondern dienen nur zur Erklärung der verschiedenen Funktionsweisen!

4.3.1 Filtermaterial

„**Sättigungsfilter**“: eingesaugte Stäube schießen in das Filtermaterial ein und werden vom Filtermaterial gehalten – der Filter „sättigt sich“.

- Vorteil: Feinstäube werden im Filter gebunden
- Nachteil: geringere Standzeit des Filters

„**Anlagerungsfilter**“: eingesaugte Stäube lagern sich auf dem Filtermaterial an – die angelagerten Filter können mittels Filterabreinigung ab gereinigt werden.

- Vorteil: höhere Standzeit des Filters
- Nachteil: Feinstäube werden nicht gebunden

In der Praxis ist jeder Filter eine Kombination aus beiden, wobei jeweils der „Sättigungs- oder Anlagerungsteil“ überwiegt.

Glasfaser-Zellulose-Filter („Papierfilter“, „Glasfaserfilter“) sind überwiegend Sättigungsfilter – Feinstäube werden vom Filter gehalten / Grobstäube lagern sich auf der Filteroberfläche an. Sinnvoll und eingesetzt werden solche Filter bei Saugern der Staubklasse H (CMR-Stoffen, biologischen Arbeitsstoffen ...).

PTFE-, PET-, Teflon-, Kunststofffiltern... sind überwiegend Anlagerungsfilter, nur ein (geringerer) Anteil des Feinstaubes schießt ins Filtermaterial ein. Ein weiterer Vorteil ist die Resistenz gegenüber Feuchtigkeit, die Filter können beim Nasssaugen im Gerät verbleiben oder ausgespült werden (vor dem erneuten Saugen sollten die Filter natürlich getrocknet werden!). Sinnvoll ist der Einsatz bei ungefährlichen (Staubklasse L) und gesundheitsgefährlichen (Staubklasse M)

Stäuben - oder als (abreinigbarer) Vorfilter mit einen Haupt-(Nach-)Filter der Staubklasse H.

Ein Filter mit unbegrenzter Standzeit ist auch bei sehr effektiver Filterabreinigung nicht möglich, daher sollten Filter mindestens einmal jährlich gewechselt werden.

4.3.2 Filter(ab)reinigung

Eine Filterreinigung ist bei den meisten Saugern mittlerweile Standard, um die Standzeit des Filters zu erhöhen und um möglichst lange, ohne Arbeitsunterbrechungen arbeiten zu können.

Manuelle Abreinigungen können bei Bedarf, aber meist nur bei Arbeitsunterbrechungen, bedient werden. Abgereinigt werden kann:

- mechanisch durch Abstreifen ("Rechen")
- mechanisch durch Rütteln des Filters
- durch das Luftumkehr-Prinzip. Dabei wird durch (mehrmaliges) Betätigen eines Tasters ein Ventil geöffnet und die einströmende Umgebungsluft bläst den Filter frei, dazu muss vorher ein Unterdruck erzeugt werden (z.B. durch Verschließen des Saugers, z.B. Zuhalten des Griffrohrs).

Automatische Abreinigungen, unterschieden wird zwischen:

- **Elektromagnetische Rüttelfunktion**, die die Hauptfilter entweder rein bedarfsgesteuert mittels Differenzdruckmessung oder bei Unterschreitung eines voreingestellten Unterdruckwertes in der nächsten Arbeitspause effektiv abrüttelt und der Staub so in den Behälter zurückfällt.

Vorteile:

- Effektive Abreinigung auch von Problemstäuben die auch noch hygroskopisch sind, z.B. Schleifen von Gipskartonplatten
- Eingeschossene Staubpartikel bleiben im Filter gebunden. Besonders relevant, wenn es sich um gesundheitsgefährdende Stäube handelt
- Die Intensität (Energie) der Rüttelfunktion (bis zu 300-fache Erdbeschleunigung g) kann gezielt festgelegt werden und wird zum anderen unabhängig vom Füllgrad des Behälters mittels der Magnetkraft konstant gehalten.

Nachteile:

- Aufwändigere Bauweise mit einer größeren Anzahl an Bauteilen.

- **Luftumkehr-Prinzip**, bei dem entweder rein zeitgesteuert (z.B. alle 15 Sek.) oder auch bedarfsgesteuert ein Ventil geöffnet wird, so dass die einströmende Umgebungsluft, die das Vakuum im Behälter ausgleichen will, den Filter durchspült und von Staub befreit.

Vorteile:

- Funktioniert bei problemlosen Stäuben, die nicht stark anhaften, gut
- Sehr kompakte Bauweise mit geringer Anzahl an Teilen möglich

Nachteile:

- Sofern nur ein Hauptfilter eingebaut ist, wird während der Abreinigung der Saugstrom unterbrochen
 - Beim Durchblasen wird das Filtermaterial in Mitleidenschaft gezogen
 - Mit zunehmend gefülltem Behälter reduziert sich die Effektivität, da das zur Verfügung stehende Vakuum im Behälter, welches die Energie des Luftstroms bestimmt, geringer wird bzw. stark abnimmt
 - Beim Einschließen der Luft entsteht im Behälter ein Überdruck und Staub wird durch Spalte, die zwischen Kopf und Behälter vorhanden sind, wieder ausgeblasen. Problematisch, wenn gesundheitsgefährdende Stäube gesaugt wurden.
- **Druckluft:** Der Filter wird mittels Druckluft gereinigt, äquivalent zur Luftumkehr, jedoch mit noch höheren Luftgeschwindigkeiten und Druckunterschieden. Die Effektivität der Filterabreinigung sinkt nicht mehr mit Füllstand des Behälters.

4.4 Entnahme Sauggut (Wegwerfstaubsaammelbehälter)

Aufgesaugte Stäube sollten nicht ausgeschüttet oder umgefüllt werden, bei den Staubklassen M & H, sowie brennbaren / explosiven Stäuben ist dies verboten. Zur staubarmen (idealerweise staubfreien) Entsorgung des Sauggutes dienen Wegwerfstaubsaammelbehälter.

Filtersäcke: fast vollständiger geschlossener Sack aus Papier oder Vliesmaterial, durch das der Saugstrom geleitet wird, um die gröberen Bestandteile des Staubes abzuscheiden – also eher ein Grobschmutzfilter. Eine vollständige Befüllung des Filtersackes ist (technisch bedingt) nicht möglich – im Idealfall liegt die Befüllung bei max. 2/3 des Volumens. Eine Entnahme ist nur **staubarm** möglich!

- Vorteil: Weniger (Grob)Staubbeaufschlagung des Filtermaterial
- Nachteil: Beim Saugen baut sich an der Oberfläche eine Staubschicht auf und reduziert die Leistungsfähigkeit der Absaugung und es kann zum Platzen des Filtersackes kommen.

Entsorgungssäcke, -behälter...: zum Filtermaterial hin, offener Sack oder Behälter aus luft- und staubundurchlässigem Material (meist PE-Kunststoff) – Entsprechung eines Müllsackes bei der Entnahme des Sauggutes. In Abhängigkeit der Konstruktion des Saugers, der Filterabreinigung ist eine vollständige Befüllung (eventuell sogar Überfüllung) des Entsorgungssackes möglich. Eine Entnahme ist nur **staubarm** möglich!

Vorteil: Möglichkeit des staubdichten Verpackens des Sauggutes
Nachteil: meist offenes System, dadurch mehr Belastung des
Filtermaterial mittels Grobstaub

Longopac, EasyPac: Funktionsweise wie bei den Entsorgungssack- / -behälter-System, jedoch können einzelne staubdichte Verpackungseinheiten (Longopac) oder das komplette Sauggut (EasyPac) **staubfrei** entnommen werden.

Vorteil: staubfreie Entsorgung möglich

4.5 Unterschied Staubklassen und Schwebstofffilterklassen

Staubklassen (L; M; H) gelten für Staubsauger (hohe Partikelanzahl, hohe Luftgeschwindigkeiten, „kleine“ Filter)!

Filterklassen (EPA; HEPA; ULPA) gelten für Schwebstäube (geringe Partikelanzahl; geringe Luftgeschwindigkeiten, „große Filter“)!

Ein Filter kann eine Prüfung auf Staubklasse (nach DIN EN 60335-2-69) und Filterklasse (nach DIN EN 1822) haben, wenn nach beiden Normen geprüft wurde.

Aber der Einbau eines ausschließlich auf EPA; HEPA oder ULPA geprüfter Filter in einen Sauger macht noch keinen Sicherheits- oder Gefahrstoffsauger.

	Staubklasse	Schwebstofffilterklasse
Norm	DIN EN 60335-2-69	DIN EN 1822
Geltungsbereich	Staubsauger, Entstauber (Unterdruckhaltergeräte, Kehrsaugmaschinen)	Schwebstoff- und Partikelfilterfilter im Bereich der Raum- und Prozesslufttechnik
Klassen	<p>L – leichte Gefahr</p> <ul style="list-style-type: none"> • ≥99% Abscheidegrad <p>M – gesundheitsgefährliche Stäube</p> <ul style="list-style-type: none"> • ≥99,9% Abscheidegrad <p>H – krebserregende Stäube</p> <ul style="list-style-type: none"> • ≥99,995% Abscheidegrad 	<p>Partikelfilter (EPA);</p> <ul style="list-style-type: none"> • E10 >85% (Abscheidegrad) • E11 >95% • E12 >99,5% <p>Schwebstofffilter (HEPA);</p> <ul style="list-style-type: none"> • H13 >99,95% (Abscheidegrad) • H14 >99,995% <p>Hochleistungsschwebstofffilter (ULPA -Medizintechnik)</p> <ul style="list-style-type: none"> • U15 >99,9995% • U16 >99,99995% • U17 >99,999995%
Test	<p>Prüfung Filterelement: Test mit Ölpartikel oder Salzpartikel (NaCl) mit 90% der Partikelzahl <2µm</p> <p>Prüfung montierte Maschine bei Staubklasse M & H: Test mit Kalksteinstaub 10% <1µm; 22% <2µm; 75% <5µm</p> <p>Test Berstfestigkeit des Filters (Filterflächenbelastung)</p>	<p>Abscheidegrad-Leckageprüfung für eine Partikelgröße von 0,3 µm bis 0,5 µm (mit flüssigen oder festen Prüfaerosol)</p>

	„Polsternägel“ Prüfung	
--	------------------------	--

4.6 Saugertypen

4.6.1 Flüssigkeitensauger

Maschinen zum ausschließlichen Aufsaugen von Flüssigkeiten (Wasser, Öl...). Keine Filtration von eventuell, beim Aufsaugen entstehenden Aerosolen oder beim Saugen von trockenem Staub.

Bei der Auswahl der Geräte ist darauf zu achten, dass diese mit einer Abschalt- oder Verschlussvorrichtung bei Erreichung des maximalen Flüssigkeitsstandes ausgestattet sind, bei Schaumbildung funktionieren diese Vorrichtungen meistens nicht (mögliche Option: Entschäumer verwenden).

Zielführend ist eine Möglichkeit zur Entleerung des Gerätes, wie zum Beispiel Ablassschlauch, Schmutzwasserpumpe, Schubumkehr...

4.6.2 Trockensauger

Maschinen zum ausschließlichen Aufsaugen von Partikeln. Beim gewerblichen Einsatz sind Geräte nach der Norm **IEC / DIN EN 60335-2-69** zu verwenden. Diese Norm legt auch die Anforderungen an die Geräte nach den Staubklassen L, M und H fest.

4.6.3 Nass-Trocken-Sauger

Maschinen, die zum Aufsaugen von Flüssigkeiten UND Stäuben geeignet sind, damit müssen diese Geräte auch die Anforderungen an beide Medien erfüllen!

4.6.4 Industriesauger (IS)

Maschine zum Aufsaugen von bereits abgelegten Stäuben. Im gewerblichen Gebrauch werden diese Geräte als „Industriesauger“ (IS) bezeichnet und müssen der Norm **IEC / DIN EN 60335-2-69** entsprechen.

4.6.5 Entstauber / EOB

Maschinen zum Absaugen von stauberzeugenden Maschinen. Mobile Entstauber werden als „Entstauber ortsveränderlicher Bauart“ (EOB) bezeichnet und müssen der Norm **IEC / DIN EN 60335-2-69** entsprechen.

4.6.6 Vorabscheider

Bei hohem Staubaufkommen dienen Vorabscheider zur Aufnahme des Großteils des Staubes. Betrieben werden die Vorabscheider mittels eines Saugers und scheiden (je nach Bauart, Wirkungsweise und Staubgröße) bis zu 99% des aufzusaugenden Staubes vor dem Sauger ab.

Die Anforderungen an die Gesundheitsgefahren müssen über den Sauger erfüllt werden.

4.6.7 Luftreiniger / Unterdruckhaltergeräte

Maschinen zur Aufnahme und Ausfiltern von Schwebstäuben und zur Luftreinigung. Luftreiniger müssen nicht baumuster- oder bauartgeprüft nach der Norm IEC / DIN EN 60335-2-69 sein, müssen aber den **DGUV Grundsatz 309-012** entsprechen.

Anforderungen an die Luftreiniger:

- Hauptfilter aus geprüften Filtermaterial der Staubklasse M oder H (H13 oder H14 – Berstfestigkeit beachten!)
- Prüfung des dichten Einbaus des Filters und Erreichung des Filtrationsgrades (z.B. mittels DOP-TEST = Dispersions-Ölnebel-Partikel-Test1)
- Anzeige der Unterschreitung des Mindestluftvolumens
- Angabe der maximalen Raumfläche die abgesaugt werden kann oder des Luftdurchsatzes

Unterdruckhaltergeräte sind Luftreiniger, die zusätzlich geeignet sind, durch absaugen von Luft aus einem geschlossenen Bereich einen Unterdruck in diesem Bereich sicherzustellen.

4.7 Saugen von gesundheitsgefährlichen Stäuben

4.7.1 Staubklassen

Durch die weltweite Norm IEC 60335-2-69 und ihre europäische Entsprechung DIN EN 60335-2-69 sind drei Staubklassen für Staubsaugern und Entstaubern für den gewerblichen Gebrauch definiert.

Zusätzlich müssen die Maschinen zusätzliche Anforderungen erfüllen beim Aufsaugen von brennbaren Stäuben, Betrieb in explosionsfähiger Atmosphäre und bei Asbest (nach TRGS 519).

a) Staubklasse L

(low = leichte Gefahr)

Zur Abscheidung von Stäuben mit einem Expositions-Grenzwert **größer als 1 mg/m³**

= „ungefährliche“ Stäube.

Anforderungen:

- **Durchlassgrad < 1% / Abscheidegrad >99%**
- Filterflächenbelastung: 500 m³ x m⁻² x h⁻¹

Kennzeichnung:



b) Staubklasse M

(medium = einschließlich gesundheitsgefährlicher Stäube)

Zur Abscheidung von Stäuben mit einem Expositions-Grenzwert **größer 0,1 mg/m³**

= gesundheitsgefährliche Stäube.

Anforderungen:

- **Durchlassgrad < 0,1% / Abscheidegrad >99,9%**
- Filterflächenbelastung: 200 m³ x m⁻² x h⁻¹
- Verschlussmöglichkeit gegen unbeabsichtigtes Freisetzen von Staub

Kennzeichnung:



c) Staubklasse H

(high = einschließlich krebserzeugender Stäube und Krankheitserreger)

Zur Abscheidung von Stäuben mit **allen Expositions-Grenzwerten, einschließlich karzinogener und krankheitserregender Stäube.**

Anforderungen:

- **Durchlassgrad < 0,005% / Abscheidegrad >99,995%**
- Filterflächenbelastung: $200 \text{ m}^3 \times \text{m}^{-2} \times \text{h}^{-1}$
- Verschlussmöglichkeit gegen unbeabsichtigtes Freisetzen von Staub
- Hauptfilter darf nur mit Werkzeug wechselbar sein

Kennzeichnung:



d) Zusatzanforderung Asbest

Zulassung des Saugers nach Staubklasse H mit mindestens folgenden

zusätzlichen Anforderungen:

- Bis 1.200 W Hauptfilter Staubklasse H
- Ab 1.200 W abreinigbarer Vorfilter Staubklasse M und Hauptfilter Staubklasse H
- Ab 1.200 W Anschluss für einen Abluftschlauch ins Freie (unter 1.200 W ist er empfohlen)
- formstabile Staubsammeleinrichtung

Kennzeichnung:



- Staubklasse M erfüllt damit auch die Anforderungen der Staubklasse L.
- Staubklasse H erfüllt damit auch die Anforderungen der Staubklassen M und L.
- Staubklasse H+Asbest erfüllt damit auch die Anforderungen der Staubklassen H, M und L.

ABER: Allein durch den Einbau eines M- oder H-Filters (z.B. in einen Staubklasse L-Sauger) erfüllt kein Gerät die Anforderungen an die jeweilige höhere Staubklasse!

4.7.2 Prüfung auf Staubklasse

Entstauber und Industriesauger müssen nach der Norm DIN EN 60335-2-69 Baumuster oder Bauart geprüft sein. Diese Prüfung muss durch ein unabhängiges Prüfinstitut (z.B. IFA – Institut für Arbeitsschutz; SLG; TÜV Süd) erfolgen und durch eine **Prüfbescheinigung** nachgewiesen werden (**Bauart- oder Baumusterprüfung**).

a) Filterprüfung

- **Staubklassen L und M:** Prüfung des *Filtermaterials* mit einem Prüfstaubstaub in einer Konzentration von $200\text{mg}/\text{m}^3$ - 90% des Prüfstaubes muss einem Partikeldurchmesser zwischen $0,2\mu\text{m}$ und $2\mu\text{m}$ haben.
 - Staubklasse L: Durchlassgrad *Filtermaterials* $< 1\%$
 - Staubklasse M: Durchlassgrad *Filtermaterials* $< 0,1\%$
- **Staubklasse H:** Prüfung des *Hauptfilterelements* mit einem Prüfaerosol (z.B. DOP-Dispersionsölpartikel) in einer Konzentration zwischen $10\text{mg}/\text{m}^3$ und $200\text{mg}/\text{m}^3$ - 90% muss einen Durchmesser unter $1\mu\text{m}$ haben.
 - Staubklasse H: Durchlassgrad *Hauptfilterelement* $< 0,005\%$

b) Geräteprüfung

Bei **Staubklasse M** und **H** muss das montierte *Gesamtgerät* geprüft werden (zusätzlich zur Filterprüfung).

- Prüfung mit *Kalksteinstaub* (Korngrößenverteilung: $10\% < 1\mu\text{m}$, $22\% < 2\mu\text{m}$, $75\% < 5\mu\text{m}$) und in einer Konzentration von mindestens $5\text{g}/\text{m}^3$ auf Unterschreitung des vorgeschriebenen Durchlassgrad ($M < 0,1\%$; $H < 0,005\%$),
- *Berstfestigkeit* des Hauptfilters bei Überfüllung und Impulswirkung,
- Eine Filterabreinigung darf die Filterwirkung nicht beeinträchtigen (den Durchlassgrad nicht erhöhen),
- Einsaugen von *Polsternägeln*, das Filterelement darf dabei nicht beschädigt werden,
- Eine *Filterabreinigung* muss die geforderte Saugleistung wiederherstellen (min. 20% größer als die Mindestluftmenge),
- Die Maschinen müssen mit einer *Anzeige* (akustisch oder visuell) oder einer *Abschaltung* der angeschlossenen, stauberzeugenden Maschine für die Unterschreitung der Mindestluftmenge von $20\text{m}/\text{s}$ im Saugschlauch oder Rohr (größter einsetzbarer Durchmesser) ausgestattet sein,
- wenn verschiedenen Durchmesser eine Einstellung *der Strömungsgeschwindigkeit* erfordern, muss dies werkzeuglos möglich sein
- Maschinen müssen mit einem Wegwerfstaubsammelbehälter ausgerüstet sein, der eine möglichst staubarme Entnahme des Sauggut ermöglicht

4.8 Anforderungen bei Betrieb in explosionsfähiger Atmosphäre

Eine **explosionsfähige Atmosphäre** liegt vor, wenn folgende Bedingungen gleichzeitig erfüllt sind:

- brennbarer oder explosiver Staub, Flüssigkeit oder Gas,
- verteilt mit ausreichend Sauerstoff (Luft),
- Vorliegen einer Zündquelle.

Entfällt eine dieser Bedingungen, kann davon ausgegangen werden, dass keine explosionsfähige Atmosphäre vorliegt.

Brennbare Stäube sind Partikel mit einer Größe unter $< 1\text{mm}$, die an der Luft mittels einer Zündquelle zu einer Explosion führen können.

Brennbare und explosive Stäube sind in der der GESTIS-Staub-Ex Datenbank aufgeführt (<http://staubex.ifa.dguv.de>) und in

Explosionsfähigkeit/Staubexplosionsklasse eingeteilt:

Staubexplosionsklasse KST in bar x m x m/s

- St 1 < 0 bis $200\text{ bar x m x m}^{-1}$
- St 2 < 200 bis $300\text{ bar x m x m}^{-1}$
- St 3 $> 300\text{ bar x m x m}^{-1}$

Sauger, die in Bereichen mit explosionsfähiger Atmosphäre betrieben werden oder zum Aufsaugen von brennbaren Stäuben genutzt werden, müssen den Anforderungen nach **ATEX-Produktrichtlinie 2014/34/EU** entsprechen.

Werden Geräte in Bereichen mit explosiver Atmosphäre betrieben dürfen nur geeignete Maschinen eingesetzt werden.

- Die Anforderungen legt die ATEX- Richtlinie (*Richtlinie 2014/34/EU*) fest.
- Mindestvorschriften zum Schutz von Beschäftigten, die durch explosionsfähige Atmosphäre gefährdet werden können, legt die ATEX-Betriebsrichtlinie (*Richtlinie 1999/92/EG*) fest, umgesetzt durch Betriebssicherheitsverordnung (*BetrSichV*).
- Geräte und Schutzsysteme müssen der ATEX-Produktrichtlinie (*Richtlinie 74/9/EG*) entsprechen. Umgesetzt für Deutschland durch die „Elfte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz“ (*Explosionsschutzprodukteverordnung - 11. ProdSV*).

4.8.1 Einteilung in Gerätegruppen

Gerätegruppe I:

Geräte für die Verwendung in Bergwerken - Untertagebetrieben, sowie deren Übertageanlagen, die durch Grubengas und / oder brennbare Stäube gefährdet werden können.

Kategorie	
M1	Sehr hohe Sicherheit <i>Sicherheit muss beim Auftreten von zwei gleichzeitigen, unabhängigen Fehlern gewährleistet sein</i>
M2	Hohe Sicherheit <i>Abschaltung bei explosiver Atmosphäre</i>

Gerätegruppe II:

Geräte zur Verwendung in allen übrigen Bereichen, die durch explosionsfähige Staub- oder Gasatmosphäre gefährdet werden können.

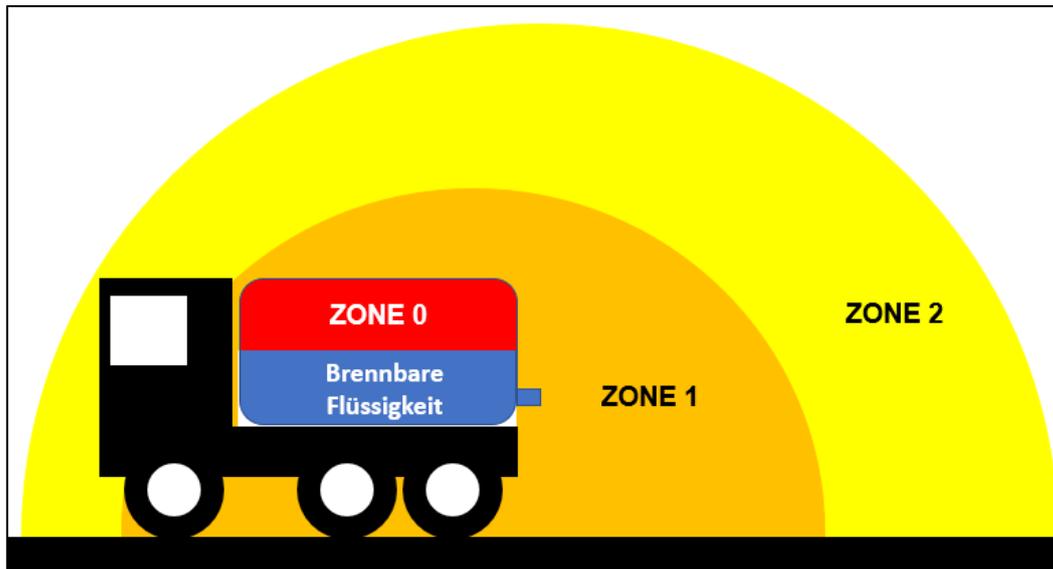
Kategorie	ATEX-Zone	Sicherheit
1	Zone 0 / 20	Sehr hohe Sicherheit: <i>Sicherheit muss beim Auftreten von zwei gleichzeitigen, unabhängigen Fehlern gewährleistet sein.</i>
2	Zone 1 / 21	Hohe Sicherheit: <i>Sicherheit muss beim Auftreten von einem Fehler gewährleistet sein.</i>
3	Zone 2 / 22	Normale Sicherheit

4.8.2 Einteilung ATEX-Zonen

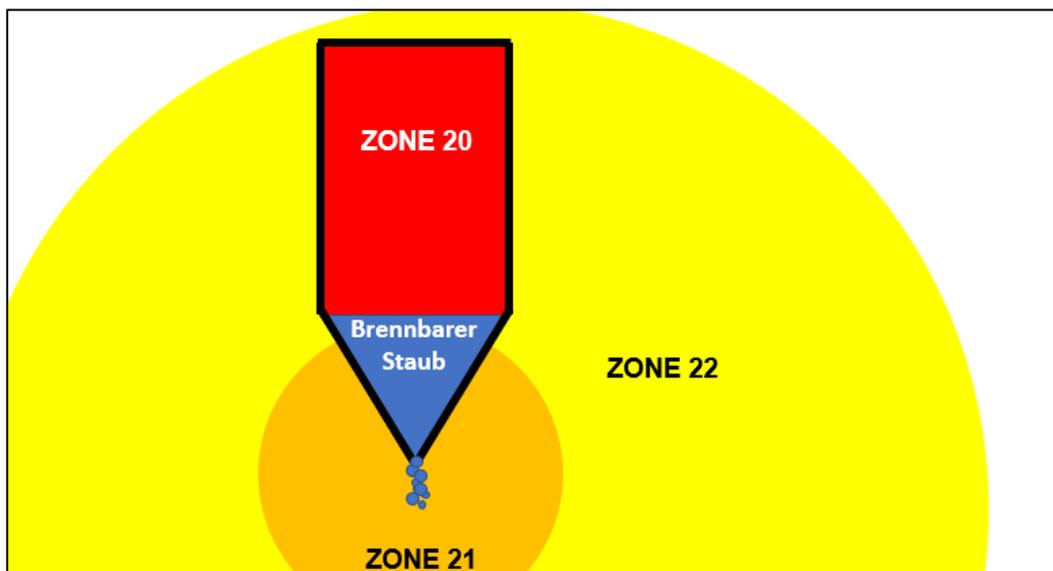
Explosive Bereiche sind Bereiche, in denen eine explosionsfähige Atmosphäre vorliegt. Der Arbeitgeber hat diese Bereiche in **Zonen** zuzuordnen (→ Gefährdungsbeurteilung):

Stoffgruppe	ATEX-Zone	Explosionsgefahr
Gas (G) Dampf; Aerosol; Nebel	0	ständig, häufig, über längere Zeit
	1	gelegentlich (bei Normalbetrieb)
	2	selten oder kurzzeitig
Staub (D)	20	ständig, häufig, über längere Zeit
	21	gelegentlich (bei Normalbetrieb)
	22	selten oder kurzzeitig

Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt $<55^{\circ}\text{C}$ gelten als brennbares Gas³.
Bei Entstehung von brennbaren Aerosolen gelten diese ebenfalls als Gas.



Beispiel: Einteilung ATEX Zonen bei Gas (G)



Beispiel: Einteilung ATEX Zonen bei Staub (D)

Grundlegende Sicherheitsanforderungen:

- **Primärer** Explosionsschutz: Vermeidung oder Einschränkung der Bildung explosionsfähiger Atmosphäre (Durchlüftung; Inertisierung; Substitution ...)
- **Sekundärer** Explosionsschutz: Vermeidung von Zündquellen (Einsatz von Geräte gemäß ATEX-Gerätegruppen; ...)

³ DIN EN 60335-2-69 Pkt.1

- **Tertiärer** Explosionsschutz: Beschränkung der Auswirkungen einer eventuellen Explosion (konstruktiver Explosionsschutz)

4.8.3 Kennzeichnung explosionsgeschützter Geräte

Jedes Gerät muss eindeutig gekennzeichnet sein mit Angaben zu Hersteller / Handelsname / Marke, Gerätebezeichnung, CE-Kennzeichnung.

Zusätzlich die genaue Kennzeichnung zur Verwendung:



1. Jedes Gerät muss mit dem Explosionsschutzkennzeichen gekennzeichnet sein:



2. Gerätegruppe

- **I** Bergbau
- **II** alle anderen Bereiche

3. Gerätekategorie bei Geräten der Gerätegruppe II

- **1G** ATEX Zone 0
 - **2G** ATEX Zone 1
 - **3G** ATEX Zone 2
 - **1D** ATEX Zone 20
 - **2D** ATEX Zone 21
 - **3D** ATEX Zone 22
- } Gas
- } Staub

4. Explosionsschutz „EX“:

- Gas:
 - **i** Eigensicherheit (**ia** für Zone 0; **ib** für Zone 1 & 2)
 - **d** druckfeste Kapselung
 - **e** erhöhte Sicherheit
 - **p** Überdruckkapselung
 - **o** Ölkapselung
 - **m** Vergusskapselung
 - **q** Sandkapselung
 - **n** Zündschutzart Zone 2 (**nA** nicht funkend; **nC** geschützte Kontakte; **nR** schwadensichere Gehäuse; **nL** Energiebegrenzt; **nP** vereinfachte Überdruckkapselung)
 - **s** Sonderschutz
- Staub:
 - **pD** Überdruckkapselung
 - **iD** Eigensicherheit
 - **mD** Vergusskapselung
 - **tD** Schutz durch Gehäuse

5. Temperaturklasse oder Oberflächentemperatur

- Temperaturklasse für Gase
 - **T1** ≤ 450°C
 - **T2** ≤ 300°C
 - **T3** ≤ 200°C
 - **T4** ≤ 135°C
 - **T5** ≤ 100°C
 - **T6** ≤ 85°C
- Oberflächentemperatur für Stäube
 - Angabe in ...°C

6. Schutzart nach IP (Eignung elektrischer Betriebsmittel gegen potenzielle Gefährdungen nach DIN EN 6029).

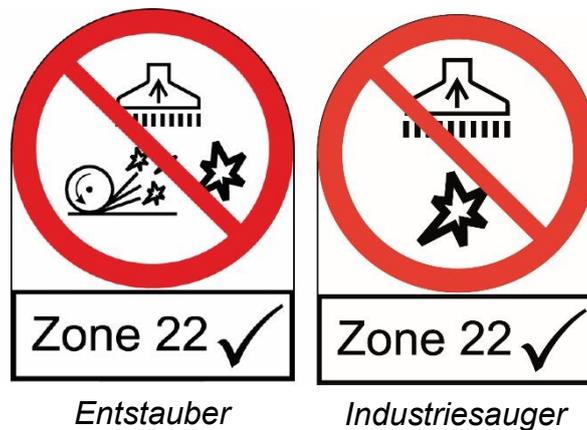
- Erste Kennziffer: Schutz gegen Fremdkörper
 - **0** kein Schutz
 - **1** Schutz gegen Fremdkörper ≥50mm
 - **2** Schutz gegen Fremdkörper ≥12,5mm
 - **3** Schutz gegen Fremdkörper ≥2,5mm
 - **4** Schutz gegen Fremdkörper ≥1mm
 - **5** Schutz gegen Staub
 - **6** staubdicht
- Zweite Kennziffer: Schutz gegen Wasser
 - **0** Kein Schutz
 - **1** Schutz gegen Tropfwasser
 - **2** Schutz gegen Tropfwasser bei Gehäuseneigung bis 15°
 - **3** Schutz gegen fallendes Sprühwasser aus Winkel bis zu 60°
 - **4** Schutz gegen allseitiges Spritzwasser
 - **5** Schutz gegen Strahlwasser
 - **6** Schutz gegen starkes Strahlwasser
 - **7** Schutz gegen zeitweises Untertauchen
 - **8** Schutz gegen dauerhaftes Untertauchen
- Kann eine Kennziffer nicht angegeben werden, wird diese durch ein „X“ ersetzt (z.B. IP X4).

4.8.4 Maschinen der Bauart 22

Staubsauger und Entstauber die zur Aufnahme von brennbaren Stäuben eingesetzt werden und außerhalb einer ATEX Zone oder maximal in der ATEX Zone 22 betrieben werden, müssen der Bauart 22 entsprechen und der Staubklasse L, M oder H.

Ausgenommen sind Maschinen, die ausschließlich zur Aufnahme von Holzstaub dienen und maximal 1.200 W Bemessungsleistung haben und das Volumen des Staubbehälters maximal 50 dm³ (=50 Liter) beträgt.

Kennzeichnung:



4.9 ESD Sauger

In ESD geschützten Bereichen dürfen keine elektrostatischen Entladungen entstehen!

Sauger für den Einsatz in ESD geschützten Bereichen müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- Ableitwiderstand Gesamtgerät $\leq 1\text{M}\Omega$
- Keine Erzeugung von elektrostatischer Aufladung
- Staubklasse L, M oder H
- Schutzklasse 1
- Mindestens der Schutzart IP 54
- Zubehör elektrostatisch ableitend

Kennzeichnung:



5 Gesundheitsgefahren

5.1 Aufnahmewege

Stoffe können auf verschiedene Arten in unseren Körper gelangen:

Resorptiv:	Aufnahme über Haut und Schleimhäute
Inhalativ:	Aufnahme über die Atemwege
Dermal:	Aufnahme über Haut
Oral:	Aufnahme durch Verschlucken

Für den Aufnahmeweg kann es eine Rolle spielen, ob der Stoff als Partikel, Flüssigkeit, Gas, Dampf oder Aerosol vorliegt. Nach CLP-Verordnung (Verordnung (EG) Nr. 1272/2008) sind Stoffe nach ihren Gefährdungen zu bewerten und einzustufen.

5.1.1 Resorptiv

Resorptiv ist die Aufnahme über Haut (**dermal**) und Schleimhäute.

Da sich Schleimhäute im Atem- und Verdauungsbereich befinden, schließt das immer eine **inhalative** und **orale** Aufnahme mit ein.

5.1.2 Inhalativ

Aufnahme über die Atemwege.

Mit der Atemluft werden Schwebstäube eingeatmet. Der Grobstaub wird an den Nasenhärchen und den Schleimhäuten des Mund- / Rachenraum abgeschieden. Je kleiner die Partikel, desto tiefer werden diese eingeatmet. Alveolengängige Partikel können bis in die Lungenbläschen gelangen. Körpereigene Fresszellen versuchen die inhalierten Stoffe vollständig zu umschließen, abzutransportieren und über die Nieren auszuscheiden.

Bei als karzinogen eingestuften Fasern (WHO-Faser) funktioniert das nicht, da diese von den Fresszellen nicht vollständig umschlossen werden können und dabei absterben. Wenn diese Fasern nicht-biobeständig sind, können diese Fasern zerstört werden und ein Abtransport kann stattfinden. Biobeständige Fasern werden nicht oder nur sehr langsam zerstört und verbleiben entsprechend lange im Körper!

Lungengängige Fasern mit bestimmten Merkmalen werden als karzinogen eingestuft, krebserregende Fasern (WHO-Faser):

- Länge > 5µm
- Durchmesser < 3µm
- Länge-zu-Durchmesser-Verhältnis > 3:1
- (Biobeständigkeit)

Die Biobeständigkeit bestimmt die Verweildauer im Körpergewebe. Zur Sicherheit ist eine zulässige Halbwertszeit von höchstens 40 Tagen festgelegt, d.h. um eine

Krebsgefahr auszuschließen, müssen sich nach 40 Tagen die Hälfte der Fasern aufgelöst haben.

5.1.3 Dermal

Aufnahme über Haut.

Stoffe können über die Haut und Schleimhäute in den Körper dringen und sich beispielsweise im Fettgewebe oder in Organen anlagern. Bekannteste Beispiele sind die sogenannten Kontaktgifte wie der chemische Kampfstoff Sarin, das Insektizid DDT, die Holzschutzmittel PCP und Lindan... (auch als „hautresorptiv“ umschrieben).

5.1.4 Oral

Aufnahme durch Verschlucken.

Stoffe, die über das Verdauungssystem gesundheitsschädlich wirken, dafür müssen diese Stoffe verschluckt werden.

5.2 Einstufung und Kennzeichnung nach CLP-Verordnung (GHS)

Nach CLP-Verordnung (Verordnung (EG) Nr. 1272/2008) sind Stoffe nach ihren Gefährdungen zu bewerten, einzustufen und zu kennzeichnen. Dafür muss der Hersteller oder Inverkehrbringer ein Sicherheitsdatenblatt zur Verfügung stellen.

Sicherheitsdatenblatt, vorgeschrieben Angaben:

- Bezeichnung des Stoffs beziehungsweise des Gemischs und des Unternehmens
- Mögliche Gefahren
- Zusammensetzung/Angaben zu Bestandteilen
- Erste-Hilfe-Maßnahmen
- Maßnahmen zur Brandbekämpfung
- Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung
- Handhabung und Lagerung
- Begrenzung und Überwachung der Exposition / Persönliche Schutzausrüstung
- Physikalische und chemische Eigenschaften
- Stabilität und Reaktivität
- Toxikologische Angaben
- Umweltbezogene Angaben
- Hinweise zur Entsorgung
- Angaben zum Transport
- Rechtsvorschriften
- Sonstige Angaben

(Muster für Sicherheitsdatenblätter sind unter www.baua.de zu finden.)

5.2.1 Biologische Gesundheitsgefahren

a) Akute Toxizität

Schädliche Wirkungen, die auftreten, wenn ein Stoff oder Gemisch in einer Einzeldosis oder innerhalb von 24 Stunden in mehreren Dosen oral oder dermal verabreicht oder 4 Stunden lang eingeatmet wird. Die Einstufung der akuten Toxizität bezieht sich auf die Einzelstoffe, bei Gemischen ist die Einstufung ist die akute Toxizität auf Basis der Einzelstoffe (auf Grundlage der ATE⁴-Werte) zu berechnen. Damit kann sich eine völlig neue Gefährdungskategorie ergeben.

Akute inhalative Toxizität:

- Kategorie 1 / Acute Tox 1:
 - Gase: ATE ≤ 100 ppm/V
 - Dämpfe: ATE ≤ 0,5 mg/l
 - Partikel & Nebel: ATE ≤ 0,05 mg/l
 - Lebensgefahr bei Einatmen
- Kategorie 2 / Acute Tox 2:
 - Gase: 100ppm /V < ATE ≤ 500 ppm/V
 - Dämpfe: 0,5 mg/l < ATE ≤ 2 mg/l
 - Partikel & Nebel: 0,05 mg/l < ATE ≤ 0,5 mg/l
 - Lebensgefahr bei Einatmen
- Kategorie 3 / Acute Tox 3:
 - Gase: 500ppm/V < ATE ≤ 2.500 ppm/V
 - Dämpfe: 2 mg/l < ATE ≤ 10 mg/l
 - Partikel & Nebel: 0,5 mg/l < ATE ≤ 1 mg/l
 - Giftig bei Einatmen
- Kategorie 4 / Acute Tox 4:
 - Gase: 2.500ppm/V < ATE ≤ 20.000 ppm/V
 - Dämpfe: 10 mg/l < ATE ≤ 20 mg/l
 - Partikel & Nebel: 1 mg/l < ATE ≤ 5 mg/l
 - Gesundheitsschädlich bei Einatmen

Akute dermale Toxizität:

- Kategorie 1 / Acute Tox 1:
 - ATE ≤ 50 mg/kg Körpergewicht
 - Lebensgefahr bei Hautkontakt
- Kategorie 2 / Acute Tox 2:
 - 50 mg/kg < ATE ≤ 200mg/kg Körpergewicht
 - Lebensgefahr bei Hautkontakt

⁴ ATE (= acute toxicity estimate / Schätzwert Akuter Toxizität) entspricht der geringsten geschätzten Dosis / Anteil bei der die jeweilige Gefährdung eintreten kann.

- Kategorie 3 / Acute Tox 3:
 - 200 mg/kg < ATE ≤ 1.000mg/kg Körpergewicht
 - Giftig bei Hautkontakt
- Kategorie 4 / Acute Tox 4:
 - 1.000 mg/kg < ATE ≤ 2.000mg/kg Körpergewicht
 - Gesundheitsschädlich bei Hautkontakt

Akute orale Toxizität:

- Kategorie 1 / Acute Tox 1:
 - ATE ≤ 5 mg/kg Körpergewicht
 - Lebensgefahr bei Verschlucken
- Kategorie 2 / Acute Tox 2:
 - 5 mg/kg < ATE ≤ 50mg/kg Körpergewicht
 - Lebensgefahr bei Verschlucken
- Kategorie 3 / Acute Tox 3:
 - 50 mg/kg < ATE ≤ 300mg/kg Körpergewicht)
 - Giftig bei Verschlucken
- Kategorie 4 / Acute Tox 4:
 - 300 mg/kg < ATE ≤ 2.000mg/kg Körpergewicht
 - Gesundheitsschädlich bei Verschlucken

Einstufung	Kennzeichnung	Gefahrenhinweis
Kategorie 1 / Acute Tox 1	 Gefahr	H300 - Lebensgefahr bei Verschlucken. H310 - Lebensgefahr bei Hautkontakt. H330 - Lebensgefahr bei Einatmen.
Kategorie 2 / Acute Tox 2		H300 - Lebensgefahr bei Verschlucken. H310 - Lebensgefahr bei Hautkontakt. H330 - Lebensgefahr bei Einatmen.
Kategorie 3 / Acute Tox 3		H301 - Giftig bei Verschlucken. H311 - Giftig bei Hautkontakt. H331 - Giftig bei Einatmen.
Kategorie 4 / Acute Tox 4	 Achtung	H302 - Gesundheitsschädlich bei Verschlucken. H312 - Gesundheitsschädlich bei Hautkontakt. H332 - Gesundheitsschädlich bei Einatmen.

b) Ätz- / Reizwirkung auf die Haut

Ätzwirkung ist eine irreversible (unheilbare) Hautschädigung innerhalb eines Beobachtungszeitraum von 14 Tagen, z.B. Verätzung, Nekrose, Geschwüre, Blutungen usw.

Reizwirkung eine reversible (heilbare) Hautschädigung, z.B. Rötungen, Schorfbildung, Entzündungen ... (die bei wiederholter Einwirkung auch zu einer irreversiblen Hautschädigung führen kann).

Einstufung:

- Kategorie 1 / Skin Corr. 1: Hautätzend
 - Kategorie 1A / Skin Corr. 1A ≤ 3 Minuten Exposition
 - Kategorie 1B / Skin Corr. 1B < 3 Minuten bis ≤ 1 Stunde Exposition
 - Kategorie 1C / Skin Corr. 1C < 1 Stunde bis ≤ 4 Stunde Exposition

- Kategorie 2 / Skin Irrit. 2: Hautreizend

Einstufung	Kennzeichnung	Gefahrenhinweis
Kategorie 1A / Skin Corr. 1A	 Gefahr	H314 - Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.
Kategorie 1B / Skin Corr. 1B		
Kategorie 1C / Skin Corr. 1C		
Kategorie 2 / Skin Irrit. 2	 Achtung	H315 - Verursacht Hautreizungen.

c) Schwere Augenschädigung / Augenreizung

Schwere Augenschädigung: Erzeugen von Gewebeschäden im Auge oder einer schwerwiegenden Verschlechterung des Sehvermögens, die innerhalb von 21 Tagen nicht vollständig reversibel ist.

Augenreizung: Erzeugen von Veränderungen am Auge, die innerhalb von 21 Tagen vollständig reversibel ist.

Einstufung:

- Kategorie 1 / Eye Dam. 1: irreversible Wirkung
- Kategorie 2 / Eye Irrit. 2: augenreizende (reversible) Wirkung

Einstufung	Kennzeichnung	Gefahrenhinweis
Kategorie 1 / Eye Dam. 1	 Gefahr	H318 - Verursacht schwere Augenschäden.
Kategorie 2 / Eye Irrit. 2	 Achtung	H319 - Verursacht schwere Augenreizung.

d) Sensibilisierend für die Atemwege oder der Haut

Sensibilisierende Stoffe oder Substanzen können über das Immunsystem eine Überempfindlichkeitsreaktion, bis hin zur Allergie, auslösen. Allergie ist eine krankhafte Abwehrreaktion des Immunsystems.

Einstufung:

- Sensibilisierung der Atemwege (*kann bei Einatmen Allergien, asthmaartige Symptome oder Atembeschwerden verursachen*)
 - Kategorie 1A / Resp.Sens.1A: Stoffe die besonders häufig zur Sensibilisierung führen.
 - Kategorie 1B / Resp.Sens.1B: Stoffe die mit geringer oder mäßiger Häufigkeit zur Sensibilisierung führen.
 - Kategorie 1 / Resp.Sens.1: wenn keine Unterteilung in 1A oder 1B möglich ist.

- Sensibilisierung der Haut (*kann Hautallergien auslösen*)
 - Kategorie 1A / Skin Sens.1A: Stoffe die besonders häufig zur Sensibilisierung führen.
 - Kategorie 1B / Skin Sens.1B: Stoffe die mit geringer oder mäßiger Häufigkeit zur Sensibilisierung führen.
 - Kategorie 1 / Skin Sens.1: wenn keine Unterteilung in 1A oder 1B möglich ist.

Einstufung	Kennzeichnung	Gefahrenhinweis
Kategorie 1A / Resp.Sens.1A	 Gefahr	H334 - Kann bei Einatmen Allergie, asthmaartige Symptome oder Atembeschwerden verursachen.
Kategorie 1B / Resp.Sens.1B		H334 - Kann bei Einatmen Allergie, asthmaartige Symptome oder Atembeschwerden verursachen.
Kategorie 1 / Resp.Sens.1		H334 - Kann bei Einatmen Allergie, asthmaartige Symptome oder Atembeschwerden verursachen.
Kategorie 1A / Skin Sens.1A	 Achtung	H317 - Kann allergische Hautreaktionen verursachen.
Kategorie 1B / Skin Sens.1B		H317 - Kann allergische Hautreaktionen verursachen.
Kategorie 1 / Skin Sens.1		H317 - Kann allergische Hautreaktionen verursachen.

e) Keimzellmutagenität – erbgutverändernd

Dauerhafte Veränderung im genetischen Material von Zellen. Betrifft hauptsächlich Stoffe, die Mutationen in den Keimzellen von Menschen auslösen können und die an die Nachkommen weitergegeben werden können.

Einstufung:

- Kategorie 1A / Muta. 1A: sicher mutagen, am Menschen nachgewiesen
- Kategorie 1B / Muta. 1B: wahrscheinlich mutagen, Nachweis an Tieren
- Kategorie 2 / Muta. 2: Verdacht auf mutagene Wirkung

Einstufung	Kennzeichnung	Gefahrenhinweis
Kategorie 1A / Muta. 1A	 Gefahr	H340 - Kann genetische Defekte verursachen (Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht).
Kategorie 1B / Muta. 1B		
Kategorie 2 / Muta. 2	 Achtung	H341 - Kann vermutlich genetische Defekte verursachen. (Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht).

f) Karzinogene Wirkung

Stoffe der Krebs erzeugen oder die Krebshäufigkeit erhöhen kann. Sind bei (ordnungsgemäß durchgeführten) Tierversuchen eine karzinogene Wirkung nachgewiesen wurden, ist davon auszugehen, dass die Stoffe beim Menschen ebenfalls Tumore erzeugen – wenn keine eindeutigen Nachweise dagegen vorliegen!

Einstufung:

- Kategorie 1A / Carc. 1A: sicher krebserzeugend, am Menschen nachgewiesen
- Kategorie 1B / Carc. 1B: wahrscheinlich krebserzeugend, Nachweis an Tieren
- Kategorie 2 / Carc. 2: Verdacht auf karzinogene Wirkung

Einstufung	Kennzeichnung	Gefahrenhinweis
Kategorie 1A / Carc. 1A	 Gefahr	H350 - Kann Krebs erzeugen. (Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht).
Kategorie 1B / Carc. 1B		H351 - Kann vermutlich Krebs erzeugen (Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht).
Kategorie 2 / Carc. 2	 Achtung	

Für karzinogene Stoffe der Kategorie 1 gibt es keine Konzentrationsschwelle oder Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) bei denen eine krebserzeugende Wirkung ausgeschlossen werden kann. Für die Stoffe wird eine Exposition-Risiko-Beziehung (ERB) angegeben, bis zu welcher Konzentration eine statistische Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer Krebs-Erkrankung akzeptiert oder toleriert wird (TRGS 910):

- Akzeptanzrisiko: 4 : 10.000 (Ziel: 4 : 100.000)
- Toleranzrisiko: 4 : 1.000
- Überschreitung des Toleranzrisikos ist mit einem „nicht tolerierbaren Risiko gleichzusetzen.

g) Reproduktionstoxizität - fruchtbarkeitsgefährdend

Beeinträchtigung von Sexualfunktion und / oder Fruchtbarkeit bei Mann und Frau, sowie die Entwicklung der Nachkommen.

Einstufung:

- Kategorie 1A / Repr. 1A: sicher reprotoxisch, am Menschen nachgewiesen
- Kategorie 1B / Repr. 1B: wahrscheinlich reprotoxisch, Nachweis an Tieren
- Kategorie 2 / Repr.2: Verdacht auf reprotoxische Wirkung
- Lact.: Schädigende Wirkung auf Säuglinge über die Muttermilch

Weitere (mögliche) Kennzeichnung nach Auswirkung:

- R_D Entwicklungsschädigend (fruchtschädigend)
- R_F Fruchtbarkeitsgefährdend (Beeinträchtigung der Fortpflanzungsfähigkeit)

Einstufung	Kennzeichnung	Gefahrenhinweis
Kategorie 1A / Repr. 1A	 Gefahr	H360 - Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen oder das Kind im Mutterleib schädigen.
Kategorie 1B / Repr. 1B		(sofern bekannt, konkrete Wirkung angeben) (Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass die Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht)
Kategorie 2 / Repr. 2	 Achtung	H361 - Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen oder das Kind im Mutterleib schädigen. (sofern bekannt, konkrete Wirkung angeben) (Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass die Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht)
Lact.	Kein Symbol	H362 - Kann Säuglinge über die Muttermilch schädigen.

h) Spezifische Zielorgan Toxizität

Stoffe die toxisch auf ein spezifisches Zielorgan wirkt, unabhängig ob dies reversibel oder irreversibel ist, unmittelbar oder verzögert auftreten.

Einstufung:

- Spezifische Zielorgan Toxizität bei einmaliger Exposition
 - Kategorie 1 / STOT SE 1: Schädigt die Organe (bei Einatmen / Hautkontakt / Verschlucken).
 - Kategorie 2 / STOT SE 2: Kann die Organe schädigen (bei Einatmen / Hautkontakt / Verschlucken).
 - Kategorie 3 / STOT SE 3: Kann die Atemwege reizen / Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.

- Spezifische Zielorgan Toxizität bei wiederholter Exposition
 - Kategorie 1 / STOT RE 1: Schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition (Einatmen / Hautkontakt / Verschlucken).
 - Kategorie 2 / STOT RE 2: Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition (Einatmen / Hautkontakt / Verschlucken).

Einstufung	Kennzeichnung	Gefahrenhinweis
Kategorie 1 / STOT SE 1	 Gefahr	H370 - Schädigt die Organe (oder alle betroffenen Organe nennen, sofern bekannt) (Expositionsweg angeben, sofern schlüssig nachgewiesen ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht)
Kategorie 2 / STOT SE 2	 Achtung	H371 - Kann die Organe schädigen (oder alle betroffenen Organe nennen, sofern bekannt) (Expositionsweg angeben, sofern schlüssig nachgewiesen ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht)
Kategorie 3 / STOT SE 3	 Achtung	H335 - Kann die Atemwege reizen. H336 - Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.
Kategorie 1 / STOT RE 1	 Gefahr	H372 - Schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition (oder alle betroffenen Organe nennen, sofern bekannt) (Expositionsweg angeben, sofern schlüssig nachgewiesen ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht)
Kategorie 2 / STOT RE 2	 Gefahr	H373 - Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition (oder alle betroffenen Organe nennen, sofern bekannt) (Expositionsweg angeben, sofern schlüssig nachgewiesen ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht)

i) Aspirationsgefahr

Aspiration: Eindringen Flüssigkeiten oder Feststoffen - direkt über die Mund- oder Nasenhöhle oder indirekt durch Erbrechen - in die Luftröhre und den unteren Atemtrakt.

Einstufung:

- Kategorie 1 / Asp. Tox. 1: Aspirationsgefahr für den Menschen.

Einstufung	Kennzeichnung	Gefahrenhinweis
Kategorie 1 / Asp. Tox. 1	 Gefahr	H304 - Kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein

j) Biostoffen, Einstufung in Risikogruppen

Biostoffe sind Mikroorganismen, Zellkulturen und Endoparasiten (auch in gentechnisch veränderter Form), die bei Menschen Infektionen, übertragbare Krankheiten, Toxinbildung, sensibilisierende oder sonstige, die Gesundheit schädigende Wirkungen hervorrufen können.

Die Einstufung von Biostoffen ist in der Biostoffverordnung (BioStoffV) geregelt. Eingestufte Biostoffe werden durch die Technischen Regeln für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA) geregelt.

- **Risikogruppe 1:** Biostoffe, bei denen es **unwahrscheinlich** ist, dass sie beim Menschen eine **Krankheit hervorrufen** (z.B. fast alle Schimmelpilze),
- **Risikogruppe 2:** Biostoffe, die eine **Krankheit beim Menschen hervorrufen können** und eine Gefahr für Beschäftigte darstellen könnten; **eine Verbreitung** in der Bevölkerung ist **unwahrscheinlich**; eine wirksame Vorbeugung oder Behandlung ist normalerweise möglich (z.B. Aspergillus fumigatus; Hepatitis A),
- **Risikogruppe 3:** Biostoffe, die eine **schwere Krankheit beim Menschen hervorrufen** und eine ernste Gefahr für Beschäftigte darstellen können; **die Gefahr einer Verbreitung in der Bevölkerung kann bestehen**, doch ist normalerweise eine wirksame Vorbeugung oder Behandlung möglich (z.B. Hepatitis B),
- **Risikogruppe 4:** Biostoffe, die eine **schwere Krankheit beim Menschen hervorrufen** und eine ernste Gefahr für Beschäftigte darstellen; die **Gefahr einer Verbreitung** in der Bevölkerung ist unter Umständen **groß**; normalerweise ist eine **wirksame Vorbeugung oder Behandlung nicht möglich** (z.B. Ebola, Lassa-Fieber).

k) Phototoxizität

Bei phototoxischen Stoffen entsteht eine akute toxische Reaktion nach Kontakt des Stoffes mit anschließender Lichteinwirkung. Dies kann sich in Wundbildung, Rötung, Juckreiz, Austrocknung ... äußern. Phototoxische Substanzen können auch in natürlich, z.B. in Pflanzen, vorkommen (z.B. Bärenklau, Bergamotte, Engelwurz ...⁵).

Phototoxische Substanzen (Beispiele):

- Amiodaron
- Benzophenon
- Fluorchinolone
- Furocumarine
- Hypericin
- Isotretinoin
- Naproxen
- Porphyrine
- Sulfonamide
- Tetracycline

⁵ Quelle: „Giftpflanzen Pflanzengifte“ von Roth, Dauderer, Kormann, ISBN 3-933203-31-7

5.2.2 Physikalische Gefahren

a) Physikalische Eigenschaften von Stoffen und Gemischen

Brennbar: Stoffe, die durch eine Zünd- oder Wärmequelle brennen (Stäube und Aerosole von brennbaren Stoffen sind explosionsgefährlich).

Chemische Reaktion: Reaktion des Stoffes mit anderen Stoffen, die kann endotherm (Aufnahme von Wärme und Energie) oder exotherm (Abgabe von Wärme und Energie). Exotherme Reaktionen können explosionsartig ablaufen.

Dampfdruck: Flüchtigkeit einer Substanz – Wechsel des Aggregatzustands von fest oder flüssig in gasförmig unter Druck; Angabe in Pa oder bar (umgangssprachlich auch als „ausgasen“ bezeichnet).

Dichte (spezifisches Gewicht; Rohdichte): Verhältnis von Masse zu Volumen eines Stoffes, Angabe in g/cm^3 oder g/ml .

Explosionsgefahr: Stoffe (Staub; Aerosol, Gas) die durch eine Zündquelle an der Luft explodieren. Angabe der „unteren -“ und „oberen Explosionsgrenze“ in %. Untere Explosionsgrenze = Explosionsgefahr bei geringstem Anteil des Stoffes an der Luft; obere Explosionsgrenze = Explosionsgefahr bei maximalem Anteil des Stoffes an der Luft.

Löslichkeit: eines Stoffes in einem Lösungsmittel, Angabe in ppm (parts per million), mg/l oder %. (Wasserlöslichkeit: Lösungsmittel = Wasser).

Schmelzpunkt: Übergang eines Stoffes vom festem in den flüssigen Zustand, Angabe in Grad Celsius ($^{\circ}\text{C}$) oder Kelvin (K).

Siedepunkt: Übergang eines Stoffes vom flüssigen in den gasförmigen Zustand Angabe in Grad Celsius ($^{\circ}\text{C}$) oder Kelvin (K).

Zündtemperatur: Mindesttemperatur bei der ein brennbarer Stoff sich an der Luft selbst entzündet, Angabe in Grad Celsius ($^{\circ}\text{C}$) oder Kelvin (K).

b) Explosive Stoffe und Gemische

Explosive Stoffe und Gemische sind Feststoffe oder Flüssigkeiten, die durch chemische Reaktionen Gase entwickeln können, die in Umgebung Zerstörungen verursachen können durch Temperaturen, Druck und Geschwindigkeit.

Dazu gehören:

- Explosiv- / Sprengstoffe („Explosivstoffe für Zerstörungen“)
- pyrotechnische Erzeugnisse („Explosivstoffe zu Unterhaltungszwecken“)
- instabile Stoffe und Gemische („Explosivstoffe, die zu empfindlich für die normale Handhabung sind“).

Einstufung:

- instabil explosiv / Unst. Expl. instabile und explosive Stoffe und Gemische („unter Normalbedingungen nicht handhabbar“).
- Unterklasse 1.1 / Expl. 1.1: massenexplosionsfähig (nahezu die gesamte Stoffmenge wird gleichzeitig erfasst).
- Unterklasse 1.2 / Expl. 1.2: nicht massenexplosionsfähig, Gefahr von Splittern-, Spreng- und Wurfstücken.
- Unterklasse 1.3 / Expl. 1.3: nicht massenexplosionsfähig, Brandgefahr und geringe Gefahr durch Luftdruck und / oder durch Splitter, Spreng- und Wurfstücke.
- Unterklasse 1.4 / Expl. 1.4: nicht massenexplosionsfähig, geringe Gefahr, Auswirkungen bleiben im Normalfall auf die Verpackung beschränkt.
- Unterklasse 1.5 / Expl. 1.5: sehr unempfindlich, massenexplosionsfähige Stoffe & Gemische, so dass unter Normalbedingungen die Gefahr einer Explosion sehr gering ist.
- Unterklasse 1.6 / Expl. 1.6: extrem unempfindlich, nicht massenexplosionsfähige Stoffe & Gemische, mit zu vernachlässigender Wahrscheinlichkeit einer unbeabsichtigten Zündung.

Einstufung	Kennzeichnung	Gefahrenhinweis
instabil explosiv / Unst. Expl.	 Gefahr	H200 - Instabil, explosiv.
Unterklasse 1.1 / Expl. 1.1		H201 - Explosiv; Gefahr der Massenexplosion.
Unterklasse 1.2 / Expl. 1.2		H202 - Explosiv; große Gefahr durch Splitter, Spreng- und Wurfstücke.
Unterklasse 1.3 / Expl. 1.3		H203 - Explosiv; Gefahr durch Feuer, Luftdruck oder Splitter, Spreng- und Wurfstücke.
Unterklasse 1.4 / Expl. 1.4	 Achtung	H204 - Gefahr durch Feuer oder Splitter, Spreng- und Wurfstücke.
Unterklasse 1.5 / Expl. 1.5	Gefahr	H205 - Gefahr der Massenexplosion bei Feuer.
Unterklasse 1.6 / Expl. 1.6	Kein Symbol	Kein Gefahrenhinweis.

c) Entzündbare Gase

Entzündbare Gase oder Gasgemische sind unter Normalbedingungen, unter Beteiligung von Sauerstoff oder Luft, entzündbar und weisen einen Explosionsbereich auf.

Einstufung:

- Kategorie 1 / Flam. Gas 1: entzündbare Gas-Luftgemische mit einem Gas-Volumenanteil $\leq 13\%$, die unter Normalbedingungen entzündbar sind.
- Kategorie 2 / Flam. Gas 2: Nicht in Kategorie 1 fallende Gas-Luftgemisch, die unter Normalbedingungen entzündbar sind.

Einstufung	Kennzeichnung	Gefahrenhinweis
Kategorie 1 / Flam. Gas 1	 Gefahr	H220 - Extrem entzündbares Gas.
Kategorie 2 / Flam. Gas 2	Achtung	H221 - Entzündbare Gase.

d) Entzündbare Aerosole (Aerosolpackungen)

Unter Aerosole sind hier Aerosolpackungen zu verstehen:

- nicht nachfüllbaren Behälter, gefüllt mit Gas (verdichtet, verflüssigt oder unter Druck), Flüssigkeiten und / oder Feststoffen (als Paste oder Pulver)
- Möglichkeit der Entnahme des Inhalts als Schaum, Paste, Pulver in flüssiger oder gasförmiger Form.

Der Inhalt selbst kann dabei gesondert als Gefahrstoff eingestuft sein.

Einstufung:

- Kategorie 1 / Aerosol 1: $\geq 85\%$ entzündbare Bestandteile und Verbrennungswärme ≥ 30 KJ/g.
ODER
Beim Flammstrahltest tritt eine Entzündung in einer Entfernung von ≥ 75 cm ein.
- Kategorie 2 / Aerosol 2: Verbrennungswärme < 20 KJ/g.
ODER
Beim Flammstrahltest tritt eine Entzündung in einer Entfernung von ≥ 15 cm ein.
ODER
Beim Fasstest beträgt das Zeitäquivalent ≤ 300 s/m³ oder die Deflagrationsdicht ≤ 300 g/m³.

Einstufung	Kennzeichnung	Gefahrenhinweis
Kategorie 1 / Aerosol 1	 Gefahr	H222 - Extrem entzündbares Aerosol.
Kategorie 2 / Aerosol 2	 Achtung	H223 - Entzündbares Aerosol.

e) Oxidierende Gase

Einstufung:

- Kategorie 1 / Ox. Gas 1: Alle Gase oder Gasgemische die die Verbrennung von anderen Stoffen verursachen oder begünstigen können.

Einstufung	Kennzeichnung	Gefahrenhinweis
Kategorie 1 / Ox. Gas 1		H270 - Kann Brand verursachen oder verstärken; Oxidationsmittel

f) Gase unter Druck

Gase die in einem Behältnis unter einen (Über-) Druck ≥ 200 kPa enthalten sind, in verdichteter, verflüssigter, gelöster und tiefgekühlt verflüssigten Form.

Einstufung:

- verdichtetes Gas / Comp.: im Behälter unter Druck und bei Temperatur von 50°C gasförmig und alle Gase mit einer kritischen Temperatur von $\leq -50^{\circ}\text{C}$.
- verflüssigtes Gas / Liq.: im Behälter unter Druck und bei einer Temperatur $> -50^{\circ}\text{C}$ teilweise flüssig ist.
- Tiefgekühlt verflüssigtes Gas / Ref. Liq.: im Behälter aufgrund seiner niedrigen Temperatur teilweise flüssig ist.
- gelöstes Gas / Diss.: im Behälter unter Druck in einem flüssigen Lösungsmittel gelöst.

Einstufung	Kennzeichnung	Gefahrenhinweis
verdichtetes Gas / Comp.		H280 - Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren.
verflüssigtes Gas / Liq.		
Tiefgekühltes verflüssigtes Gas / Ref. Liq.		H281 - Enthält tiefgekühltes Gas; kann Kälteverbrennungen oder Verletzungen verursachen.
gelöstes Gas / Diss.		H280 - Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren.

g) Entzündbare Flüssigkeiten

Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt von $\leq 60^{\circ}\text{C}$.

Einstufung:

- Kategorie 1 / Flam. Liq. 1: Flammpunkt $< 23^{\circ}\text{C}$ und Siedebeginn $\leq 35^{\circ}\text{C}$
- Kategorie 2 / Flam. Liq. 2: Flammpunkt $< 23^{\circ}\text{C}$ und Siedebeginn $> 35^{\circ}\text{C}$
- Kategorie 3 / Flam. Liq. 3: Flammpunkt $\geq 23^{\circ}\text{C}$ und $\leq 60^{\circ}\text{C}$ (und ggf. Gasöle, Diesel und leichte Heizöle mit einem Flammpunkt 55°C bis 75°C).

Einstufung	Kennzeichnung	Gefahrenhinweis
Kategorie 1 / Flam. Liq. 1		H224 - Flüssigkeit und Dampf extrem entzündbar.
Kategorie 2 / Flam. Liq. 2	Gefahr	H225 - Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar.
Kategorie 3 / Flam. Liq. 3	 Achtung	H226 - Flüssigkeit und Dampf entzündbar.

h) Entzündbare Feststoffe

Entzündbar: pulverförmige, körnige oder pastöse Stoffe / Gemische, die leicht brennbar sind (durch eine Zündquelle entzündet werden können) oder durch Reibung Brand verursachen oder fördern können.

Einstufung:

- Kategorie 1 / Flam. Sol. 1:
 - Nichtmetalle: befeuchtete Zone hält Brand nicht auf
UND Abbrandzeit < 45 Sek. oder Abbrandgeschwindigkeit > 2,2 mm/s;
 - Metalle: Abbrandzeit ≤ 5 Min.
- Kategorie 2 / Flam. Sol. 2:
 - Nichtmetalle: befeuchtete Zone hält Brand für mindestens 4 Min. auf
UND Abbrandzeit < 45 Sek. oder Abbrandgeschwindigkeit > 2,2 mm/s;
 - Metalle: Abbrandzeit > 5 Min. und ≤ 10 Min.

Einstufung	Kennzeichnung	Gefahrenhinweis
Kategorie 1 / Flam. Sol. 1	 Gefahr	H228 - Entzündbarer Feststoff.
Kategorie 2 / Flam. Sol. 2	 Achtung	

j) Selbstzersetzliche Stoffe und Gemische

Thermisch instabile, flüssige oder feste Stoffe oder Gemische, die ohne Beteiligung von Sauerstoff oder Luft, explosionsartig reagieren können. Das schließt Stoffe oder Gemische aus, die als explosive Stoffe/Gemische, als organische Peroxide oder als oxidierend eingestuft wurden.

Einstufung:

- Typ A / Self-react. A: Stoffe können in der Verpackung detonieren oder schnell deflagrieren.
- Typ B / Self-react. B: Stoffe mit explosiven Eigenschaften und keine Detonation oder Deflagration in der Verpackung, jedoch Möglichkeit einer thermischen Reaktion in der Verpackung.
- Typ C / Self-react. C: Stoffe mit explosiven Eigenschaften, jedoch keine Detonation, Deflagration oder thermische Reaktion in der Verpackung.
- Typ D / Self-react. D: Stoffe die im Laborversuch (1) teilweise detonieren, nicht schnell deflagrieren und bei Erhitzen unter Einschluss keine heftige Wirkung zeigen oder (2) überhaupt nicht detonieren, langsam deflagrieren und bei Erhitzen unter Einschluss keine heftige Wirkung zeigen oder (3) überhaupt nicht detonieren oder deflagrieren und bei Erhitzen unter Einschluss eine mittlere Wirkung zeigen.
- Typ E / Self-react. E: Stoffe die im Laborversuch nicht detonieren, überhaupt nicht deflagrieren und bei Erhitzen unter Einschluss geringe oder keine Wirkung zeigen.
- Typ F / Self-react. F: Stoffe die im Laborversuch im kavitierten Zustand nicht detonieren, überhaupt nicht deflagrieren und bei Erhitzen unter Einschluss nur geringe oder keine Wirkung sowie nur eine geringe oder keine explosive Kraft zeigen .
- Typ G / Self-react. G: Stoffe die im Laborversuch im kavitierten Zustand nicht detonieren, überhaupt nicht deflagrieren und bei Erhitzen unter Einschluss keinerlei Wirkung und auch keine explosive Kraft zeigen UND thermisch stabil sind (Temperatur der selbstbeschleunigenden Zersetzung Feststoffe 60-75°C, für Flüssigkeiten min. 150°C).

Einstufung	Kennzeichnung	Gefahrenhinweis
Typ A / Self-react. A	 Gefahr	H240 - Erwärmung kann Explosion verursachen
Typ B / Self-react. B	 Gefahr	H241 - Erwärmung kann Brand oder Explosion verursachen
Typ C / Self-react. C Typ D / Self-react. D	 Gefahr	H242 - Erwärmung kann Brand verursachen
Typ E / Self-react. E Typ F / Self-react. F	 Achtung	H242 - Erwärmung kann Brand verursachen
Typ G / Self-react. G	Kein Symbol	Kein Gefahrenhinweis

k) Chemisch instabile Gase

Sind Gase, die ohne Beteiligung von Sauerstoff oder Luft, explosionsartig reagieren können.

Einstufung:

- Kategorie A / Chem. Unst. Gas A: Möglichkeit einer explosionsartigen Reaktion unter Normaldruck und – temperatur.
- Kategorie B / Chem. Unst. Gas B: Möglichkeit einer explosionsartigen Reaktion bei erhöhtem Druck und / oder erhöhter Temperatur.

Einstufung	Kennzeichnung	Gefahrenhinweis
Kategorie 1 / Flam. Gas 1	Kein Symbol	H230 - Kann auch in Abwesenheit von Luft explosionsartig reagieren
Kategorie 2 / Flam. Gas 2	Kein Symbol	H231 – Kann auch in Abwesenheit von Luft bei erhöhtem Druck und/oder erhöhter Temperatur explosionsartig reagieren.

I) Pyrophore Stoffe

Flüssigkeiten, Feststoffe oder Gemische die, bereits in kleinen Mengen, sich an der Luft innerhalb von 5 Minuten selbst entzünden.

Einstufung:

- Flüssigkeit Kategorie 1 / Pyr. Liq. 1: Flüssigkeit entzündet sich an der Luft ODER entzündet oder verkohlt ein Filterpapier in ≤ 5 Minuten.
- Feststoff Kategorie 1 / Pyr. Sol. 1: Feststoff entzündet sich an der Luft in ≤ 5 Minuten

Einstufung	Kennzeichnung	Gefahrenhinweis
Flüssigkeit Kategorie 1 Pyr. Liq. 1	 Gefahr	H250 - Entzündet sich in Berührung mit Luft von selbst.
Feststoff Kategorie 1 Pyr. Sol. 1		

m) Selbsterhitzungsfähige Stoffe und Gemische

Flüssigkeiten, Feststoffe oder Gemische, die an der Luft sich selbst erhitzen und sich nur in großen Mengen und nach einem langen Zeitraum selbst entzünden.

Einstufung:

- Kategorie 1 / Self-heat. 1: Test bei Würfel mit 25mm Kantenlänge und 140°C positiv.
- Kategorie 2 / Self-heat. 2: Test erst in großem Mengen (100mm Kantenlänge) positiv.

Einstufung	Kennzeichnung	Gefahrenhinweis
Kategorie 1 / Self-heat. 1	 Gefahr	H251 - Selbsterhitzungsfähig, kann in Brand geraten.
Kategorie 2 / Self-heat. 2	 Achtung	H252 - In großen Mengen selbsterhitzungsfähig, kann in Brand geraten.

n) Stoffe und Gemische, die in Berührung mit Wasser entzündbare Gase entwickeln

Feststoffe, Flüssigkeiten oder Gemische, die durch Reaktion mit Wasser sich spontan entzünden oder in gefährlichen Mengen entzündbare Gase entwickeln.

Einstufung:

- Kategorie 1 / Water-react. 1: bei Raumtemperatur heftige Reaktion mit Wasser und das sich entwickelte Gas neigt dazu, sich spontan zu entzünden,
 ODER
 bei Raumtemperatur leichte Reaktion mit Wasser und die Entwicklungsrate des entzündbaren Gases mindestens 10 Liter pro Kilogramm pro Minute beträgt.
- Kategorie 2 / Water-react. 2: bei Raumtemperatur leichte Reaktion mit Wasser und die Entwicklungsrate des entzündbaren Gases mindestens 20 Liter pro Kilogramm pro Stunde beträgt (und nicht Kategorie 1 erfüllt).
- Kategorie 2 / Water-react. 2: bei Raumtemperatur langsame Reaktion mit Wasser und die Entwicklungsrate des entzündbaren Gases mindestens 1 Liter pro Kilogramm pro Stunde beträgt (und nicht Kategorie 1 und 2 erfüllt).

Einstufung	Kennzeichnung	Gefahrenhinweis
Kategorie 1 / Water-react. 1	 Gefahr	H260 - In Berührung mit Wasser entstehen entzündbare Gase, die sich spontan entzünden können.
Kategorie 2 / Water-react. 2		H261 - In Berührung mit Wasser entstehen entzündbare Gase.
Kategorie 3 / Water-react. 3	 Achtung	

o) Oxidierende Stoffe

Feststoffe, Flüssigkeiten oder Gemische die einen Brand anderer Materialien verursachen oder beschleunigen können, dabei müssen diese Stoffe nicht selbst brennbar sein.

Einstufung:

- Flüssigkeit Kategorie 1 / Ox. Liq. 1: Flüssigkeiten im Gemisch mit Cellulose von 1:1⁶ die sich selbst entzünden, oder eine geringere durchschnittliche Druckanstiegszeit aufweisen als ein Gemisch 50 %iger Perchlorsäure/Cellulose von 1:1.
- Flüssigkeit Kategorie 2 / Ox. Liq. 2: Flüssigkeiten im Gemisch mit Cellulose von 1:1 eine geringere oder gleiche durchschnittliche Druckanstiegszeit aufweisen wie ein Gemisch aus 40 %igem Natriumchlorat in wässriger Lösung und Cellulose von 1:1 (und die die Kriterien für Kategorie 1 nicht erfüllen).
- Flüssigkeit Kategorie 3 / Ox. Liq. 3: Flüssigkeiten Gemisch mit Cellulose von 1:1 eine geringere oder gleiche durchschnittliche Druckanstiegszeit aufweisen wie ein Gemisch aus 65 %iger Salpetersäure in wässriger Lösung und Cellulose von 1:1 (und die die Kriterien für die Kategorien 1 und 2 nicht erfüllen).
- Feststoff Kategorie 1 / Ox. Sol. 1: Feststoffe im Gemisch mit Cellulose von 4:1 oder 1:1 eine geringere durchschnittliche Brenndauer aufweisen als die durchschnittliche Brenndauer eines Gemisches Kaliumbromat/Cellulose von 3:2.

⁶ Angabe des Masseverhältnisses

- Feststoff Kategorie 2 / Ox. Sol. 2: Feststoffe im Gemisch mit Cellulose von 4:1 oder 1:1 eine gleiche oder geringere durchschnittliche Brenndauer aufweisen als die durchschnittliche Brenndauer eines Gemisches Kaliumbromat /Cellulose von 2:3 (und die die Kriterien für Kategorie 1 nicht erfüllen).
- Feststoff Kategorie 3 / Ox. Sol. 3: Feststoffe im Gemisch mit Cellulose von 4:1 oder 1:1 eine gleiche oder geringere durchschnittliche Brenndauer aufweisen als die durchschnittliche Brenndauer eines Gemisches Kaliumbromat / Cellulose von 3:7 (und die die Kriterien für die Kategorien 1 und 2 nicht erfüllen).

Einstufung	Kennzeichnung	Gefahrenhinweis
Flüssigkeit Kategorie 1 Ox. Liq. 1	 Gefahr	H271 - Kann Brand oder Explosion verursachen; starkes Oxidationsmittel.
Flüssigkeit Kategorie 2 Ox. Liq. 2		H272 - Kann Brand verstärken; Oxidationsmittel.
Flüssigkeit Kategorie 3 Ox. Liq. 3	 Achtung	
Feststoff Kategorie 1 / Ox. Sol. 1	 Gefahr	H271 - Kann Brand oder Explosion verursachen; starkes Oxidationsmittel.
Feststoff Kategorie 2 / Ox. Sol. 2		H272 - Kann Brand verstärken; Oxidationsmittel.
Feststoff Kategorie 3 / Ox. Sol. 3	 Achtung	

p) Organische Peroxid

Flüssige oder feste organische Stoffe, die thermisch instabile sind oder die einer selbstbeschleunigenden exothermen Zersetzung unterliegen können. Zusätzlich können sie noch folgende Eigenschaften aufweisen: explosiver Zersetzung, schnell Brennbarkeit, Schlag- oder Reibungsempfindlichkeit und / oder gefährlich Reaktion mit anderen Stoffen.

Einstufung:

- Typ A / Org. Perox. A: Stoffe können in der Verpackung detonieren oder schnell deflagrieren können.
- Typ B / Org. Perox. B: Stoffe mit explosiven Eigenschaften und keine Detonation oder Deflagration in der Verpackung, jedoch Möglichkeit einer thermischen Reaktion in der Verpackung.
- Typ C / Org. Perox. C: Stoffe mit explosiven Eigenschaften, jedoch keine Detonation, Deflagration oder thermische Reaktion in der Verpackung.
- Typ D / Org. Perox. D: Stoffe die im Laborversuch (1) teilweise detonieren, nicht schnell deflagrieren und bei Erhitzen unter Einschluss keine heftige Wirkung zeigen oder (2) überhaupt nicht detonieren, langsam deflagrieren und bei Erhitzen unter Einschluss keine heftige Wirkung zeigen oder (3) überhaupt nicht detonieren oder deflagrieren und bei Erhitzen unter Einschluss eine mittlere Wirkung zeigen.
- Typ E / Org. Perox. E: Stoffe die im Laborversuch nicht detonieren, überhaupt nicht deflagrieren und bei Erhitzen unter Einschluss geringe oder keine Wirkung zeigen.
- Typ F / Org. Perox. F: Stoffe die im Laborversuch im kavitierten Zustand nicht detonieren, überhaupt nicht deflagrieren und bei Erhitzen unter Einschluss nur geringe oder keine Wirkung sowie nur eine geringe oder keine explosive Kraft zeigen.
- Typ G / Org. Perox. G: Stoffe die im Laborversuch im kavitierten Zustand nicht detonieren, überhaupt nicht deflagrieren und bei Erhitzen unter Einschluss keinerlei Wirkung und auch keine explosive Kraft zeigen UND thermisch stabil sind (Temperatur der selbstbeschleunigenden Zersetzung Feststoffe 60-75°C, für Flüssigkeiten min. 150°C).

Einstufung	Kennzeichnung	Gefahrenhinweis
Typ A / Org. Perox. A	 Gefahr	H240 - Erwärmung kann Explosion verursachen
Typ B / Org. Perox. B	  Gefahr	H241 - Erwärmung kann Brand oder Explosion verursachen
Typ C / Org. Perox. C Typ D / Org. Perox. D	 Gefahr	H242 - Erwärmung kann Brand verursachen
Typ E / Org. Perox. E Typ F / Org. Perox. F	 Achtung	H242 - Erwärmung kann Brand verursachen
Typ G / Org. Perox. G	Kein Symbol	Kein Gefahrenhinweis

q) Korrosiv gegenüber Metallen

Stoffe oder Gemische, die auf Metalle chemisch einwirken und sie beschädigen oder zerstören können.

Einstufung:

- Kategorie 1 / Met. Corr 1: Bei Prüfung (Prüftemperatur von 55°C) übersteigt die Korrosionsrate auf Stahl- oder Aluminiumoberflächen 6,25 mm pro Jahr.

Einstufung	Kennzeichnung	Gefahrenhinweis
Kategorie 1 / Met. Corr 1		H290 - Kann gegenüber Metallen korrosiv sein.

5.2.3 Umweltgefahren

a) Gewässergefährdend

Stoffe die akut (kurzfristig) oder chronisch (langfristig) gefährdend für Wasserlebewesen sind.

Folgende Wirkweisen sind möglich:

- Akute oder chronische Toxizität
- Tatsächliche oder potenzielle Bioakkumulation (Anreicherung des Stoffes in einem Organismus)
- Abbauprodukte des Stoffes

Einstufung	Kennzeichnung	Gefahrenhinweis
Akute gewässergefährdend Wirkung		
Kategorie 1 / Aquatic Acute 1	 Achtung	H400 - Sehr giftig für Wasserorganismen.
Chronisch gewässergefährdend Wirkung		
Kategorie 1 / Aquatic Chronic 1	 Achtung	H410 - Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.
Kategorie 2 / Aquatic Chronic 2		H411 - Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.
Kategorie 3 / Aquatic Chronic 3	Kein Symbol	H412 - Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.
Kategorie 4 / Aquatic Chronic 4	Kein Symbol	H413 - Kann für Wasserorganismen schädlich sein, mit langfristiger Wirkung.

b) Die Ozonschicht schädigend

Stoffe die aufgrund eines Nachweises oder bei denen zu erwarten ist, dass diese die Ozonschicht schädigen.

Einstufung	Kennzeichnung	Gefahrenhinweis
Die Ozonschicht schädigend / Ozone 1	Gefahr	EUH059 - Die Ozonschicht schädigend

6 Typische Schadstoffe

6.1 A- und E-Staub

Sauger:

- Mindestens Staubklasse M



Beschreibung:

- E-Staub (einatembare): Alle Stäube die eingeatmet werden können
- A-Staub (alveolengangig): Anteil der E-Stäube der die Alveolen (Lungenbläschen) und Bronchiolen erreichen kann

Vorkommen:

A- und E-Stäube entstehen bei:

- Einsatz von staubenden Materialien
- Einsatz stauberzeugenden Maschinen
- Aufwirbelung von abgelagerten Stäuben...

Gesundheitsgefahren:

- Aufnahmewege:
 - Inhalativ
 - (je nach Stoff können weitere Aufnahmewege hinzukommen)
- Gesundheitliche Auswirkungen:
 - Asthma
 - Chronische Bronchitis (COPD)
 - Silikose („Stein- oder Staublunge“)
 - Tätigkeiten mit Quarzstauben gelten als krebserzeugende Tätigkeiten
- Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW):
 - E-Staub: 10 mg/m³
 - A-Staub: 1,25 mg/m³

Regeln, Richtlinien, Merkblätter, Umsetzungshilfen:

- TRGS 504: Tätigkeiten mit Exposition gegenüber A- und E-Staub

6.2 Asbest

Sauger:

- Staubklasse H mit Zusatzanforderung Asbest



Beschreibung:

- Natürlich vorkommende Silikate mit Faserstruktur
- Lungengängige, krebserzeugende Fasern (L >5µm; D <3µm; L:D >3:1)
- Amphibol-Asbest:
 - Amosit – Braunasbest
 - Krokydolith – Blauasbest (Spritzasbest)
 - Aktinolith; Antophyllit; Tremolit
- Serbentin-Asbest:
 - Chrysotil – Weißasbest (macht >90% des verwendeten Asbestes aus)
- Eigenschaften:
 - Hitzebeständig
 - Säure- und Laugenbeständig
 - Isolierend (Temperatur, elektrisch)
 - Gut verarbeitbar
 - ...

Vorkommen:

- Bauprodukte: Asbestzement (Platten, Rohre, Formstücke, ...); Putze, Spachtelmassen, Kleber, Farben, Bodenbeläge ...
- Hitze- oder Brandschutz: Spritzasbest; Brandschutzklappen, Brandschutztüren, Brandschottungen, Funkenschutzklammern, Isolatoren ...
- Dichtmassen: Dichtungen, Kitte, Abdichtungsbahnen (PAK) ...
- Textilien: Hitzeschutzkleidungen, Schnüre, Stopfmassen ...
- Reib- und Kupplungsbeläge: bei Fahrzeugen, Fahrstühlen, Maschinen ...
- (über 3.000 bekannte Anwendungen von Asbest in Produkten)

Gesundheitsgefahren:

- Aufnahme:
 - Inhalativ
- Gesundheitliche Auswirkungen:
 - Asbestose (Asbest-Staublung)
 - Karzinogen Kategorie 1A / Carc. 1A
 - Lungen-, Kehlkopf-, Eierstockkrebs
 - Mesotheliom

- „Grenzwerte“:
 - Weißbereich: 1.000 F/m³
 - Akzeptanzkonzentration: 10.000 F/m³
 - Toleranzrisiko: 100.000 F/m³

Regeln, Richtlinien, Merkblätter, Umsetzungshilfen:

- TRGS 519: Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten
- TRGS 517: Tätigkeiten mit potenziell asbesthaltigen mineralischen Rohstoffen und daraus hergestellten Gemischen und Erzeugnissen
- Asbestrichtlinie; Richtlinie für die Bewertung und Sanierung schwach gebundener Asbestprodukte in Gebäuden
- DGUV Information 201-012 (bisher: BGI 664); Verfahren mit geringer Exposition gegenüber Asbest bei Abbruch, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten
- LAGA Merkblatt 23; Vollzugshilfe zur Entsorgung asbesthaltiger Abfälle

Verbote:

- 1995 Deutschland: Herstellungs-, Verwendungs- und Inverkehrbringungsverbot
- 2005 EU: Herstellungs-, Verwendungs- und Inverkehrbringungsverbot
- (ausgenommen sind die Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten (ASI-Arbeiten))

Anforderungen für ASI-Arbeiten mit Asbest:

- Bauherr / Auftraggeber: Ermittlungspflicht auf asbesthaltige Stoffe (LBO; KrWG)
- Ausführende Unternehmen:
 - Sachkunde nach TRGS 519 für Verantwortliche und Aufsichtsführende Person
 - Zulassung als Fachbetrieb bei AS-Arbeiten an schwach gebundenen Asbest
 - Anzeige der Arbeiten an die Arbeitsschutzbehörde (Meldung an die Berufsgenossenschaft)
 - Dokumentation der Arbeiten und exponierten Personen im Gefahrstoffverzeichnis / Expositionsdatenbank

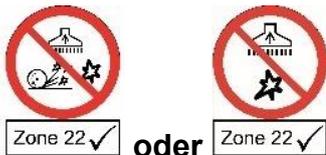
6.3 Holzstaub

Sauger:

- Bis 1.200 W Leistungsaufnahme und bis 50 Liter Staubsammelbehälter
Mindestens Staubklasse M



- Über 1.200 W Leistungsaufnahme oder über 50 Liter Staubsammelbehälter
Zusätzlich Bauart 22



Beschreibung:

- Holzstaub entsteht bei der Be- oder Verarbeitung von Holzwerkstoffen.
- Hartholzstäube gelten als krebserzeugend!

Gesundheitsgefahren:

- Aufnahmewege:
 - Inhalativ
- Gesundheitliche Auswirkungen:
 - Asthma
 - Chronische Bronchitis (COPD)
 - Teilweise Karzinogen (Hartholzstäube)
 - Teilweise sensibilisierend
- Physikalische Gefahren:
 - Entzündbare Feststoffe
- Arbeitsplatzgrenzwert (AGW):
 - 2 mg/m³ für Holzstäube < 100µm

Regeln, Richtlinien, Merkblätter, Umsetzungshilfen:

- TRGS 553; Holzstaub
- DGUV Information 209-044; Holzstaub

6.4 Holzschutzmittel

Sauger:

- Staubklasse H



Beschreibung:

- Tragende Holzkonstruktionen mussten mit einem vorbeugenden Holzschutz gegen Pilzbefall (Fungizid) und Insekten (Insektizid) behandelt werden.

Vorkommen:

- Lösemittelhaltige Holzschutzmittel
 - DDT - Dichlordiphenyltrichlorethan
 - Lindan - gamma-Hexachlorcyclohexan
 - PCP - Pentachlorphenol
- (Steinkohle-)Teerhaltige Holzschutzmittel (PAK-haltig)
 - Steinkohleteer
 - Teeröle (Steinkohleteeröl, Mineralöl und Mischungen aus beiden)
- Wasserlösliche Holzschutzmittel
 - Salze aus Quecksilber, Arsen, Bor, Chrom, Fluorid, Kupfer, Zink
- Handelsnamen:
 - Aroclor (PCB)
 - Carbolineen / Karbolineum (Steinkohleteer)
 - Clophen (PCB)
 - Hylotox 59 (DDT & Lindan; DDR)
 - Xylamon (PCP & Lindan, bis 1978, BRD)
 - Xyladecor (PCP & Lindan, bis 1978, BRD) ...

Gesundheitsgefahren:

- Aufnahme:
 - Resorptiv (Aufnahmeweg ist abhängig von den einzelnen Stoffen)
- Gesundheitliche Auswirkungen:
 - „Holzschutzmittelsyndrom“, chronische Ermüdungs- und Erschöpfungszustand
 - Akute Toxizität (z.B. DDT - Dermal: Kat. 3; Oral: Kat. 3; Lindan - Inhalativ: Kat. 4; Dermal: Kat. 4; Oral: Kat. 3; PCP - Inhalativ: Kat. 2; Dermal: Kat. 3)
 - Ätz- / Reizwirkung auf die Haut (z.B. PCP – Kat. 2)
 - Augenreizung (z.B. PCP – Kat. 2)
 - Keimzellmutagen (z.B. PCP - Kat. 2)
 - Karzinogen (z.B. DDT- Kat. 2; PCP - Kat. 2)
 - Bioakkumulierend (z.B. DDT)

- Grenzwerte:
 - DDT: MAK 1 mg/m³
 - Lindan: MAK 0,1 mg/m³
 - PCP: MAK 0,1 mg/m³

Regeln, Richtlinien, Merkblätter, Umsetzungshilfen:

- TRGS 524: Kontaminierte Bereiche
- DGUV Regel 101-004 (ehem. BGR 128): Arbeiten in kontaminierten Bereichen
- PCP-Richtlinie: Richtlinie für die Bewertung und Sanierung Pentachlorphenol (PCP)-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden
- (zurückgezogen: LaGetSi HSM – Handlungsanleitung)

Verbote:

- DDT: 1972 Anwendungsverbot BRD (bis min. 1990 Verwendung in der DDR)
- Lindan: 2008 Herstellungs-, Inverkehrbringungs- und Anwendungsverbot EU
- PCP: 1989 Herstellungs-, Inverkehrbringungs- und Anwendungsverbot BRD

Anforderungen bei Arbeiten an Holzschutzmittel:

- Bauherr / Auftraggeber: Ermittlungspflicht (LBO; KrWG)
- Ausführende Unternehmen:
 - Sachkunde für Arbeiten in kontaminierten Bereichen / Gebäudeschadstoffe nach DGUV 101-004 6B und TRGS 524 2B für Leitung und Aufsicht
 - Anzeige der Arbeiten an die Berufsgenossenschaft
 - Dokumentation der Arbeiten und exponierten Personen im Gefahrstoffverzeichnis / Expositionsdatenbank

6.5 KMF – Künstliche Mineralfasern

Sauger:

- Mindestens Staubklasse M



Beschreibung:

- Künstlich hergestellte Glas-, Steinfasern (Keramik- und Schlackefasern)
- Lungengängige, krebserzeugende Fasern (L >5µm; D <3µm; L:D >3:1)

Vorkommen:

- Wärme- und Schallschutz: Innenwände/Leichtbauwände, Akustikdecken, Fußböden, Dachausbau, Außenfassaden, Trittschalldämmung, mineralfaserhaltige Putze, Wärmedämmung ...
- Brandschutz: Fassadenbau, Spritzisolierungen, ...
- Bauprodukte: KMF-Platten, abgehängte Decken, Faserverbundwerkstoffe ...
- Gartenbau: Erdersatz
- ...

Gesundheitsgefahren:

- Aufnahme:
 - Inhalativ
- Gesundheitliche Auswirkungen:
 - „Pseudoasbestose“
 - Karzinogen
 - Alte Mineralwolle: Kat. 1B
 - Neue Mineralwolle: Kat. 2
 - Reizwirkung auf die Haut
 - Augenreizung
- „Grenzwerte“ alte Mineralwolle:
 - Expositions-kategorie 1 $\leq 50.000 \text{ F/m}^3$
 - Expositions-kategorie 2 $> 50.000 \text{ bis } \leq 250.000 \text{ F/m}^3$
 - Expositions-kategorie 3 $> 250.000 \text{ F/m}^3$

Regeln, Richtlinien, Merkblätter, Umsetzungshilfen:

- TRGS 521; Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten mit alter Mineralwolle
- DGUV Information 213-031; Umgang mit Mineralwolle-Dämmstoffen (Glaswolle, Steinwolle)

Verbote:

- Alte Mineralwolle: seit Juni 2000 Herstellungs- & Verwendungsverbot in Deutschland

Anforderungen bei Arbeiten mit alter Mineralwolle:

- Bauherr / Auftraggeber: Ermittlungspflicht (LBO; KrWG)
- Ausführende Unternehmen:
 - Fachkunde nach GefStoffV und TRGS 521 bei ASI-Arbeiten an alter Mineralwolle
 - Dokumentation der Arbeiten und exponierten Personen im Gefahrstoffverzeichnis / Expositionsdatenbank

6.6 PAK – Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Sauger:

- Staubklasse H



- (Eventuell zusätzlich Bauart 22)



Beschreibung:

- Stoffgruppe aus mehreren hundert Kohlenwasserstoff-Einzelverbindungen (C_nH_m ; $10 \leq n \leq 96$; $8 \leq m \leq 30$),
 - Beispiele: Naphthalin; Benz(a)anthracen; Acenaphtylen; Chrysen; Acenaphten; Benzo(b)fluoranthren; Fluoren; Benzo(k)fluoranthren; Phenanthren; **Benzo(a)pyren (BaP)**; Anthracen; Dibenzo(a,h)-anthracen; Fluoranthren; Benzo(g,h,i)perylen; Pyren; Indeno(1,2,3-c,d)pyren; Benz(a)anthracen
- Entstehen durch unvollständige Verbrennung (Pyrolyse)
- Von gasförmigen (2-3 Benzolringe) bis feste Partikel (ab 4 Benzolringe)

Vorkommen:

- Teerprodukte: Fußbodenbelag (Gussasphalt, Asphaltplatten); Schwarzdecken (Asphalt); Isolierungen (Teerkork); Bauwerksabdichtungen (Schwarzanstrich, Horizontalsperren, Dichtungs- und Dachbahnen)
- Fußbodenkleber (ACHTUNG: teilweise Asbesthaltig)
- Holzschutzmittel (Teeröl, Carbolineum)
- Fugenvergussmassen
- Spachtelmassen
- ...

Gesundheitsgefahren:

- Aufnahme:
 - Resorptiv
- Gesundheitliche Auswirkungen:
 - (abhängig von den Einzelstoffen, höchsten Einstufungen)
 - Karzinogen, Kat. 1B
 - Mutagen, Kat. 1B
 - Reprotoxisch, Kat. 1B
 - phototoxischer Stoff
 - lipophil (fettlöslich)
- „Grenzwerte“:

- (abhängig von den Einzelstoffen)
- Akzeptanzkonzentration BaP: 70ng/m³ (0,00007mg/m³)
- Toleranzkonzentration BaP: 700ng/m³ (0,0007mg/m³)
- AGW Naphthalin: 0.5 mg/m³ bzw. 0.1 ml/m³
- Akute Toxizität ist abhängig von den Einzelbestandteilen, jedoch mindestens als giftig einzustufen

Regeln, Richtlinien, Merkblätter, Umsetzungshilfen:

- TRGS 524: Kontaminierte Bereiche
- TRGS 551: Teer und andere Pyrolyseprodukte aus organischem Material
- DGUV Regel 101-004 (ehem. BGR 128): Arbeiten in kontaminierten Bereichen
- PAK-Hinweise: Hinweise für die Bewertung und Maßnahmen zur Verminderung der PAK-Belastung durch Parkettböden mit Teerklebstoffen in Gebäuden
- BG - Handlungsanleitung zum Entfernen PAK-haltiger Klebstoffe für Holzfußböden
- (zurückgezogen: LaGetSi PAK – Handlungsanleitung)

Verbote:

- 1984 Verwendungsverbot im Straßenbau
- 2000 Verwendungsverbot Korrosionsschutzanstriche
- 2002 Verwendungsverbot Holzschutzmittel (mit Ausnahmen)

Anforderungen bei Arbeiten mit PAK-haltigen Baustoffen:

- Bauherr / Auftraggeber: Ermittlungspflicht (LBO; KrWG)
- Ausführende Unternehmen:
 - Sachkunde für Arbeiten in kontaminierten Bereichen / Gebäudeschadstoffe nach DGUV 101-004 6B und TRGS 524 2B für Leitung und Aufsicht
 - Anzeige der Arbeiten an die Berufsgenossenschaft
 - Dokumentation der Arbeiten und exponierten Personen im Gefahrstoffverzeichnis / Expositionsdatenbank

6.7 PCB – Polychlorierte Biphenyle

Sauger:

- Staubklasse H



Beschreibung:

- Stoffgruppe aus 209 verschiedenen, künstlich hergestellten, organischen Chlorverbindungen ($C_{12}H_{10-n}Cl_n$; $n > 2$)
- Eigenschaften der PCBs hängen von ihrem Chlorierungsgrad ab,
 - je höher der Chlor-Anteil desto geringere Wasserlöslichkeit & Flüchtigkeit; desto besserer Anreicherung im Fettgewebe & stabilere Verbindung
 - je niedriger der Chlor-Anteil desto leicht flüchtiger = hohes Potential für Sekundärkontamination, da Anlagerung an Partikel, offene porige Materialien; organische Materialien
- hoher Flammpunkt ($170^{\circ}C - 380^{\circ}C$)
- sehr gute chemische Beständigkeit
- ca. 84.000t in Deutschland verwendet

Vorkommen:

- dauerelastischen Fugendichtungsmassen (keine Anwendungen in der DDR); Handelsnamen: Thiokol
- Verguss- und Spachtelmassen
- Flammschutzmittel und Weichmacher in Deckenplatten
- Anstrichstoffen und Beschichtungen
- Isolieröle in der Elektroindustrie (Transformatoren, Kondensatoren ...); Bezeichnung: Clophen
- Kunststoffe, z.B. Kabelummantelungen
- Hydraulikflüssigkeiten
- ...

Gesundheitsgefahren:

- Aufnahme:
 - Resorptiv
- Gesundheitliche Auswirkungen:
 - Akute Toxizität ist abhängig vom Chlorierungsgrad, mindestens als giftig (Kategorie 3) bei inhalativer, dermalen, oraler Aufnahme einzustufen
 - Augenreizung, Kat. 2
 - Karzinogen, Kat. 2
 - Reprotoxisch, Kat. 1B

- Spezifische Zielorgan Toxizität (Nerven, Immunsystem, Leber)
- Bioakkumulierend („Fettliebend“)
- „Grenzwerte“:
 - MAK 0,003 mg/m³

Regeln, Richtlinien, Merkblätter, Umsetzungshilfen:

- TRGS 524: Kontaminierte Bereiche
- DGUV Regel 101-004 (ehem. BGR 128): Arbeiten in kontaminierten Bereichen
- PCB-Richtlinie: Richtlinie für die Bewertung und Sanierung PCB-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden
- BGI/GUV-I 8665: Tätigkeiten mit PCB-haltigen Produkten

Verbote:

- 1978 Verbot der offenen Anwendung (Dichtmassen, Lacke)
- 1989 Verwendungsverbot in Deutschland
- 2004 Verwendungsverbot in Europa

Anforderungen bei Arbeiten mit PCB-haltigen Baustoffen:

- Bauherr / Auftraggeber: Ermittlungspflicht (LBO; KrWG)
- Ausführende Unternehmen:
 - Sachkunde für Arbeiten in kontaminierten Bereichen / Gebäudeschadstoffe nach DGUV 101-004 6B und TRGS 524 2B für Leitung und Aufsicht
 - Anzeige der Arbeiten an die Berufsgenossenschaft
 - Dokumentation der Arbeiten und exponierten Personen im Gefahrstoffverzeichnis / Expositionsdatenbank

6.8 Metallstäube

Sauger:

- Mindestens Staubklasse M



- Eventuell zusätzlich mindestens Bauart 22



oder

Beschreibung:

- Metallstaub entsteht bei der Be- oder Verarbeitung von Metallwerkstoffen und Baustoffen die Metalle oder deren Verbindungen enthalten.
- Einige Metalle oder deren Verbindungen gelten als krebserzeugend!
- Metallstäube können brennbar / explosiv sein!
- Metallstäube können bei Kontakt mit Säuren oder Wasser oxidieren und dabei Wasserstoff freisetzen („Knallgas“)!
- Metallstäube können mit Luftsauerstoff oxidieren!

Gesundheitsgefahren:

- Krebserzeugende Metalle oder Metallverbindungen
 - Arsenverbindungen
 - Beryllium und Berylliumverbindungen
 - Cadmium und Cadmiumverbindungen
 - Cobalt und Cobaltverbindungen
 - Chrom VI-Verbindungen
 - Nickelverbindungen
- Brennbare / explosive Metalle,
 - Beispiele: Aluminium; Magnesium; Eisen; Titan; Chrom
- Weitere Gesundheitsgefahren sind vom Einzelstoff abhängig, Beispiele:
 - Quecksilber: Akute Toxizität Kat. 1; Reproduktionstoxizität Kat. 1B; Spezifische Zielorgan-Toxizität bei wiederholter Exposition Kat. 1; Akute gewässergefährdend Wirkung Kat. 1; Chronisch gewässergefährdend Wirkung Kat. 1
 - Blei: Akuter oraler Toxizität Kat. 4; Akuter inhalativer Toxizität Kat. 4; Reproduktionstoxizität Kat. 1A; Lact.; Spezifische Zielorgan Toxizität bei wiederholter Exposition Kat. 2; Chronisch gewässergefährdend Wirkung Kat. 1

Regeln, Richtlinien, Merkblätter, Umsetzungshilfen:

- TRGS 561: Tätigkeiten mit krebserzeugenden Metallen und ihren Verbindungen
- BGR 109: Schleifen, Bürsten und Polieren von Aluminium
- DGUV Regel 109-011 (BGR 204); Umgang mit Magnesium
- GESTIS-Stoffdatenbank: <http://gestis.itrust.de>
- GESTIS-Staub-Ex Datenbank: <http://staubex.ifa.dguv.de>

6.9 Schimmelpilze

Sauger:

- Staubklasse H



Beschreibung:

- Sichtbarer oder nicht sichtbarer Schimmelpilzbefall oder -kontamination in Innenräumen.
- (Schimmelpilze und Schimmelpilzsporen sind ein natürlicher Teil der Umwelt und liegen damit überall vor!)

Ursache:

- Feuchtigkeit und das Vorhandensein biologisches Material reicht für das Wachstum von Schimmelpilzen aus.
- Schimmelpilze zerstören organischen Material (z.B. Holz).

Gesundheitsgefahren:

- Abhängig vom Schimmelpilz, von unschädlich bis hoch toxisch
- (Schimmelpilze in Innenräumen sind immer ein Anzeiger für ein Problem / Ursache. Wird die Ursache für einen Schimmelpilzbefall nicht beseitigt, wird ein Befall immer wieder auftreten!)

Regeln, Richtlinien, Merkblätter, Umsetzungshilfen:

- Umwelt Bundesamt – Leitfaden: Zur Vorbeugung, Erfassung und Sanierung von Schimmelbefall in Gebäuden
- DGUV Information 201-028: Gesundheitsgefährdung durch Biostoffe bei der Schimmelpilzsanierung
- VdS 3151: Richtlinien zur Schimmelpilzsanierung nach Leitungswasserschäden
- ...

Anforderungen bei Arbeiten an Schimmelpilzschäden:

- Ausführende Unternehmen:
 - Fachkunde nach DGUV Information 201-028 für Verantwortliche und Aufsichtsführende Person
 - Dokumentation der Arbeiten und exponierten Personen in einem Expositionsverzeichnis
- Die Arbeiten sollten nur von entsprechenden Fachfirmen durchgeführt werden und von Sachverständigen begleitet werden, geeignete Sachverständige und Fachfirmen sind beispielsweise zu finden:
 - B.S.S. – Berufsverband Schimmelpilzsanierung e.V.

- B.V.S – Bundesverband öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger e.V.
- Netzwerk Schimmel e.V.
- VDB – Berufsverband Deutscher Baubiologen e.V.

6.10 Brandschäden

Sauger:

- Mindestens Staubklasse H



Beschreibung:

- Von Schwellbränden bis zu Vollbränden und in Abhängigkeit des gebrannten Materials bleiben eine Vielzahl von gesundheitsgefährlichen Stoffen (mindestens PAK) und eine beeinträchtigte Bausubstanz zurück

Gesundheitsgefahren:

- Biologische Gesundheitsgefahren sind abhängig von dem verbrannten Material (Kunststoffen, Holz ...), weiteren vorhandenen Bauschadstoffe (z.B. Asbest, PCB...) und dem Grad der Verbrennung (vollständige oder unvollständige Verbrennung)
- Physikalische Gefahren sind abhängig von Umfang des Brandes und den Löschmaßnahmen

Regeln, Richtlinien, Merkblätter, Umsetzungshilfen:

- TRGS 524: Kontaminierte Bereiche
- DGUV Regel 101-004 (ehem. BGR 128): Arbeiten in kontaminierten Bereichen
- VdS 2357: Richtlinien zur Brandschadensanierung

Anforderungen bei Sanierung kalten Brandstellen:

- Ausführende Unternehmen:
 - Sachkunde für Arbeiten in kontaminierten Bereichen nach DGUV 101-004 6A und TRGS 524 2A für Leitung und Aufsicht
 - Anzeige der Arbeiten an die Berufsgenossenschaft
 - Bei Asbest zusätzlich:
 - Sachkunde nach TRGS 519 für verantwortliche und Aufsichtsführende Person
 - Zulassung als Fachbetrieb für AS-Arbeiten an schwach gebundenen Asbest
 - Anzeige der Arbeiten an die Arbeitsschutzbehörde (Meldung an die Berufsgenossenschaft)

6.11 Übersicht

Stoff	Staubklasse (Minimum)	Regel, Vorschriften, ...	G Gas L flüssig D fest	Einstufung
Acetylsalicylsäure - ASS			D	Akute orale Toxizität K4 brennbar
Acrylnitril-Butadien-Styrol - ABS			D	Akute orale Toxizität K4 Atemwegereizend K3 Augenreizend K2 Hautreizend K2 brennbar
Aktinolith		TRGS 517; TRGS 519	D	Karzinogen K1A
Aktivkohle			D	brennbar
Aluminium		DGUV Regel 109-001	D	Pyrophorer Feststoff K1
Aluminiumoxid			D	
Aluminiumoxid, Faserstäube			D	Karzinogen K1B
Ammoniak, wässrige Lösung			L	Akute inhalative Toxizität K3 Hautätzend K1B Korrosiv gegenüber Metallen K1 brennbar Gewässergefährdend akut K1
Ammoniumnitrat		TRGS 511	D	Augenreizung K2 Oxidierende Feststoffe K3
Amosit (Braunasbest)		TRGS 517; TRGS 519	D	Karzinogen K1A
Amphetamin			L (D)	Akute orale Toxizität K2 Entzündbare Flüssigkeiten K3
Amphibol (-asbeste)		TRGS 517; TRGS 519	D	Karzinogen K1A
Antimon			D	Karzinogen K2 (Keimzellmutagen) brennbar
Antophyllit		TRGS 517; TRGS 519	D	Karzinogen K1A
Aramid			D	Karzinogen brennbar

Stoff	Staubklasse (Minimum)	Regel, Vorschriften, ...	G Gas L flüssig D fest	Einstufung
Argon			G	Gase unter Druck
Arsen			D	Akute inhalative Toxizität K3 Akute orale Toxizität K3 (Karzinogen, Keimzellmutagen) Gewässergefährdend K1 brennbar
Arsen- verbindungen		TRGS 561	D	Tätigkeiten sind als Karzinogen K1A oder K1B eingestuft
Arsensäure		TRGS 561	L (D)	Karzinogen K1A Akute inhalative Toxizität K3 Akute orale Toxizität K3 Gewässergefährdend K1
Arsenrichlorid			L	Akute inhalative Toxizität K3 Akute orale Toxizität K3 Gewässergefährdend K1
Asbest			D	Karzinogen K1A
Aspartam			D	brennbar
Azofarbstoffe		TRGS 614	D	Karzinogen Gewässergefährdend K3 brennbar
Benzin			L (G)	Aspirationsgefahr K1 Hautreizend K2 Karzinogen K1B Keimzellmutagen 1B Reprotoxisch 2 Spezifische Zielorgan Toxizität K3 Entzündbare Flüssigkeiten K3 Gewässergefährdend chronisch K2
Benzo(a)pyren (PAK)		TRGS 524; TRGS 551; DGUV-Regel 101-004	D	Hautätzend K1 (phototoxisch) Keimzellmutagen K1B Karzinogen K1B Reprotoxizität K1B Gewässergefährdend K1
Benzol			L	Aspirationsgefahr K1 Hautreizend K2 Augenreizend K2 Karzinogen K1A Keimzellmutagen K1B Spezifische Zielorgan Toxizität K1 Gewässergefährdend chronisch Entzündbare Flüssigkeiten
Bismut			D	Entzündbarer Feststoff K2

Stoff	Staubklasse (Minimum)	Regel, Vorschriften, ...	G Gas L flüssig D fest	Einstufung
Blei		TRGS 505	D	Akute inhalative Toxizität K4 Akute orale Toxizität K4 Reprotoxizität K1A Spezifische Zielorgan Toxizität K2 Gewässergefährdend K1
Bor			D	brennbar
Cadmium und anorganische Cadmiumverbindungen		TRGS 561	D	Tätigkeiten sind als Karzinogen K1A oder K1B eingestuft
Chrom			D	brennbar
Chrom VI-Verbindungen		TRGS 524; TRGS 561; DGUV-Regel 101-004	D	Stoffgruppe, mindestens: Karzinogen K1B Sensibilisierung der Haut K1 Gewässergefährdend K1
Chrysotil (Weißasbest)		TRGS 517; TRGS 519	D	Karzinogen K1A
Cobalt und Cobaltverbindungen		TRGS 561	D	Tätigkeiten sind als Karzinogen K1A oder K1B eingestuft
DDT - Dichlordiphenyltrichlorethan		TRGS 524; DGUV-Regel 101-004	D	Akute dermale Toxizität K3 Akute orale Toxizität K3 Karzinogen K2 Spezifische Zielorgan Toxizität K1 Gewässergefährdend K1 brennbar
Diesel			L	Akute inhalative Toxizität K4 Aspirationsgefahr K1 Hautreizend K2 Karzinogen K2 Spezifische Zielorgan Toxizität K1 Entzündbare Flüssigkeiten K3 Gewässergefährdend chronisch
Eisen			D	Entzündbarer Feststoff K2 Selbsterhitzungsfähig K1
Epoxidharze - EP			L / D	Hautreizend K2 Sensibilisierung der Haut K1 brennbar
Formaldehyd / Formalin		TRGS 524; TRGS 561; DGUV-Regel 101-004	G / L	Akute inhalative Toxizität K3 Akute dermale Toxizität K3 Akute orale Toxizität K3 Hautätzend K1B Sensibilisierung der Haut K1 Karzinogen K1B Keimzellmutagen K2 Spezifische Zielorgan Toxizität K1 Entzündbare Flüssigkeiten / Gase

Stoff	Staubklasse (Minimum)	Regel, Vorschriften, ...	G Gas L flüssig D fest	Einstufung
Fructose			D	brennbar
Gallium			D / L	Hautätzend K1C Schwere Augenschädigung K1 Korrosiv gegenüber Metallen K1
Germanium			D	brennbar
Gold			D	
HBCD - Hexabrom-cyclododecan			D	Reprotoxizität K2
Helium			G	Gase unter Druck
Holzstaub – Hartholz		TRGS 906; Richtlinie 2004/37/EG	D	Stoffgruppe, normalerweise: Karzinogen brennbar
Holzstaub - Weichholz			D	Stoffgruppe, normalerweise brennbar
Iod		(StrSchV)		Akute inhalative Toxizität K4 Akute dermale Toxizität K4 Augenreizend K2 Hautreizend K2 Spezifische Zielorgan Toxizität K1 Gewässergefährdend akut K1
Kohlenstoff			D	brennbar
Krokydolith (Blauasbest)		TRGS 517; TRGS 519	D	Karzinogen K1A
Krypton			G	Gase unter Druck
Kryptonit		DC-Univerce	D	Akute Gefährdung für Superman
Kupfer			D	Entzündbarer Feststoff K1 Gewässergefährdend Akut K1 Gewässergefährdend Chronisch K3
Lindan (Holzschutzmittel)		TRGS 524; TRGS 551; DGUV-Regel 101-004	D	Akute dermale Toxizität K4 Akute inhalative Toxizität K4 Akute orale Toxizität K3 Reprotoxizität K2 Spezifische Zielorgan Toxizität K2 Gewässergefährdend K1
Lithium			D	Hautätzend K1B Stoffe die in Berührung mit Wasser entzündbare Gase entwickeln K1

Stoff	Staubklasse (Minimum)	Regel, Vorschriften, ...	G Gas L flüssig D fest	Einstufung
Magnesium			D	Pyrophorer Feststoff K1 Stoffe die in Berührung mit Wasser entzündbare Gase entwickeln K1
Magnesiumperoxid			D	Hautätzend 1B Oxidierende Feststoffe K2
Mineralwolle, alte			D	Karzinogen K1B (eventuell Hautreizend, Augenreizend, Atemwegreizend)
Mineralwolle, neue			D	Karzinogen K2 (eventuell Hautreizend, Augenreizend, Atemwegreizend)
Naphthalin (PAK)		TRGS 524; TRGS 551; DGUV-Regel 101-004	D (G)	Akute orale Toxizität K4 Karzinogen K2 Gewässergefährdend K1 Entzündbarer Feststoff K1
Natriumchlorid			D	
Nickelverbindungen		TRGS 561	D	Tätigkeiten sind als Karzinogen K1A oder K1B eingestuft
Paladium			D	Entzündbare Feststoffe K2
PCP - Pentachlorphenol (Holzschutzmittel)		TRGS 524; TRGS 551; DGUV-Regel 101-004	D	Akute dermale Toxizität K3 Akute inhalative Toxizität K2 Akute orale Toxizität K3 Augenreizung K2 Hautreizend K2 Karzinogen K2 Spezifische Zielorgan Toxizität K3 Gewässergefährdend K1
Phenylalanin			D	brennbar
Polyamide - PA			D	brennbar
Polycarbonate - PC			D	brennbar
Polychlorierte Biphenyle - PCB		TRGS 524; TRGS 551; DGUV-Regel 101-004	D	Stoffgruppe - Einstufung abhängig von den Einzelstoffen (mindestens Einstufung: Karzinogen K2)
Polyethylen - PE			D	brennbar

Stoff	Staubklasse (Minimum)	Regel, Vorschriften, ...	G Gas L flüssig D fest	Einstufung
Polypropylen - PP			D	brennbar
Polystyrol - PS			D	brennbar
Polyvinylacetat - PVAC / PVA			D	brennbar
Polyvinylchlorid - PVC			D	brennbar
Quarzstaub		TRGS 559	D	Karzinogen K1B
Quecksilber			L	Akute inhalative Toxizität K1 Reprotoxizität K1B Spezifische Zielorgan Toxizität K1 Gewässergefährdend K1
Saccharose			D	brennbar
Sauerstoff			G	Oxidierende Gase K1 Gase unter Druck
Schimmelpilze		UBA Leitfaden; DGUV I 201-028	D	Abhängig von der Art
Selen			D	Akute inhalative Toxizität K3 Akute orale Toxizität K3 Spezifische Zielorgan Toxizität K2 Gewässergefährdend chronisch brennbar
Serpentin (-asbeste)		TRGS 517; TRGS 519	D	Karzinogen K1A
Silber			D	Gewässergefährdend K1
Silicium			D	brennbar
Soylent Green			D	brennbar
Staub A- & E-			D	weitere Einstufungen abhängig von den Einzelstoffen
Stickstoff			G	Gase unter Druck
Stickstoffdioxid			G	Akute inhalative Toxizität K1 Hautätzend K1B Oxidierende Gase K1 Gase unter Druck

Stoff	Staubklasse (Minimum)	Regel, Vorschriften, ...	G Gas L flüssig D fest	Einstufung
Stickstoffmonoxid			G	Akute inhalative Toxizität K1 Hautätzend K1B Oxidierende Gase K1 Gase unter Druck
Tellur			D	Akute inhalative Toxizität K4 Reproduktionstoxizität K1B Sensibilisierung der Haut K1B Gewässergefährdend chronisch brennbar
Thorium		StrSchV	D	Radioaktiv
Tremolit		TRGS 517; TRGS 519	D	Karzinogen K1A
Uran		StrSchV	D	Radioaktiv Akute inhalative Toxizität K2 Akute orale Toxizität K2 Spezifische Zielorgan Toxizität K2 brennbar
Urantetra- chlorid			D	(kann gefährlich mit Wasser reagieren)
Vanadium			D	brennbar
Vanillin			D	Augenreizend K2 brennbar
Wasserstoff			G	Entzündbare Gase K1 Gase unter Druck
Wolfram			D	brennbar
Xenon			G	Gase unter Druck
Zink			D	Pyrophorer Feststoff K1 Stoffe die in Berührung mit Wasser entzündbare Gase entwickeln K1 Gewässergefährdend K1
Zinn			D	brennbar
Zirkonium			D	Pyrophore Feststoffe K1 Stoffe die in Berührung mit Wasser entzündbare Gase entwickeln K1
Zucker			D	brennbar

ASUP SCHULUNGEN SIE BENÖTIGEN SCHULUNGEN? IHRE SACHKUNDE NACH TRGS 519 LÄUFT AB?

In unserem Schulungscenter, der STS Academy bleiben Sie und Ihre Mitarbeiter immer auf dem neuesten Stand und können alle erforderlichen Lehr-

gänge und Fortbildungen, an mehreren Standorten in Deutschland, oder sogar bei Ihnen vor Ort als In-House-Schulung in Anspruch nehmen.

Welche Schulungen gibt es?

- ▶ Sachkunde TRGS 519 Anlage 3; inkl. Gerätefachkunde & Fachkunde Mineralfasern – „großer Schein“
- ▶ Sachkunde TRGS 519 Anlage 4C; inkl. Fachkunde Mineralfasern – „kleiner Schein“
- ▶ Sachkunde Gebäudeschadstoffe inkl. Schimmelpilz
- ▶ Fortbildungslehrgang TRGS 519 Anlage 3
- ▶ Fortbildungslehrgang TRGS 519 Anlage 4
- ▶ Schimmelpilzschäden in Innenräumen DGUV 201-028
- ▶ Fachkunde - Mineralfaser
- ▶ Einweisung in filtrierenden Atemschutz
- ▶ Einweisung in Gerätetechnik (Fräs- und Schleiverfahren)
- ▶ Gerätefachkunde (PLUS)
- ▶ Sonderseminare

Wo finden die Schulungen statt?

- ▶ Berlin ▶ Duisburg ▶ Hannover ▶ Rostock ▶ Seevetal ▶ München ▶ Halle
- ▶ Stuttgart oder bei Ihnen vor Ort

Lehrgangsträger: STS Academy



ONLINE-SCHULUNGEN IN 8 SPRACHEN

- ▶ Grundkurs Schimmelpilzschäden: Einführung
- ▶ TRGS 521: ASI-Arbeiten mit alter Mineralwolle
- ▶ Grundkurs PAK nach TRGS 524 & 551
- ▶ Filtrierender Atemschutz nach DGUV Regel
- ▶ Grundkurs Asbest nach TRGS 519 (Vorbereitung für Qualifikation nach Q 1E)
- ▶ TRGS 519: Anzeige und Gefährdungsbeurteilung mit Arbeitsplan

**Auch
In-House
möglich**

QR-CODE
SCANNEN



ANMELDUNG ONLINE

- ▶ QR-Code mit Handy scannen



- ▶ Formular online ausfüllen



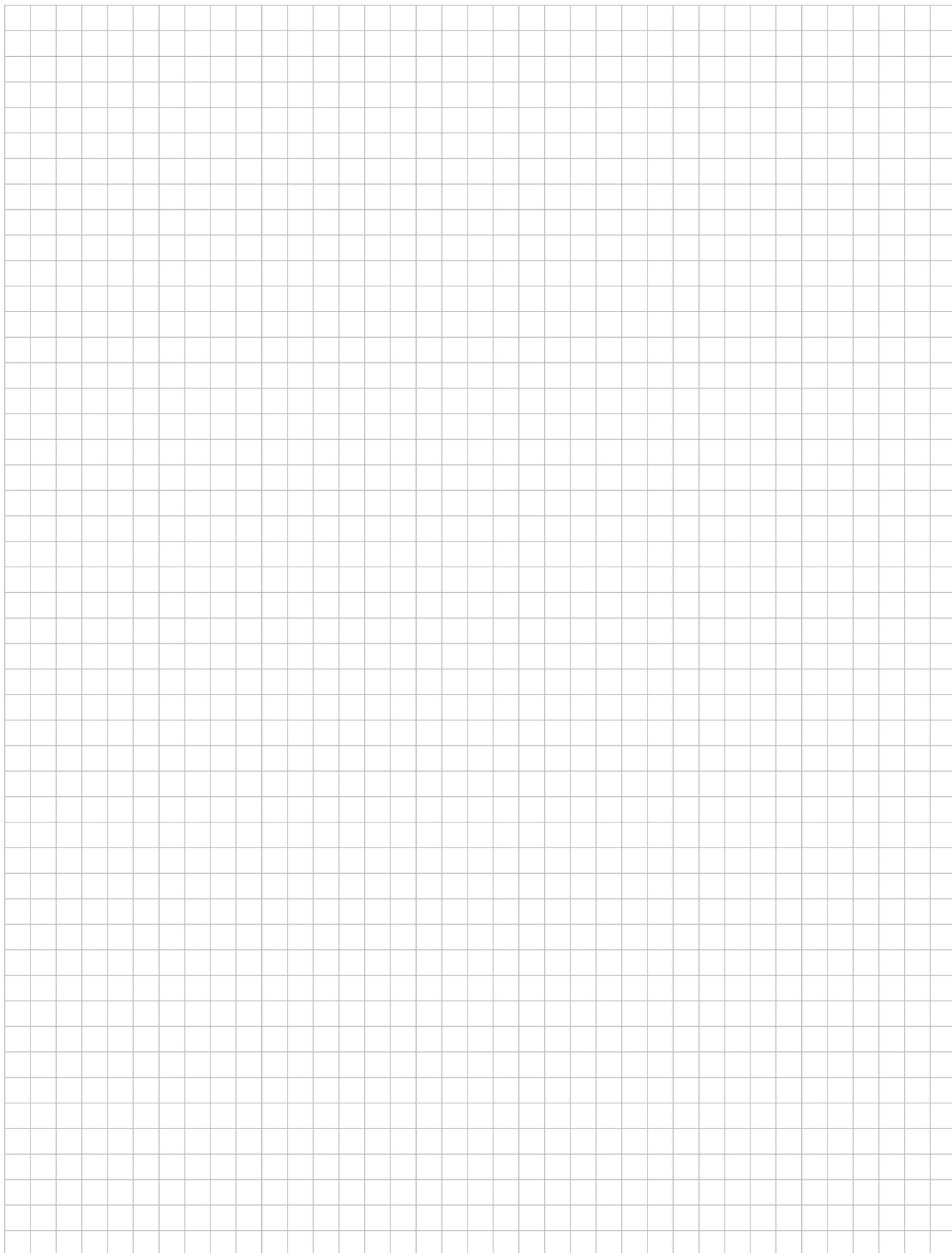
- ▶ Dokument online versenden



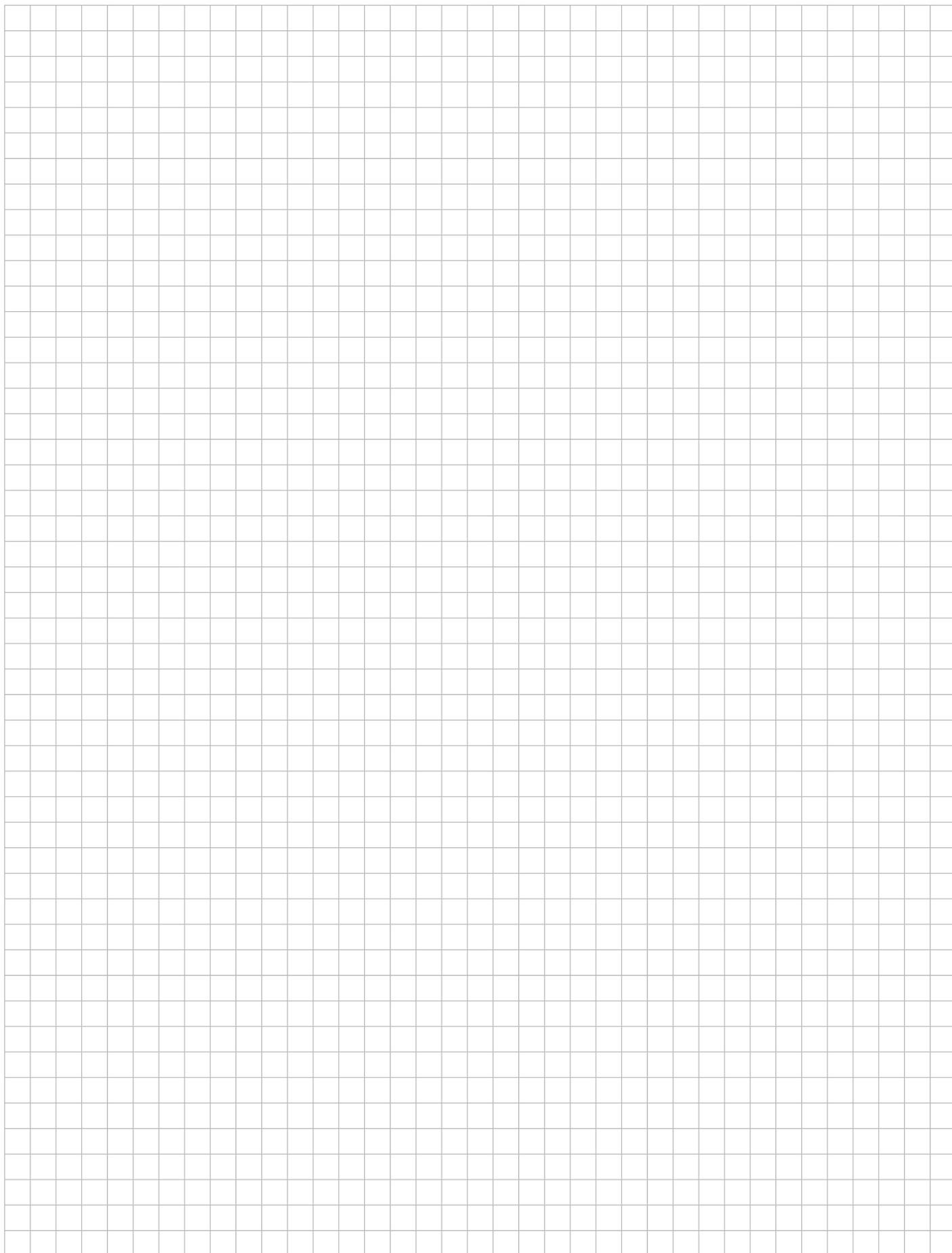
▶ **Fragen zur Schulung?**

Telefon: 02065 - 42348 - 91 | E-Mail: schulungscenter@asup.info

NOTIZEN



NOTIZEN





ASUP GmbH

Beckedorfer Bogen 10
21218 Seevetal, Germany

Telefon +49 (0) 4105 - 59 888 0

info@asup.info
www.asup.info

