

Inhaltsverzeichnis

1	Inhalte und Umfang	7
2	Befahren von Behältern.....	8
2.1	Einleitung.....	8
2.2	Was bedeutet Befahren?	9
2.3	Die Arbeitsorte.....	10
2.3.1	Behälter und enge Räume	10
2.3.2	Silos.....	11
2.3.3	Zugänge	12
2.3.4	Zugangs- und Positionierungsverfahren	13
2.4	Gefährdungen und Schutzmaßnahmen im Überblick.....	14
3	Organisation und Arbeitsplanung	18
3.1	Einleitung.....	18
3.2	Hätten Sie es gewusst?	19
3.3	Gefährdungen	20
3.4	Unfallbeispiel.....	21
3.5	Schutzmaßnahmen I: Grundsatz	23
3.6	Schutzmaßnahmen II: Zuständigkeiten	24
3.6.1	Klärung von Zuständigkeiten.....	24
3.6.2	Aufsichtführender	25
3.6.3	Sicherungsposten.....	26
3.6.4	Mehrere Unternehmer	27
3.7	Schutzmaßnahmen III: Arbeitsvorbereitung.....	28
3.7.1	Vom Arbeitsbeginn zum Arbeitsende	28
3.7.2	Erlaubnisschein	29
3.7.3	Unterweisung der Mitarbeiter	30
3.7.4	Nutzung von Betriebsmitteln	31
3.7.5	Persönliche Schutzausrüstung.....	32
3.8	Schutzmaßnahmen IV: Arbeitsumfeld	34
3.8.1	Sichere Anlagen durch Organisation	34
3.8.2	Zugänge	35
3.8.3	Zugangsverfahren	36
3.8.4	Vorteile hochziehbarer Personenaufnahmemittel	38
3.8.5	Auswahl des Auffanggurtes.....	40
3.8.6	Anpassen des Auffanggurtes	41
3.8.7	Positionierungsverfahren.....	43

3.9	Verantwortung und Haftung	44
3.9.1	Wer ist für was verantwortlich?	44
3.9.2	Die Partnerfirma als Dienstleister	46
3.9.3	Rechtsfolgen.....	47
4	Sichere Anlagen planen und konstruieren	50
4.1	Einleitung.....	50
4.2	Hätten Sie es gewusst?	51
4.3	Gefährdungen	52
4.4	Schutzmaßnahmen	53
4.4.1	Anforderungen an Zugänge	53
4.4.2	Empfohlene Mindestmaße für Zugänge	54
4.4.3	Weitere bauliche Maßnahmen	58
4.5	Alternativlösungen	59
5	Gefahrstoffe und gefährdende Medien.....	61
5.1	Einleitung.....	61
5.2	Hätten Sie es gewusst?	62
5.2.1	Wie viele Gefahrstoffe gibt es?	62
5.2.2	Lüftung.....	63
5.3	Gefährdungen	64
5.3.1	Definitionen und Gefährdungspotenziale	64
5.3.2	Auftreten von Gefahrstoffen	66
5.4	Unfallbeispiel	67
5.4.1	Reinigungsarbeiten mit Atemschutz.....	67
5.4.2	Arbeiten ohne Gefahrstoffermittlung	68
5.5	Schutzmaßnahmen	69
5.5.1	Entleeren und Reinigen.....	69
5.5.2	Abtrennen.....	71
5.5.3	Lüften.....	73
5.5.4	Lüften bei Beschichtungs- und Klebearbeiten.....	75
5.5.5	Freimessen: Was, wann und wer?	77
5.5.6	Freimessen: Womit und wie?	79
5.5.7	PSA: Atemschutzgeräte	80
5.5.8	Auswahl der Atemschutzgeräte	81
5.5.9	PSA: Hand- und Hautschutz	83
5.5.10	Reinigen kontaminierter PSA	85
5.5.11	Zusammenfassung.....	86

6	Sauerstoffmangel und Sauerstoffüberschuss	87
6.1	Einleitung.....	87
6.2	Hätten Sie es gewusst?	88
6.2.1	Verdampfung verflüssigter Gase.....	88
6.2.2	Sauerstoffmangel: richtig oder falsch?	89
6.2.3	Zahlen zum Sauerstoffüberschuss.....	90
6.3	Gefährdungen	91
6.3.1	Wann wird Sauerstoffmangel gefährlich?	91
6.3.2	Wirkung von Kohlendioxid.....	93
6.3.3	Stickstoff – die unterschätzte Gefahr	94
6.3.4	Sauerstoffmangel in Behältern	96
6.3.5	Auswirkungen von Sauerstoffüberschuss	97
6.3.6	Experiment: Entzündung von Watte.....	98
6.4	Unfallbeispiele	99
6.4.1	Schutzgasschweißen	99
6.4.2	Oxidation mit Rapsöl	100
6.4.3	Schweißen mit Sauerstoffanreicherung	102
6.5	Schutzmaßnahmen	103
6.5.1	Vermeiden von Sauerstoffmangel.....	103
6.5.2	Vermeiden von Sauerstoffüberschuss	105
7	Brände und Explosionen	106
7.1	Einleitung.....	106
7.2	Hätten Sie es gewusst?.....	107
7.3	Gefährdungen	108
7.3.1	Voraussetzungen für Brände und Explosionen.....	108
7.3.2	Explosionsfähige Atmosphäre in Behältern	111
7.3.3	Zündquellen.....	112
7.3.4	Staubexplosion im Silo.....	114
7.4	Unfallbeispiel.....	115
7.5	Schutzmaßnahmen	116
7.5.1	Maßnahmen des Explosionsschutzes.....	116
7.5.2	Vermeiden von explosionsfähiger Atmosphäre.....	117
7.5.3	Experimente zur Reinigung und Lüftung	120
7.5.4	Vermeiden von wirksamen Zündquellen	122
7.5.5	Ausgewählte Zündschutzmaßnahmen.....	123

8	Biostoffe.....	127
8.1	Einleitung.....	127
8.2	Hätten Sie es gewusst?	128
8.3	Gefährdungen	129
8.3.1	Wirkung von Biostoffen	129
8.3.2	Einstufung in Risikogruppen und Schutzstufen.....	131
8.3.3	Tätigkeiten mit Biostoffen	133
8.4	Unfallbeispiel	134
8.5	Schutzmaßnahmen	135
8.5.1	Von der Entleerung zur Sterilisation.....	135
8.5.2	Persönliche Schutzausrüstung.....	136
8.5.3	Impfungen.....	137
8.5.4	Hygienische Maßnahmen.....	138
9	Strahlung	139
9.1	Einleitung.....	139
9.2	Hätten Sie es gewusst?	140
9.2.1	Elektromagnetische Felder.....	140
9.2.2	Elektromagnetisches Spektrum	141
9.3	Gefährdungen	142
9.3.1	Strahlungsarten und ihre Wirkung.....	142
9.3.2	Strahlenquellen in Behältern	143
9.4	Unfallbeispiel	144
9.5	Schutzmaßnahmen	145
10	Hohe und tiefe Temperaturen	147
10.1	Einleitung.....	147
10.2	Hätten Sie es gewusst?	148
10.3	Gefährdungen	149
10.3.1	Hitze- und Kälteschäden	149
10.3.2	Klimatische und nicht klimatische Faktoren	150
10.4	Unfallbeispiel	152
10.5	Schutzmaßnahmen	153

11	Mechanische Einrichtungen	154
11.1	Einleitung.....	154
11.2	Hätten Sie es gewusst?	155
11.2.1	Aufprallgeschwindigkeit.....	155
11.2.2	Aufprallkraft	156
11.3	Gefährdungen	157
11.4	Unfallbeispiel.....	158
11.5	Schutzmaßnahmen	159
11.5.1	Sicherung beweglicher Teile	159
11.5.2	Sichere Transport- und Spritzarbeiten	160
12	Elektrischer Strom	161
12.1	Einleitung.....	161
12.2	Hätten Sie es gewusst?	162
12.3	Gefährdungen	163
12.3.1	Auswirkungen von elektrischem Strom	163
12.3.2	Erhöhte elektrische Gefährdung.....	165
12.4	Unfallbeispiel.....	166
12.5	Schutzmaßnahmen	168
12.5.1	Allgemeine Anforderungen an den Betrieb von elektrischen Betriebsmitteln	168
12.5.2	Spezielle Anforderungen an den Betrieb von elektrischen Betriebsmitteln	170
12.5.3	Lichtbogenschweißarbeiten.....	172
13	Absturz	176
13.1	Einleitung.....	176
13.2	Hätten Sie es gewusst?	177
13.2.1	Absturzhöhe	177
13.2.2	Absturzsicherung.....	178
13.3	Gefährdungen	179
13.4	Unfallbeispiel.....	180
13.5	Schutzmaßnahmen	181
13.5.1	PSA gegen Absturz	181
13.5.2	PSA: Absturz und Retten	183
13.5.3	Organisatorische Maßnahmen	185

14	Versinken oder Verschütten in Silos	187
14.1	Einleitung.....	187
14.2	Hätten Sie es gewusst?	188
14.3	Gefährdungen	189
14.3.1	Versinken und Verschütten	189
14.3.2	Eigenschaften von Schüttgut.....	190
14.4	Unfallbeispiel	191
14.5	Schutzmaßnahmen	192
14.5.1	Zugangs- und Positionierungsverfahren	192
14.5.2	Organisatorische Schutzmaßnahmen	193
15	Notfall- und Rettungsmaßnahmen	194
15.1	Einleitung.....	194
15.2	Hätten Sie es gewusst?	195
15.3	Gefährdungen	196
15.4	Unfallbeispiel	198
15.5	Schutzmaßnahmen	199
15.5.1	Anlagenplanung: Freiraum für die Rettung	199
15.5.2	Rettungsgeräte bereithalten	200
15.5.3	Beispiele für PSA zum Retten	201
15.5.4	Benutzung der PSA zum Retten	203
15.5.5	Unterweisung und Übung: Was?	205
15.5.6	Unterweisung und Übung: Wer und wann?	206
15.5.7	Beispiel einer Rettung	207

Fachinformationen

1 Inhalte und Umfang

Im Fachinformationsteil informieren Sie sich themenbezogen über die Gefährdungen und Schutzmaßnahmen beim Befahren von Behältern, Silos und engen Räumen.

Das einleitende Kapitel „Befahren von Behältern“ und die Kapitel zu den 13 Gefährdungsbereichen können Sie

- Schritt für Schritt und linear durcharbeiten,
- gezielt über das Inhaltsverzeichnis ansteuern oder
- mithilfe der Volltextsuche nach Begriffen durchsuchen.

Gesamtbearbeitungsdauer: ca. 5 Stunden

Fachinformationen

2 Befahren von Behältern

2.1 Einleitung

Sprechertext der Animation

Nur eine Armlänge Platz, jeder Griff muss sitzen. Manchmal auch unter erschwerten Bedingungen wie schlechte Sicht oder zusätzliche persönliche Schutzausrüstung.

Das Befahren von Behältern, Silos und engen Räumen ist gefährlich! Es erfordert gute Kenntnisse und eine erhöhte Bedachtsamkeit.

Meistens müssen die normalen Produktionsabläufe unterbrochen werden, damit Mitarbeiter die Behälter befahren können.

Sie reinigen z.B. das Innere der Anlagen, reparieren defekte Bauteile, beseitigen Verstopfungen oder führen Wartungen durch.

Beim Befahren setzen sich die Mitarbeiter zusätzlichen Gefährdungen aus, die von den üblichen Betriebsbedingungen abweichen.

Deshalb werden die Gefährdungen oft nicht erkannt oder unterschätzt!

Als Verantwortlicher müssen Sie genau wissen, wie Sie Ihre Mitarbeiter oder die Mitarbeiter Ihrer Partnerfirma schützen können.

Das folgende Kapitel bietet Ihnen einen grundlegenden Einstieg in das Thema und die Basis für eine sichere Arbeit im Betrieb.

In diesem Kapitel erfahren Sie:

- welche Tätigkeiten zum Befahren gehören und deshalb gut geplant werden müssen,
- welche Merkmale Behälter, enge Räume und Silos aufweisen,
- welche Zugangs- und Positionierungsverfahren angewandt werden,
- welche Gefährdungen beim Befahren auftreten können.

Fachinformationen

2.2 Was bedeutet Befahren?

Das Wort Befahren ist in der chemischen Industrie und der übrigen Wirtschaft ein gebräuchlicher Oberbegriff. Gemäß DGUV Regel 113-004¹ umfasst er das Arbeiten und Aufhalten in Behältern, Silos und engen Räumen.

Arbeiten

Zum Befahren gehören Arbeiten, bei denen sich Personen in Behältern, Silos und engen Räumen aufhalten, wie z.B.:

- Instandhaltung² (Instandsetzung, Wartung, Inspektion),
- Störungsbeseitigung³,
- Reinigung⁴,
- Fertigungs- und Änderungsarbeiten,
- Feuerfestbau.

Aufhalten

Unter Aufhalten versteht man das

- Betreten,
- Befahren,
- Einfahren,
- Einsteigen,
- Hineinbeugen.

Beachten Sie: Das Befahren gehört zu den gefährlichen Arbeiten⁵ nach DGUV Regel 100-001! Deshalb darf es nie allein ausgeführt werden.

¹ Die DGUV Regel 113-004 „Behälter, Silos und enge Räume“ unterstützt den Unternehmer bei der Umsetzung staatlicher Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften und bietet viele Hilfestellungen zur Vermeidung von Unfällen.

Die DGUV Regel 113-004 bildet die zentrale Grundlage dieses Informationssystems.

² Zur Instandhaltung gehören z.B. Instandsetzungsarbeiten wie das Ausbessern von Wandungen oder das Austauschen von Bauteilen. Außerdem müssen die Bauteile gewartet werden (schmieren, nachstellen etc.). Inspektionsarbeiten wie innere Prüfungen zählen ebenfalls zur Instandhaltung.

³ Wenn z.B. Rührblätter defekt oder Förderschnecken verklemmt bzw. verstopft sind und die Störung nicht von außen behoben werden kann, müssen Mitarbeiter die Anlagen befahren.

⁴ Reinigungen sollten möglichst von außen mit entsprechenden Reinigungsgeräten durchgeführt werden. Dies ist jedoch nicht immer möglich. Restmengen wie z.B. Anbackungen an den Wandungen müssen ggf. von innen beseitigt werden.

⁵ Querverweis zum Lexikoneintrag „Gefährliche Arbeiten“

Fachinformationen

2.3 Die Arbeitsorte

2.3.1 Behälter und enge Räume

Mit Behältern und engen Räumen assoziieren wir gemeinhin wenig Platz, eine belastende Atmosphäre und Dunkelheit. Wie definiert die DGUV Regel 113-004 Behälter und enge Räume?

1. Behälter und enge Räume sind allseits oder überwiegend von festen Wandungen umgeben.
2. Es können Gefährdungen bestehen oder entstehen, die über das übliche Gefährdungspotenzial am Arbeitsplatz hinausgehen.
Mögliche Gründe: geringer Luftaustausch, räumliche Enge, Stoffe, Gemische, Verunreinigungen, Einrichtungen.

Als Behälter und enge Räume gelten z.B. Kessel, Tanks, Tanktassen¹, Gruben, Schächte, Kanäle, Rohrleitungen, Schiffsräume oder Hohlräume in Maschinen bzw. Bauwerken.

¹ Auch Tanktassen, Gruben, Schächte, Kanäle oder Naben, Rotorblätter und Spinner von Windenergieanlagen können als enge Räume eingestuft werden. Und zwar immer dann, wenn der Luftaustausch z.B. durch hohe Wandungen gering ist, wenn Gefahrstoffe ausströmen oder sich ansammeln können oder wenn Sauerstoffmangel entstehen kann.

Fachinformationen

2.3.2 Silos

Silos sind eine besondere Form von Behältern, die der Lagerung von Schüttgütern¹ dienen. Sie werden von oben befüllt und nach unten oder zur Seite wieder entleert. Häufig verwendet man hierzu mechanische Fördereinrichtungen.

Aufgrund des Schüttgutes können in Silos zusätzliche Gefährdungen auftreten, die im Kapitel Versinken oder Verschütten in Silos² gesondert behandelt werden.

Zur besseren Lesbarkeit wird im Folgenden häufiger der Oberbegriff Behälter für Behälter, Silos und enge Räume verwendet.

¹ Beispiele für Schüttgut: Zement, Kalksteinmehl, Kunststoffgranulat, Soda, Futtermittel, Zucker.

² Querverweis in das Kapitel 14 „Versinken oder Verschütten in Silos: Einleitung“

Fachinformationen

2.3.3 Zugänge

Die Zugänge zu Behältern und engen Räumen befinden sich oben, an der Seite oder unten.

Beispiele für Zugänge sind

- Mannlöcher,
- Türen,
- Einstiege,
- Einstiege mit Steigleitern,
- Einstiege mit Steigeisengängen.

An den Zugängen lauern bereits die ersten Gefährdungen für den ein-fahrenden Mitarbeiter: Steigleitern und Steigeisengänge können verschmutzt oder rutschig sein, Einstiege und Mannlöcher können zu klein für die Rettung oder zugebaut sein. Mehr dazu erfahren Sie in den weiteren Kapiteln¹ des Fachinformationsteils.

¹ Kapitel „Sichere Anlagen planen und konstruieren“ und Kapitel „Notfall- und Rettungsmaßnahmen“

Fachinformationen

2.3.4 Zugangs- und Positionierungsverfahren

Beim Befahren von Behältern und engen Räumen wird zwischen Zugangs- und Positionierungsverfahren unterschieden.

Zugangsverfahren

Die Zugangsverfahren dienen – wie der Name schon sagt – nur dem Zugang zum Behälter.

Beispiele:

- einfacher Einstieg ohne weitere Hilfsmittel (Zugang „auf Fußbodenebene“),
- Einstieg über feste oder mobile Leitern,
- Zugang mithilfe hochziehbarer Personenaufnahmemittel (PAM)¹, unter bestimmten Voraussetzungen auch mit Auffanggurt²,
- Zugang mithilfe individuell zusammengesetzter seilunterstützter Verfahren (Ausbildung notwendig)³.

Informationen zur Auswahl der Verfahren erhalten Sie im Kapitel Organisation und Arbeitsplanung⁴.

Positionierungsverfahren

Mithilfe der Positionierungsverfahren gelangt der Mitarbeiter an eine bestimmte Stelle⁵ im Behälter. Er verbleibt im System und führt von dort seine Arbeiten aus.

Verwenden Sie für die Positionierung hochziehbare Personenaufnahmemittel (PAM)⁶ wie z.B. Einrichtungen mit Arbeitssitzen oder Siloeinfahrtseinrichtungen (SEE). Bei entsprechender Ausbildung können aber auch seilunterstützte Zugangs- und Positionierungsverfahren⁷ eingesetzt werden.

Weitere Informationen zu Positionierungsverfahren erhalten Sie im Kapitel Organisation und Arbeitsplanung⁸.

¹ Querverweis zum Lexikoneintrag „Personenaufnahmemittel, hochziehbar“

² Anstelle eines Personenaufnahmemittels wie dem Arbeitssitz kann der Mitarbeiter in der Einfahrtseinrichtung auch einen Auffanggurt tragen. Allerdings nur, wenn beim Herausziehen die maximale Hubzeit von 5 Minuten nicht überschritten wird. Der Auffanggurt dient gleichzeitig der Rettung.

³ Querverweis zum Lexikoneintrag „Seilunterstützte Zugangs- und Positionierungsverfahren (SZP)“

⁴ Querverweis in das Kapitel 3 „Organisation und Arbeitsplanung: Zugangsverfahren“

⁵ Beispiel: Austausch von Rührblättern in der Mitte des Behälters

⁶ Als Positionierungsverfahren können Personenaufnahmemittel nach der DGUV Regel 101-005 „Hochziehbare Personenaufnahmemittel“ benutzt werden.

⁷ Querverweis zum Lexikoneintrag „Seilunterstützte Zugangs- und Positionierungsverfahren (SZP)“

⁸ Querverweis in das Kapitel 3 „Organisation und Arbeitsplanung: Positionierungsverfahren“

Fachinformationen

2.4 Gefährdungen und Schutzmaßnahmen im Überblick

Die möglichen Gefährdungen beim Befahren von Behältern, Silos und engen Räumen sind vielfältig. Sie entstehen durch organisatorische Mängel, bauliche Einrichtungen, Betriebsmittel, Gefahrstoffe, gefährliche Medien, Zubereitungen oder erschwerte Zugangsbedingungen.

Eine gründliche organisatorische und auch technische Vorbereitung ist deshalb unverzichtbar.

Gefährdungsbereiche

Gefährdung: Organisatorische Mängel

Schutzmaßnahmen:

- Zuständigkeiten delegieren und kommunizieren
- Wer darf als Aufsichtführender und Sicherungsposten generell tätig werden und wer wird im konkreten Fall benannt?
- Erlaubnisschein ausstellen und Wirksamkeit der Maßnahmen vor Arbeitsbeginn kontrollieren
- alle Beteiligten, auch Partnerfirmen unterweisen
- geeignete Zugangs-/Positionierungsverfahren wählen
- Rettungsgeräte bereithalten und Rettung üben
- notwendige PSA bereitstellen
- Pausen bei schwerer körperlicher Belastung einplanen

Gefährdung: Planungs- und Konstruktionsfehler

Schutzmaßnahmen:

- Nutzungsbedingungen und Rettungsmöglichkeiten im Vorfeld der Anlagenkonstruktion berücksichtigen
- gut erreichbare und ausreichend große Zugangsöffnungen konstruieren
- Abtrennmöglichkeiten und Anschlagpunkte einplanen

Gefährdung: Gefahrstoffe

Schutzmaßnahmen:

- Behälter vor der Arbeit vollständig entleeren und reinigen
- Behälter vor der Arbeit vollständig und sicher abtrennen
- Behälter vor und während der Arbeit belüften
- Behälter vor der Arbeit freimessen und ggf. kontinuierlich überwachen
- ggf. Atemschutz, Hand- und Hautschutz verwenden
- kontaminierte PSA gut reinigen

Gefährdung: Sauerstoffmangel

Schutzmaßnahmen:

- Behälter vor der Arbeit vollständig entleeren und reinigen
- Behälter vor der Arbeit vollständig und sicher abtrennen
- Behälter vor und während der Arbeit belüften
- Behälter vor der Arbeit freimessen und ggf. kontinuierlich überwachen
- ggf. permanent den Sauerstoffgehalt überprüfen
- ggf. Atemschutz benutzen

Gefährdung: Sauerstoffüberschuss

Schutzmaßnahmen:

- Behälter vor der Arbeit vollständig entleeren und reinigen
- Behälter vor der Arbeit freimessen und ggf. kontinuierlich überwachen
- Behälter vor und ggf. während der Arbeit belüften
- Sauerstoffflaschen nicht in den Behälter einbringen, Sauerstoffzuleitungen kurz halten
- Fehlbedienungen und Undichtigkeiten bei Verfahren/Einrichtungen mit Sauerstoffanreicherung vermeiden
- ggf. permanent den Sauerstoffgehalt überprüfen

Gefährdung: Brände und Explosionen

Schutzmaßnahmen:

- Behälter vor der Arbeit vollständig entleeren und reinigen
- brennbare Stoffe entfernen, Druckgasflaschen nicht mit einbringen
- Behälter vor der Arbeit vollständig und sicher abtrennen
- auf einwandfreie Gasschläuche achten
- Behälter vor der Arbeit freimessen und ggf. kontinuierlich überwachen
- Behälter während der Arbeit be- und entlüften
- ggf. Raumluft permanent überwachen
- Behälter in Ausnahmefällen inertisieren
- Zündquellen sicher vermeiden, wenn eine explosionsfähige Atmosphäre nicht auszuschließen ist

Gefährdung: Biostoffe

Schutzmaßnahmen:

- Behälter vor der Arbeit vollständig entleeren und reinigen
- Behälter vor der Arbeit vollständig und sicher abtrennen
- Behälter desinfizieren und ggf. sterilisieren
- ggf. geeignete PSA bereithalten (Handschutz, Atemschutz)
- ggf. Impfungen anbieten
- ggf. arbeitsmedizinische Vorsorge
- hygienische Grundregeln einhalten

Gefährdung: Strahlung

Schutzmaßnahmen:

- Strahlenquelle vor der Arbeit entfernen
- Strahlenquelle vor der Arbeit wirksam abschirmen
- Strahlenquelle vor der Arbeit abschalten und sichern
- Behälter vor der Arbeit reinigen
- ggf. Aufenthaltsdauer begrenzen und weitere persönliche/organisatorische Maßnahmen ergreifen

Gefährdung: Hohe und tiefe Temperaturen

Schutzmaßnahmen:

- Kühl-/Heizeinrichtungen vor der Arbeit abschalten und sichern
- Zuführungsleitungen vor der Arbeit abtrennen
- geeignete PSA bereithalten
- ggf. Aufenthaltsdauer begrenzen

Gefährdung: Mechanische Einrichtungen

Schutzmaßnahmen:

- Antriebe gegen unbeabsichtigtes Anlaufen sichern
- Ingangsetzung aufgrund gespeicherter Energie vermeiden
- geeignete Transportbehälter und -einrichtungen benutzen
- Aufhalten unter schwebenden Lasten vermeiden
- Strahl-/Spritzarbeiten ohne Gefährdung anderer durchführen

Gefährdung: Elektrischer Strom

Schutzmaßnahmen:

- elektrische Betriebsmittel abschalten und sichern
- nur intakte und geprüfte Geräte benutzen
- nur Betriebsmittel mit Schutzkleinspannung oder Schutztrennung bzw. FI-Schalter benutzen
- ortsveränderliche Stromquellen außerhalb des Behälters aufstellen

Gefährdung: Absturz

Schutzmaßnahmen:

- geeignete Absturzsicherung/PSA gegen Absturz benutzen
- Betriebsanweisung zur Benutzung der PSA gegen Absturz erstellen
- sachgemäßes Anpassen und Lagern der PSA
- geeignete Zugangsverfahren, Anschlagpunkte wählen

Gefährdung: Versinken oder Verschütten in Silos

Schutzmaßnahmen:

- Füll- und Entnahmeeinrichtungen abschalten und sichern
- Schüttgüter ohne Sicherung und Erlaubnis nicht betreten
- feste Arbeitsbühnen, Arbeitskörbe oder Siloeinfahreinrichtungen benutzen
- nicht unterhalb anstehender/anhaftender Schüttgüter aufhalten
- anstehendes/anhaftendes Schüttgut nur von oben mit geeigneten Hilfsmitteln entfernen
- keine Höhensicherungsgeräte, Strickleitern u.ä. benutzen

Gefährdung: Unzureichende Rettungsmaßnahmen

Schutzmaßnahmen:

- geeignete PSA zum Retten und Transportmittel zum Retten vor Ort bereithalten
- Betriebsanweisung zur Benutzung der PSA erstellen
- Rettungsgurt schon während der Arbeit anlegen
- Rettungswege und Zugänge freihalten
- Alarm- und Rettungsplan aufstellen
- Feuerlöscheinrichtungen bei Brandgefahr bereithalten
- Unterweisung und Training der Rettungsmaßnahmen
- bei Beteiligung mehrerer Unternehmen exakt abstimmen, wer für die Rettung verantwortlich ist

Fachinformationen

3 Organisation und Arbeitsplanung

3.1 Einleitung

Sprechertext der Animation

Gar nicht so einfach, immer an alles zu denken und die richtigen organisatorischen Maßnahmen einzuleiten. Besonders, wenn die Zeit mal wieder knapp ist oder am Vortag doch schon alles in Ordnung war. Und dennoch: Eine gründliche Planung und Organisation ist beim Befahren von Behältern das A und O!

Nur so können Sie sichere Rahmenbedingungen schaffen und für einen reibungslosen Arbeitsablauf sorgen. Klären Sie als Verantwortlicher die Zuständigkeiten und stellen Sie ein kompetentes Team mit allen erforderlichen Posten zusammen.

Planen Sie den Arbeitsablauf – vor dem Befahren, währenddessen und bis zum Schluss. Denken Sie an alle Gefährdungen und an alle Maßnahmen wie z.B. den Erlaubnisschein oder die praktische Unterweisung.

Sorgen Sie auch für ein sicheres Arbeitsumfeld mit geeignetem Zugangsverfahren und Rettungstechnik.

Und nicht zuletzt: Bedenken Sie, was in Punkto Verantwortung und Rechtsfolgen auf Sie zukommen kann. Sprechen Sie auch mit Ihren Mitarbeitern und Ihren Partnerfirmen.

In diesem Kapitel erfahren Sie

- welche organisatorischen Mängel entstehen können,
- wer am Befahren beteiligt sein soll und welche Aufgaben er übernehmen muss,
- wie der Arbeitsablauf mit Erlaubnisschein, Unterweisung, PSA und Co. sicher organisiert wird,
- wie das Arbeitsumfeld vorbereitet und das richtige Zugangs- bzw. Positionierungsverfahren ausgewählt wird,
- wer welche Verantwortung übernimmt und mit welchen Rechtsfolgen rechnen muss,
- was bei der Beauftragung eines Partnerunternehmens zu beachten ist.

Fachinformationen

3.2 Hätten Sie es gewusst?

Was schätzen Sie? Wie viel Prozent aller Befahrungsfälle entstehen durch organisatorische Mängel bzw. Versäumnisse?

Mögliche Antworten:

- 5 – 10 %
- 25 – 30 %
- 55 – 60 %
- 75 – 80 %
- 85 – 90 %

Antwort

- 85 – 90 %

Feedbacktext

Richtig: Ihre Einschätzung ist genau richtig. Bei der organisatorischen Planung kann viel falsch gemacht werden.

Falsch: Sie haben die organisatorischen Mängel unterschätzt! Achten Sie umso mehr auf eine durchdachte und genaue organisatorische Planung.

Fachinformationen

3.3 Gefährdungen

Die Gefährdungen durch organisatorische Mängel sind vielfältig. Sie lassen sich in drei Bereiche einteilen.

Organisatorische Mängel

Zuständigkeiten

Mangelnde Delegation und Kommunikation von Zuständigkeiten

- keinen Aufsichtführenden¹ benannt
- keinen Sicherungsposten² benannt
- ungeeigneten Aufsichtführenden und/oder Sicherungsposten eingesetzt
- keine klare Absprache der Verantwortungs-/Aufgabenbereiche, insbesondere zur Rettung

Arbeitsvorbereitung

Mangelnde Gefährdungsbeurteilung, Kontrolle und Unterweisung vor der Arbeit

- keinen Erlaubnisschein³ ausgestellt
- Erlaubnisschein nach längerer Arbeitsunterbrechung nicht aktualisiert
- keine Wirksamkeitskontrolle⁴ der Schutzmaßnahmen vor Arbeitsbeginn
- keine bzw. mangelhafte Unterweisung

Arbeitsumfeld

Schlechte Organisation des Arbeitsumfeldes

- schlecht gewähltes Zugangsverfahren (Absturzgefahr, erhöhte körperliche Belastung, Versinken im Schüttgut)
- zu wenig Platz/verstellter Zugangsbereich (Beeinträchtigung der Rettung)
- keine Rettungsgeräte vor Ort bereitgestellt
- keine Maßnahmen gegen den Zutritt von Unbefugten ergriffen

¹ Querverweis zum Lexikoneintrag „Aufsichtführender“

² Querverweis zum Lexikoneintrag „Sicherungsposten“

³ Querverweis zum Lexikoneintrag „Erlaubnisschein“

⁴ Beispiel: Überprüfung des installierten Lüfters

Fachinformationen

3.4 Unfallbeispiel

Nur allzu schnell kommt es durch organisatorische Versäumnisse zu schwerwiegenden Unfällen. Insbesondere sollten Sie sich nicht in Sicherheit wiegen, nur weil am Vortag ja auch alles problemlos verlief.¹

Unfallhergang

Arbeitsauftrag: Restreinigungen im Tank

Ein Vorarbeiter der Firma Schmidts & Co. beauftragt zwei seiner Mitarbeiter Restreinigungen in einem Tank vorzunehmen. Da der Tank bereits am Vortag befahren wurde, hält der Vorarbeiter Schutzmaßnahmen für überflüssig.

Beseitigung von Anbackungen

Während einer der Mitarbeiter ein Kehrblech für die abgespachtelten Anbackungen holt, steigt der andere Mitarbeiter schon einmal in den Tank und fängt an zu arbeiten.

Der erste Mitarbeiter wird bewusstlos

Nach 2 Minuten arbeiten im Tank fällt der Mitarbeiter plötzlich bewusstlos um.

Als der gerade zurückgekommene Kollege den Mitarbeiter im Tank liegen sieht, steigt er ohne zu überlegen hinterher.

Er kniet sich hin, um dem bewusstlosen Mitarbeiter zu helfen.

Der zweite Mitarbeiter wird bewusstlos

Aber auch er wird ohne Vorwarnung bewusstlos.

Im selben Moment erscheint der Vorarbeiter und merkt, dass etwas nicht stimmt.

Der Vorarbeiter steigt schockiert in den Tank, beugt sich über seine Mitarbeiter und fällt sofort bewusstlos um.

Der dritte Mitarbeiter wird bewusstlos

Erst der vierte Zeuge ruft sofort die Werkfeuerwehr, die alle drei Verunglückten in letzter Minute retten kann.



¹ Diesem Unfallbeispiel liegt ein realer Unfall aus der Praxis zugrunde. Neben den beschriebenen Versäumnissen kann deshalb auch die verwendete PSA unvollständig sein und nicht den Sicherheitsanforderungen entsprechen.



Unfallursache

Alle drei Mitarbeiter wurden durch Sauerstoffmangel bewusstlos. Gasausdünstungen aus Anbackungen im Tank verdrängten den Sauerstoff über Nacht.

Die Tatsache, dass bereits am Vortag im Tank gearbeitet wurde, täuschte eine nicht vorhandene Sicherheit vor. Der Vorarbeiter verzichtete dadurch komplett auf die üblichen organisatorischen Schutzmaßnahmen.

Unfallvermeidung

Die Gefährdung wurde völlig unterschätzt! In jedem Fall sind alle organisatorischen Maßnahmen auch an Folgetagen zu realisieren.

In diesem Beispiel:

- verlängerter Erlaubnisschein und die damit verbundenen Maßnahmen (z.B. erneutes Freimessen und Lüften),
- Bereithalten von Rettungstechnik,
- Sicherungsposten.

Fachinformationen

3.5 Schutzmaßnahmen I: Grundsatz

Da das Befahren von Behältern, Silos und engen Räumen ein hohes Gefährdungspotential besitzt, muss immer geprüft werden, ob sich das Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen vermeiden lässt.

Hier zwei Beispiele:

Inspektionen von Schächten oder Kanälen können mit einer ferngesteuerten Kamera erfolgen.

Eine Behälterreinigung kann mit geeigneten Reinigungsvorrichtungen von außen durchgeführt werden.

Fachinformationen

3.6 Schutzmaßnahmen II: Zuständigkeiten

3.6.1 Klärung von Zuständigkeiten

Wer übernimmt welche Verantwortung? Wer gibt den Behälter zum Befahren frei? Wer unterweist die Mitarbeiter wann und wie oft? Wer führt die Schutzmaßnahmen durch und überprüft sie? Wer ist für die Rettung verantwortlich?

In Punkto Zuständigkeiten ergeben sich eine ganze Reihe an Fragen, die der Unternehmer¹ im Vorfeld der Arbeiten unbedingt klären und in einer betrieblichen Arbeitsablauforganisation² schriftlich festlegen muss. Denn sonst fühlt sich niemand zuständig.

Insbesondere muss der Unternehmer wissen, wer für welche Aufgaben geeignet ist und z.B. als Aufsichtführender oder Sicherungsposten fungieren darf.

¹ Querverweis zum Lexikoneintrag „Unternehmer“

² Im computergestützten Managementsystem des Betriebes kann der Unternehmer alle Arbeitsschritte und verantwortlichen Mitarbeiter verwalten. Hier kann auch festgehalten werden, wer generell als Aufsichtführender und Sicherungsposten fungieren darf.

Fachinformationen

3.6.2 Aufsichtführender

Vor Beginn der Arbeiten muss der Unternehmer eine zuverlässige und weisungsbefugte Person benennen, die als Aufsichtführender¹ fungiert.

Der Aufsichtführende

- übernimmt die Gesamtaufsicht und sichert die gegenseitige Abstimmung der Beteiligten,
- muss die Einhaltung der Schutzmaßnahmen vor der Arbeit und in regelmäßigen Abständen² überwachen,
- muss kurzfristig verfügbar³ sein,
- kann im Auftrag des Unternehmers den Erlaubnisschein ausstellen.

Für diese verantwortungsvollen Aufgaben muss der Aufsichtführende mit den zu tätigen Arbeiten, Gefährdungen und Schutzmaßnahmen bestens vertraut sein.

¹ Als weisungsbefugter Aufsichtführender kommen z.B. Unternehmer, Betriebsleiter, Schichtmeister/-leiter oder Vorarbeiter in Betracht.

² Welcher Zeitabstand für die Kontrollen angemessen ist, kann nicht pauschal festgelegt werden. Die Zeitabstände sind abhängig

- vom Gefährdungspotenzial,
- von der Zuverlässigkeit der Mitarbeiter,
- von der Art der getroffenen Schutzmaßnahmen.

Beispiele

Beteiligte	Kontrollen
neue Partnerfirma (Zuverlässigkeit noch nicht bekannt)	mehrmals am Tag
zuverlässiger Sicherungsposten des eigenen Unternehmens, der kompetent intervenieren kann	Kontrolle durch den Sicherungsposten ist i.d.R. ausreichend
zuverlässige eigene Mitarbeiter, die unter Berücksichtigung festgelegter Standard-Sicherungsmaßnahmen arbeiten	zu Beginn und zum Ende der Arbeiten

³ Der Aufsichtführende muss nicht ständig unmittelbar zugegen sein, sollte sich aber gut erreichbar auf dem Betriebsgelände aufhalten.

Fachinformationen

3.6.3 Sicherungsposten

Neben dem Aufsichtführenden hat der Unternehmer mindestens einen Sicherungsposten einzusetzen.

Der Sicherungsposten

- ist den einfahrenden Mitarbeitern beim Zugang behilflich,
- hält ständige Verbindung¹ mit den Arbeitern im Behälter,
- darf neben den Sicherungsaufgaben keine andere Aufgabe verrichten,
- ist mit den Notfall- und Rettungsmaßnahmen vertraut und kann jederzeit Hilfe holen.

Für diese Aufgaben muss der Sicherungsposten älter als 18 Jahre² und vor allem geistig und körperlich fit³ sein.

So nicht!⁴

¹ Sichtverbindung, Sprechverbindung oder Personennotsignalanlagen (PNA)

² Da das Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen besonders gefährlich ist, dürfen Jugendliche unter 18 Jahren generell nur dann dort arbeiten, wenn es zur Erreichung ihres Ausbildungsziels notwendig ist.

³ Der Sicherungsposten muss für seine verantwortungsvolle Aufgabe geeignet sein:

Körperliche Fitness

- Er kann Gefährdungen visuell bzw. akustisch wahrnehmen.
- Er kann die PSA zum Retten (ggf. auch PSA gegen Absturz) sicher bedienen und eine Person mit dieser PSA aus dem Gefahrenbereich transportieren.
- Falls er Atemschutz benutzen muss, wurde die notwendige arbeitsmedizinische Vorsorge angeboten bzw. durchgeführt.

Geistige Fitness

- Er ist zuverlässig und lässt sich von seiner Beobachtungsaufgabe nicht ablenken.
- Er kann Gefährdungen als solche rechtzeitig erkennen und bewerten.
- Er bewahrt Ruhe und kann die Rettung in der Stresssituation durchführen.

Sehen Sie sich hierzu auch den Artikel zum Sicherungsposten in den Umsetzungshilfen dieses Programms an.

⁴ **Unverstand mit Glück!**

In einer Abwassergrube sollen Instandsetzungsarbeiten durchgeführt werden. Ein Mitarbeiter steigt ohne ausreichende Schutzmaßnahmen in die Grube und wird aufgrund von Sauerstoffmangel durch aufsteigende Faulgase bewusstlos.

Als Sicherungsposten fungiert ein Mann mit einer Beinprothese. Er ist körperlich für die Aufgaben als Sicherungsposten nicht geeignet und kann selbständig nicht die notwendigen Rettungsmaßnahmen durchführen.

In diesem Fall ein Glück, denn der Sicherungsposten wäre ansonsten ohne schützende Rettungstechnik hinterhergestiegen, wenn er körperlich dazu in der Lage gewesen wäre! So aber macht er das einzig Richtige und ruft Hilfe herbei.

Fachinformationen

3.6.4 Mehrere Unternehmer

Wer ist der verantwortliche Unternehmer, wenn mehrere Unternehmen gleichzeitig in einem Behälter arbeiten bzw. der Betreiber den Behälter vorbereitet, aber ein anderes Unternehmen die Arbeiten durchführt?

Grundsätzlich ist immer der Unternehmer für die Sicherheit verantwortlich, dessen Beschäftigte im Behälter tätig sind.

Arbeiten Mitarbeiter mehrerer Unternehmen in einem Behälter, müssen Sie genau abstimmen und z.B. im Erlaubnisschein dokumentieren, wer die erforderlichen Sicherungsmaßnahmen übernimmt, insbesondere das Freimessen, die Rettung und das Benennen eines Aufsichtführenden.

Der Aufsichtführende wird i.d.R. vom Betreiber des Behälters eingesetzt.

Fachinformationen

3.7 Schutzmaßnahmen III: Arbeitsvorbereitung

3.7.1 Vom Arbeitsbeginn zum Arbeitsende

Was ist vor Arbeitsbeginn bis hin zum sicheren Abschluss der Arbeiten noch zu beachten?

(1) Vor der Arbeit

Die Arbeiten dürfen erst begonnen werden, wenn die Gefährdungen vom Unternehmer bzw. Aufsichtführenden ermittelt, die Schutzmaßnahmen schriftlich festgelegt und getroffen sowie die Mitarbeiter entsprechend unterwiesen wurden.

(2) Während der Arbeit

Besonders bei erhöhter körperlicher Belastung (z.B. durch schwere Arbeitsgeräte oder Atemschutzmasken) sind vom Unternehmer bzw. Aufsichtführenden genügend Pausen anzuordnen.

(3) Nach Arbeitsunterbrechungen

Nach längeren Arbeitsunterbrechungen¹ muss der Aufsichtführende die Wirksamkeit der festgelegten Schutzmaßnahmen überprüfen (z.B. erneutes Freimessen, Außerbetriebnahme von Einrichtungen kontrollieren).

(4) Beendigung der Arbeit

Der Unternehmer bzw. Aufsichtführende darf die Schutzmaßnahmen erst aufheben, wenn die Arbeiten komplett abgeschlossen und die Behälter verlassen wurden.

¹ Beispiele: Wiederaufnahme der Arbeit am Folgetag oder Schichtwechsel

Fachinformationen

3.7.2 Erlaubnisschein

Der Fahrschein für das Arbeiten im Behälter heißt Erlaubnisschein¹. Nur mit diesem Schein darf ein Behälter befahren werden.

Ein auf die betrieblichen Belange abgestimmter Erlaubnisschein dient als Checkliste, die es in kompakter Form ermöglicht, alle Gefährdungen zu erfassen und die erforderlichen Schutzmaßnahmen festzulegen.

Der vom Unternehmer bzw. Aufsichtführenden ausgefüllte Erlaubnisschein stellt somit die Gefährdungsbeurteilung² für die jeweilige Arbeit im Behälter für eine bestimmte Tätigkeit zu einem bestimmten Zeitpunkt dar.

Mit der Unterschrift vom Aufsichtführenden oder Unternehmer, vom Sicherungsposten und ggf. von der beauftragten Partnerfirma werden die Schutzmaßnahmen bestätigt und die Arbeiten freigegeben. Nach längeren Arbeitsunterbrechungen muss der Erlaubnisschein verlängert oder neu ausgestellt werden.

Hinweis³

¹ Der Erlaubnisschein oder auch Befahrerlaubnisschein kann bei regelmäßig wiederkehrenden Arbeiten mit gleichbleibenden Schutzmaßnahmen durch eine Betriebsanweisung ersetzt werden.

² Mit dem Erstellen des Erlaubnisscheines anhand des Mustererlaubnisscheines auf dieser Seite konkretisieren Sie den allgemeinen Gefährdungskatalog nach Abschnitt 3.3. der DGUV Regel 113-004 für Ihre Arbeitssituationen. Bei dieser Gefährdungsbeurteilung müssen Sie sich u.a. folgende Fragen stellen:

- Befinden sich Gefahrstoffe bzw. gefährliche Medien im Behälter? Wenn ja, welche?
- Kann Sauerstoffmangel eintreten?
- Existiert eine explosionsfähige Atmosphäre?
- Welche beweglichen Einbauten gibt es und welche Gefährdungen gehen von ihnen aus?
- Welche Art von Zuleitungen gibt es?
- Wie sehen der Zugang und die Einstiegsmöglichkeiten aus?
- Bestehen Gefährdungen durch Strahlung, Elektrizität oder Biostoffe?
- ...

³ Gehen von Einrichtungen auf dem Betriebsgelände oder der Nachbarschaft Gefahren aus, sind die Schutzmaßnahmen ebenfalls festzuhalten und abzustimmen.

Fachinformationen

3.7.3 Unterweisung der Mitarbeiter

Die Pflicht zur Unterweisung obliegt dem Unternehmer¹. Er muss alle Beteiligten² vor Aufnahme der Arbeiten über die Gefährdungen und Schutzmaßnahmen aufklären.

Die Unterweisung findet auf Grundlage der Gefährdungsbeurteilung und des Erlaubnisscheins statt. Damit die Mitarbeiter alle Maßnahmen genau verstehen und dementsprechend handeln können, sollten praktische Übungen³ z.B. zur Rettung und konkrete Erklärungen im Vordergrund stehen.

Bei regelmäßig wiederkehrenden und gleichartigen Arbeiten kann die Unterweisung in angemessenen Zeitabständen, aber mindestens einmal jährlich erfolgen.

¹ Der Unternehmer kann diese Verpflichtung auch an andere geeignete Personen, wie z.B. den Aufsichtführenden, delegieren.

² Auch beteiligte Partnerfirmen, wie z.B. ein spezialisiertes Reinigungsunternehmen, müssen über die örtlichen Gegebenheiten mit den Gefährdungen und festgelegten Schutzmaßnahmen informiert werden. Die konkrete Unterweisung zur Arbeitsdurchführung übernimmt jedoch das Partnerunternehmen selbst.

³ Praktische Übungen sollten vor allem in folgenden Bereichen durchgeführt werden:

- Benutzung der persönlichen Schutzausrüstung gegen Absturz und zum Retten,
- Maßnahmen der Ersten Hilfe,
- Benutzung von Atemschutzgeräten,
- Handhabung von Feuerlöscheinrichtungen.

Weitere Informationen zur Unterweisung von Rettungsmaßnahmen erhalten Sie im Kapitel „Notfall- und Rettungsmaßnahmen“.

Fachinformationen

3.7.4 Nutzung von Betriebsmitteln

Für Betriebsmittel gelten in Behältern, Silos und engen Räumen besondere Bestimmungen. Auch hierüber müssen die Mitarbeiter informiert werden.

- (1) In die Behälter dürfen grundsätzlich¹ keine Druckgasflaschen mitgenommen werden. Beachten Sie außerdem, dass Gasleitungen zu den Flaschen außerhalb des Behälters möglichst kurz sind.
- (2) Feuerlösch- und Explosionsunterdrückungsanlagen müssen vor Arbeitsbeginn außer Betrieb gesetzt² und gegen unbeabsichtigtes Einschalten gesichert werden.
- (3) Elektrische Betriebsmittel³ müssen die Sicherheitsanforderungen gemäß DGUV Regel 113-004 - Behälter, Silos und enge Räume Teil 1, Abschnitt 4.10 erfüllen.

¹ Ausnahmen:

Feuerlöscher oder Druckgasbehälter für Atemschutzgeräte, die z.B. bei der Rettung eingesetzt werden, dürfen in Behälter mitgenommen werden.

Auch wenn Gefährdungen durch zu lange Zuleitungen entstehen (i.d.R. mehr als 100 m), dürfen Druckgasflaschen unter Einhaltung zusätzlicher Schutzmaßnahmen mitgeführt werden.

Die zusätzlichen Schutzmaßnahmen sind nachzulesen in der DGUV Vorschrift 79 „Verwendung von Flüssiggas“ und DGUV Regel 100-500 „Betreiben von Arbeitsmitteln“ (Schweißen: Kapitel 2.26, Abs. 3.7).

² Feuerlösch- und Explosionsunterdrückungsanlagen reagieren auf feinste Veränderungen im Behälter. Da ein einfahrender Mitarbeiter den Sensor zur Freigabe von Löschmittel auslösen könnte, müssen die Anlagen vor dem Befahren ausgeschaltet werden.

Schutzmaßnahmen gegen die Explosionsgefährdung beim Befahren von Behältern finden Sie im Kapitel 7 „Brände und Explosionen“.

³ Querverweis ins Kapitel 12 „Elektrischer Strom: Begrenzte leitfähige Behälter“

Fachinformationen

3.7.5 Persönliche Schutzausrüstung

Kleider machen nicht nur Leute, sondern sollen auch sicher sein!

Der Unternehmer muss für seine Mitarbeiter eine persönliche Schutzausrüstung (PSA) gegen die jeweiligen Gefährdungen zur Verfügung stellen¹.

Je nach Gefährdungsbeurteilung kann für den einfahrenden Mitarbeiter zusätzliche PSA erforderlich sein (z.B. Atemschutz²).

(1) Geeigneter Schutzhelm

Herkömmliche Industrielhelme sind beim Befahren von Behältern nicht gut geeignet. Es sollten z.B. spezielle Helme für Höhenarbeiter mit sicherer Beriemung getragen werden. Sie fallen beim Herunterbeugen nicht vom Kopf und lassen sich auf dem Kopf auch nicht nach vorne schieben. Außerdem haben sie kein störendes Schild.

Auch der Sicherungsposten muss einen Helm tragen, der sicher auf dem Kopf bleibt!

(2) Geschlossener Arbeitsanzug

Ein geschlossener Arbeitsanzug mit langen Ärmeln schützt vor Schmutz und oberflächlichen mechanischen Verletzungen. Besteht Brand- oder Explosionsgefahr, sollte vorzugsweise flammhemmende Schutzkleidung getragen werden.

(3) Sicherheitsschuhe

Feste, geschlossene Sicherheitsschuhe sorgen für ausreichend Trittsicherheit und vermeiden elektrostatische Aufladungen. Die eingenahte Stahlkappe schützt den Zehenbereich außerdem vor herunterfallenden Gegenständen.

(4) Auffanggurt

Der einfahrende Mitarbeiter sollte immer einen Auffanggurt³ tragen, damit er beim Sturz gesichert ist bzw. im Ernstfall schnell gerettet werden kann.

Der Gurt sollte komfortable Beinschlaufen haben und gut an die Person angepasst werden können. Auffanggurte mit vorderer und hinterer Fangöse sind zu bevorzugen, da sich Zugangs- und Sicherungsseil so nicht verdrehen können.

¹ Der Unternehmer sollte die PSA nicht nur zur Verfügung stellen, sondern die Mitarbeiter auch zum Tragen der Schutzausrüstung motivieren. Hier kann er mit gutem Beispiel vorangehen und für eine umfassende Unterweisung und Aufklärung sorgen. Mitarbeiter müssen nicht zuletzt mit arbeitsrechtlichen Konsequenzen rechnen, wenn sie die vorgegebene PSA nicht tragen.

² Querverweis zum Lexikoneintrag „Atemschutzgeräte“

³ Querverweis zum Lexikoneintrag „Auffanggurt“

(5) Schutzbrille

Zur Grundausrüstung gehört auch die genormte Gestellbrille mit Seitenschutz. Sie wehrt Fremdkörper und Spritzer von vorn und von der Seite ab. In bestimmten Fällen ist zusätzlicher Augen- und Gesichtsschutz notwendig.

(6) Handschuhe

Bei den meisten Befahrvorgängen sind Handschuhe unerlässlich, sei es gegen mechanische, chemische, thermische, biologische, elektrische oder andere Gefährdungen. Die Auswahl hängt wie immer von den jeweiligen Einsatzbedingungen ab.

Fachinformationen

3.8 Schutzmaßnahmen IV: Arbeitsumfeld

3.8.1 Sichere Anlagen durch Organisation

Zweckmäßige und gut zugängliche Anlagen sind die Basis für das sichere Befahren von Behältern. Neben der konstruktionstechnischen Planung¹ tragen auch organisatorische Maßnahmen zu einem reibungslosen Arbeitsablauf bei.

Die organisatorischen Maßnahmen umfassen die rettungsgerechte und sichere Einrichtung der Zugänge sowie die passende Auswahl der Zugangs- und Positionierungsverfahren.

¹ Querverweis ins Kapitel 4 „Sichere Anlagen planen und konstruieren: Einleitung“

Fachinformationen

3.8.2 Zugänge

Das sollten Sie bei der Gestaltung sicherer Zugänge beachten:

- Die Zugangsöffnung sollte während der Arbeit freigehalten werden bzw. für die Rettung unverzüglich frei gemacht werden können.
- Halten Sie geeignete Rettungsgeräte vor Ort bereit.
- Sichern Sie den Zugang nach Arbeitsende gegen unbefugtes Betreten (Mannlochdeckel schließen, Sicherungskreuz anbringen, Verbotsschilder aufstellen etc.)

Fachinformationen

3.8.3 Zugangsverfahren

Das Zugangsverfahren¹ ist so auszuwählen, dass ein sicherer Zugang und eine schnelle Rettung möglich sind. Beachten Sie bei der Auswahl immer die spezifischen Gegebenheiten² vor Ort.

Eignung von Zugangsverfahren

Leitern

Leitern können z.B. die Rettung erschweren. Sie reduzieren in vielen Fällen den freien Querschnitt der Zugangsöffnung zu stark und behindern die Rettung mittels Rettungshubgeräten³. Außerdem sind bei großen Höhen auch die körperliche Belastung und die Absturzgefahr sehr hoch.

Strickleitern sind besonders gefährlich und anstrengend! Sie sollten nur in Ausnahmefällen⁴ benutzt werden.

Hochziehbare Personenaufnahmemittel

Hochziehbare Personenaufnahmemittel (PAM)⁵ wie Einrichtungen mit Arbeitssitzen oder Siloeinfahreinrichtungen sind für das Befahren von Behältern gut geeignet, gerade wenn eine längere Strecke zu überwinden ist. Von den Herstellern werden Komplettsysteme für unterschiedlichste bauliche Gegebenheiten angeboten.

Auffanggurt als Körperhaltevorrückung

Anstelle von Personenaufnahmemitteln kann eine Einfahreinrichtung auch mit Auffanggurt⁶ (Körperhaltevorrückung) benutzt werden, wenn der Hubvorgang 5 Minuten nicht überschreitet. Der Auffanggurt ist insbesondere auch für engere Öffnungen gut geeignet. Beim Einfahren mittels Gurt sollten nach Möglichkeit zwei Seile⁷ benutzt werden.

¹ Querverweis zum Lexikoneintrag „Zugangsverfahren“

² Gegebenheiten vor Ort, die die Auswahl des Zugangsverfahrens beeinflussen: Bauart der Behälter, Silos, engen Räume (Höhe, Tiefe, Geometrie), Gestaltung der Zugangsöffnung (Größe, Lage, Erreichbarkeit), Rettungsmöglichkeiten (evtl. Behinderungen durch Einbauten).

³ Querverweis zum Lexikoneintrag „Rettungshubgerät“

⁴ Bei Arbeiten auf oder oberhalb von Schüttgütern in Silos dürfen Strickleitern gar nicht verwendet werden, da das Schüttgut die Strickleiter einziehen könnte und erhöhte Versinkgefahr besteht.

⁵ Querverweis zum Lexikoneintrag „Personenaufnahmemittel, hochziehbare“

⁶ Querverweis zum Lexikoneintrag „Auffanggurt“

⁷ Wenn die bestehende Gefährdung durch das zweite Seil nicht verringert wird, dürfen Sie auch mit einem Seil einfahren (z.B. wenn das Seil nicht über Kanten und scharfe Gegenstände läuft oder die Festigkeit des Seils nicht beeinflusst wird). Generell sollten Sie beim Befestigen der Seile darauf achten, dass sich diese möglichst nicht verdrehen können (z.B. getrennte Verwendung der vorderen und hinteren Fangöse des Gurtes).

Seilunterstützte Zugangsverfahren

Seilunterstützte Zugangsverfahren⁸ dürfen nur mit entsprechender Ausbildung⁹ eingesetzt werden, da die Sicherheit des Systems im Wesentlichen von der Zusammenstellung und Handhabung der verschiedenen Sicherungs- und Tragemittel abhängig ist.

Dieses Verfahren ist für schwierige Zugangsbedingungen und große Höhen gut geeignet und wird vor allem auch für die Positionierung eingesetzt. Es stellt auch eine günstige Alternative zu Gerüsten dar.

Die Anschlagpunkte¹⁰ für die Zugangsverfahren sollte der Aufsichtsführende im Vorfeld sorgfältig festlegen. Die regelmäßige Prüfung der Systeme versteht sich von selbst!

⁸ Querverweis zum Lexikoneintrag „seilunterstützte Zugangs- und Positionierungsverfahren.“

⁹ Beauftragen Sie bei Bedarf eine spezialisierte Dienstleistungsfirma mit qualifizierten Höhenarbeitern.

¹⁰ Querverweis zum Lexikoneintrag „Anschlagpunkt“

Fachinformationen

3.8.4 Vorteile hochziehbarer Personenaufnahmemittel

Da Mitarbeiter bei Absturzgefahr und für eine schnelle Rettung ohnehin gesichert¹ sein sollen, können Sie zum Einfahren auch gleich eine geeignete Rettungstechnik als hochziehbare Personenaufnahmemittel verwenden.

Vorteile der PAM

- keine Absturzgefahr: Der Mitarbeiter hängt immer am straffen Seil.
- integrierte Rettungstechnik (Rettungswinde, Gurt² etc.): Der Mitarbeiter ist schon beim Erreichen der Zugangsöffnung gesichert.
- Das Einfahren ist bequem und schnell.
- Der Einstieg ohne Sicherungsposten ist nicht möglich (Schutz gegen unbefugtes Einsteigen).
- Die Bedienung der Winde ist relativ einfach und erfordert keine so umfangreiche Ausbildung wie etwa bei seilunterstützten Zugangsverfahren.



Sprechertext des Videos:

Die Zugangsverfahren zu Behältern, Silos oder engen Räumen haben sich in den letzten Jahren wesentlich weiterentwickelt. In der Praxis setzt man jedoch noch häufig auf die traditionellen Methoden.

¹ Beim Abstieg über Leitern bzw. genereller Absturzgefahr müssen die Mitarbeiter zusätzlich eine persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz verwenden (Höhensicherungsgerät i.d.R. mit Stahlseil). Außerdem ist stets eine schnelle Rettung mittels Rettungstechnik zu gewährleisten. Diese PSA zum Retten ist häufig mit dem System der hochziehbaren Personenaufnahmemitteln gleichzusetzen.

² Der Auffanggurt zum Einfahren dient gleichzeitig als Rettungsgurt. Er muss der verunglückten Person also nicht nachträglich und unter schwierigen Bedingungen angelegt werden. Bereits vor dem Einfahren kann in Ruhe überprüft werden, ob der Gurt richtig sitzt.

Wie in dem hier gezeigten Befahren einer Grube verwenden Mitarbeiter oftmals Leitern für den Zugang. Leitern erfordern aber eine zusätzliche Sicherung des einsteigenden Mitarbeiters.

Der Mitarbeiter muss zum einen gegen Absturz gesichert werden. Zum anderen ist für eine schnelle Rettung in Gefahrensituationen zu sorgen.

Dieses einfache Sicherungsseil ist weder gegen Absturz noch für eine Rettung geeignet! Deshalb darf so nicht gearbeitet werden!

Eine moderne, sichere Lösung sind geeignete Rettungsgeräte die gleichzeitig als hochziehbare Personenaufnahmemittel – kurz PAM – benutzt werden können.

Sie erlauben ein bequemes und schnelles Einfahren ohne Absturzgefahr. Gleichzeitig können Mitarbeiter schonend gerettet werden.

Die Montage des hier gezeigten Systems ist denkbar simpel. Die Komponenten des Schwenkarmgestells werden in einer vormontierten Konsole einfach zusammengesteckt.

Anschließend wird der Schwenkarm mit der Rettungswinde auf das Gestell gesetzt.

Für den einfahrenden Mitarbeiter wird die oftmals anstrengende Arbeit erleichtert. Bereits vor dem eigentlichen Befahren kann zum Beispiel der richtige und bequeme Sitz der Gurte geprüft und gegebenenfalls angepasst werden.

Das Gerät ist mit all seinen Komponenten baumustergeprüft und zugelassen. Der einfahrende Mitarbeiter und der Sicherungsposten benötigen eine Unterweisung zur sachgemäßen Benutzung.

Eine extra Zusatzausbildung wie beim seilunterstützten Arbeiten ist aber nicht erforderlich.

Mit dieser Einfahreinrichtung kann auf Anlegeleitern oder fest montierte Steigleitern vollständig verzichtet werden.

Damit wird eine häufige Unfallursache von vornherein ausgeschlossen: Das unbefugte Befahren ohne Sicherungsposten ist nicht mehr möglich.

Vom Sicherungsposten durch das Seil geführt und gesichert kommt der einfahrende Mitarbeiter bequem unten an.

Auch während seiner Arbeit bleibt er immer mit dem Einfahrsystem verbunden – Zugang und schnelle Rettung sind gesichert!

Fachinformationen

3.8.5 Auswahl des Auffanggurtes

Auch bei der Auswahl des Auffanggurtes sollten Sie immer die spezifischen Einsatzbedingungen vor Ort beachten.

Verwenden Sie möglichst Auffanggurte, die wenig Zusatzelemente aufweisen, mit denen die Mitarbeiter an Behälterteilen hängen bleiben könnten.

Hier drei Beispiele:



Einfacher Auffanggurt
mit Rückenöse.



Einfacher Auffanggurt mit
gepolsterten Beinschlaufen,
besonders gut für längeres
Einfahren geeignet.



Auffanggurt mit stabilem
Rückenschutz, gut geeignet
für besonders enge Behälter,
da mit diesem Rückenteil
wenig Reibung an der
Behälterwand erzeugt wird.

Fachinformationen

3.8.6 Anpassen des Auffanggurtes

Auffanggurte sind für viele Zugangsbedingungen ideal, solange der Hubvorgang nicht länger als 5 Minuten dauert. Der bequeme und sichere Sitz des Gurtes will jedoch geübt sein!

Gemäß der DGUV Regel 100-001 - Grundsätze der Prävention müssen Sie Ihre Mitarbeiter im Umgang mit besonders wichtiger persönlicher Schutzausrüstung praktisch unterweisen. In Übungen mit Hängetest lernen die Mitarbeiter, wie sie den Gurt richtig anpassen und sicher einfahren.



Sprechertext des Videos:

Auffanggurte sind Bestandteil der Persönlichen Schutzausrüstung – kurz PSA gegen Absturz. Unter bestimmten Voraussetzungen können sie auch als Personenaufnahmemittel beim Befahren von Behältern benutzt werden.

Für ein sicheres und bequemes Einfahren in Behälter ist das exakte Anpassen des Auffanggurtes von großer Bedeutung.

Der Gurt wird zunächst einer Sichtprüfung unterzogen, dabei wird auf den ordnungsgemäßen Zustand der Plastikplatte der Rückenöse, der Gurtbänder und der Metallteile geachtet. Gurte mit offensichtlichen Mängeln müssen ausgesondert und dem Sachkundigen zur Prüfung übergeben werden.

Zum Anlegen des Gurtes wird dieser wie eine Jacke von hinten über die Schulter gelegt, dabei ist darauf zu achten, dass die Gurtbänder nicht verdreht sind.

Anschließend kann der Brustgurt geschlossen werden. Gurt durch die zentrale Fangöse fädeln, fest anziehen und mit den Clic-Verschlüssen fixieren.

Die Beinschlaufen hängen zunächst noch offen nach unten. Durch den Schritt greifen und die Beingurte nach vorn ziehen. Die Gurtverschlüsse schließen. Nun können die Beinschlaufen eingestellt werden.

Sie sollten so locker sitzen, dass zwischen Oberschenkel und Gurtband eine halbe Fingerlänge Luft ist. Diese Einstellung ist für einen exakten Sitz und für ein schonendes Auffangen bei einem Sturz von großer Bedeutung. Zu weit eingestellte Gurtbänder können zu Verletzungen führen.

Nun können auch die Schultergurte angepasst werden. Die Länge ist so zu wählen, dass die Bänder möglichst eng aber dennoch bequem sitzen und die Bewegungsfreiheit nicht eingeschränkt wird.

Die rückwärtige Auffangöse soll sich immer auf Höhe der Schulterblätter befinden.

Bei Belastung rutscht diese Öse in der Regel auf den Gurtbändern nach oben. Bei einem nochmaligen Einfahren ist der Sitz dieser Öse erneut zu korrigieren. Dabei muss eine zweite Person, zum Beispiel der Sicherungsposten helfen.

Um festzustellen, ob der Auffanggurt optimal angepasst wurde, ist ein Hängetest empfehlenswert. Nur durch freies Hängen im Auffanggurt ist festzustellen, ob eine senkrechte Hängeposition eingenommen werden kann und keine Druckstellen durch Bänder oder Beschlagteile beziehungsweise durch die Kleidung entstehen.

Der Hängetest kann mit der Unterweisung zur Benutzung der PSA gegen Absturz beziehungsweise der PSA zum Retten verbunden werden. Ideal ist ein geeignetes Rettungshubgerät, mit welchem die Personen angehoben werden können.

Ist der Gurt optimal angepasst, nimmt die Person eine nahezu senkrechte Position ein und es treten auch beim Hängen über mehrere Minuten keine schmerzhaften Druckstellen auf.

Sind die Gurtbänder zum Beispiel zu weit eingestellt, nimmt der Benutzer eine ungünstige Hängelage ein. Dies ist nicht nur sehr unbequem, sondern erschwert auch das Befahren eines Behälters. Außerdem kann es im Sturzfall zu erheblichen Verletzungen kommen.

Bei ungünstiger Hängeposition beziehungsweise beim Auftreten von Druckschmerzen ist der Hängetest sofort abzubrechen!

Das Benutzen der vorderen Auffangösen führt zu einer bequemen Hängeposition. Es entsteht jedoch eine leichte Rückenlage, die das Retten durch ein enges Mannloch erschwert.

Deshalb ist für das Einfahren in Behälter mit engen Mannlöchern die Benutzung der rückwärtigen Auffangöse zu bevorzugen.

Der Hängetest kann an einem geeigneten Anschlagpunkt - hier ein Stahlträger mit Bandschlinge als Anschlaghilfe – durchgeführt werden. Der Proband hängt sich dann über eine Leiter beziehungsweise über einen Auftritt in den Auffanggurt.

Selbstverständlich muss beim Hängetest immer eine zweite Person anwesend sein, die den Hubvorgang ausführt und gegebenenfalls Hilfe durch Entlasten, Ablassen oder Unterstellen einer Leiter leisten kann.

Fachinformationen

3.8.7 Positionierungsverfahren

Positionierungsverfahren¹ für Arbeiten an bestimmten Stellen im Behälter sollten sicher sein, eine schnelle Rettung ermöglichen und den örtlichen Gegebenheiten entsprechend ausgewählt werden.

Eignung der Positionierungsverfahren

Grundvoraussetzungen

Grundsätzlich müssen Sie beachten,

- dass die vom Behälter ausgehenden Gefährdungen das Positionierungssystem nicht beeinträchtigen²,
- dass das System für die angedachten Belastungen³ geeignet ist.

Positionierung im Silo

In Silos sind Siloeinfahreinrichtungen (SEE)⁴ zu bevorzugen. Sie dürfen nur verlassen werden, wenn eine Gefahr durch das Schüttgut ausgeschlossen ist (Erlaubnis vom Aufsichtsführenden einholen!).

Bei Arbeiten in Silos ist grundsätzlich zu beachten, dass freie Seilenden nicht ins Schüttgut ragen bzw. von mechanischen Einrichtungen erfasst werden.

Gerüste

Gerüste innerhalb des Behälters aufzustellen bedeutet Zeitaufwand, Platzmangel, hohe Kosten und zusätzliche Unfallgefahren.

Außerdem ist auch hier eine Sicherung des Mitarbeiters gegen Absturz notwendig, so dass gleich von vorneherein hochziehbare Personenaufnahmemittel benutzt werden können.

¹ Querverweis zum Lexikoneintrag „Positionierungsverfahren“

² Beispiele

Beeinträchtigungen bei Stahlseilen	Beeinträchtigungen bei Textilseilen
<ul style="list-style-type: none"> • mechanische Einwirkungen wie scharfe Kanten • korrodierende Stoffe (z.B. Salze) • unvorsichtiger Einsatz von Werkzeugen (Säge, Flex) 	<ul style="list-style-type: none"> • Gefahrstoffe, die die Festigkeit der Textilfasern reduzieren • hohe und tiefe Temperaturen (z.B. Schweißperlen) • mechanische Einwirkungen wie scharfe Kanten • unvorsichtiger Einsatz von Werkzeugen (Säge, Flex)

³ Hier sind insbesondere die Angaben der Hersteller zu beachten.

⁴ Querverweis ins Kapitel 14 „Versinken und Verschütten in Silos: Siloeinfahreinrichtung & Co.“

Fachinformationen

3.9 Verantwortung und Haftung

3.9.1 Wer ist für was verantwortlich?

Verantwortung und Haftung sind untrennbar mit dem Thema Arbeitssicherheit verbunden. Grundsätzlich gilt: Jeder ist für die eigene Sicherheit und die Sicherheit anderer verantwortlich!

Unternehmer

An den Unternehmer richten sich die meisten Arbeitsschutzvorschriften¹. Er muss sicherstellen, dass die Vorschriften und Regeln eingehalten und die notwendigen Schutzmaßnahmen getroffen werden.

Der Unternehmer² kann bzw. muss³ seine Pflichten in bestimmten Fällen an andere delegieren. Dabei behält er immer die Oberaufsichtspflicht.

Vorgesetzte

Vorgesetzte⁴ wie z.B. Betriebs- oder Schichtleiter sind verantwortlich für die vom Unternehmer delegierten Aufgaben.

Als Weisungsbefugte müssen Sie im Sinne der Arbeitssicherheit Anweisungen geben, deren Einhaltung kontrollieren und Abweichungen melden.

Aufsichtführende⁵ sind Vorgesetzte.

Mitarbeiter

Mitarbeiter sind verpflichtet, aktiv zur Arbeitssicherheit und zum Gesundheitsschutz beizutragen. Sie müssen die Anweisungen des Vorgesetzten befolgen, die vorgegebenen Schutzmaßnahmen einhalten und Mängel, die selbst nicht behoben werden können, unverzüglich melden.

¹ Die maßgeblichen Regelwerke sind beispielsweise

- das Arbeitsschutzgesetz (§ 3 ArbSchG),
- das Sozialgesetzbuch VII (§ 15 Abs. 5 SGB VII),
- die Unfallverhütungsvorschriften (§ 2 „Grundsätze der Prävention“ (DGUV Regel 100-001)),
- das Bürgerliche Gesetzbuch (§ 618 Abs 1 BGB),
- das Handelsgesetzbuch (§ 62 Abs 1 HGB),
- das Ordnungswidrigkeitengesetz (§ 130 Abs 1 OWiG).

² Querverweis zum Lexikoneintrag „Unternehmer“

³ Der Unternehmer ist zur Delegation verpflichtet, wenn er aufgrund der Betriebsgröße oder der Art oder Organisation des Betriebes allein nicht in der Lage ist, seine Verpflichtung für Sicherheit und Gesundheitsschutz in vollem Umfang nachzukommen.

⁴ Vorgesetzter ist, wer mindestens einem Mitarbeiter gegenüber weisungsbefugt ist. Vorgesetzter ist aber auch, wer die Weisungsbefugnis nur vorübergehend ausübt, z.B. beim Anlernen eines neuen Mitarbeiters.

⁵ Querverweis zum Lexikonverweis „Aufsichtführender“

Sicherungsposten⁶ sind Mitarbeiter (entweder des Betreibers oder der Partnerfirma).

Koordinator

Sind Partnerfirmen als Dienstleister am Befahren von Behältern beteiligt, muss der Unternehmer einen Koordinator benennen.

Der Koordinator stimmt die Arbeiten zwischen Partnerfirma und internen Mitarbeitern ab. Er hat Weisungsbefugnis und übernimmt die Gesamtaufsicht.

Der Koordinator ist i.d.R. der Aufsichtführende des Betreibers.

Partnerfirma

Die beauftragte Partnerfirma wird vom Koordinator über die Gefährdungen und Schutzmaßnahmen der Anlage unterrichtet und in die örtlichen Gegebenheiten eingewiesen.

Die Partnerfirma ist für die reibungslose und sichere Durchführung des Auftrages inkl. der Rettungsmaßnahmen und für die Kompetenz ihrer Angestellten verantwortlich.

Sicherungsposten⁷ sind Mitarbeiter (entweder des Betreibers oder der Partnerfirma).

⁶ Querverweis zum Lexikonverweis „Sicherungsposten“

⁷ Querverweis zum Lexikonverweis „Sicherungsposten“

Fachinformationen

3.9.2 Die Partnerfirma als Dienstleister

Wenn ein Unfall unter der Mitwirkung einer Partnerfirma geschieht, kann es zu schwierigen rechtlichen Auseinandersetzungen kommen.

Die Frage nach der Verantwortung und Haftung ist nicht immer leicht zu klären.

Bei der Wahl der Partnerfirma sollten Sie im Vorfeld einige wichtige Punkte klären:

- Sind die Mitarbeiter der Partnerfirma arbeitsmedizinisch¹ untersucht (körperlich geeignet)?
- Sind die Mitarbeiter grundsätzlich unterwiesen worden?
- Haben Sie an speziell erforderlichen Unterweisungen teilgenommen (z.B. Umgang mit der PSA zum Retten oder Atemschutz)?
- Sind die Betriebsmittel der Partnerfirma geprüft?
- Kann die erforderliche Qualifikation nachgewiesen werden (z.B. Ausbildung als Höhenarbeiter)?

¹ Querverweis zum Lexikoneintrag „Arbeitsmedizinische Vorsorge“

Fachinformationen

3.9.3 Rechtsfolgen

Verletzt ein Arbeitgeber oder Arbeitnehmer seine Pflichten im Bereich des Arbeitsschutzes, wird er zur Verantwortung gezogen und muss mit rechtlichen Konsequenzen rechnen!

Da das Arbeitsschutzrecht kein eigenständiges Haftungsrecht enthält, richtet sich die Haftung nach denselben Bestimmungen, die auch im täglichen Leben gelten. Das sind u.a.

- das Strafrecht¹,
- **das Ordnungswidrigkeitenrecht²,**

¹ Das Strafrecht hat die Aufgabe, Rechtsgüter zu schützen, die für das Zusammenleben in der staatlichen Gemeinschaft unverzichtbar sind, z.B. das Leben, die Gesundheit, die Freiheit und das Eigentum.

Die Straftatbestände enthält das Strafgesetzbuch, nach dem Geld- und Freiheitsstrafen verhängt werden können.

Strafrecht			
Anlass/ Erläuterung	Vorschrift	Verstoß	Strafe/Buße/ Rechtsfolgen
Körperverletzung	§§ 223, 230 StBG	Tun oder Unterlassen bei Garantenstellung sowie (bedingt) vorsätzliches oder fahrlässiges Handeln	Freiheitsstrafen bis zu 5 Jahren oder Geldstrafe; bei Vorsatz Freiheitsstrafe nicht unter 5 Jahren
Tötung	§§ 212, 222 StBG		

² Das Ordnungswidrigkeitenrecht hat die Aufgabe, die Einhaltung von Gemeinschaftsregeln sicherzustellen und Verstöße dagegen zu ahnden.

Nach dem Ordnungswidrigkeitenrecht können Verwarnungs- und Bußgelder verhängt werden.

Ordnungswidrigkeitenrecht			
Anlass/ Erläuterung	Vorschrift	Verstoß	Strafe/Buße/ Rechtsfolgen
Geringfügige Ord- nungswidrigkeit, z.B. geringfügige Verstöße gegen UVV'en oder Anordnungen des TAB	§ 56 OWiG	Tun oder Unter- lassen sowie fahrlässiges oder (bedingt) vorsätzliches Handeln	Verwarnungsgeld 5 – 35 Euro
Verstöße gegen UVV'en	§ 209 Abs. 1 Nr. 1 und Abs. 3 SGB VII		Bußgeld bis 10.000 Euro

- das Zivilrecht³,

Verstöße gegen Einzelanordnungen, Besichtigungsrecht	§ 209 Abs. 1 Nr. 2, 3 und Abs. 3 SGB VII		Bußgeld bis 10.000 Euro
Verletzung der Pflicht zur sorgfältigen Auswahl, Bestellung und Überwachung der Aufsichtsperson	§ 130 OWiG		Bußgeld bis 1.000.000 Euro
Nichterstattung bzw. nicht rechtzeitige Erstattung von Unfallanzeigen	§ 209 Abs. 1 Nr. 9 und Abs. 3 SGB VII		Bußgeld bis 2.500 Euro
Verletzung von Auskunfts- und Vorlagepflicht des Unternehmers	§ 209 Abs. 1 Nr. 5-8 und Abs. 3 SGB VII sowie § 98 SGB X		Bußgeld bis 2.500 Euro

- ³ Nach dem allgemeinen Schadenersatzprinzip des Zivilrechts muss jeder, der einen anderen schuldhaft schädigt, die finanziellen Folgen tragen. Bei Körperschäden, Vermögensschäden und Sachschäden hat der Schädiger dem Geschädigten Ersatz zu leisten.

Zivilrecht			
Anlass/ Erläuterung	Vorschrift	Verstoß	Strafe/Buße/ Rechtsfolgen
Verursachen von Körperschäden, Sachschäden	§ 823 BGB	Tun oder Unterlassen sowie fahrlässiges oder vorsätzliches Handeln	Ersatz der Schäden und Schmerzensgeld
Schädigung betriebsfremder Personen bei betrieblicher Tätigkeit	§ 823 BGB § 116 SGB X		Regress der BG in Höhe ihrer Aufwendungen sowie Schmerzensgeld und ggf. weitergehender Schadenersatz

Fachinformationen

4 Sichere Anlagen planen und konstruieren

4.1 Einleitung

Sprechertext der Animation

Würden Sie sich hier hineinzwängen? Womöglich noch mit Atemschutz inklusive Gasflaschen auf dem Rücken?

Bei zu kleinen Zugangsöffnungen, baulichen Behinderungen oder fehlenden Abtrennmöglichkeiten hilft oft die beste Organisation nichts mehr.

Planen Sie deshalb alle betrieblichen und technischen Anforderungen an die Anlagen im Vorfeld.

Eine enge Abstimmung mit dem Anlagenplaner ist notwendig und hilfreich.

Die Mitarbeiter werden es Ihnen danken: Sie erreichen ihren Arbeitsplatz ohne zusätzliche körperliche Belastung und wissen, dass im Fall der Fälle eine schnelle Rettung möglich ist.

In diesem Kapitel erfahren Sie:

- welche konstruktionstechnischen Mängel vorherrschen können,
- welche Mindestmaße für Zugangsöffnungen empfohlen werden,
- welche weiteren baulichen Entscheidungen von Bedeutung sind,
- welche Alternativlösungen bei schwierigen baulichen Gegebenheiten möglich sind.

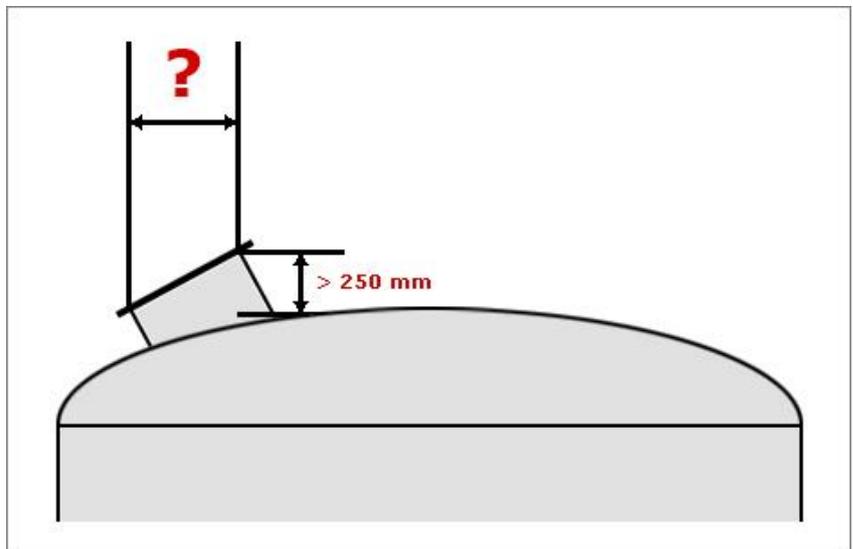
Fachinformationen

4.2 Hätten Sie es gewusst?

Was schätzen Sie? Welchen Durchmesser sollte ein schräg angeordnetes Mannloch am oberen Behälterrand mindestens haben, wenn die Stutzenhöhe mehr als 250 mm beträgt?

Mögliche Antworten

- 400 mm
- 500 mm
- 600 mm
- 800 mm
- 1 000 mm



Antwort

- 800 mm

Feedbacktext

Richtig: Gut geschätzt! Um einen bequemen Einstieg zu ermöglichen, sollte der Durchmesser in diesem Fall 800 mm betragen.

Falsch: 400 – 500 mm sind zu klein, 1 000 mm sind nicht das Mindestmaß und 600 mm sind bei einer Stutzenhöhe bis 250 mm geeignet.

Fachinformationen

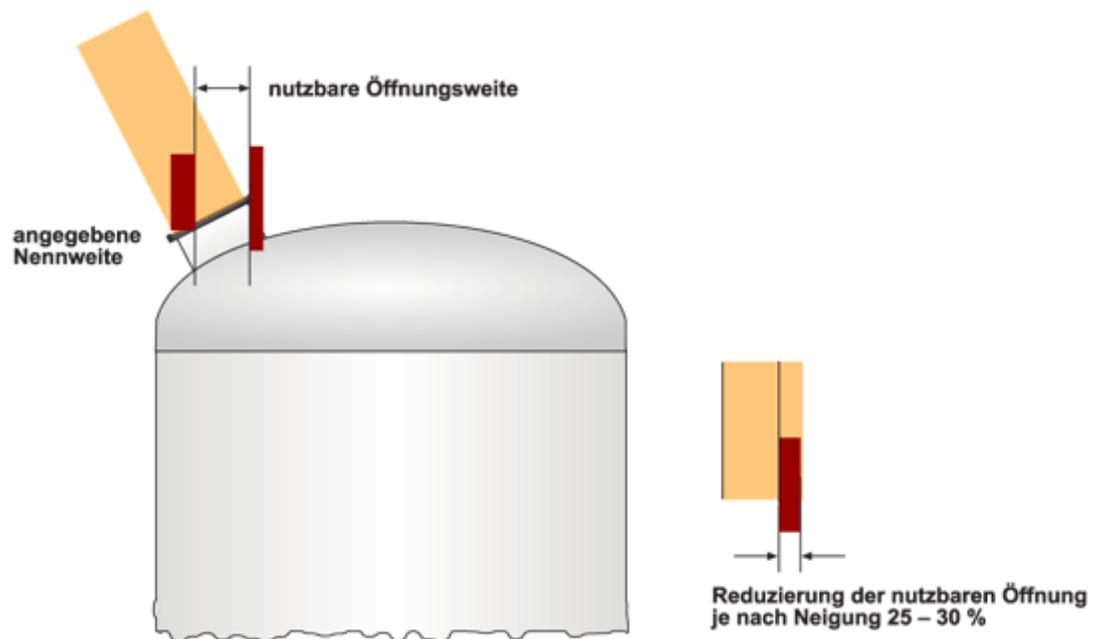
4.3 Gefährdungen

Schlecht und unsachgemäß konstruierte Anlagen behindern das sichere Arbeiten, erhöhen die körperliche Belastung und erschweren notwendige Rettungsmaßnahmen.

Die Gefährdungen ergeben sich vor allem durch folgende Mängel:

- zu kleine bzw. schräg¹ angeordnete Zugänge,
- zu wenig Platz um die Zugänge (durch bauliche Elemente),
- unsicherer Zugang² zum Zugang,
- fehlende Anschlagpunkte bzw. kein Platz für sie,
- behindernde Einrichtungen wie Rückenschutz an Steigleitern,
- keine Möglichkeiten des Abtrennens der Zuleitungen (z.B. durch flanschloses Verlegen).

Schräg angeordneter Zugang



¹ Die schräge Anordnung eines Mannlochs verringert den lichten Durchmesser (kürzeste Entfernung der gegenüberliegenden Wände). Da eine Person im Rettungssystem immer senkrecht hängt, ist für das Herausziehen und Bergen nur die Öffnungsgröße in der Horizontalen ausschlaggebend. (Vgl. T 010 „Retten aus Behältern, Silos und engen Räumen“, Abschnitt 3.3.2)

² Leiter als unsicherer und mühsamer Zugang zum Mannloch

Fachinformationen

4.4 Schutzmaßnahmen

4.4.1 Anforderungen an Zugänge

Zugangsöffnungen müssen so groß und so angeordnet sein, dass das Ein- und Aussteigen sowie ein schnelles und schonendes Retten jederzeit möglich sind.

Einige Normen¹ lassen leider immer noch geringere Maße für Behälteröffnungen zu und widersprechen damit den Empfehlungen der DGUV Regel 113-004 - Teil 1.

Als zukünftiger Betreiber eines Behälters sollten Sie im Sinne der Gesundheit Ihrer Mitarbeiter wohlüberlegt planen. Das heißt konkret: Sie können auch abweichend von einer Norm größere Mannlöcher bestellen, denn diese Normabweichung erhöht die Arbeitssicherheit.

Berufsgenossenschaftliches oder staatliches Regelwerk steht immer über einer Norm.

¹ Zum Beispiel Normen für Großraumdampfkessel, bestimmte Druckbehälter und Trommeln in der Papierindustrie.

Fachinformationen

4.4.2 Empfohlene Mindestmaße für Zugänge

Die Mindestgröße der Zugangsöffnungen ist von den verwendeten Zugangsverfahren und der Lage am Behälter abhängig. Schauen Sie sich die empfohlenen Mindestmaße der DGUV Regel 113-004 – Teil 1 an.

Empfohlene Mindestmaße

Zugang oben mit waagerechtem Mannloch

Beispiele: Tanks (stehend, liegend), Reaktoren



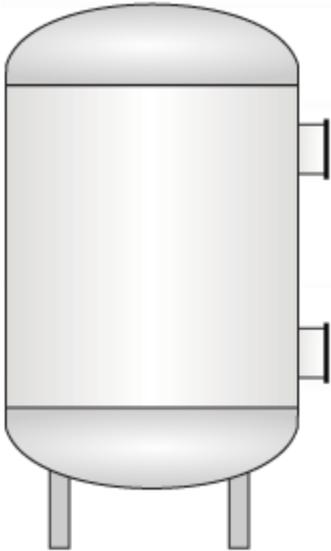
Zugangsverfahren	Mindestmaß der Öffnung
mit PSA gegen Absturz bzw. PSA zum Retten (PAM)	bei einer Stutzhöhe bis 250 mm: Ø 500 mm über 250 mm: Ø 600 mm
mit zusätzlichem Atemschutz	Ø 800 mm
mittels eingestellter Leiter	Ø 800 mm

Zugang oben mit schrägem Mannloch

Beispiele: Tanks (stehend, liegend), Reaktoren



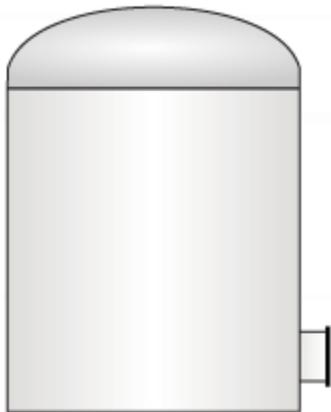
Zugangsverfahren	Mindestmaß der Öffnung
mit PSA gegen Absturz bzw. PSA zum Retten (PAM)	bei einer Stutzhöhe bis 250 mm: Ø 600 mm über 250 mm: Ø 800 mm



Zugang über seitliches Mannloch (mit Absturzgefahr)

Beispiele: Destillationskolonnen, Silos

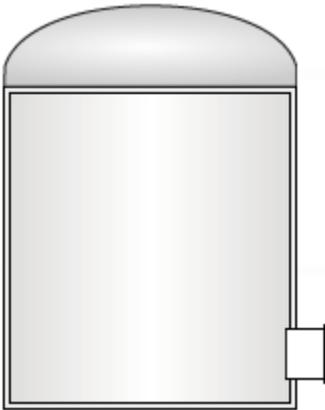
Zugangsverfahren	Mindestmaß der Öffnung
mit PSA gegen Absturz bzw. PSA zum Retten (PAM)	Ø 600 mm
mit zusätzlichem Atemschutz	Ø 800 mm



Zugang über seitliche, ebenerdige Öffnung

Beispiele: Tanks, Wasserbecken

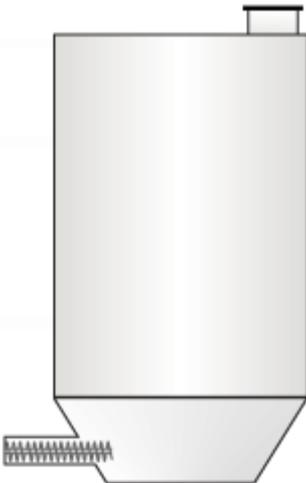
Zugangsverfahren	Zugang	Mindestmaß der Öffnung
normaler Einstieg	Mannloch	bei einer Stutzenlänge bis 250 mm: Ø 500 mm über 250 mm: Ø 600 mm
	rechteckige Öffnung	mind. 0,25 m ² kürzeste Seite mind.: 500 mm
mit zusätzlichem Atemschutz	Mannloch	Ø 800 mm
	rechteckige Öffnung	mind. 0,4 m ² kürzeste Seite mind.: 600 mm



Zugang seitlich und ebenerdig bei Doppelwand-Behältern bzw. Wandstärken größer als 500 mm

Beispiele: Doppelwandige Behälter, Wasserbecken aus Beton

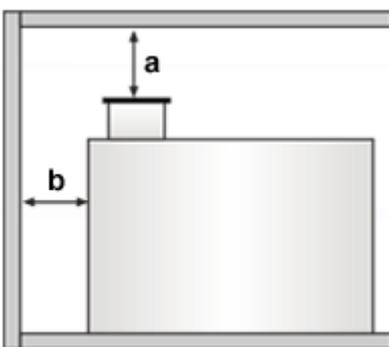
Zugangsverfahren	Zugang	Mindestmaß der Öffnung
normaler Einstieg	Mannloch	Ø 800 mm
	rechteckige Öffnung	mind. 0,4 m ² kürzeste Seite mind.: 600 mm



Zugang in Silos (mit SEE)

Zugangsöffnungen zum Einfahren mittels Siloeinfahreinrichtung:

Zugangsverfahren	Zugang	Mindestmaß der Öffnung
Siloeinfahreinrichtung	Mannloch	Ø 800 mm
	rechteckige Öffnung	mind. 0,4 m ² kürzeste Seite mind.: 600 mm Die Maße werden auch durch die jeweilige Siloeinfahreinrichtung bestimmt.



Kellergeschweißter Stahltank

Beschreibung	Mindestmaße
Mannloch bei einem Deckenabstand (a) von	mind. 600 mm: Ø 500 mm mind. 500 mm: Ø 600 mm
Seitenabstand zur Wand (b)	mind. 400 mm

Ältere Behälter mit kleineren Zugängen

Ältere Behälter mit geringerem Durchmesser sollten den empfohlenen Abmessungen möglichst angepasst werden. Ist dies nicht möglich, sind besondere Rettungsmaßnahmen vorzusehen (z.B. Ausrüstung zum Auftrennen von Behälterwandungen, Rettungsschlaufen).

Ein mögliches Auftrennen des Behälters sollte mit den örtlichen Rettungskräften (Feuerwehr) abgestimmt werden. Denn die erforderlichen Geräte sind nicht bei jeder freiwilligen Feuerwehr vorhanden!

Tradition gegen Sicherheit

Ein Beispiel aus der Weinwelt: Früher hatten Holzfässer aus Gründen der Dichtigkeit nur sehr kleine Zugangsöffnungen. Bei den neuen Behältern aus Stahl wurden diese Maße häufig übernommen, anstatt die Öffnungen auf ein geeignetes Maß zu vergrößern. So passen oft nur Kinder durch diese Öffnungen!

Fachinformationen

4.4.3 Weitere bauliche Maßnahmen

Bedenken Sie bei der Anlagenplanung weitere bauliche Maßnahmen, die für die Sicherheit und schnelle Rettung der Mitarbeiter ausschlaggebend sein können.

Arbeitsbühnen

Sehen Sie für frei stehende Behälter ausreichend große Arbeitsbühnen vor, damit der Behälterzugang leicht erreichbar ist und genügend Platz für die Rettung gegeben ist.

Zugangsausrichtung

Planen Sie die Zugänge von frei stehenden Behältern vorzugsweise oben (d.h. auf dem Behälter) oder ebenerdig an der Seite. Über einen vertikalen Zugang von oben oder einen ebenerdigen Zugang können Personen leichter gerettet werden als über einen seitlichen, nicht ebenerdigen Zugang.

Freiraum für Anschlagpunkte

Über bzw. neben den Zugangsöffnungen muss genügend Freiraum für das Anbringen von Anschlagpunkten¹ und das Retten von Personen vorhanden sein. Rohrleitungen müssen so verlegt sein, dass sie nicht stören, bzw. demontierbar sein.

Richtwert für den Freiraum:

mind. 1,5 m über/neben der Zugangsöffnung

Steigleitern

Ein Rückenschutz oder Steigschutzeinrichtungen an Steigleitern innerhalb der Behälter sind nicht zulässig. Sie machen die Rettung mittels Rettungshubgerät² unmöglich.

Abtrennmöglichkeiten

Achten Sie darauf, dass die Zuleitungen zu den Behältern so kurz wie möglich und sicher abgetrennt werden können, um ein Nachströmen von (Gefahr)stoffen zu vermeiden. Hersteller produzieren Rohrleitungen oft aus Gründen der Dichtigkeit ohne Flansche und damit ohne Abtrennmöglichkeiten³.

¹ Feste Anschlagpunkte wie Sockel oder Konsolen zur Installation der Einfahr- und Rettungseinrichtung bei Gruben und Tanktassen sind ebenfalls im Vorfeld einzuplanen.

Einfahreinrichtungen mit Schwenkarm können so z.B. auch für nebeneinanderliegende Gruben benutzt werden, ohne dass zusätzliche Ausrüstung wie Dreibeine transportiert werden muss.

² Querverweis zum Lexikoneintrag „Rettungshubgerät“

³ Querverweis ins Kapitel 5 „Gefahrstoffe und gefährliche Medien: Abtrennen“

Fachinformationen

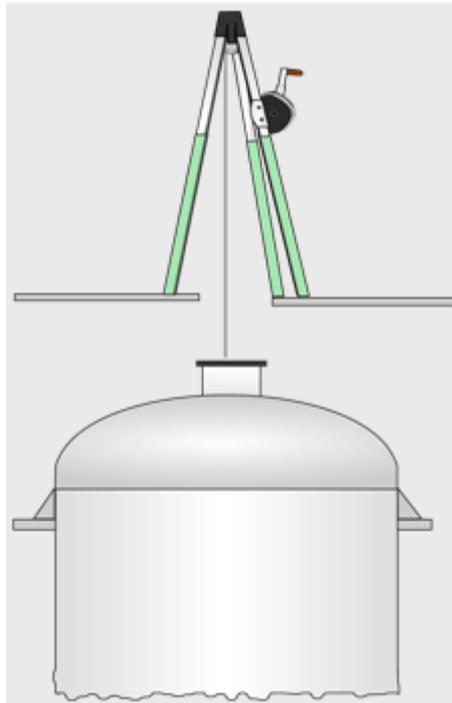
4.5 Alternativlösungen

In der betrieblichen Praxis sind die baulichen Gegebenheiten für das Befahren von Behältern nicht immer ideal. Dann müssen Alternativlösungen für den sicheren Zugang gefunden werden.

Zugang über ein Deckenloch

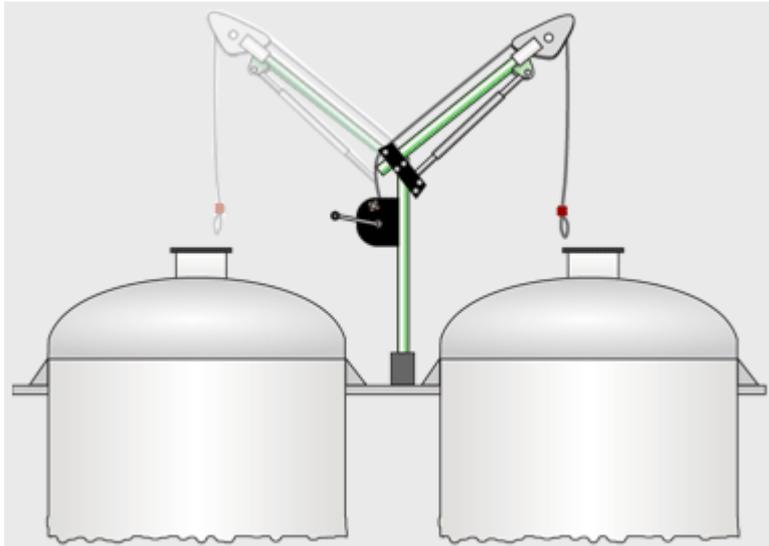
Die Decke über dem Behälter ist recht niedrig (ca. 90 cm), so dass für den Zugang und das Retten kein Dreibein als Anschlagpunkt aufgestellt werden kann.

In diesem Fall wurde über dem Behälterzugang eine Öffnung in die Decke eingebracht. So konnte das Dreibein eine Etage höher aufgestellt und das Seil durch das Deckenloch in das Mannloch geführt werden.



Zugang mit schwenkbarem Galgen

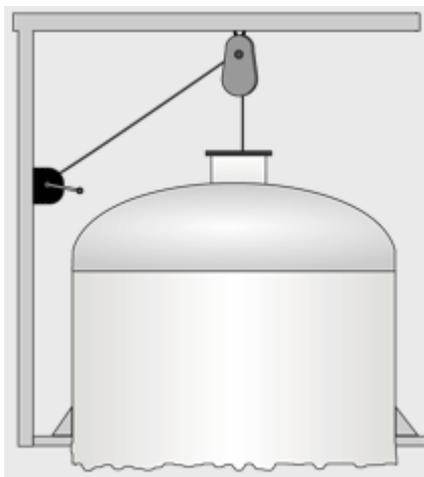
Zwischen diesen Behältern ist sehr wenig Platz für Zugangs- bzw. Rettungseinrichtungen. Deswegen wurde platzsparend eine Konsole installiert, in die eine Hülse mit schwenkbarem Ausleger und Winde eingesteckt wird. Das System kann so für beide Behälter benutzt werden.



Absturz- und Rettungstechnik über eine Umlenkrolle

Ein Reaktor mit ausreichend großem Mannloch soll mit einer mobilen Leiter befahren werden. Über dem Mannloch ist zu wenig Platz, um eine entsprechende Absturz- und Rettungseinrichtung (z.B. Dreibein) zu installieren. Außerdem ragt der Behälter recht weit aus dem Boden heraus.

Deshalb wurde an einem Träger neben dem Behälter ein Höhensicherungsgerät mit integrierter Hubeinrichtung montiert. Das Seil des Gerätes wird über eine Umlenkrolle an der Decke in den Behälter geführt.



Fachinformationen

5 Gefahrstoffe und gefährdende Medien

5.1 Einleitung

Sprechertext der Animation

Gefahrstoffe. Mal kann man sie sehen und riechen, mal sind sie unsichtbar und geruchlos. Gefährlich können sie sein, wenn mit ihnen unsachgemäß umgegangen wird.

Gefahrstoffe können Allergien und Entzündungen hervorrufen, zu chronischen Gesundheitsschäden führen oder sogar tödlich sein.

In Behältern, Silos oder engen Räumen ist besondere Vorsicht geboten – auch wenn sie auf den ersten Blick leer erscheinen!

Gefahrstoffe können hier zum Beispiel durch Arbeitsverfahren entstehen, aus undichten Zuleitungen eindringen oder aus Restverschmutzungen freigesetzt werden.

Mitarbeiter sind grundsätzlich immer dann gefährdet,

- wenn die Gefahrstoffkonzentration über den Grenzwerten liegt
- oder wenn Hautkontakt besteht.

Darüber hinaus können auch zunächst harmlos erscheinende Medien wie Wasser oder Stickstoff schädigend wirken.

All diese Gefährdungen vermeiden Sie durch konsequente Schutzmaßnahmen – vom Entleeren und Reinigen, Freimessen und Lüften bis hin zur persönlichen Schutzausrüstung.

In diesem Kapitel erfahren Sie

- was Gefahrstoffe und gefährdende Medien genau sind,
- wo bzw. wie Gefahrstoffe und gefährdende Medien auftreten können,
- welche technischen Schutzmaßnahmen erforderlich sind und was bei ihnen zu beachten ist,
- welche persönliche Schutzausrüstung wann eingesetzt wird und welche Kriterien bei der Auswahl entscheidend sind.

Fachinformationen

5.2 Hätten Sie es gewusst?

5.2.1 Wie viele Gefahrstoffe gibt es?

Was schätzen Sie? Wie viele Gefahrstoffe sind in der GESTIS-Stoffdatenbank der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung verzeichnet?

Mögliche Antworten:

- 500 – 900
- 1.000 – 2.500
- 4.000 – 5.500
- 8.000 – 9.500
- 14.000 – 15.500

Antwort

- 8.000 – 9.500

Feedbacktext

Richtig: Volltreffer! In der Datenbank sind Informationen zu ca. 8.500 Stoffen enthalten.

Falsch: Da liegen Sie etwas daneben. Verzeichnet sind Informationen zu ca. 8.500 Stoffen.

Fachinformationen

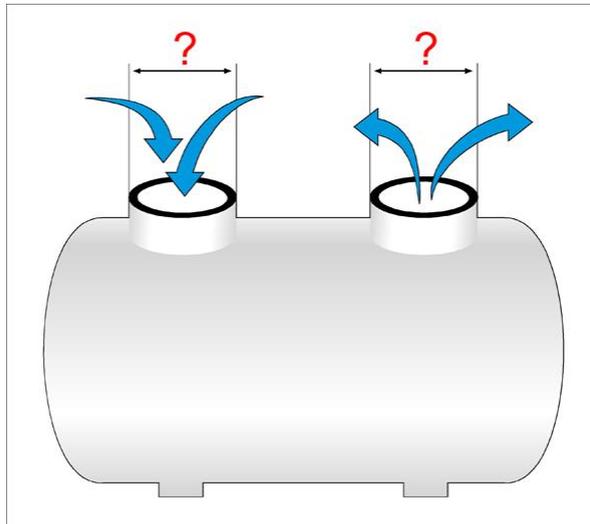
5.2.2 Lüftung

Aus der ersten Zugangsöffnung eines Behälters sollen Gefahrstoffe mit einem Lüfter abgesaugt werden. Durch die zweite Zugangsöffnung soll Frischluft nachströmen.

Wie müssen die beiden Öffnungen beschaffen sein, damit der komplette Behälter gut durchlüftet wird?

Mögliche Antworten:

- Die Zugangsöffnung mit dem Lüfter muss kleiner als die andere sein.
- Die Zugangsöffnung mit dem Lüfter muss größer als die andere sein.
- Die Zugangsöffnung mit dem Lüfter muss genauso groß sein wie die andere.



Antwort

Die Zugangsöffnung mit dem Lüfter muss genauso groß sein wie die andere. So entstehen turbulente Luftströme, die auch die Randbereiche des Behälters gut durchlüften.

Feedbacktext

Richtig: Wenn beide Öffnungen gleich groß sind, entstehen turbulente Luftströme, die auch die Randbereiche des Behälters gut durchlüften.

Falsch: Wenn die Öffnungen verschieden groß sind, entsteht ein langsamer laminarer Luftstrom, der die Randbereiche des Behälters nicht erreicht.

Fachinformationen

5.3 Gefährdungen

5.3.1 Definitionen und Gefährdungspotenziale

Mit Gefahrstoffen und gefährdenden Medien sollte man sich gründlich beschäftigen, können sie doch bei unsachgemäßer Handhabung zu ernsthaften Gesundheitsschäden oder sogar zum Tod führen.

Definition

Gefahrstoffe

Gefahrstoffe sind gefährliche Stoffe, Gemische oder Erzeugnisse, die aufgrund von definierten Gefährlichkeitsmerkmalen eingestuft¹ werden. Aus ihnen kann bei der Herstellung oder Verwendung eine gefährliche Gefahrstoffkonzentration in der Luft entstehen, sie können explosionsfähig sein, hautschädigend wirken oder sonstige chronisch schädigende Eigenschaften besitzen.

Sobald die Grenzwerte² überschritten werden oder Hautkontakt besteht, müssen Sie entsprechende Schutzmaßnahmen einleiten.

Gefährdende Medien

Gefährdende Medien besitzen kein Gefährlichkeitsmerkmal³. Trotzdem können sie durch ihre Eigenschaften indirekt gefährlich sein: Z.B. ist es möglich durch sie zu ersticken, zu versinken oder zu ertrinken. In § 2 der Gefahrstoffverordnung werden die gefährdenden Medien deshalb mit zu den Gefahrstoffen gezählt.

¹ Die Einstufung erfolgt durch Zuordnung zu einer oder mehreren physikalisch-chemischen, toxischen, spezifisch gesundheitsschädigenden oder ökotoxischen Eigenschaften nach festgelegten Prüfkriterien.

Die GHS-Einstufung gemäß CLP-Verordnung Nr. 1272/2008/EG ersetzt dabei das bisherige Einstufungssystem gemäß den EG-Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG (Stichtag 1.6.2015).

Nach GHS (Global Harmonisiertes System) werden gefährliche Stoffe und Gemische in 28 verschiedene Gefahrenklassen mit weiteren Unterkategorien, den sogenannten Gefahrenkategorien eingestuft.

Eine Beschreibung der Gefahrenklassen und -kategorien finden Sie in der CLP-Verordnung Nr. 1272/2008/EG, Anhang I. Auf Gefährdungen durch physikalisch-chemische Eigenschaften gehen wir im Kapitel „Brände und Explosionen“ gesondert ein.

² Maßgebend sind insbesondere die Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) für die Luft am Arbeitsplatz. Weitere Grenzwerte, die es ggf. zu beachten gilt, sind die Explosionsgrenzen der explosionsfähigen Stoffe oder der untere Explosionspunkt (UEP) von brennbaren Flüssigkeiten, wie wir im Kapitel „Brände und Explosionen“ noch näher sehen werden.

Detaillierte Informationen zu Gefährdungen und Grenzwerten einzelner Gefahrstoffe finden Sie in den berufsgenossenschaftlichen Internetdatenbanken GESTIS und GisChem sowie in den Technischen Regeln für Gefahrstoffe (z.B. TRGS 900).

³ Nach GHS werden einige Stoffe, die in den EG-Richtlinien 67/548/EWG bzw. 1999/45/EG keinem Gefährlichkeitsmerkmal zugeordnet wurden, direkt als Gefahrstoff in die Gefahrenklasse „Gase unter Druck“ eingestuft. Gase unter Druck sind Gase, die in einem Behälter unter einem Druck von 200 kPa (Überdruck) oder mehr enthalten sind oder die verflüssigt oder verflüssigt und tiefgekühlt sind.

Beispiele: flüssiger Stickstoff, Helium, Argon, Propangas

Einige gefährdende Medien werden in späteren Kapiteln⁴ gesondert behandelt. Der Einfachheit halber verwenden wir im Folgenden den Oberbegriff „Gefahrstoffe“.

⁴ Gefährdende Medien, die Sauerstoffmangel hervorrufen (Stickgase): Kapitel „Sauerstoffmangel und Sauerstoffüberschuss“

Gefährdungen durch Schüttgut: Kapitel „Versinken oder Verschütten in Silos“

Fachinformationen

5.3.2 Auftreten von Gefahrstoffen

Beim Befahren von Behältern, Silos oder engen Räumen müssen Sie mit unterschiedlichsten Situationen rechnen, in denen Gefahrstoffe die Gesundheit der Beteiligten gefährden können.

Auftreten von Gefahrstoffen

Vorhandensein im Behälter

In vielen Behältern werden Gefahrstoffe hergestellt, verarbeitet oder gelagert. Sie können aber auch erst entstehen, wie z.B. durch biologische Prozesse (Gärung, Fäulnis). Wenn die Behälter nicht vollständig entleert¹ und gereinigt wurden, ist der eingefahrene Mitarbeiter in Gefahr.

Eindringen von außen

Gefahrstoffe können während der Arbeit im Behälter auch von außen eindringen. Dies geschieht z.B. durch Öffnungen oder ungesicherte Zuleitungen.

Einbringen von außen

In bestimmten Fällen bringen Mitarbeiter die Gefahrstoffe in den Behälter. Das passiert z.B. bei Reinigungsarbeiten mit Flüssigkeiten bzw. Feststoffen, beim Spülen der Behälter mit Gasen oder bei Arbeitsverfahren wie Oberflächenbehandlungen oder Schweißen.

¹ Vorsicht: Auch vermeintlich entleerte Behälter können Rückstände in Todräumen, an den Behälterwänden oder hinter Verkrustungen enthalten, die schwer zu erkennen und dadurch besonders gefährlich sind.

Fachinformationen

5.4 Unfallbeispiel

5.4.1 Reinigungsarbeiten mit Atemschutz

Das folgende Unfallbeispiel zeigt Ihnen, wie wichtig es ist, Schutzmaßnahmen gründlich zu planen und zu hinterfragen. In diesem Fall gilt vor allem: Atemschutz ist nicht gleich Atemschutz!¹

Unfallhergang

Arbeitsauftrag: Reinigungsarbeiten in einer Abwassergrube

Herr Ludwig von der Firma Blank beseitigt gefährstoffhaltigen Schlamm in einer Abwassergrube. Da der Schlamm stark nach Chemikalien riecht, benutzt er aus eigenem Antrieb eine Filtermaske.

Herr Ludwig will nach oben und wird bewusstlos

Herr Ludwig will nach kurzer Zeit eine Pause machen. Beim beschwerlichen Aufstieg aus der Grube reißt er sich die Filtermaske vom Kopf, da ihm schwindelig wird und er keine Luft mehr bekommt. Er fällt bewusstlos zurück in die Grube.

2 Mitarbeiter wollen helfen

Zwei alarmierte Kollegen steigen ohne Nachzudenken auch in die Grube, um dem bewusstlosen Herrn Ludwig zu helfen.

Unfallausgang: 3 tote Mitarbeiter

In der Grube angekommen, verlieren auch die beiden Helfer sofort das Bewusstsein. Traurige Bilanz: Alle drei Mitarbeiter können nur noch tot geborgen werden.

Unfallursache

Unfallursache waren die giftigen Rückstände in sehr hoher Konzentration. Die Filtermaske ist durchgeschlagen und konnte die Gefahrstoffe nicht komplett filtern.

Die Gefahrstoffe haben darüber hinaus den Sauerstoff in der luftaustauscharmen Grube verdrängt.

Unfallvermeidung

Die Filtermaske als Schutzmaßnahme war völlig unzulänglich.

Ein Freimessen hätte gezeigt, dass in diesem Fall eine hohe Gefahrstoffkonzentration vorliegt und nur mit einem außenluftunabhängigen Atemschutz (Isoliergerät) gearbeitet werden darf.



¹ Diesem Unfallbeispiel liegt ein realer Unfall aus der Praxis zugrunde. Neben den beschriebenen Versäumnissen kann deshalb auch die verwendete PSA unvollständig sein und nicht den Sicherheitsanforderungen entsprechen.

Fachinformationen



5.4.2 Arbeiten ohne Gefahrstoffermittlung

Die exakte Ermittlung des Gefahrstoffes und darauf abgestimmte Schutzmaßnahmen sind die unerlässliche Basis für eine sichere Arbeit im Behälter. Sehen Sie selbst!¹

Unfallhergang

Arbeitsauftrag: Reinigungsarbeiten in einem alten Heizöltank

Der Unternehmer Herr Wirr beauftragt eine Tankreinigungsfirma, einen ehemaligen Heizöltank zu reinigen. Der Tank ist bereits mehrere Jahre außer Betrieb. Als Aufsichtsführender fungiert Herr Wache von der Reinigungsfirma.

Probenahme ohne Ergebnisabfrage

Zur Sicherheit veranlasst Herr Wache eine Probe des Restproduktes. Er versäumt es aber, das Probenergebnis vom beauftragten Labor abzufragen.

Der Tankreiniger befährt den Tank

Der Tankreiniger geht mit Gummianzug und Atemschutz in den Tank, um die Restmengen zu beseitigen.

Die Gefahrstoffe greifen die PSA an

Nach Beendigung der Arbeiten lösen sich völlig unerwartet der Gummianzug und Teile der darunter getragenen Arbeitskleidung auf. Der Tankreiniger legt sofort die restliche Kleidung ab, duscht und sucht den Betriebsarzt auf.

Die Gefahrstoff-Beeinträchtigung bleibt zum Glück ohne Folgen.

Unfallursache

Im Tank befand sich kein Heizöl, sondern ein Holzschutzmittel!

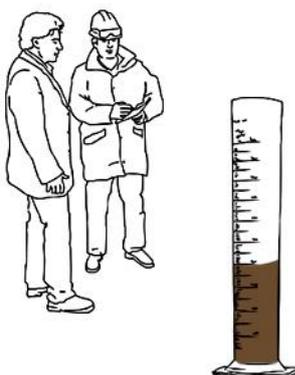
Das giftige und aggressive Holzschutzmittel hat sich durch den Gummianzug des Tankreinigers gefressen. Der Auftraggeber Herr Wirr hatte dem Auftragnehmer falsche Angaben gemacht.

Unfallvermeidung

Es gab weitreichende organisatorische Versäumnisse!

Der Auftraggeber Herr Wirr hätte sich konsequent vom ehemaligen Inhalt des Tanks überzeugen sollen.

Herr Wache ging davon aus, dass die Angaben des Auftraggebers stimmen. Er hätte es nicht versäumen dürfen, die Laboranalyse abzufragen.



¹ Diesem Unfallfallbeispiel liegt ein realer Unfall aus der Praxis zugrunde. Neben den beschriebenen Versäumnissen kann deshalb auch die verwendete PSA unvollständig sein und nicht den Sicherheitsanforderungen entsprechen.

Fachinformationen

5.5 Schutzmaßnahmen

5.5.1 Entleeren und Reinigen

Die technischen Schutzmaßnahmen stehen immer an erster Stelle. Bei Behältern, Silos und engen Räumen heißt es deshalb zunächst: Vollständiges Entleeren und Reinigen vor Arbeitsbeginn.

Folgende Punkte haben Sie zu beachten.

1. Füllgut von außen entfernen

Entfernen Sie das Füllgut wenn möglich von außen, so dass sich keine Mitarbeiter im Behälter aufhalten müssen.

Beispiele: Ablassen, Abpumpen, Absaugen, Abziehen, Benutzen von Fördereinrichtungen

2. Rückstände von außen entfernen

Oft verbleiben Rückstände im Behälter. Sie sollten ebenfalls möglichst von außen entfernen werden.

Beispiele: Ausspülen¹ mit geeigneten Flüssigkeiten² bzw. Luft, Ausdämpfen³, Verdrängen mit Gasen

3. Gefährdungen durch Reinigungsmittel beachten

Vorsicht! Zum Entleeren verwendete Spülgase, Löse- oder Reinigungsmittel können ebenfalls gefährlich sein. Berücksichtigen Sie auch hier die möglichen Brand-, Explosions- oder Gesundheitsgefahren.

4. Gefahrloses Entfernen und Lagern des Füllgutes

Das gefährliche Füllgut muss gefahrlos abgeleitet, gelagert oder entfernt werden. Beachten Sie hierbei auch die einschlägigen Umweltschutzbedingungen.

¹ Häufig werden die Rückstände durch Ausspülen entfernt. D.h. durch wiederholtes Füllen und Entleeren, durch Umschwenken, Ausspritzen oder Umpumpen. Schlammartige Rückstände müssen ggf. gleichzeitig durchrührt werden.

² Reinigen Sie vorrangig mit Wasser und ggf. zugesetztem Emulgier- oder Dispergiermittel. Bei nicht wasserlöslichen Stoffen reicht das aber nicht aus, wie das Experiment im Kapitel 7 „Brände und Explosionen“ zeigt. In diesem Fall sind lösemittelhaltige Reinigungsmittel zu verwenden.

Bei Hochdruckreinigungsverfahren können hohe elektrostatische Aufladungen auftreten. Um sie zu vermeiden, sollten Sie nicht mit voll entsalztem Wasser oder anderen ionenarmen Flüssigkeiten arbeiten.

³ Das Ausdämpfen ist besonders empfehlenswert, wenn der Inhalt des Behälters aus brennbaren Flüssigkeiten bestand. Beachten Sie, dass auch schlammartige Rückstände erfasst werden und das Kondensat gefahrlos beseitigt wird. Außerdem dürfen die Mitarbeiter durch mögliche Verbrennungen an Dampfzuleitungen oder Verbrühungen durch die austretenden heißen Schwaden nicht gefährdet werden.

5. Schutzmaßnahmen bei verbleibenden Gefahrstoffen

Schließlich kann es vorkommen, dass Gefahrstoffe nicht vollständig von außen entfernt werden können. Beispiele sind Anbackungen an Behälterwandungen oder zum Entleeren und Reinigen verwendete Stoffe, die aus betriebstechnischen Gründen nicht beseitigt werden können.

In diesen Fällen müssen Sie weitere Schutzmaßnahmen wie Lüftung⁴ oder persönliche Schutzausrüstung⁵ vorsehen.

⁴ Querverweis ins Kapitel 5.5.3 „Gefahrstoffe und gefährdende Medien: Lüften“

⁵ Querverweis ins Kapitel 5.5.7 „Gefahrstoffe und gefährdende Medien: PSA: Atemschutzgeräte“

Fachinformationen

5.5.2 Abtrennen

Damit nach dem Entleeren keine Gefahrstoffe oder gefährdende Medien¹ in den Behälter gelangen können, müssen vor Arbeitsbeginn alle Zu- und Abgänge wirksam unterbrochen werden.

Abtrennmöglichkeiten

Je nach Bauart und Rahmenbedingung können Sie die Leitungen auf unterschiedliche Art und Weise abtrennen.

Blindflansche

Entfernen Sie aus den Leitungen die dafür vorgesehenen Zwischenstücke und setzen Sie stattdessen Blindflansche ein.

Blindflansche sind die sicherste Art, Leitungen abzutrennen.

Steckscheiben

Steckscheiben können zum Verschließen der Leitung in die dafür vorgesehene Flanschverbindung eingebaut werden. Steckscheiben müssen

- dicht abschließen und deutlich erkennbar sein,
- in ihrer Abmessung und Werkstoffzusammensetzung den auftretenden Temperaturen, stofflichen Beanspruchungen und Drücken angepasst sein.

Absperreinrichtungen mit Zwischenentspannung

Eine weitere Möglichkeit sind zwei hintereinanderliegende Absperreinrichtungen mit Zwischenentspannung². Folgende Maßnahmen sind dabei unerlässlich:

- Die Einrichtung muss gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Öffnen gesichert³ sein.
- Die Wirksamkeit der Zwischenentspannung muss überprüft werden können.

¹ Hier sind insbesondere auch Stoffe mit gefährlichen Temperaturen oder Drücken zu berücksichtigen.

² Die Zwischenentspannung, eine Verbindung zur Außenluft, sorgt für die nötige Druckentlastung. Die dabei entweichende Luft stellt aufgrund der geringen Menge und Gefahrstoffkonzentration i.d.R. keine Gefährdung dar.

³ Für die nötige Sicherung sorgen z.B. eine Kette mit Schloss und ein Warnschild, das auf die mögliche Gefährdung hinweist.

Absperreinrichtungen ohne Zwischenentspannung

Zwei hintereinanderliegende Absperreinrichtungen ohne Zwischenentspannung können genutzt werden, wenn

- vor der Absperreinrichtung kein Druckaufbau möglich und der Stoff in der Rohrleitung ungefährlich ist,
- die Einrichtung gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Öffnen gesichert ist.

Einfache Absperreinrichtung

Die Zu- und Ableitung kann durch eine einfache Absperreinrichtung wie z.B. einen Hahn oder ein Ventil unterbrochen werden, wenn

- die Mitarbeiter bei Undichtigkeiten nicht gefährdet werden,
- die Einrichtung gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Öffnen gesichert ist.

Hilfsabsperungen

Zur Not können auch Hilfsabsperungen wie Blasen, Pfropfen aus Eis oder anderen Stoffen benutzt werden.

Auch hier muss gewährleistet sein, dass die Mitarbeiter bei auftretenden Undichtigkeiten nicht gefährdet sein können.

Wenn aus betriebstechnischen Gründen keine Abtrennung möglich⁴ ist, müssen die Mitarbeiter durch andere Maßnahmen wie Lüftung oder PSA geschützt werden.

⁴ Dies ist z.B. bei Kanälen oder Schächten der Fall.

Fachinformationen

5.5.3 Lüften

Wenn gefährliche Gase, Dämpfe, Nebel oder Stäube, eine explosionsfähige Atmosphäre¹ oder Sauerstoffmangel auftreten können, müssen Behälter vor und während der Arbeit be- bzw. entlüftet werden.

Schauen Sie sich an, was Sie bei der Lüftung genau beachten müssen.

Lüftungsmaßnahmen

Freie Lüftung

Die freie bzw. natürliche Lüftung ist in den allermeisten Fällen nicht ausreichend², da schwere Gase und Dämpfe am Boden von Behältern nicht erfasst werden. Deshalb müssen Sie grundsätzlich eine technische Lüftung mit Luftzu- bzw. Luftabfuhr einsetzen.

Technische Lüftung

Belüftung

Zur technischen Belüftung müssen Sie Frischluft³ benutzen, die den gesamten Raum durchspült. Die Mitarbeiter sollten dabei möglichst im Frischluftstrom arbeiten.

Auf die gute Durchlüftung von Senken, Kanälen oder Vertiefungen ist besonders zu achten.

Entlüftung

Beim Absaugen verunreinigter Luft muss genügend Frischluft nachströmen. Lösemitteldämpfe und andere gesundheitsschädliche Stoffe in gefährlicher Konzentration sollten möglichst an der

¹ Faustregel

Eine explosionsfähige Atmosphäre wird verhindert, wenn die Konzentration der Gase, Nebel, Dämpfe oder Stäube im Gemisch mit Luft 50 % der unteren Explosionsgrenze nicht überschreiten kann.

Sehen Sie sich auch die besonderen Richtlinien für Beschichtungs- und Klebearbeiten auf der nächsten Seite an.

² Die freie bzw. natürliche Lüftung, die durch Druck- und Temperaturunterschiede hervorgerufen wird, ist nur ausreichend, wenn die Arbeitsplatzgrenzwerte eingehalten werden und Sauerstoffmangel ausgeschlossen ist. Dies trifft z.B. zu

- bei Arbeiten mit kleinen Mengen,
- bei Arbeiten mit Stoffen, die ein geringes Gefährdungspotenzial aufweisen,
- bei Arbeiten in Räumen mit großem Raumvolumen.

³ Die Frischluft sollte möglichst der freien Außenluft entnommen werden. Nur wenn dies nicht möglich ist, können Räume als Quelle genutzt werden. Die Räume müssen mit der Außenluft durch größere Öffnungen in Verbindung stehen und Luft ohne gesundheitsgefährliche oder brennbare Verunreinigungen enthalten.

Achtung! Purer Sauerstoff oder Luft mit angereicherterem Sauerstoffanteil dürfen in keinem Fall benutzt werden.

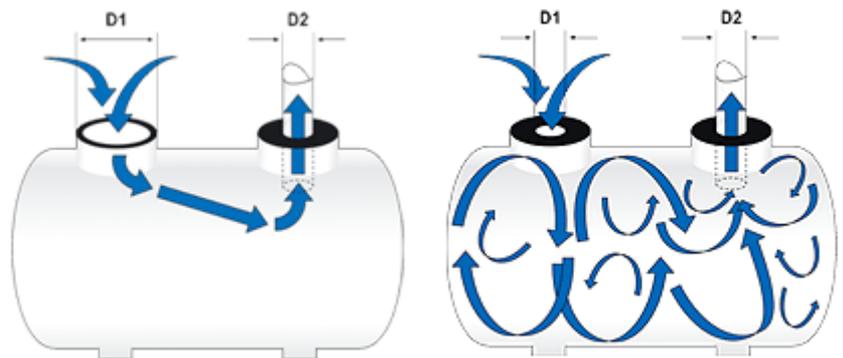
Entstehungs- bzw. Austrittsstelle⁴ abgesaugt werden, so dass sie nicht in die Atemluft der Beschäftigten gelangen.

Die abgesaugte, verunreinigte Luft ist so abzuführen, dass niemand gefährdet wird.

Zuluft-/Absaugöffnungen

Bei Behältern mit mehreren Öffnungen sollte der Durchmesser der Zuluftöffnung genauso groß sein wie der Durchmesser der Absaugöffnung.

Auf dem oberen Bild sehen Sie einen laminaren, uneffektiven Luftstrom verursacht durch eine größere Zuluftöffnung. Auf dem unteren Bild sehen Sie eine turbulente, effektive Strömung, die auch die Randbereiche gut durchlüftet.



Uneffektiver, laminarer Luftstrom

Effektive, turbulente Strömung

Wirksamkeit und Zugriffssicherung

Stellen Sie sicher, dass die Wirksamkeit der Lüftung durch Messgeräte⁵ regelmäßig überwacht und die Lüfterbedienung vor dem Zugriff Unbefugter gesichert wird.

Sobald Sie erkennen, dass die Lüftung unwirksam ist, müssen die Arbeiten eingestellt werden!

⁴ Schauen Sie sich hierzu auch das Experiment im Kapitel 7 „Brände und Explosionen“ an.

⁵ Querverweis ins Kapitel 5.5.5 „Freimessen“

Fachinformationen

5.5.4 Lüften bei Beschichtungs- und Klebearbeiten

Für eine effektive Lüftung bei Beschichtungs- und Klebearbeiten liegen spezielle Anforderungen¹ und Richtwerte vor.

Anforderungen des Gesundheitsschutzes

Bei Arbeiten ohne Aerosolbildung² gilt eine gesundheitsgefährdende Gefahrstoffkonzentration als vermieden, wenn

- Sie durch Freimessen nachweisen können, dass der Volumenstrom der Lüftung ausreichend ist oder
- die ausgetauschte Luftmenge während der gesamten Aufbringzeit 2.500 m³ pro kg der durch Kleber bzw. Lacke eingebrachten Lösemittelmenge³ beträgt.

Wenn Aerosole entstehen, müssen zusätzlich Atemschutzgeräte getragen werden. Atemschutz kommt auch zum Einsatz, wenn der Mindestvolumenstrom verfahrensbedingt⁴ nicht eingehalten werden kann und weiterhin eine Gefährdung besteht.

Anforderungen des Explosionsschutzes

Unabhängig von den Anforderungen des Gesundheitsschutzes muss zum Explosionsschutz folgende Anforderung an die technische Lüftung eingehalten werden:

- Bei Arbeiten ohne Aerosolbildung muss die ausgetauschte Luftmenge während der gesamten Aufbringzeit 300 m³ pro kg der durch Kleber bzw. Lacke eingebrachten Lösemittelmenge betragen.

Berechnung

Mit der folgenden Formel können sie den Mindestvolumenstrom auch anhand der unteren Explosionsgrenze (UEG)⁵ des verwendeten Gefahrstoffes berechnen.

$$V_{\min} = \frac{f \cdot k}{C_{\text{zul}}}$$

V_{\min} : erforderlicher Mindestvolumenstrom in m³/h

k: Verbrauch an brennbaren Gefahrstoffen in g/h

¹ Vgl. TRGS 507 „Oberflächenbehandlung in Räumen und Behältern“, Abs. 5.2

² Beschichtungs- und Klebearbeiten, die keine Aerosole bilden, sind z.B. das Rollen oder Streichen. Durch die Verwendung von Sprühdüsen hingegen können Aerosole entstehen.

³ Der Mindestvolumenstrom bezieht sich auf einen Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) für das eingesetzte Lösemittel von 440 mg/m³.

⁴ Bei einem zu starken Volumenstrom haften z.B. bestimmte Beschichtungen nicht mehr.

⁵ Querverweis zum Lexikoneintrag „Explosionsgrenze“

C_{zul} : zulässige Konzentration an brennbaren Gefahrstoffen im Raum in g/m^3 . Das sind 50 % der UEG des verwendeten Stoffes oder, wenn die UEG nicht bekannt ist, $20 g/m^3$.

f: Sicherheitszuschlag
f = 5 bei Räumen mit ungünstigen⁶ Strömungsverhältnissen
f = 1 bei idealen⁷ Strömungsverhältnissen

Berechnungsbeispiel⁸

⁶ z.B. Schiffsräume, Behälter mit Einbauten oder Brückenträger

⁷ z.B. Rohrleitungen

⁸ **Ausgangssituation**

Ein Beschichter verspritzt in einem Schiffsraum 40 l Farbe pro Stunde (40 l/h). Das spezifische Gewicht der Farbe beträgt $1,2 kg/dm^3$. Der Lösemittelanteil beträgt 10 %.

Berechnung

$$V_{min} = \frac{f \cdot k}{C_{zul}}$$

1. Berechnung des Verbrauchs (k):

Gemäß der vorliegenden Formel wird zunächst k, das heißt der Verbrauch an Lösemitteln in einer Stunde ermittelt:

Gesamtverbrauch:	40 l/h (1 l ~ $1 dm^3$ ~ $40 dm^3/h$)
spezifisches Gewicht der Farbe:	$1,2 kg/dm^3$
Lösemittelanteil:	10 %

$$40 dm^3/h \cdot 1,2 kg/dm^3 = 48 kg/h$$

$$10 \% \text{ von } 48 kg/h: 4,8 kg/h \text{ bzw. } \mathbf{4.800 g/h}$$

2. Berechnung des Mindestvolumenstroms:

Da im Schiffsraum ungünstige Strömungsverhältnisse herrschen, wird ein Sicherheitszuschlag von f = 5 veranschlagt. Für die zulässige Konzentration der Lösemittel (C_{zul}) wird mit den pauschal festgelegten $20 g/m^3$ gerechnet, da die UEG nicht bekannt ist.

$$V_{min} = \frac{5 \cdot 4.800 g/h}{20 g/m^3}$$

$$V_{min} = \mathbf{1.200 m^3/h}$$

Vergleich:

Unter Verwendung der vorgeschriebenen Mindestzuluftrate von $300 m^3/kg$ käme man auf einen Mindestvolumenstrom von $300 m^3/kg \cdot 4,8 kg/h = \mathbf{1.440 m^3/h}$.

Fachinformationen

5.5.5 Freimessen: Was, wann und wer?

Beim Freimessen¹ ermitteln Sie mit geeigneten Messverfahren die Gefahrstoffkonzentration bzw. den Sauerstoffgehalt im Behälter, um die Umgebungsatmosphäre für die Mitarbeiter als sicher einzustufen² oder weitere Schutzmaßnahmen einzuleiten.

Wann ?

- im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung³ vor der Arbeit
- nach größeren Arbeitsunterbrechungen (Wirksamkeitskontrolle)
- bei plötzlicher⁴ Gefährdung auch während der Arbeit

In vielen Fällen wird nach der Freigabe auch kontinuierlich während der Arbeit gemessen (Überwachung).

Wer?

Das Freimessen ist äußerst wichtig und bedarf großer Sorgfalt. Deshalb darf nur eine Person mit erforderlicher Fachkunde⁵ beauftragt werden.

¹ Querverweis zum Lexikoneintrag „Freimessen“ (Hinweis: Unterschied zum Messen gemäß GefStoffV, TRGS 402)

² Häufig liegt für den gemessenen Gefahrstoff z.B. ein Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) vor, der mit dem Messergebnis verglichen werden kann. Die Grenzwerte können Sie der TRGS 900, den Sicherheitsdatenblättern oder den Internetdatenbanken GESTIS oder GisChem entnehmen.

Liegt kein Grenzwert vor, können als Richtwerte die alten TRK- bzw. MAK-Werte oder ausländische Werte wie TLV herangezogen werden. Hier muss in jedem Fall nachgewiesen werden können, dass mit den eingeleiteten Schutzmaßnahmen die Gefahrstoffkonzentration verringert wird.

³ Neben den stoffbezogenen Informationen (z.B. aus dem Sicherheitsdatenblatt vom Hersteller) ist es besonders wichtig, auch die speziellen betrieblichen Tätigkeiten mit Gefahrstoffen einzuschätzen. Hierzu müssen Sie die Gefahrstoffkonzentration am Arbeitsplatz ermitteln. Aus dem Messergebnis, das Sie im Erlaubnisschein dokumentieren, leiten Sie schließlich die erforderlichen Schutzmaßnahmen ab.

⁴ In einigen Fällen kann es zu einem plötzlichen Gefahrstoffausstoß in einer sonst sicheren Arbeitsatmosphäre kommen. Deshalb sollte der einfahrende Mitarbeiter ein direktanzeigendes Gerät mit sich führen, das ihn vor erhöhter Gefahrstoffkonzentration sofort warnt.

⁵ Die fachkundige Person muss insbesondere

- die passenden Messverfahren bzw. -geräte auswählen und richtig anwenden können (u.a. Beachtung der Querempfindlichkeit gegen andere Stoffe, Beurteilung der Messergebnisse),
- die zu messenden Gefahrstoffe und ihre Wirkung kennen (z.B. Arbeitsplatzgrenzwerte, Explosionsgrenzen, physiologische Wirkung des Sauerstoffmangels),
- die betrieblichen Verhältnisse richtig einschätzen (repräsentative Stellen zum Messen, mögliche Einflussfaktoren der Probenahme durch Einbauten etc.).

Fachkundig sind z.B. Personen über 18 Jahre, die nach den Inhalten des folgenden Grundsatzes ausgebildet wurden: DGUV Grundsatz 313-002 „Auswahl, Ausbildung und Beauftragung von Fachkundigen zum Freimessen nach DGUV Regel 113-004 – Teil 1“. Den Grundsatz finden Sie im Menüpunkt „Umsetzungshilfen“ dieses Programms.

Für eine kontinuierliche Überwachung während der Arbeit kann auch der Sicherungsposten herangezogen werden, der zu diesem Sachverhalt unterwiesen⁶ wurde.

⁶ Werden dazu Gaswarngeräte eingesetzt, ist keine Fachkunde nach dem DGUV Grundsatz 313-002 erforderlich. Der Sicherungsposten muss mindestens in der Bedienung des Geräts unterwiesen sein und wissen, was bei einem Gerätealarm zu tun ist.

Fachinformationen



Direktanzeigendes Gasmessgerät
(gut geeignet für nicht vollständig
abgetrennte Behälter mit Restver-
schmutzungen)



Gassammelrohr („Gaswurst“) für die
Laboranalyse



Prüfröhrchen für ganz bestimmte
Gefahrstoffe

5.5.6 Freimessen: Womit und wie?

Zum Freimessen eignen sich folgende Messverfahren:

- kontinuierliche Messungen z.B. mit direktanzeigenden Geräten,
- diskontinuierliche, wiederholte Einzelmessungen z.B. mit Prüfröhrchen oder mit Probenahme und Laboranalyse.

Bei der Auswahl des geeigneten Messverfahrens müssen Sie die speziellen Eigenschaften¹ des Stoffes und die Verhältnisse² im Behälter berücksichtigen.

Wichtig ist, dass an repräsentativer Stelle³ gemessen wird und direktanzeigende Geräte richtig geeicht sind. Erstellen Sie eine Betriebsanweisung, um Fehler zu vermeiden.

¹ Der zu messende Gefahrstoff kann zum Beispiel einem anderen Stoff sehr ähnlich sein, so dass die Messung gegenüber beiden empfindlich reagiert und kein sicheres Ergebnis liefert (Querempfindlichkeit). Hinweise hierzu finden Sie in den Herstellerangaben der Messgeräte.

Manche Stoffe können z.B. auch Gummischläuche angreifen, so dass auf das richtige Material der Geräte zu achten ist.

Außerdem müssen Sie entscheiden, ob neben dem AGW auch eine mögliche explosionsfähige Atmosphäre zu messen ist.

² Verwenden Sie bevorzugt direktanzeigende Geräte für kontinuierliche Messungen, wenn

- der Behälter Verunreinigungen oder Rückstände aufweist, die Gefahrstoffe freisetzen können,
- der Behälter nicht vollständig abgetrennt werden kann, und Gefahrstoffe bzw. Stickgase eindringen können.

In Behältern, die vollständig entleert, gespült und gereinigt sind und in die keine Gefahrstoffe und Stickgase eindringen können, ist eine einmalige Messung vor Arbeitsbeginn ausreichend.

³ Bei der Auswahl der richtigen Messstelle müssen Sie sich z.B. fragen, ob der Gefahrstoff leichter oder schwerer als Luft ist und wo sich der Arbeitsbereich des Mitarbeiters befinden wird.

Fachinformationen

5.5.7 PSA: Atemschutzgeräte

Wenn trotz technischer Maßnahmen wie Reinigen und Lüften Schadstoffe¹ oberhalb der Grenzwerte auftreten können, müssen die Mitarbeiter Atemschutzgeräte tragen.

Grundsätzlich lassen sich zwei Hauptarten von Atemschutzgeräten² unterscheiden: Filtergeräte und Isoliergeräte.

Filtergeräte

Filtergeräte sind **abhängig von der Umgebungsatmosphäre** und scheiden Schadstoffe aus der Atemluft ab.

Es gibt sie in verschiedenen Ausführungsformen – von Vollmasken mit aufmontiertem Filter über Filtergeräte mit Gebläse bis hin zu filtrierenden Halbmasken wie z.B. Staubmasken.

Die Bauformen und Funktionsweisen sind jeweils auf bestimmte Schadstoffeinwirkungen ausgelegt³.



Isoliergeräte

Isoliergeräte sind **unabhängig von der Umgebungsatmosphäre** und führen die Atemluft über einen Atemanschluss zu.

Man unterscheidet frei tragbare Geräte z.B. mit Druckluftflaschen und nicht frei tragbare Geräte mit Frischluft- oder Druckluftzuführungsschlauch.

Isoliergeräte werden bei Sauerstoffmangel oder hoher Schadstoffkonzentration eingesetzt.



¹ Schadstoffe sind Gefahrstoffe, aber auch radioaktive Stoffe, Biostoffe oder Enzyme in Form von Gasen, Dämpfen oder luftgetragenen Partikeln.

² Querverweis zum Lexikoneintrag Atemschutzgeräte

³ Die Art des Schadstoffes und seine Konzentration in der Umgebungsluft legen die Art des Filters, die Filterklasse (Leistung) und die Art des Atemanschlusses (Voll-, Halb-, Viertelmaske etc.) fest.

Während z.B. Gasfilter vor gefährlichen Gasen, Dämpfen und Rauchen schützen, sind Partikelfilter gegen die Einwirkung von Stäuben ausgelegt. Kombinationsfilter bieten Schutz gegen beide Schadstoffarten.

Gemäß DGUV Regel 112-190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“ dürfen Filtergeräte nicht eingesetzt werden

- bei einem Sauerstoffgehalt von unter 17 Vol.-%,
- bei unbekanntem Umgebungsverhältnissen (z.B. Rettungseinsätze),
- bei Zweifeln bezüglich der Schutzwirkung (z.B. zu hohe Schadstoffkonzentration, Gebrauchsdauer, unzulässige Temperaturerhöhung des Filters).

Fachinformationen

5.5.8 Auswahl der Atemschutzgeräte

So viel Schutz wie nötig, so wenig Belastung wie möglich!

Bei der Auswahl des richtigen Atemschutzgerätes sollten Sie insbesondere folgende Kriterien berücksichtigen.

Auswahlkriterien

Umgebungsatmosphäre

Die Atemschutzgeräte müssen für die jeweilige Umgebungsatmosphäre geeignet sein. Relevante Parameter sind z.B. die Art des Gefahrstoffes, seine Konzentration in der Atemluft, der Sauerstoffgehalt, die Temperatur oder Brand- und Explosionsgefahren. Filtergeräte sind z.B. nur zulässig, wenn sichergestellt¹ wird, dass kein Sauerstoffmangel auftritt.

Beachten Sie vor allem auch den Schutzfaktor² der Geräte.

Beispiel³

Verwendungszweck

Atemschutzgeräte sind für bestimmte Arbeiten und Arbeitsbelastungen ausgelegt. Ein Atemschutzgerät zum Selbstretten darf z.B. nur für die Flucht verwendet werden, da es nicht alle Anforderungen erfüllt, die an Arbeits- und Rettungsgeräte gestellt werden.

Gerade bei der Auswahl von Isoliergeräten sollte die Schwere der Arbeit berücksichtigt werden.

Beispiel⁴

¹ Um Sauerstoffmangel auszuschließen, muss die Sauerstoffkonzentration bei Arbeiten mit Filtergeräten ggf. kontinuierlich gemessen werden und der Sauerstoffmangel durch optische oder akustische Warngeräte angezeigt werden.

Liegt der Sauerstoffgehalt unter 17 Vol.-%, dürfen Arbeiten in Behältern gemäß DGUV Regel 112-190 nur mit Isoliergeräten durchgeführt werden.

² Für Atemschutzgeräte werden **Vielfache des Grenzwertes (VdGW)** angegeben, bis zu denen das jeweilige Gerät eingesetzt werden kann. Neben den Vielfachen des Grenzwertes werden die Atemschutzgeräte und Filter gemäß ihrer Belastbarkeit und Leistung in weitere Klassen und Typen eingeteilt.

In der DGUV Regel 112-190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“ finden Sie weitere Informationen wie z.B. detaillierte Tabellen zu den VdGW (Abschnitt 3.1.5.2).

³ **Beispiel**

Aufgrund von Sauerstoffmangel muss ein Isoliergerät getragen werden. Da eine hohe Umgebungstemperatur vorherrscht, soll dem Träger keine zusätzliche Wärme mit dem Atemgas zugeführt werden. Die Wahl fällt auf ein Druckluft-Schlauchgerät bzw. Frischluft-Druckschlauchgerät, da kühlendes Atemgas zugeführt werden kann.

⁴ **Beispiel**

Bei Schlauchgeräten mit Haube und Helm kann es bei einer schweren Arbeit durch den hohen Luftverbrauch zu einem Überatmen des Gerätes kommen. Es entsteht ein kurzzeitiger Unterdruck, durch den Schadstoffe in die Atemluft gelangen können. Diese Geräteart darf deshalb bei besonders gesundheitsgefährdenden Stoffen (akut toxisch, krebserzeugend etc.) nicht eingesetzt werden.

Tragedauer und -komfort

Die angegebenen Tragezeitbegrenzungen der Geräte sollen eine Überbeanspruchung des Geräteträgers während normaler Arbeitseinsätze vermeiden. Bei jedem Gerätetyp⁵ sind die maximale Einsatzdauer, die notwendige Erholungszeit sowie die Anzahl der Einsätze pro 8-Stunden-Schicht zu beachten⁶.

Berücksichtigen Sie auch die ergonomischen Eigenschaften und die individuelle Anpassbarkeit des Gerätes.

Eignung der Person

Da Atemschutzgeräte eine zusätzliche körperliche und psychische Belastung bedeuten, muss in Abhängigkeit von Atemwiderstand und Gerätegewicht arbeitsmedizinische Vorsorge angeboten bzw. durchgeführt werden.

Aber auch medizinisch unbedenkliche Eigenschaften wie ein Bart, Zahnprothesen o.Ä. können den Mitarbeiter als Träger ausschließen.

Beispiel⁷

Beeinträchtigungen

Nicht frei tragbare Schlauchgeräte grenzen die Bewegungsfreiheit des Mitarbeiters ein.

Des Weiteren darf Atemschutz nicht durch die Nutzung von PSA gegen Absturz beeinträchtigt werden: Durch den Fangstoß kann dem Mitarbeiter z.B. der Atemanschluss oder der Schlauch des Gerätes abgerissen werden. Deshalb sollte die PSA gegen Absturz so gewählt werden, dass keine wesentliche Fangstoßkraft auftritt, z.B. durch Benutzung eines Höhensicherungsgerätes, das oberhalb der Personen angeschlagen ist oder durch geeignete Rettungswinden.

Und nicht zuletzt: Erstellen Sie eine klare Betriebsanweisung und unterweisen Sie.

⁵ Siehe hierzu AMR 14.2 „Einteilung von Atemschutzgeräten in Gruppen“

⁶ Vgl. DGVV Regel 112-190 “Regeln für den Einsatz von Atemschutzgeräten“, Anhang 2

⁷ **Beispiel**

Personen mit Bärten oder Koteletten im Bereich der Dichtlinien von Voll- und Halbmasken und filtrierenden Atemanschlüssen sind für das Tragen dieser Geräte ungeeignet. Auch die individuelle Kopfform oder tiefe Narben können den dichten Sitz dieser Atemanschlüsse beeinträchtigen.

Fachinformationen

5.5.9 PSA: Hand- und Hautschutz

Wenn Mitarbeiter mit hautschädigenden Gefahrstoffen in Kontakt kommen können, müssen sie Chemikalienschutzhandschuhe tragen. Oft ist auch ein geeigneter Körperschutz unerlässlich.

Bedenken Sie, dass es nicht die universelle Schutzausrüstung gegen alle Gefahrstoffe und Gefährdungen gibt! Die Auswahl ist nicht einfach und sollte daher sorgfältig erfolgen.

- Berücksichtigen Sie das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung¹, um die Schutzanforderungen genau zu kennen.
- Die Schutzwirkung der PSA ist material- und zeitabhängig². Jedes Material ist gegenüber gefährlichen Einwirkungen unterschiedlich gut geeignet.
- Informationen über die Anwendungsgebiete liefert der Hersteller in der Kennzeichnung³.
- Weitere Hilfestellungen bieten die Berufsgenossenschaften⁴.

¹ Beim Umgang mit Säuren, Laugen, Fetten, Ölen, Lösemitteln oder Harzen müssen die Mitarbeiter gegen folgende Verletzungen geschützt werden: Verätzungen, Entfettung und sonstige Hautschädigungen, Hauterkrankungen, Aufnahme von Schadstoffen durch die Haut.

Neben diesen chemischen Gefährdungen sind auch mechanische, biologische, thermische, elektrische oder Gefährdungen durch Strahlung zu berücksichtigen.

(Vgl. A 008 „Persönliche Schutzausrüstungen“)

² **Material**

Ist z.B. Handschuhmaterial ungeeignet bzw. zu dünn, kommt es zum Durchbruch der Substanzen und zu einer Schädigung der Haut. Neben dem Material kann auch die Länge der Stulpen wichtig sein: Handschuhe mit längeren Stulpen können z.B. am Rand umgestülpt werden, damit die so entstandene Rinne Lösemittel auffängt, die aufgrund der Armhaltung sonst in den Handschuh gelaufen wären.

Tragedauer

Werden die Handschuhe zu lange getragen, ist die Schutzwirkung ggf. nicht mehr gegeben (Entstehung von Rissen etc.). Bei feuchtigkeitsdurchlässigen Schutzhandschuhen (Elastomere, Gummi) kommt es außerdem zu einem Wärme- und Feuchtigkeitsstau (Okklusionseffekt): Die Hornschicht der Haut quillt auf, so dass Gefahrstoffe besonders leicht eindringen können.

³ Schutzhandschuhe und -kleidung müssen mit der CE-Kennzeichnung bzw. Baumusterprüfung versehen sein. Als Zusatzkennzeichnung müssen Piktogramme und Leistungsstufen (ggf. auch Textilkennzeichnung) angegeben werden, die die jeweilige Schutzwirkung erkennen lassen.

(Vgl. A 008 „Persönliche Schutzausrüstungen“)

⁴ Folgende Publikationen helfen u.a. bei der Gefährdungsbeurteilung und Wahl der richtigen Schutzausrüstung:

- die Stoffdatenbanken GESTIS (www.dguv.de/ifa/stoffdatenbank) oder GisChem (www.gischem.de)
- Berufsgenossenschaftliche Merkblätter und Regeln (z.B. A 008 „Persönliche Schutzausrüstung, DGUV Regel 112-195 „Benutzung von Schutzhandschuhen, DGUV Regel 112-189 „Regeln für den Einsatz von Schutzkleidung“)
- das BASIS „Branchen- und Arbeitsschutz-Informationssystem“ (www.basis-bgetem.de)

-
- der DGUV-Test mit geprüften und zertifizierten Produkte (www.dguv.de/dguv-test/produkte)
 - der Fachbereich „Persönliche Schutzausrüstungen“ der DGUV (www.dguv.de/fb-psa/fragen-und-antworten/index.jsp)

Fachinformationen

5.5.10 Reinigen kontaminierter PSA

Nur sachkundig gepflegte Schutzausrüstung behält ihre Schutzwirkung!

Kontaminierte PSA muss nach der Nutzung sorgfältig gereinigt werden. Achten Sie darauf, dass die Schutzwirkung dabei nicht herabgesetzt wird. Ansonsten heißt es: entsorgen!

Eine erste Vorreinigung der PSA findet i.d.R. am Einsatzort statt. Reinigen Sie wasserlösliche Verschmutzungen wie z.B. Säuren und Laugen mit Wasser. Nicht wasserlöslich kontaminierte PSA wird mit Lappen vorgereinigt. Zur anschließenden Hauptreinigung wird die PSA z.B. an spezielle Reinigungsfirmen geschickt.

Erstellen Sie unter Zuhilfenahme der Herstellerangaben eine Betriebsanweisung¹ für die richtige Reinigung, Nutzung, Überprüfung und Lagerung der Schutzausrüstung.

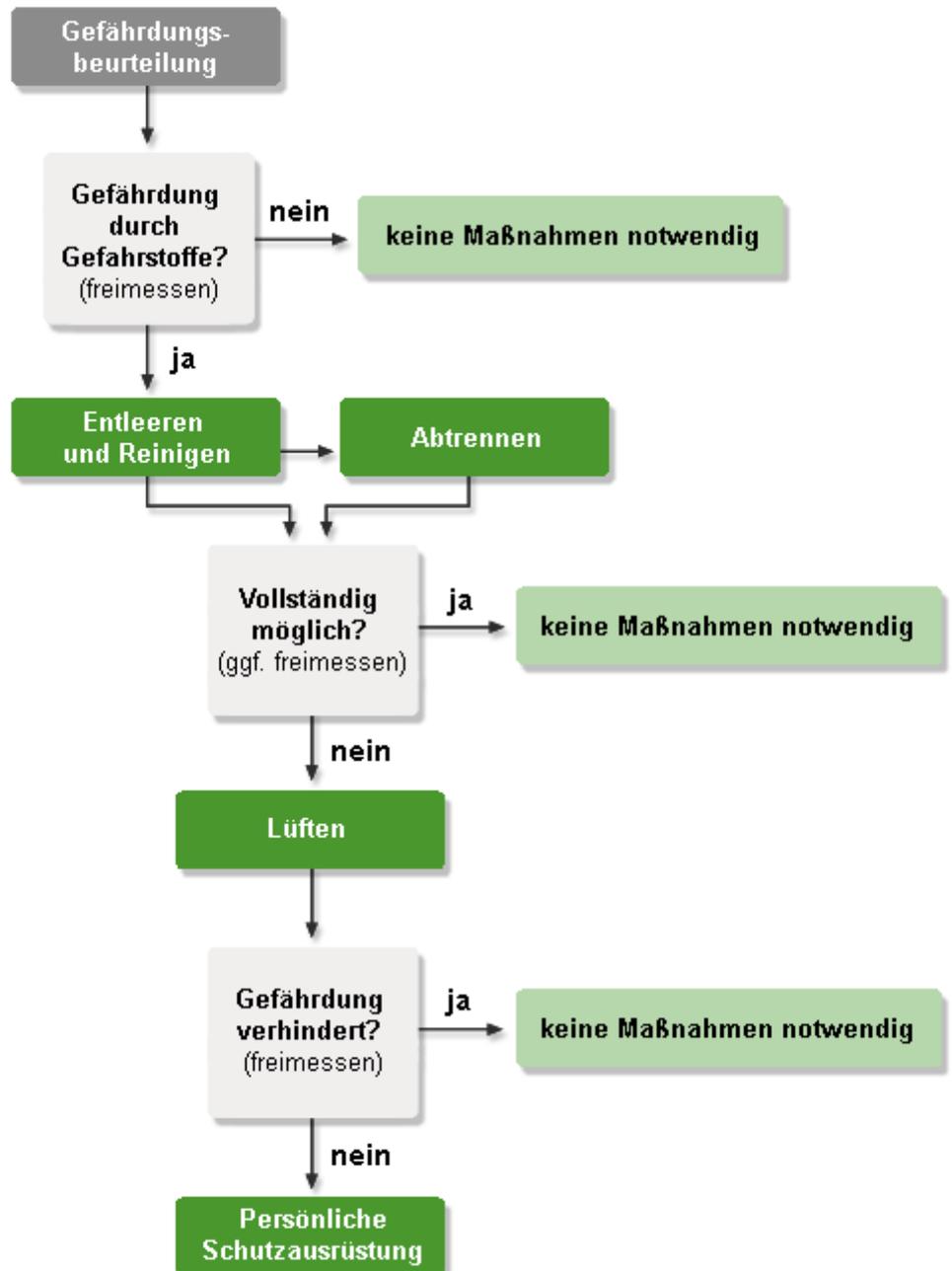
¹ Die Betriebsanweisung muss alle für die sichere Verwendung erforderlichen Angaben enthalten, insbesondere:

- Einsatzmöglichkeiten,
- Tragedauer,
- erforderliche Prüfungen (vor jeder Benutzung),
- Warnung vor falschem Gebrauch,
- Hinweise zu Reinigung und Aufbewahrung.

Fachinformationen

5.5.11 Zusammenfassung

Hier sehen Sie zusammenfassend, in welcher Reihenfolge Sie welche gefahrstoffspezifischen Schutzmaßnahmen einleiten müssen.



Fachinformationen

6 Sauerstoffmangel und Sauerstoffüberschuss

6.1 Einleitung

Sprechertext der Animation

Wir können 30 Tage ohne Essen leben, 3 Tage ohne Trinken, aber nur 3 Minuten ohne Sauerstoff!

Entscheidend für uns und alles Leben auf der Erde ist die richtige Mixtur der Atemluft:

Die natürliche Atemluft besteht aus ca. 21% Sauerstoff, 78% Stickstoff und 1% anderen Gasen.

Verändert sich diese natürliche Zusammensetzung, können wir plötzlich lebensbedrohlichen Gefahren ausgesetzt sein.

Ohne genug Sauerstoff können wir ohne Vorwarnung bewusstlos werden und ersticken.

Durch Sauerstoffüberschuss können wiederum leicht Brände oder Explosionen entstehen.

Besonders gefährlich wird es,

- weil wir Sauerstoff weder sehen noch riechen können,
- weil wir gegen akuten Sauerstoffmangel keine natürliche Schutzreaktion haben,
- weil wir Erstickungssymptome mit Unwohlsein verwechseln,
- weil Bewusstlosigkeit plötzlich und ohne Vorwarnung kommen kann.
- Überlegen Sie deshalb genau, welche Schutzmaßnahmen für die Gesundheit der Beschäftigten unerlässlich sind.

In diesem Kapitel erfahren Sie

- was Sauerstoffmangel ist und wie er in Behältern entsteht,
- welche Gefährdung von Sauerstoffüberschuss ausgeht und wie diese Gefährdung in Behältern entsteht,
- welche Schutzmaßnahmen bei Sauerstoffmangel notwendig sind – vom Freimessen über die Lüftung bis hin zum Atemschutz,
- welche Schutzmaßnahmen bei Sauerstoffüberschuss notwendig sind, insbesondere bei Gebrauch von Geräten mit Sauerstoffanreicherung.

Fachinformationen

6.2 Hätten Sie es gewusst?

6.2.1 Verdampfung verflüssigter Gase

Was schätzen Sie? Wie viel Liter Gas können aus einem Liter tiefkalt verflüssigtem Stickstoff entstehen und somit den Sauerstoffgehalt in der Umgebungsluft herabsetzen?

Mögliche Antworten:

- 50 – 200 Liter
- 200 – 450 Liter
- 450 – 600 Liter
- 600 – 850 Liter
- 850 – 1.000 Liter

Antwort

- 600 – 850 Liter

Feedbacktext

Richtig: Dieses erhebliche Gasvolumen kann besonders schnell Sauerstoffmangel hervorrufen.

Falsch: Da haben Sie sich verschätzt. Tatsächlich sind es 600 – 850 Liter.

Fachinformationen

6.2.2 Sauerstoffmangel: richtig oder falsch?

Entscheiden Sie, ob die folgenden Aussagen richtig oder falsch sind.

Richtig

Eine Kerze ist zur Warnung vor Sauerstoffmangel und erhöhtem Kohlendioxid nicht geeignet, da sie erst unter 12 Vol.-% Sauerstoffgehalt erlischt und dann die toxische Konzentration von Kohlendioxid bereits erreicht ist.

Richtig

Bei einem Sauerstoffgehalt von 6 – 8 Vol.-% ersticken wir bereits nach 2 – 3 Minuten.

Falsch

Wenn Sie sich in einen Behälter mit unter 10 Vol.-% Sauerstoffgehalt beugen, können Sie sich noch schnell vor der Erstickungsgefahr zurückziehen.

Falsch

Es besteht keine Gefährdung, wenn der Sauerstoffgehalt bei 17 Vol.-% und der Kohlendioxidgehalt bei 2 – 3 Vol.-% liegt.

Fachinformationen

6.2.3 Zahlen zum Sauerstoffüberschuss

Lesen Sie sich diesen Lückentext zum Thema Sauerstoffüberschuss durch und ziehen Sie die richtigen Antworten in die passenden Lücken.

Lückentext

Bei einem erhöhten Sauerstoffgehalt von 30 Vol.-% steigert sich die Verbrennungsgeschwindigkeit eines Baumwollfadens um das [...].

Die Gluttemperatur einer Zigarette in normaler Umgebungsluft beträgt 780°C. Bei einem Sauerstoffanteil von 30 Vol.-% beträgt sie [...].

In normaler Umgebungsluft zündet Baumwolle durch Induktionsfunken nicht. Bei 30 Vol.-% Sauerstoff allerdings nach [...].

Mögliche Antworten

- 2-fache
- 8-fache
- 800°C
- 910°C
- 1200°C
- 1 Sekunde
- 5 Sekunden
- 12 Sekunden

Antwort

Bei einem erhöhten Sauerstoffgehalt von 30 Vol.-% steigert sich die Verbrennungsgeschwindigkeit eines Baumwollfadens um das **8-fache**.

Die Gluttemperatur einer Zigarette in normaler Umgebungsluft beträgt 780°C. Bei einem Sauerstoffanteil von 30 Vol.-% beträgt sie **910°C**.

In normaler Umgebungsluft zündet Baumwolle durch Induktionsfunken nicht. Bei 30 Vol.-% Sauerstoff allerdings nach **1 Sekunde**.

Feedbacktext

Richtig: Sie kennen sich aus mit den brandfördernden Eigenschaften von Sauerstoff!

Falsch: Ihre Antwort ist fehlerhaft. Richtig wären die Eingaben: 8-fache, 910°C und 1 Sekunde.

Fachinformationen

6.3 Gefährdungen

6.3.1 Wann wird Sauerstoffmangel gefährlich?

Unter 17 Vol.-% Sauerstoffgehalt nimmt unsere körperliche und geistige Leistungsfähigkeit¹ zunehmend ab, bei ca. 10 Vol.-% werden wir ohne Vorwarnung bewusstlos und unterhalb von 6-8 Vol.-% ersticken wir schon nach wenigen Minuten.

Ab welchem Sauerstoffgehalt eine Gefährdung vorliegt, hängt aber auch von den Gasen ab, die zur Reduktion des Sauerstoffgehalts geführt haben. Deshalb gilt:

Sobald der Sauerstoffgehalt unter dem natürlichen Wert von exakt 20,9 Vol.-% liegt, müssen Sie ermitteln, ob eine Gefährdung durch Sauerstoffmangel aufgrund von Stickgasen² oder Gefahrstoffen vorliegt.

Gefährdung

Beispiel: Austausch der Umgebungsluft durch 6 Vol.-% Kohlendioxid (CO₂)

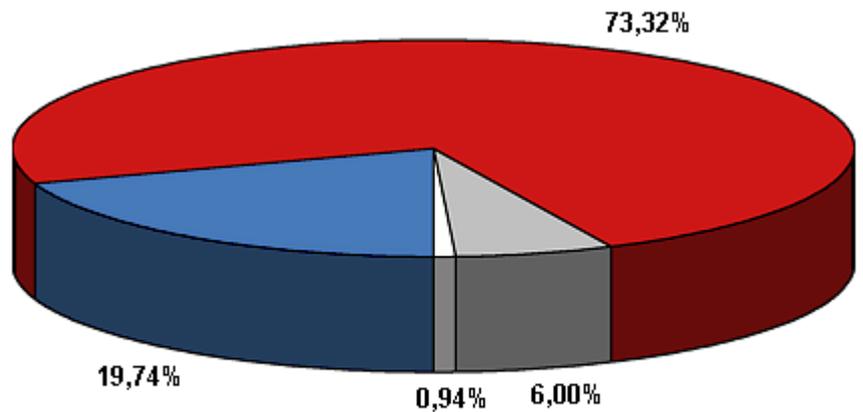
Eine Gefährdung liegt vor, wenn die Differenz zu den natürlichen 20,9 Vol.-% Sauerstoff durch Gefahrstoffe über den Arbeitsplatzgrenzwerten/ Kurzzeitwerten entstanden ist. Das betrifft auch Kohlendioxid, da es nicht nur ein Stickgas ist, sondern auch toxisch wirken kann. Trotz eines noch ausreichend hohen Sauerstoffgehaltes liegt in diesem Beispiel eine Gefährdung durch Kohlendioxid als Gefahrstoff vor.

¹ Zunächst erhöhen sich unser Pulsschlag und unsere Atmung. Im Weiteren kommen Erstickungssymptome wie Schwindel, Kopfweh, Sprach- und Motorikstörungen oder Wahrnehmungsstörungen hinzu. Diese Symptome werden fatalerweise häufig als allgemeines Unwohlsein abgetan.

Ab einer bestimmten Beeinträchtigung (Konzentration bzw. Verweildauer) können wir nicht mehr reagieren: Wir werden sofort bewusstlos. Es können irreversible Schäden wie Lähmung und Gehirnschädigungen auftreten, bis es zum Tod durch Ersticken kommt.

² Stickgase verdrängen den Sauerstoff in der Umgebungsluft. Da sie schwerer als Luft sind, sammeln sie sich insbesondere am Boden an.

Beispiele sind Stickstoff, Argon oder Helium.

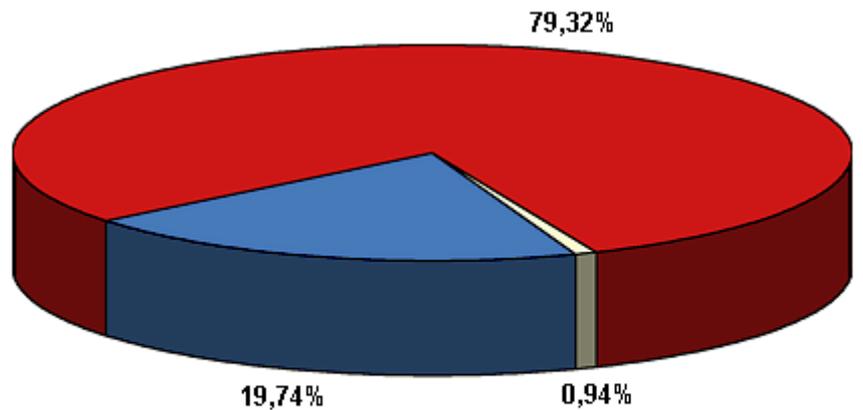


■ Sauerstoff ■ Stickstoff ■ Kohlendioxid □ andere Gase

Keine Gefährdung

Beispiel: Austausch der Umgebungsluft durch 6 Vol.-% Stickstoff (N₂)

Es liegt keine Gefährdung vor, wenn die Differenz zu den natürlichen 20,9 Vol.-% Sauerstoff durch Stickstoff oder Edelgase entstanden ist und der Sauerstoffgehalt noch ausreichend hoch ist (bis ca. 17 Vol.-%). Sinkt der Sauerstoffgehalt jedoch tiefer, wird es gefährlich!



■ Sauerstoff ■ Stickstoff □ andere Gase

Fachinformationen

6.3.2 Wirkung von Kohlendioxid

Kohlendioxid ist mit 0,038 Vol.-% ein natürlicher Bestandteil der Luft und entsteht im menschlichen Organismus als Stoffwechselprodukt der Zellatmung.

Mit zunehmender Konzentration¹ hat Kohlendioxid jedoch auch eine toxische Wirkung auf Blut und Nerven, die schneller als das Erstickten durch reine Sauerstoffverdrängung eintritt.

Auswirkung auf das Atemzentrum

Das im Blut gelöste Kohlendioxid aktiviert in natürlicher bzw. auch leicht erhöhter Konzentration das Atemzentrum des Gehirns (Steigerung der Atemfrequenz und -tiefe). In erhöhter Konzentration wirkt CO₂ allerdings toxisch und führt im Gehirn zur Verminderung oder sogar Aufhebung des reflektorischen Atemreizes.

Auswirkung auf die O₂-Bindungskapazität

Eine erhöhte CO₂-Konzentration in der Atemluft, die über die Lungenbläschen in unser Blut diffundiert, vermindert den pH-Wert im Blut und lässt es saurer werden. Hierdurch bindet das Hämoglobin als Sauerstofftransporteur weniger Sauerstoff als normal, obwohl der eingeatmete Sauerstoffgehalt ausreichend ist. Sauerstoff wird vermehrt abgegeben anstatt aufgenommen.

1

Konzentration in Vol.-%	Beschreibung/Auswirkungen
0,038	Natürliche Konzentration in der Luft
0,15	Hygienischer Innenraumluftrichtwert für frische Luft
0,5	Arbeitsplatzgrenzwert für die tägliche Exposition von 8 Stunden pro Tag
1,5	Steigerung der Atemfrequenz
4-5	Blutdruckanstieg, Unruhe, Unbehagen
5-6	Atemnot, Kopfschmerzen, Schwindel, Ohnmacht
6-8	Krämpfe, Bewusstlosigkeit, nach ca. 20 Minuten lebensbedrohend
> 20	schneller Eintritt des Todes

Fachinformationen

6.3.3 Stickstoff – die unterschätzte Gefahr

Sind Gefahrstoffe im Spiel, kennt jeder das Risiko und handelt besonders sorgfältig. Stickstoff allerdings wird häufig nicht ernst genug genommen, so dass Schutzmaßnahmen unbeachtet bleiben.

Verdrängt Stickstoff den Sauerstoff auf unter 10 Vol.-%, ereignen sich bei Unachtsamkeit viele plötzliche und tödliche Unfälle.

Anhand des folgenden Unfallbeispiels können Sie erkennen, wie schnell festgelegte Schutzmaßnahmen im praktischen Arbeitsablauf vergessen und missachtet werden können.



Sprechertext des Videos:

Die Raffinerie Texas City bei Houston. Kontraktoren arbeiteten an einem Entschwefelungsreaktor. Das Team sollte die Katalysatoren im Reaktor wechseln. Der Behälter war aus Brandschutzgründen mit Stickstoff gefüllt. Stickstoff kann beim Einatmen direkt zum Tode führen. Deshalb verwendeten die Arbeiter ein komplettes Schutzsystem.

Auf der obersten Bühne hatten sie ein Sperrgerüst aufgebaut, das die Gefahrenzone markierte. Jeder, der diese Zone betrat, musste Sicherheitsgurte mit Rettungsleine und die volle Schutzausrüstung tragen. Ein Hinweisschild an der Absperrung warnte vor den Gefahren.

Einer der Arbeiter, Ed Porter, arbeitete im Behälter selbst. Seine Kollegen standen oben am Mannloch. Der Sicherheitsposten, Kevin Cornett, beobachtete das Mannloch. Karl Williams stand vor der Absperrung. Im Behälter versuchte Ed die Einstiegsleiter zu verschieben, um Zugang zu einem internen Durchstieg zu bekommen. Aber die Leiter war für ihn allein zu schwer.

Er bat Kevin die Leiter ein paar Zentimeter zu verschieben, so dass er den Durchstieg öffnen könnte. Kevin schaffte es auch nicht, also kam Karl in den abgesperrten Bereich. Er brach zusammen, fiel in den Behälter und landete auf dem ersten Reaktordeck zwei Meter tiefer. Er hatte Stickstoff, der aus dem Mannloch austrat, eingeatmet. Er erstickte im Behälter. Karl hätte die Gefahrenzone ohne Atemschutz und Rettungsleine nicht betreten dürfen.

Schulung und Wissen sowie angemessene Kontrolle und Überwachung riskanter Arbeiten sind von grundlegender Bedeutung, um Ereignisse wie dieses zu verhindern. Und in Ihren Anlagen? Kennen alle Ihre Mitarbeiter und Kontraktoren die Gefahren von Stickstoff?

Kontrollieren Sie alle gefährlichen Arbeiten, selbst wenn sie von Dritten ausgeführt werden!

Fachinformationen

6.3.4 Sauerstoffmangel in Behältern

In Behältern ist der natürliche Luftaustausch begrenzt. Hinzu kommt, dass Sauerstoff durch verschiedene Einflussfaktoren verdrängt oder verbraucht werden kann.

Sauerstoffmangel in Behältern entsteht durch

- zum Spülen verwendete Inertgase¹ (z.B. Stickstoff),
- Stickgase² oder Gefahrstoffe, die z.B. durch nicht abgetrennte Zuleitungen oder sonstige Arbeitsverfahren eingebracht werden,
- Entstehung von Stickgasen oder Gefahrstoffen (z.B. durch Gärung, Fäulnis)
- Sauerstoffverbrauch durch Absorption oder chemische Bindung (z.B. Schweiß-, Anwärmeverfahren mit offener Flamme).

Nicht unterschätzt werden sollte der Sauerstoffentzug in Behältern durch sauerstoffzehrende Materialien³. Der Sauerstoffentzug kann durch Eigenarten des Stoffes selbst entstehen, zum Beispiel durch Selbsterwärmung bei einer Gärung, der Oxidation von Metallen oder durch Zersetzung von Stoffen pflanzlicher oder tierischer Herkunft wie Holz oder Wolle.

¹ Querverweis zum Lexikoneintrag „Inertgase“

² Querverweis zum Lexikoneintrag „Stickgase“

³ Siehe Anhang 5 der DGUV Information 213-001 – Teil 1

Fachinformationen

6.3.5 Auswirkungen von Sauerstoffüberschuss

Sauerstoff selbst ist nicht brennbar. Eine Anreicherung des Sauerstoffs in der Luft – auch wenn es nur wenige Prozent sind – fördert die Entzündung von Stoffen jedoch beträchtlich¹.

In sauerstoffangereicherter Atmosphäre kann sich z.B. aus einem Glimmbrand eine lebhafte Flamme entwickeln oder die Kleidung von Mitarbeitern rasant entzündet werden. Öle und Fette bzw. mit ihnen verunreinigte Textilien können sich sogar selbst entzünden. Beachten Sie, dass sich auch sicherheitstechnische Kenndaten verändern².

Sauerstoffüberschuss entsteht vor allem durch

- Fehlbedienungen oder Undichtigkeiten bei Schweißarbeiten,
- unzureichende Entleerung und Spülung von mit Sauerstoff gefüllten Behältern.

¹ Materialien, die in der Luft nicht brennen, können bei Sauerstoffüberschuss lebhaft oder sogar spontan brennen. Die Flammen sind dabei wesentlich heißer und breiten sich mit größerer Geschwindigkeit aus als unter natürlicher Umgebungsluft.

Verbrennungsgeschwindigkeit	Verbrennungstemperatur	Zündtemperatur
Verbrennungsgeschwindigkeit eines Baumwollfadens – bei 25 Vol.-% O ₂ : Erhöhung um das 2-fache – bei 30 Vol.-% O ₂ : Erhöhung um das 8-fache	Gluttemperatur einer Zigarette – 780°C bei 21 Vol.-% O ₂ – 910°C bei 30 Vol.-% O ₂ – 1.110°C bei 50 Vol.-% O ₂ – > 50 Vol.-% O ₂ : Flammenbildung und schlagartige Verbrennung	Zündung von Baumwolle durch Induktionsfunken – 21 Vol.-% O ₂ : keine Zündung – 25 Vol.-% O ₂ : nach 12 Sek. – 30 Vol.-% O ₂ : nach 5 Sek. – 45 Vol.-% O ₂ : nach 1 Sek. – 55 Vol.-% O ₂ : nach 1 Sek. (auch flamm-schutzimprägnierte Baumwolle)

Die DGV Information 213-004 „Gefahren durch Sauerstoff“ wurde zurückgezogen.

² Sicherheitstechnische Kenndaten, die sich ändern können:

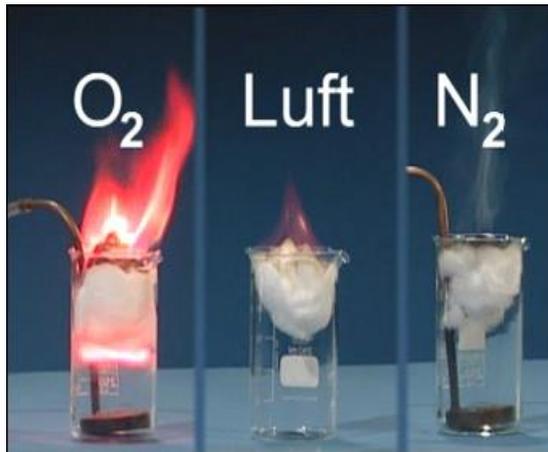
- obere Explosionsgrenzen,
- Staubexplosionsklassen,
- Druckanstiegsgeschwindigkeiten,
- Zünd- und Glimmtemperaturen,
- Explosionsdrucke,
- Flammentemperaturen.

Fachinformationen

6.3.6 Experiment: Entzündung von Watte

Schauen Sie sich das folgende Experiment an, in dem Watte als Brennstoff in drei verschiedenen Atmosphären entzündet wird:

1. in natürlicher Umgebungsluft (Mitte),
2. in Stickstoff (rechts),
3. in reinem Sauerstoff (links).



Sprechertext des Videos:

In der Luft brennt die Watte langsam. Jetzt verdrängen wir die Luft durch Zugabe von Stickstoff. Damit wird der Sauerstoffgehalt vermindert, d.h. der Anteil der 2. Reaktionskomponente wird zu klein und das Feuer erlischt von selbst.

Im vorbeugenden Explosionsschutz macht man sich diesen Effekt zunutze, indem man in den Anlagen oder Anlagenteilen eine so genannte Inertisierung vornimmt. Nun reichern wir die Luft mit reinem Sauerstoff an. Glimmende Materialien brennen plötzlich lichterloh. Die Reaktion wird durch den reinen Sauerstoff wesentlich beschleunigt.

Jede Luftverbesserung durch Zugabe von Sauerstoff ist äußerst gefährlich und deshalb grundsätzlich verboten.

Fachinformationen

6.4 Unfallbeispiele

6.4.1 Schutzgasschweißen

Sauerstoffmangel ist die Unfallursache Nummer eins beim Befahren von Behältern. Wir unterschätzen diese tödliche Bedrohung nur allzu leicht, denn wir können sie mit unseren eigenen Sinnen nicht wahrnehmen!¹

Unfallhergang

Herr Schmidt schweißt unter Schutzgas

Herr Schmidt soll Schweißnähte in einem 1,5 m tiefen Schacht mit Schutzgasargon schweißen. Der Schacht ist so niedrig, dass er bei seiner Arbeit über den Rand blicken kann.

Herr Schmidt beugt sich in den Schacht

Nach einiger Zeit macht Herr Schmidt eine Pause und legt das Schweißgerät in den Schacht. Als er nach 30 Minuten wiederkommt, beugt er sich in den Schacht, um das Gerät aufzuheben.

Herr Schmidt verunglückt tödlich

Als sich Herr Schmidt in den Schacht beugt, wird er sofort bewusstlos und fällt zu Boden. Keiner seiner Kollegen bemerkt den Vorfall. Herr Schmidt bleibt im Schacht liegen und stirbt.

Unfallursache

Herr Schmidt erstickte durch Sauerstoffmangel.

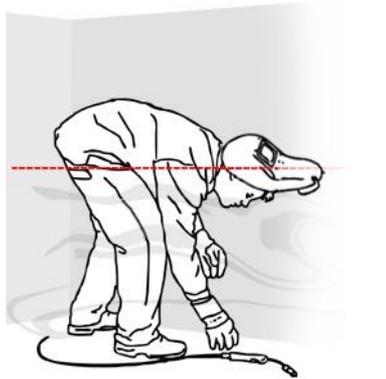
Während der Pause füllte sich der räumlich begrenzte Schacht langsam mit dem Schutzgas Argon, da das Schweißgerät nicht richtig geschlossen war. Das inerte Gas² ist schwerer als Luft und verdrängte damit den Sauerstoff im unteren Bereich des Schachtes.

Beim Hineinbeugen wurde Herr Schmidt ohne Vorwarnung sofort bewusstlos und erstickte, da er unbeachtet in der sauerstoffarmen Atmosphäre liegen blieb.

Unfallvermeidung

Hineinbeugen bedeutet bereits Befahren! Mit einfachen Schutzmaßnahmen hätte der tödliche Unfall vermieden werden können:

- Überprüfung des Schlussventils vom Schweißgerät,
- ein Lüfter zum permanenten Absaugen des Argons,
- ein Sicherungsposten, der die Arbeit ständig beaufsichtigt.



¹ Diesem Unfallfallbeispiel liegt ein realer Unfall aus der Praxis zugrunde. Neben den beschriebenen Versäumnissen kann deshalb auch die verwendete PSA unvollständig sein und nicht den Sicherheitsanforderungen entsprechen.

² Querverweis zum Lexikoneintrag „Inertgase“

Fachinformationen



6.4.2 Oxidation mit Rapsöl

Das folgende Unfallbeispiel macht deutlich, dass Sauerstoffmangel durch chemische Reaktionen auch über Nacht entstehen kann!¹

Unfallhergang

Entleerung eines Kesselwagens

Die Firma Gelblich entleert einen ihrer Kesselwagen: Sie pumpt das enthaltene Rapsöl mittels eines Schlauches aus dem Wagen.

Frau Meier verliert ihre Brille

Die Mitarbeiterin Frau Meier beugt sich über die obere Öffnung, um den Vorgang zu kontrollieren. Dabei fällt ihr die Brille in den Wagen.

Frau Meier steigt in den Kesselwagen

Am nächsten Tag steigt Frau Meier in den vermeintlich leeren Kesselwagen, um ihre Brille zu holen.

Frau Meier wird bewusstlos

Im Kesselwagen angekommen, wird Frau Meier ohne Vorwarnung bewusstlos. Sie hat keine Chance, Hilfe herbeizurufen.

Zwei Mitarbeiter eilen zu Hilfe

Ein zweiter Mitarbeiter steigt in Panik in den Kessel, um Frau Meier zu helfen. Auch er wird sofort bewusstlos, als er unten ankommt. Ein dritter Helfer eilt hinterher.

Traurige Bilanz: drei Tote

Der dritte Mitarbeiter wird bewusstlos, als er sich über seine Kollegen beugt. Alle drei Mitarbeiter sterben nach wenigen Minuten.

Unfallursache

Die Mitarbeiter ersticken. Der Kesselwagen wurde nicht vollständig entleert. Die im Wagen verbliebenen Reste an Rapsölgasen oxidierten mit dem Sauerstoff der Umgebungsluft, so dass der Sauerstoffgehalt im unteren Bereich des Wageninneren unter 10 Vol.-% lag.

Die drei tödlich verunglückten Mitarbeiter lagen komplett in der sauerstoffarmen Atmosphäre. Das Beispiel zeigt, dass Sauerstoffmangel in vielen Fällen völlig unerwartet auftritt!



¹ Diesem Unfallbeispiel liegt ein realer Unfall aus der Praxis zugrunde. Neben den beschriebenen Versäumnissen kann deshalb auch die verwendete PSA unvollständig sein und nicht den Sicherheitsanforderungen entsprechen.

Unfallvermeidung

Es wurden keinerlei Schutzmaßnahmen getroffen, da man von einem leeren Behälter ausging. Auch die Rettung war unzulänglich.

Durch Freimessen hätte sich gezeigt, dass weitere Reinigungs- oder Lüftungsmaßnahmen notwendig gewesen wären. In einem Erlaubnis-schein hätten diese Maßnahmen dokumentiert werden müssen.

Die Mitarbeiter hätten Rettungstechnik zum Einfahren benutzen und kompetente Personen zum Retten hinzuziehen sollen (Sicherungs-posten, Werkfeuerwehr).

Fachinformationen



6.4.3 Schweißen mit Sauerstoffanreicherung

Eine unachtsame Bedienung von Arbeitsgeräten mit Sauerstoffanreicherung kann zu schwerwiegenden Bränden und Unfällen führen.¹

Unfallhergang

Autogenschweißen im Tank

Ein Mitarbeiter führt Schweißarbeiten in einem Tank durch. Ordnungsgemäß werden die Schweißgase Acetylen und Sauerstoff aus außerhalb stehenden Flaschen über Schläuche in den Tank geführt.

Ein Elektriker beginnt seine Arbeit

Während der Schweißer eine Pause macht, führt ein Elektriker im Tank seine Arbeiten aus.

Tödlicher Ausgang: entzündete Kleidung

Der Elektriker erzeugt mit einem Heißluftföhn einen Funken, der seine Kleidung sofort heftig in Brand setzt. Für den Elektriker kommt jede Hilfe zu spät: er stirbt.

Unfallursache

Die Kleidung des Elektrikers war mit Sauerstoff angereichert, so dass sie schnell entzündete.

Der Schweißer hat vor seiner Pause die Ventile an den Gasflaschen und dem Schweißbrenner nicht vollständig geschlossen, so dass Sauerstoff in den Tank gelangte.

Unfallvermeidung

Gasflaschen und Schweißbrenner müssen vor Pausen vollständig geschlossen werden. Am besten werden auch die Schläuche bei längeren Unterbrechungen entfernt.

Ein erneutes Freimessen vor den elektrischen Arbeiten bzw. ein benutztes Multiwarngerät hätten gezeigt, dass der Tank mit Sauerstoff angereichert ist.

¹ Diesem Unfallfallbeispiel liegt ein realer Unfall aus der Praxis zugrunde. Neben den beschriebenen Versäumnissen kann deshalb auch die verwendete PSA unvollständig sein und nicht den Sicherheitsanforderungen entsprechen.

Fachinformationen

6.5 Schutzmaßnahmen

6.5.1 Vermeiden von Sauerstoffmangel

Ist eine Gefährdung durch Sauerstoffmangel möglich, schnüren Sie das folgende Schutzmaßnahmenpaket, das auch bei einer Gefährdung durch Gefahrstoffe zum Einsatz kommt.

1. Entleeren und Reinigen

Der Behälter muss vor der Arbeit vollständig entleert und gereinigt werden, wenn die darin enthaltenen Stoffe Sauerstoffmangel (oder andere Gefährdungen) hervorrufen können.

Weitere Informationen: Kapitel Gefahrstoffe „Entleeren und Reinigen“¹ und Kapitel Brände und Explosionen „Experimente zur Reinigung und Lüftung“²

2. Abtrennen

Die Zuleitungen müssen vor der Arbeit vollständig abgetrennt werden, um ein Eindringen von Stickgasen und anderen Gefahrstoffen zu vermeiden. Trennen Sie hierzu möglichst die Zuleitungen physikalisch vom Behälter, z.B. durch Herausnehmen eines Zwischenstückes (Blindflansch). Alle Zuleitungen sind außerdem regelmäßig auf Undichtigkeiten zu überprüfen.

Weitere Informationen: Kapitel Gefahrstoffe „Abtrennen“³

3. Lüften

Der Behälter muss vor und während der Arbeit ausreichend belüftet werden. Gase und Dämpfe⁴, die schwerer als Luft sind, sollten im unteren Bereich des Behälters abgesaugt anstatt durch eingeblasene Luft verdrängt werden. Die am Boden eingeblasene Luft steigt zum großen Teil durch das schwere Gas auf, ohne es zu verdrängen.

Weitere Informationen: Kapitel Gefahrstoffe „Lüften“⁵ und Kapitel Brände und Explosionen „Experimente zur Reinigung und Lüftung“⁶

4. Freimessen

Freimessen ist äußerst wichtig! Empfehlenswert sind kontinuierliche Messungen mit direktanzeigenden Geräten, da sie einen eintretenden Sauerstoffmangel sofort erkennen. Muss akut bzw. plötzlich mit der

¹ Querverweis ins Kapitel 5.5.1 Gefahrstoffe und gefährdende Medien: Schutzmaßnahmen „Entleeren und Reinigen“

² Querverweis ins Kapitel 7.5.3 Brände und Explosionen: Schutzmaßnahmen „Experimente zur Reinigung und Lüftung“

³ Querverweis ins Kapitel 5.5.2 Gefahrstoffe und gefährdende Medien: Schutzmaßnahmen „Abtrennen“

⁴ Beispiele: Argon, CO₂, Lösemittel, Kältemittel, kalte Gase, Propan, Butan etc.

⁵ Querverweis ins Kapitel 5.5.3 Gefahrstoffe und gefährdende Medien: Schutzmaßnahmen „Lüften“

⁶ Querverweis ins Kapitel 7.5.3 Brände und Explosionen: Schutzmaßnahmen „Experimente zur Reinigung und Lüftung“

Gefahr eines Sauerstoffmangels gerechnet werden, darf nicht diskontinuierlich gemessen werden, sondern muss der Sauerstoffgehalt permanent mit optischen oder akustischen Warngeräten überwacht werden. Bedenken Sie auch die zusätzlichen Gefährdungen durch Gefahrstoffe⁷!

5. Wenn nötig: Atemschutzgeräte

Wenn die Gefährdung Sauerstoffmangel durch Lüftungsmaßnahmen nicht vermieden werden kann (z.B. bei lokalen Anbackungen), müssen Sie Atemschutzgeräte zur Verfügung stellen. Liegt der Sauerstoffgehalt unter 17 Vol.-%, dürfen nur Isoliergeräte benutzt werden!

Weitere Informationen: Kapitel Gefahrstoffe „PSA: Atemschutzgeräte“⁸ und „Auswahl der Atemschutzgeräte“⁹

6. Organisation und Rettung

Beachten Sie nicht zuletzt alle organisatorischen Maßnahmen wie z.B. den Erlaubnisschein oder einen Sicherungsposten. Klären Sie über die Gefahren auf und verwenden Sie Warntafeln. Lassen Sie Ihre Mitarbeiter permanent mit PSA zum Retten arbeiten und halten Sie Rettungsmittel wie Atemschutzgeräte bereit.

⁷ Einige Sauerstoff-Analysegeräte, die einen Sauerstoffmangel optisch oder akustisch anzeigen, geben keine zusätzliche Auskunft über die gefährliche Wirkung der Gase, die zu einem Sauerstoffmangel geführt haben. Hier sind Geräte einzusetzen, die auch die Gefahrstoffkonzentration messen können.

⁸ Querverweis ins Kapitel 5.5.7 Gefahrstoffe und gefährdende Medien: Schutzmaßnahmen „PSA: Atemschutzgeräte“

⁹ Querverweis ins Kapitel 5.5.8 Gefahrstoffe und gefährdende Medien: Schutzmaßnahmen „Auswahl der Atemschutzgeräte“

Fachinformationen

6.5.2 Vermeiden von Sauerstoffüberschuss

Auch mit Sauerstoff angereicherte Behälter müssen ausreichend entleert, gespült und belüftet werden. Achten Sie ebenfalls auf das Freimessen, ggf. unter permanentem Einsatz von Warngeräten.

Insbesondere sind Fehlbedienungen oder Undichtigkeiten bei Verfahren und Einrichtungen mit Sauerstoffanreicherung zu vermeiden.

Beispiel Schweißarbeiten

Dichtigkeitsprüfung

Geräte wie Schweißdüsen und Schlauchverbindungen müssen gasdicht sein, d.h. es ist eine regelmäßige Dichtigkeitsprüfung durchzuführen. Für Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten dürfen nur fachkundige Personen eingesetzt werden.

Sichere Sauerstoffzufuhr

Für die Arbeiten dürfen in den Behälter keine Sauerstoffflaschen eingebracht werden. Achten Sie darauf, dass die Zuleitungen zu den Flaschen möglichst kurz gehalten werden.

Fachkundiges Schweißen

Um eine verfahrensbedingte¹ Sauerstoffanreicherung zu vermeiden, müssen die Mitarbeiter fachkundig sein und auf die richtige Düsenauswahl und Druckeinstellung achten.

Odorieren der Gase

Auch das Odorieren von Schweißgas und Sauerstoff hilft, Gefährdungen zu vermeiden. Hier wird den Gasen ein Geruchsstoff beigefügt, so dass sie von den Mitarbeitern sofort wahrgenommen werden können.

Sorgfalt bei Arbeitsende

Fördern Sie nicht zuletzt das Bewusstsein, dass nach der Arbeit bzw. vor längeren Pausen alle Sauerstoffventile zu schließen und die Schläuche aus dem Behälter zu entfernen sind.

Zusätzlich gilt: Haben sich Mitarbeiter in sauerstoffangereicherter Atmosphäre aufgehalten, muss die Kleidung sorgfältig gelüftet² werden. Öle und Fette sind zu vermeiden³.

¹ Bei vielen Verfahren mit Sauerstoffanreicherung entweicht ein technologisch bedingter Sauerstoffüberschuss in die Luft.

² Sauerstoff haftet sehr gut in Kleidung. Eine Zündquelle wie z.B. eine Zigarette könnte einen heftigen und schnellen Kleiderbrand verursachen.

Sogar flammhemmende Kleidung bietet bei starker Sauerstoffanreicherung keinen Schutz.

³ Öle und Fette dürfen in keinem Fall zum Schmieren von Geräten für Sauerstoff verwendet werden. Mit Öl und Fett verunreinigte Geräte müssen sofort mit geeigneten Lösemitteln entfettet werden.

Fachinformationen

7 Brände und Explosionen

7.1 Einleitung

Sprechertext der Animation

Brände und Explosionen sind eine ernstzunehmende Gefahr für das Unternehmen und seine Beschäftigten.

Gerade bei Tätigkeiten in beengten Räumen und Behältern können Mitarbeiter schnell verheerende Brände oder Explosionen auslösen.

Schwere oder sogar tödliche Verletzungen sowie große Sachschäden können die Folge sein.

Brände und Explosionen entstehen, wenn die folgenden vier Voraussetzungen gleichzeitig gegeben sind:

Erstens muss ein brennbarer Stoff vorhanden sein.

Die zweite Voraussetzung ist der Sauerstoff in der Luft. Er ist für den Verbrennungsprozess notwendig.

Drittens müssen die Gase, Dämpfe, Nebel oder Stäube des brennbaren Stoffes mit Luft eine explosionsfähige Atmosphäre bilden.

Viertens muss eine wirksame Zündquelle als Auslöser für einen Brand oder eine Explosion hinzukommen. Beispiele sind offene Flammen, heiße Oberflächen, mechanisch und elektrisch erzeugte Funken oder Funken durch elektrostatische Entladungen.

Ergibt die Gefährdungsbeurteilung, dass gefährliche explosionsfähige Atmosphären vorhanden sein können, müssen Schutzmaßnahmen nach einer festgelegten Reihenfolge durchgeführt werden:

Vorrang haben alle Maßnahmen, die das Auftreten von brennbaren Stoffen verhindern und damit die Bildung explosionsfähiger Atmosphären unmöglich machen.

Ist dies nicht möglich und muss man mit explosionsfähigen Atmosphären rechnen, müssen alle wirksamen Zündquellen konsequent vermieden werden.

In diesem Kapitel erfahren Sie

- unter welchen Voraussetzungen Brände und Explosionen genau entstehen können,
- wann eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre im Behälter auftreten kann,
- welche Zündquellen vorkommen können,
- welche Schutzmaßnahmen eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre vermeiden,
- welche Zündquellen bei welchen Arbeiten wirksam oder nicht wirksam sind.

Fachinformationen

7.2 Hätten Sie es gewusst?

Was schätzen Sie? Wie viel Benzin reicht für das Entstehen einer explosionsfähigen Atmosphäre in einem 200-l-Fass aus?

Mögliche Antworten

- 1 Teelöffel (ca. 7 ml)
- 1 kleines Glas (300 ml)
- 1 großes Glas (500 ml)
- 1 Flasche (1 l)
- 1 Eimer (5 l)
- 1 Kanister (20 l)

Antwort

- 1 Teelöffel (ca. 7 ml)

Feedbacktext

Richtig: Ca. 7 ml Benzin können durch Verdampfen in einem 200-l-Fass eine explosionsfähige Atmosphäre schaffen.

Falsch: Nur ein Teelöffel Benzin reicht aus, um eine explosionsfähige Atmosphäre im Fass zu erzeugen!

Fachinformationen

7.3 Gefährdungen

7.3.1 Voraussetzungen für Brände und Explosionen

Wenn ein brennbarer Stoff mit Luft ein Gemisch bildet und mit einer wirksamen Zündquelle in Kontakt kommt, können gefährliche¹ Brände und Explosionen entstehen.

Wann genau sind diese Voraussetzungen gegeben? Schauen Sie sich zur Beantwortung dieser Frage die weiterführenden Hinweise an.

Voraussetzungen

Brennbare Stoffe

Ein brennbarer Stoff² kann fest, flüssig oder gasförmig sein. Wichtige Hinweise zur Brennbarkeit des Stoffes ergeben sich durch die Gefahrstoffeinstufung³ und durch die sicherheitstechnischen Kenngrößen.

Wichtige Kenngrößen sind z.B. die Mindestzündenergie⁴ und die Zündtemperatur⁵. Für brennbare Flüssigkeiten sind insbesondere der Flammpunkt⁶ bzw. der untere Explosionspunkt⁷ entscheidend. Schauen Sie sich zur Kenngröße Explosionsgrenzen⁸ den Punkt „Explosionsfähige Atmosphäre“ an.

¹ Bei Bränden und Explosionen kommen Mitarbeiter durch Flammen, Hitzestrahlen, Druckwellen, herumfliegende Teile oder auch durch Sauerstoffmangel (Sauerstoffverbrauch beim Verbrennungsprozess) in ernsthafte Gefahr.

² Querverweis zum Lexikoneintrag „Brennbare Stoffe“

³ Gefahrstoffeinstufung

Nach dem Global Harmonisierten System GHS werden brennbare Stoffe aufgrund von definierten physikalisch-chemischen Eigenschaften in verschiedene Gefahrenklassen und -kategorien eingestuft und mit unterschiedlichen Gefahrenpiktogrammen gekennzeichnet. Hierzu gehören z.B.

- entzündbare Flüssigkeiten der Kategorie 1 (extrem entzündbar), 2 (leicht entzündbar) und 3 (entzündbar),
- explosive Stoffe/Gemische/Erzeugnisse mit ihren Kategorien oder
- oxidierende Gase/Flüssigkeiten/Feststoffe mit ihren Kategorien (brandverursachend, brandverstärkend).

Alle Gefahrenklassen und -kategorien von Stoffen und Gemischen mit physikalischen Gefahren finden Sie in der CLP-Verordnung Nr. 1272/2008/EG, Anhang I, Teil 2.

⁴ Querverweis zum Lexikoneintrag „Mindestzündenergie“

⁵ Querverweis zum Lexikoneintrag „Zündtemperatur“

⁶ Querverweis zum Lexikoneintrag „Flammpunkt“

⁷ Querverweis zum Lexikoneintrag „Unterer Explosionspunkt“

⁸ Querverweis zum Lexikoneintrag „Explosionsgrenzen“

Explosionsfähige Atmosphäre

Brennbare Stoffe können eine explosionsfähige Atmosphäre⁹ oder ein explosionsfähiges Gemisch¹⁰ bilden, wenn sie fein verteilt im Gemisch mit Luft als Gase, Dämpfe, Nebel oder Stäube vorliegen. Nach der Entzündung pflanzt sich der Verbrennungsvorgang des Gemisches selbständig fort.

Ob eine Explosion mit gefährlichen Auswirkungen entstehen kann, hängt vom Dispersionsgrad¹¹, der Menge¹² und der Konzentration¹³ des brennbaren Stoffes in der Luft und natürlich von dem Vorhandensein einer Zündquelle ab.

Sauerstoff

Sauerstoff ist neben dem brennbaren Stoff die Grundvoraussetzung für den Verbrennungsprozess.

Wird der natürliche¹⁴ Sauerstoffgehalt unter einen bestimmten Wert verringert, kann keine Verbrennung mehr stattfinden. Diese Sauerstoffgrenzkonzentration¹⁵ macht man sich beim Inertisieren¹⁶ zunutze.

⁹ Querverweis zum Lexikoneintrag „Explosionsfähige Atmosphäre“

¹⁰ Querverweis zum Lexikoneintrag „Explosionsfähiges Gemisch“

¹¹ Je feiner der brennbare Stoff in der Luft verteilt ist (Dispersionsgrad), desto höher ist die Explosionsgefahr. Der Dispersionsgrad von Nebeln und Stäuben kann bereits ausreichend sein, wenn die Tröpfchen- oder Teilchengröße bei 1 mm liegt (viele Nebel und Stäube haben eine Größe zwischen 0,1 und 0,001 mm). Der Dispersionsgrad von Gasen oder Dämpfen ist naturgemäß ausreichend.

Vgl. TRBS 2152 Teil 1 / TRGS 721 – Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Beurteilung der Explosionsgefährdung.

¹² **Mengen-Faustregel:**

Bei Räumen, die kleiner als 100 m³ sind, gilt eine explosionsfähige Atmosphäre von mehr als einem Zehntausendstel des Raumvolumens als gefährlich (z.B. 2 Liter bei 20 m³ Raumvolumen).

Bei den meisten Stäuben reicht eine über den ganzen Boden verteilte Ablagerung von weniger als 1 mm Dicke aus, um beim Aufwirbeln einen Raum mit normaler Höhe vollständig mit explosionsfähiger Atmosphäre auszufüllen.

Vgl. TRBS 2152 Teil 1 / TRGS 721 – Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Beurteilung der Explosionsgefährdung.

¹³ Brennbare Gase, Dämpfe, Nebel oder Stäube sind nur innerhalb eines bestimmten Konzentrationsbereiches explosionsfähig. Er wird durch die Kenngrößen untere und obere Explosionsgrenze markiert.

¹⁴ Unsere normale Umgebungsluft besteht aus

- ca. 20,9 Vol.-% Sauerstoff,
- ca. 78 Vol.-% Stickstoff und
- ca. 1 Vol.-% anderen Gasen.

¹⁵ Querverweis zum Lexikoneintrag „Sauerstoffgrenzkonzentration“

¹⁶ Querverweis zum Lexikoneintrag „Inertisierung“

Eine Sauerstoffanreicherung¹⁷ hingegen verstärkt den Verbrennungsprozess und kann (wie z.B. auch Druck und Temperatur) die sicherheitstechnischen Kenngrößen verändern.

Zündquelle

Zündquellen müssen genügend Energie besitzen, um den Verbrennungsprozess zu starten. Je höher die Energie der Zündquelle ist, desto leichter kann sie wirksam werden.

Dabei muss eine Zündtemperatur überschritten werden, die stark von den betrieblichen Umgebungseinflüssen abhängt.

Mögliche Zündquellen sind Funken, die durch elektrische Betriebsmittel hervorgerufen werden, Reib- und Schlagfunken, elektrostatische Entladungen, offene Flammen und Glut, heiße Oberflächen und pyrophore Stoffe.

¹⁷ Querverweis in das Kapitel 6 „Sauerstoffmangel und Sauerstoffüberschuss
Gefährdungen: Auswirkungen von Sauerstoffüberschuss“

Fachinformationen

7.3.2 Explosionsfähige Atmosphäre in Behältern

Es ist nicht immer leicht, Explosionsgefährdungen zu erkennen und richtig einzuschätzen¹. Beim Befahren von Behältern, Silos und engen Räumen können insbesondere Rückstände von entzündbaren Stoffen oder Arbeitsverfahren, die brennbare Stoffe freisetzen, zu einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre² im Behälter führen.

Beispiele

- Nachverdampfen von entzündbaren Flüssigkeiten aus Verkrustungen oder Verunreinigungen eines schlecht gereinigten Behälters
- Freisetzung von brennbaren Rückständen durch Reinigungsarbeiten
- Einbringen von brennbaren Stoffen in den Behälter (z.B. Reinigungsmittel, Lacke oder Schweißgase durch Schweißarbeiten)
- Aufwirbelung von Stäuben mit brennbaren Anteilen
- Brennbare Stoffe im Behälter, die aus betriebstechnischen Gründen nicht entfernt werden können

¹ Allgemeine Hilfestellungen zur Gefährdungsermittlung von Bränden und Explosionen bieten z.B. folgende Publikationen:

- TRGS 721 – Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Beurteilung der Explosionsgefährdung (TRBS 2152-1)
- T 049 „Explosionsschutz – Antworten auf häufig gestellte Fragen“
- GESTIS- und GisChem-Stoffdatenbanken (insbesondere auch GESTIS-STAUB-EX),
- CHEMSAFE-Datenbank der DECHEMA (sicherheitstechnische Kenngrößen),
- Nabert/Schön/Redecker: Sicherheitstechnische Kennzahlen brennbarer Gase und Stäube. ISBN 3-8064-9946-2,
- Brandes/Möller: Sicherheitstechnische Kenngrößen. Band 1: Brennbare Flüssigkeiten und Gase. ISBN 3-89701-745-8.

² Lexikonverweis „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre“

Fachinformationen

7.3.3 Zündquellen

Zündquellen werden in ihrer Wirkung häufig unterschätzt oder gar nicht erst erkannt. Sehen Sie sich an, welche Zündquellen in Behältern, Silos und engen Räumen auftreten können.

Elektrische Betriebsmittel

Nicht explosionsgeschützte¹ Elektrogeräte können eine wirksame Zündquelle darstellen. Auch bei geringen Spannungen² können elektrische Funken entstehen und heiße Oberflächen erzeugt werden. Beispiele für elektrische Betriebsmittel sind Lampen, Gebläse, Ventilatoren, Mess- oder Prüfgeräte.

Sprechertext des Videos

Wir geben Benzin in eine Schale und stellen eine nicht explosionsgeschützte Handlampe hinein.

Was passiert, wenn die Glühbirne mit einem kleinen Schlaghammer zertrümmert wird?

Die Energie des feinen Glühwendels hat ausgereicht, um das explosionsfähige Benzindampf-Luftgemisch zu entzünden.

In der Praxis kann dieser Fall eintreten, wenn eine nicht explosionsgeschützte Handlampe zu Boden fällt, weil zum Beispiel jemand über das Kabel stolpert.

Deshalb dürfen in explosionsgefährdeten Bereichen nur explosionsgeschützte, elektrische Betriebsmittel eingesetzt werden.

Reib- und Schlagfunken

Durch Reib-, Schlag- oder Abtragvorgänge (z.B. Schleifen) kann soviel Energie auf ein Teilchen übertragen werden, dass dieses als glühender Funke zu einer Entzündung von brennbaren Stoffen führt.

Sind Aluminium und Rost beteiligt, kann es zu einer aluminothermischen Reaktion³ kommen. Diese sehr stark exotherme Reaktion wird hier von der Schlagenergie aktiviert. Bedenken Sie, dass Auffanggurte z.B. oft mit Aluminium-Beschlägen ausgestattet sind.

Elektrostatische Entladungen

¹ Die Explosionsschutzanforderungen an Geräte beschreibt die europäische Richtlinie 2014/34/EU (ATEX). Hier werden die Geräte je nach Einsatzgebiet in verschiedene Gerätegruppen und -kategorien eingeteilt.

² Das Öffnen und Schließen elektrischer Stromkreise kann z.B. schon genügen, um zündwirksame Funken hervorzurufen. Deshalb ist die Schutzkleinspannung keine Maßnahme des Explosionsschutzes!

³ Bei der aluminothermischen Reaktion wird durch Aluminium ein edleres Metalloxid reduziert. Die Reaktion verläuft exotherm, so dass die erreichten Temperaturen bis zu 2.000 – 2.500 °C betragen können. Die Reaktion bedarf außerdem einer Initiierung, die durch einen Schlag oder starke Reibung partiell erfolgen kann.



Das unedlere Aluminium reduziert Fe^{3+} zu elementarem Eisen und wird dabei zu Al^{3+} oxidiert (Redoxreaktion).

Eine weitere wirksame Zündquelle stellen Entladungsfunken infolge elektrostatischer Aufladung⁴ dar.

Gefährdungen können z.B. entstehen bei Personenaufladungen⁵, beim Umgang mit isolierenden Schüttgütern oder beim Hochdruckreinigen⁶.

Offene Flammen und Glut

Offene Flammen oder Glut entstehen vor allem durch Arbeitsverfahren wie Schweißen, Schneiden oder Oberflächenbehandlungen mit heißen Medien.

Heiße Oberflächen

Heiße Oberflächen als Zündquelle können z.B. durch Heizeinrichtungen, Glühlampen, heiße Rohrleitungen aber auch durch Reibenergie von bewegten Teilen entstehen (z.B. heiß gelaufenes Lager).

Pyrophore Stoffe (chemische Reaktionen)

Seltener sind pyrophore Stoffe⁷, die sich z.B. in Anbackungen oder Ablagerungen im Behälter befinden und sich in der Umgebungsluft selbst entzünden können.

⁴ Querverweis zum Lexikoneintrag „Elektrostatische Auf- und Entladung“

⁵ Personen können sich aufladen z.B. durch Laufen über den Fußboden, Ausziehen von Kleidungsstücken oder Reibungen an der Behälterwand, wenn sie nicht ausreichend geerdet sind (z.B. beim Tragen von nicht leitfähigem Schuhwerk oder beim Einsatz von PSA gegen Absturz). Wenn diese Personen dann ein geerdetes Teil anfassen, kann sich die Aufladung schlagartig durch einen Funkenüberschlag auf das geerdete Teil entladen.

⁶ Die schnell ausströmende Flüssigkeit aus der Düse des Hochdruckreinigungsgeräts führt zu einer elektrostatischen Aufladung der Flüssigkeit und des Reinigungsgerätes. Allgemein gilt: Je weniger leitfähig oder polar die Flüssigkeit ist, desto leichter kann die Flüssigkeit beim Fließen elektrostatisch aufgeladen werden (z.B. Xylol, Heptan Hexan = unpolar, Wasser, Alkohole, Aceton = polar), wird der Flüssigkeitsstrom aber beim Versprühen in Tröpfchen aufgespalten, ist die Aufladung bei polaren Flüssigkeiten sogar höher als bei unpolaren.

⁷ Querverweis zum Lexikoneintrag „pyrophore Stoffe“

Fachinformationen



7.3.4 Staubexplosion im Silo

Schauen Sie sich anhand des folgenden Experimentes an, wie ein explosionsfähiges Staub-Luft-Gemisch und eine wirksame Zündquelle eine Staubexplosion auslösen.

In dem Modell-Silo des Experimentes befindet sich Lykopolium als brennbarer Staub. Der Staub wird aufgewirbelt und mit einer elektrischen Zündquelle entzündet. Das Silo ist mit einer Druckentlastung ausgerüstet.

Sprechertext des Videos

Der brennbare Feststoff wird zuerst aufgewirbelt. Dadurch entsteht ein Staub-Luft-Gemisch. Wenn die Konzentration der Staubteile in der Luft zwischen den Explosionsgrenzen liegt und eine wirksame Zündquelle vorhanden ist, kommt es zu einer Staubexplosion.

Voraussetzung ist, dass der Staub in genügender Feinheit, d.h. mit einer Korngröße von unter etwa einem Millimeter vorliegt.

Fachinformationen



7.4 Unfallbeispiel

Schon bei geringen Mengen an Lösemittel kann eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre entstehen. Das folgende Beispiel zeigt, dass lösemittelhaltige Reinigungsmittel nicht ohne vorherige Absprache und entsprechende Schutzmaßnahmen verwendet werden sollten.¹

Unfallhergang

Arbeitsauftrag: Reinigung eines emaillierten Behälters

Zwei Mitarbeiter der Firma Kemp bekommen den Auftrag, einen emaillierten Behälter mit wässrigem Reinigungsmittel zu säubern. Der Behälter ist 2 m³ groß. Ein Mitarbeiter übernimmt die Aufgabe des Sicherungspostens.

Die Mitarbeiter verwenden eigenmächtig Lösemittel

Da der eingestiegene Mitarbeiter die Anhaftungen im Behälter nicht entfernen kann, wechseln die Arbeiter eigenmächtig das Reinigungsmittel: Sie benutzten nun ca. 0,5 Liter Lösemittel. Deshalb trägt der eingefahrene Mitarbeiter ein Filtergerät.

Eine Explosion verletzt die Mitarbeiter schwer

Beim Auftragen des Lösemittels mit einem Lappen kommt es plötzlich zu einer Explosion. Beide Mitarbeiter werden schwer verletzt, insbesondere der Sicherungsposten, der sich ohne Gesichtsschutz über den Zugang beugte.

Unfallursache

Durch das Reiben an der isolierenden Behälterwand lud sich der Mitarbeiter elektrostatisch auf. Gleichzeitig reicherte sich der Behälter mit den Lösemitteldämpfen des Reinigungsmittels an.

Der Mitarbeiter kam an eine Stelle mit abgeplatzter Emailschiicht. Hier war er nicht mehr durch die Emailschiicht gegenüber dem leitfähigen Behälter aus Metall isoliert, so dass sich seine durch Reibung hervorgerufene elektrostatische Aufladung entlud. Diese Entladung zündete das örtlich begrenzte Lösemittel-Luft-Gemisch.

Unfallvermeidung

Die Mitarbeiter hätten nicht eigenmächtig handeln und Lösemittel einbringen dürfen. Die relativ geringe Menge an Lösemittel wurde als brennbarer Stoff völlig unterschätzt, ebenso die elektrostatische Entladung als mögliche Zündquelle.

Um eine explosionsfähige Atmosphäre beim Arbeiten mit Lösemitteln zu vermeiden, hätte der Behälter ausreichend belüftet werden müssen.



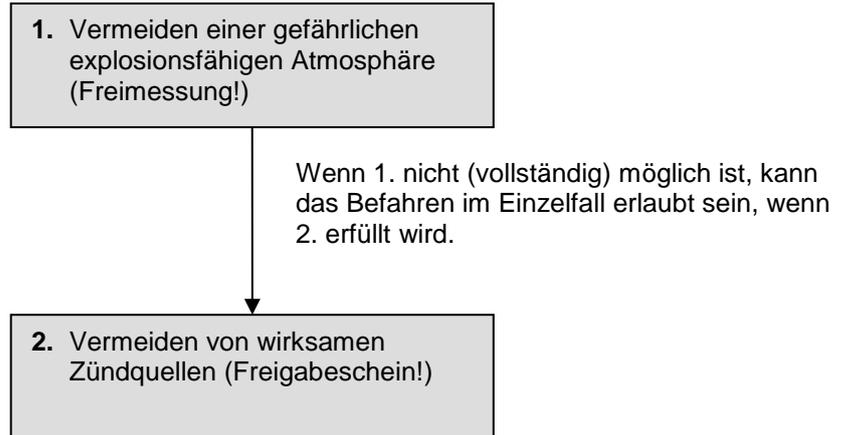
¹ Diesem Unfallfallbeispiel liegt ein realer Unfall aus der Praxis zugrunde. Neben den beschriebenen Versäumnissen kann deshalb auch die verwendete PSA unvollständig sein und nicht den Sicherheitsanforderungen entsprechen.

Fachinformationen

7.5 Schutzmaßnahmen

7.5.1 Maßnahmen des Explosionsschutzes

Beim Befahren von Behältern, Silos und engen Räumen sind zwei Maßnahmen des Explosionsschutzes in der folgenden Reihenfolge durchzuführen:



Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes wie z.B. die Aktivierung einer Explosionsunterdrückungsanlage sind beim Befahren von Behältern nicht möglich.

Hinweis: Es ist zu beachten, dass auch durch Arbeiten im Inneren von freigemessenen Behältern eine explosionsfähige Atmosphäre entstehen kann (z.B. Einbringen von Lösemitteln).

Fachinformationen

7.5.2 Vermeiden von explosionsfähiger Atmosphäre

Vermeiden Sie eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre mithilfe der dargestellten Schutzmaßnahmen. Weitere Hinweise erhalten Sie in der TRGS 722¹.

1. Entleeren, Entfernen und Reinigen

Entfernen Sie alle brennbaren Stoffe, indem Sie den Behälter gründlich entleeren und reinigen. Bei Behältern, die brennbare Flüssigkeiten enthalten haben, ist das Ausdämpfen² eine wirksame Methode. Staubablagerungen können Sie am besten durch Absaugen³ mit einem geeigneten Sauger entfernen. Bringen Sie außerdem keine Gasflaschen mit ein und verwenden Sie wenn möglich⁴ nur wässrige Reinigungsmittelsysteme.

Weitere Informationen: Kapitel Gefahrstoffe „Entleeren und Reinigen“⁵ und „Experimente zur Reinigung“⁶

2. Abtrennen

Die Zu- und Ableitungen müssen vor der Arbeit vollständig abgetrennt werden, um ein Eindringen von brennbaren Stoffen zu vermeiden. Hierfür kommen unterschiedliche Verfahren in Frage, wie z.B. das Herausnehmen von Zwischenstücken oder Setzen von Steckscheiben. Alle Leitungen sind außerdem regelmäßig auf Undichtigkeiten zu überprüfen.

Weitere Informationen: Kapitel Gefahrstoffe „Abtrennen“⁷

3. Lüften

Sorgen Sie vor und ggf. während und nach der Arbeit für eine ausreichende technische Lüftung des Behälters. Damit die Lüftung auch wirksam ist, müssen Sie die maximale Menge der explosionsfähigen Atmosphäre (Quellstärke), die Lage der Quelle und die Ausbreitungs-

¹ TRGS 722– Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre (TRBS 2152-2):

Die TRBS 2152 Teil 2 wird derzeit überarbeitet (Stand Ende 2019) und dann als TRGS 722 veröffentlicht. Die TRBS 2152 Teil 2 wird dann zurückgezogen.

² Beachten Sie jedoch, dass sich die Beschäftigten beim Ausdämpfen an den Dampfleitungen verbrennen und durch die austretenden heißen Schwaden verbrühen können.

³ Ein Abblasen von abgelagertem Staub sollten Sie aufgrund der Aufwirbelungen vermeiden.

⁴ Wenn Sie den Gebrauch von organischen Lösemitteln nicht verhindern können, müssen Sie eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre durch andere Maßnahmen, wie z.B. Lüften mit anschließendem Freimessen, vermeiden.

⁵ Querverweis ins Kapitel 5.5.1 Gefahrstoffe und gefährdende Medien: Schutzmaßnahmen „Entleeren und Reinigen“

⁶ Querverweis auf die nächste Seite, Kapitel 7.5.3 „Experimente zur Reinigung und Lüftung“

⁷ Querverweis ins Kapitel 5.5.2 Gefahrstoffe und gefährdende Medien: Schutzmaßnahmen „Abtrennen“

bedingungen⁸ kennen. Achten Sie insbesondere auch auf Toträume bzw. Vertiefungen und überwachen Sie die Lüftung mit Gaswarngeräten, Gassammelrohren oder Strömungswächtern.

Weitere Informationen: Kapitel Gefahrstoffe „Lüften“⁹, „Lüften bei Beschichtungs- und Klebearbeiten“¹⁰ und Experimente zur Lüftung¹¹

4. Freimessen

Das Freimessen¹² der Atmosphäre im Behälter ist vor der Arbeit unerlässlich! Bei einer entsprechenden Gefährdung müssen Sie die Luft ggf. auch permanent mit Gaswarngeräten überwachen.

Wenn dauerhaft sichergestellt ist, dass die Konzentration der Gase, Dämpfe, Nebel oder Stäube im Gemisch mit Luft 50 % der unteren Explosionsgrenze¹³ nicht überschreitet, gilt die Bildung¹⁴ einer explosionsfähigen Atmosphäre als verhindert. Achten Sie dabei immer auf die einwandfreie Funktionsfähigkeit¹⁵ der Messgeräte.

In vielen Fällen wird nach der Freigabe auch während der Arbeit kontinuierlich gemessen, d.h. kontinuierlich überwacht.

⁸ Gase, die leichter als Luft sind, müssen i.d.R. im oberen Bereich und Gase, die schwerer als Luft sind, im unteren Bereich abgesaugt werden.

⁹ Querverweis ins Kapitel 5.5.3 Gefahrstoffe und gefährdende Medien: Schutzmaßnahmen „Lüften“

¹⁰ Querverweis ins Kapitel 5.5.4 Gefahrstoffe und gefährdende Medien: Schutzmaßnahmen „Lüften bei Beschichtungs- und Klebearbeiten“

¹¹ Querverweis auf die nächste Seite, Kapitel 7.5.3 „Experimente zur Reinigung und Lüftung“

¹² Querverweis zum Lexikoneintrag „Freimessen“

¹³ Um mögliche Sicherheitsvorkehrungen treffen zu können, muss die Alarmschwelle von Gaswarngeräten genügend weit außerhalb der Explosionsgrenzen liegen, jedoch nicht soweit, dass Fehlalarme auftreten.

Üblicherweise liegt die Alarmschwelle zwischen 10 % und 40 % der UEG und soll 50 % der UEG nicht überschreiten (bei Geräten mit einem Messbereichsendwert von 100 % der UEG). Als Referenzgas ist das zu erwartende brennbare Gas einzustellen, für das der Sensor die geringste Empfindlichkeit besitzt.

Vgl. Merkblatt T 023 „Gaswarneinrichtungen für den Explosionsschutz. Einsatz und Betrieb“ bzw. DGUV Information 213-057

¹⁴ Querverweis zum Lexikoneintrag „Bildung einer explosionsfähigen Atmosphäre“

¹⁵ Die messtechnische Funktionsfähigkeit kann z.B. durch das Konformitätsbewertungsverfahren für eine bestimmte Gerätegruppe und -kategorie gemäß Richtlinie 2014/34/EU nachgewiesen werden. Auf den Internetseiten der BG RCI (<http://www.exinfo.de>) finden Sie eine aktuelle Liste von geprüften Gaswarngeräten.

Sorgen Sie im Unternehmen dafür, dass die Geräte regelmäßig gewartet und justiert werden. Das Justierintervall muss dabei so gewählt werden, dass eine Abweichung von ± 5 % der UEG nicht überschritten wird. Weitere Informationen finden Sie in der DIN EN 60079-29-2 (VDE 0400-2) und im Merkblatt T 023 „Gaswarneinrichtungen für den Explosionsschutz. Einsatz und Betrieb“ bzw. in der DGUV Information 213-057.

Weitere Informationen: Kapitel Gefahrstoffe „Freimessen: Was, wann und wer?“¹⁶ und „Freimessen: Womit und wie?“¹⁷

5. Inertisieren

In Ausnahmefällen können Behälter auch inertisiert¹⁸ werden. Da der Sauerstoffgehalt durch die inerten Gase herabgesetzt wird, sind hier allerdings besondere Schutzmaßnahmen¹⁹ für die einfahrende Person und den Sicherungsposten nötig (z.B. Tragen von Isoliergeräten). Solange sich Inertgas im Behälter befindet, ist ein deutlich erkennbares Warnschild anzubringen.

Auch die Inertisierung ist mit Messgeräten zu überwachen.

¹⁶ Querverweis ins Kapitel 5.5.5 Gefahrstoffe und gefährdende Medien: Schutzmaßnahmen „Freimessen: Was, wann und wer?“

¹⁷ Querverweis ins Kapitel 5.5.6 Gefahrstoffe und gefährdende Medien: Schutzmaßnahmen „Freimessen: Womit und wie?“

¹⁸ Querverweis zum Lexikoneintrag „Inertisierung“

¹⁹ Es ist zu beachten, dass beim Öffnen des Behälters zum Zwecke des Einfahrens einer Person die Wirksamkeit der Inertisierung durch Luftsauerstoffeintrag erheblich reduziert werden kann.

Fachinformationen



7.5.3 Experimente zur Reinigung und Lüftung

Die folgenden Experimente bieten Ihnen weiterführende Hinweise zu den Schutzmaßnahmen Reinigen und Lüften.

Experimente

Reinigen

Explosion eines vermeintlich leeren Behälters

Das Experiment zeigt, dass in vermeintlich leeren Behältern gefährliche Explosionen ausgelöst werden können. Eine gründliche Reinigung (z.B. Ausdämpfung) ist vor dem Befahren zwingend erforderlich.

Sprechertext des Videos

Das Benzindampf-Luftgemisch in diesem geschlossenen Behälter ist zu fett und somit nicht explosionsfähig. Wir wollen herausfinden, was geschieht, wenn wir die Flüssigkeit und die Dämpfe aus dem Behälter entfernen und anschließend zünden.

Das Benzin bleibt an der Innenfläche des Behälters als dünner Lösemittelfilm haften. Dieser Film verdampft nachträglich, was ausreicht, um im vermeintlich leeren Behälter eine explosionsfähige Atmosphäre zu erzeugen. Diese kann z.B. durch Schweißarbeiten entzündet werden, was zu den gefürchteten Fassexplosionen führt.

Reinigung mit Wasser

Behälter sollten vorrangig mit Wasser und ggf. zugesetztem Emulgier- oder Dispergiermittel gereinigt werden. Bei nicht wasserlöslichen Füllgütern ist dies aber oft nicht möglich. Hier sind lösemittelhaltige Reinigungsmittel und zusätzliche Schutzmaßnahmen wie eine ausreichende und richtige Lüftung erforderlich.

Hinweis zum Video: Hoch- bzw. leichtentzündliche Flüssigkeiten entsprechen nach GHS in etwa extrem und leicht entzündbaren Flüssigkeiten. Ehemals entzündliche Flüssigkeiten werden dabei z.T. auch als leicht entzündbar eingestuft.

Sprechertext des Videos

Werden Behälter, die hoch- bzw. leichtentzündliche Flüssigkeiten enthalten haben, mit Wasser gereinigt, gelingt die Reinigung in der Regel nicht vollständig, da z.B. Nitroverdünner nicht wasserlöslich ist.

Werden die Behälter anschließend geleert, so dass sich scheinbar keine Flüssigkeit mehr in ihnen befindet, sind trotzdem noch Reste vorhanden. Diese bilden genug Dämpfe im Inneren des Behälters, um durch eine Zündquelle eine Explosion auszulösen. Schweißen ist eine äußerst wirksame Zündquelle, welche durch Funkenwurf auch weit entfernte Brennstoff-Luftgemische erreichen und entzünden kann.

Lüften

Absaugen von schweren Gasen und Dämpfen



Dieses Experiment verdeutlicht, dass Gase und Dämpfe, die schwerer als Luft sind, in Bodennähe abgesaugt werden müssen. Die Dämpfe brennbarer Flüssigkeiten sind immer schwerer als Luft. Nur folgende Gase sind leichter als Luft, so dass sie oben abgesaugt werden müssen: Wasserstoff, Ethylen, Acetylen, Ammoniak, Blausäuregas, Kohlenmonoxid und Methan.

Sprechertext des Videos

Wir geben ein Gas, das schwerer ist als Luft, von unten her in einen offenen Behälter. Mit Seifenblasen wird die Grenzlinie zwischen der Gasphase und der Umgebungsluft sichtbar gemacht.

Wir lüften mittels eines Ventilators mit Absaugschlauch und versuchen das Gas abzusaugen. Durch die Lüftung wird das Gas abgeführt und der Gasspiegel senkt sich langsam. Wenn der Gasspiegel die Höhe der Mündung des Absaugschlauchs erreicht, bewegen sich die Seifenblasen zu dieser Linie hin.

Wird die Mündung des Absaugschlauchs über dem Gasspiegel angeordnet, passiert nichts. Die Lüftung ist zwecklos. Alles was abgesaugt wird ist frische Luft und nicht das abzuführende Gas. Nur über den in Bodennähe platzierten Absaugschlauch werden die Dämpfe abgeführt.

Absaugen an der Entstehungsstelle



Durch eine örtliche Absaugung der Schadstoffe an der Entstehungsstelle kann die Ausbreitung im Raum weitgehend vermieden werden. Dieses Verfahren ist immer dann einzusetzen, wenn die Entstehungsstelle örtlich begrenzt ist (z.B. Abführen von Schweißrauchen).

Sprechertext des Videos

Wir füllen mit einer Pumpe eine Flüssigkeit in eine Kanne. Dadurch bilden sich Dämpfe, die sich im Raum verteilen. Unsere Aufgabe ist es, die austretenden Dämpfe mit einer geeigneten Lüftung gefahrlos abzuführen und so den explosionsgefährdeten Bereich zu begrenzen.

Ohne ausreichende Lüftung breiten sich die Dämpfe dicht über dem Fußboden im ganzen Raum aus. Werden sie im Sinne einer Raumlüftung auf der gegenüberliegenden Seite abgesaugt, werden sie zwar laufend entfernt, doch bleibt die Gefährdung im ganzen Raum bestehen. Sinnvoller und ökonomischer ist es, die Dämpfe in der Nähe der Abfüllstelle zu erfassen.

Noch besser ist es, wenn die Dämpfe direkt am Rand des Behälters abgesaugt werden. Man bezeichnet dies als Randabsaugung oder Quellenabsaugung.

Mit dieser Explosionsschutzmaßnahme wird die Ausdehnung der explosionsfähigen Atmosphäre und somit der gefährdete Bereich massiv eingeschränkt

Fachinformationen

7.5.4 Vermeiden von wirksamen Zündquellen

Können Sie eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre aus betriebstechnischen Gründen nicht ausschließen, müssen alle wirksamen Zündquellen konsequent vermieden¹ werden.

Das ist zum Beispiel bei Abwasserkanälen und Gruben möglich, die nicht vollständig entleert oder ausreichend belüftet werden können. Auch in anderen Fällen wie z.B. beim Retten einer Person kann es sein, dass in explosionsgefährdeten Bereichen gearbeitet werden muss.

Grundsätzlich dürfen in diesen Bereichen nur besonders unterwiesene Mitarbeiter mit zulässigen Betriebsmitteln, Werkzeugen und geeigneter PSA² tätig werden. Schweißtechnische Arbeiten sind in einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre verboten.

¹ **Gemische - Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Gemische** Neben der Tabelle auf der nächsten Seite finden Sie weitere Informationen zum Vermeiden wirksamer Zündquellen in der TRGS 723 „**Gefährliche explosionsfähige**“

² In einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre werden die Arbeitsplatzgrenzwerte deutlich überschritten. Arbeiten in dieser Atmosphäre dürfen deshalb nur mit Isoliergeräten durchgeführt werden.

Fachinformationen

7.5.5 Ausgewählte Zündschutzmaßnahmen

Anhand der folgenden Tabelle sehen Sie, welche Zündquellen bei welchen Tätigkeiten zu vermeiden bzw. nicht zu vermeiden sind.

Arbeiten	Geräte-Kategorie / Schutzart	Vermeidung einzelner Schlagfunken durch Metalle (außer Aluminium und IIc-Stoffe ¹)	Vermeidung einzelner Schlagfunken durch Materialpaarung Rost und Aluminium	Verbot von offenen Flammen und Schweiß-, Schleif- oder Trennarbeiten	Vermeidung elektrostatischer Aufladungen (Pers. / AM)
Reinigen und Restmengenbeseitigung brennbarer Flüssigkeiten durch Verspritzen oder Versprühen entzündbarer Flüssigkeiten, unzureichende Lüftung, Lachenbildung möglich	1 G	ja	ja	ja	ja
Reinigen und Beschichten durch Verspritzen oder Versprühen entzündbarer Flüssigkeiten, Lachenbildung verhindert					
... im Spritz-/Sprühbereich	2 G	nein	ja	ja	ja
... im übrigen Raum oder Behälter	3 G	nein	ja	ja	ja
Reinigen und Beschichten durch Verspritzen oder Versprühen nicht entzündbarer Flüssigkeiten im ganzen Raum	IP 54	nein	nein	nein	nein
Reinigen und Restmengenbeseitigung ohne Verspritzen oder Versprühen, mit größeren Stoffmengen					
... flüssiger Stoffe über UEP im gesamten Raum oder Behälter	1 G	ja	ja	ja	ja
... bei C < 50 % der UEG messtechnisch nachgewiesen	2 G	nein	ja	ja	ja

¹ Gase und Dämpfe werden aufgrund ihrer besonderen Zündfähigkeit in drei Explosionsgruppen eingeteilt (IIa, IIb, IIc). Die Gefährlichkeit nimmt dabei von IIa bis IIc zu.

Sollten bei Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen Stoffe der Gruppe IIc auftreten (Schwefelkohlenstoff, Schwefelwasserstoff, Wasserstoff, Acetylen), sind die aufgeführten Zündquellen generell zu vermeiden und Geräte mit der Kategorie 1G zu benutzen.

Arbeiten	Geräte- Kategorie / Schutzart	Vermeidung einzelner Schlagfunken durch Metalle (außer Alumi- nium und Ilc- Stoffe ¹)	Vermeidung einzelner Schlagfunken durch Materi- alpaarung Rost und Aluminium	Verbot von offenen Flammen und Schweiß-, Schleif- oder Trennarbei- ten	Vermeidung elektrosta- tischer Aufladungen (Pers. / AM)
... flüssiger Stoffe unter UEP im gesamten Raum oder Behälter	2 G	nein	ja	ja	ja
... bei C < 50 % der UEG messtechnisch nachgewiesen	3 G	nein	ja	ja	ja
... flüssiger Stoffe mehr als 15 °C unter UEP	IP 54	nein	nein	nein	nein
Reinigen und Beschichten ohne Verspritzen oder Versprühen ohne Lachenbildung					
... unter Verwendung flüssiger brennbarer Stoffe über UEP	3 G	nein	ja	ja	ja
... unter Verwendung flüssiger brennbarer Stoffe unter UEP	IP 54	nein	nein	nein	nein
Reinigung und Restmengen- beseitigung in Räumen und Behältern, die brennbare Gase enthalten	1 G	ja	ja	ja	ja
... bei C < 50 % der UEG messtechnisch nachgewiesen	3 G	nein	nein	ja	ja

Für Geräte werden in der Tabelle folgende Schutzanforderungen angegeben:

Gerätegruppen und -kategorien²

Schutzarten³

Im folgenden PDF können Sie sich außerdem über die Anforderungen an PSA gegen Absturz in Ex-Bereichen informieren.

Benutzung von PSA gegen Absturz in Ex-Bereichen

Die Richtlinie 94/9/EG vom 23. März 1994 (seit 20.04.2016 für Neugeräte ersetzt durch 2014/34/EU) ist umgesetzt durch die Elfte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Explosionsschutzprodukteverordnung). Nach § 1 Abs. 2 fallen persönliche Schutzausrüstungen nicht unter den Anwendungsbereich dieser Verordnung.

Die Forderungen der VO führen immer wieder zu Missverständnissen. Nach den Konformitätsbewertungsverfahren müssen nun auch nicht-elektrische Geräte, bei denen im bestimmungsgemäßen Betrieb Funken entstehen, mit einer Herstellererklärung bzw. einer Baumusterprüfung versehen sein. Diese gilt nur für PSA, welche Teile enthält, die ein Gerät im Sinne des Artikels 1 (3) a der ATEX-Richtlinie sind oder PSA, die selbst gleichzeitig ein Gerät im Sinne der ATEX-Richtlinie ist, z.B. Gebläsefiltergeräte.

² Die Explosionsschutzanforderungen an Geräte beschreibt die europäische Richtlinie 94/9/EG (ATEX). Hier werden die Geräte je nach Einsatzgebiet in verschiedene Gerätegruppen und Gerätekategorien eingeteilt.

Gerätegruppe	Gerätekategorie	Gefährdung durch ex. A.	Schutz
II	1 G (Gase) oder D (Staub)	ständig, häufig oder über längere Zeit	sehr hohe Sicherheit
II	2 G (Gase) oder D (Staub)	gelegentlich	hohe Sicherheit
II	3 G (Gase) oder D (Staub)	selten und kurzzeitig	normale Sicherheit

Die Gerätegruppe I gilt nur für Bergbau-, Übertage- oder Untertagebetriebe.

³ Die Schutzart IP54 für elektrische Betriebsmittel hat folgende Bedeutung:

Kurzzeichen	Schutzgrad für Personen/Betriebsmittel	Schutzgrad gegen Wasser
IP	5 – geschützt gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen mit einem Draht – staubgeschützt	4 – geschützt gegen Spritzwasser

Im Lexikon finden Sie weitere Hinweise zu Schutzarten.

Da PSA gegen Absturz nicht die Gerätedefinition der ATEX-Richtlinie erfüllt, kann diese auch nicht anhand der Gerätekategorie und den weiteren Angaben eines Herstellers für Produkte zum Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen bezeichnet werden.

In der PSA-Richtlinie sind im Anhang II Abschnitt 2.6 folgende Forderungen enthalten:

2.6 PSA, die für eine Verwendung in explosionsgefährdeter Umgebung bestimmt sind

PSA, die für eine Verwendung in explosionsgefährdeter Umgebung bestimmt sind, müssen so konzipiert und hergestellt werden, dass kein elektrischer, elektrostatischer oder mechanisch verursachter Energiebogen oder Funken entstehen kann, der ein explosives Gemisch entzünden könnte.

Das wird erreicht, wenn die PSA folgende Anforderungen erfüllt:

Der einzelne mechanische Funke ist erfahrungsgemäß selten zündwirksam und wird in der Zone 1 und 2 oftmals nicht als Zündquelle angesehen, mit folgenden Ausnahmen:

1. Stoffe der Explosionsklasse IIc z. B. Wasserstoff, Acetylen, Schwefelkohlenstoff, Schwefelwasserstoff, also Stoffe mit einer sehr niedrigen Zündenergie.
2. Funken durch die Materialpaarung Aluminium und Rost, die beim Zusammenstoßen zu einer Reaktion mit hohen Temperaturen führen können.

Werden also Eisenbeschläge bzw. Eisenkarabinerhaken benutzt, besteht in der Zone 1 und 2 keine Gefährdung, mit Ausnahme der o. g. IIc-Stoffe. Auf die Gefährdung durch diese Stoffe sollten die Benutzer hingewiesen werden.

Elektrische Funken sind bei der üblichen Benutzung der PSAGa ausgeschlossen, es sei denn, es werden elektrisch angetriebene Winden benutzt. Diese sind allerdings keine PSAGa, sondern Maschinen und fallen somit in den Anwendungsbereich der ATEX (siehe auch ATEX-Leitlinie Seite 39).

Zündquellen durch elektrostatische Aufladungen bestehen ebenfalls nicht. Auffanggurte können durch Tragen nicht gefährlich aufgeladen werden. Sie dürfen in explosionsgefährdeten Bereichen der Zone 0 und Zone 1 nicht an- oder abgelegt werden. Textile Seile, gleich aus welchem Material, können nur gefährlich aufgeladen werden, wenn ihr Durchmesser mehr als 25 mm beträgt. Deshalb ist auch beim Ablassen bzw. Abseilen eine gefährliche Aufladung nicht zu erwarten.

Unter Berücksichtigung der vorgenannten Bedingungen kann eingeschätzt werden, dass durch die Benutzung der PSA gegen Absturz in explosionsgefährdeten Bereichen der Zone 1 und Zone 2 keine Zündgefahr ausgeht, wenn keine Metallteile aus Aluminium verwendet werden, ausgenommen bei Stoffen der Explosionsgruppe IIc.

Fachinformationen

8 Biostoffe

8.1 Einleitung

Sprechertext der Animation

Können Beschäftigte in Ihrem Unternehmen mit Biostoffen wie Bakterien, Viren, Pilzen oder Parasiten in Kontakt kommen?

Verfügen Sie über Anlagen wie Fermenter, Abwassergruben, Recycler, Biogasanlagen oder Lebensmittelsilos? Und müssen diese befahren werden?

Dann sollten Sie sich mit den möglichen Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Biostoffen genauestens vertraut machen.

Viele Biostoffe sind für den gesunden Menschen ungefährlich und in der Medizin oder Lebensmittelproduktion sogar sehr nützlich.

Es gibt aber auch solche, die schwere Infektionen hervorrufen, toxisch wirken oder Allergien verursachen können.

Gerade bei Arbeiten, in denen Beschäftigte mit nicht bekannten Biostoffen in Kontakt kommen können, ist Vorsicht geboten.

Neben den einzuhaltenden Hygienemaßnahmen und den zu treffenden technischen und organisatorischen Maßnahmen müssen Sie - wenn nötig - auch persönliche Schutzausrüstungen zur Verfügung stellen und Impfungen anbieten.

In diesem Kapitel erfahren Sie

- welche Gefährdungen durch Biostoffe auftreten und wie sie eingestuft werden,
- was gezielte und nicht gezielte Tätigkeiten beim Befahren von Behältern sind,
- für welche technischen und persönlichen Sicherheitsmaßnahmen Sie sorgen müssen,
- welche Hygiene- und arbeitsmedizinischen Maßnahmen erforderlich sind.

Fachinformationen

8.2 Hätten Sie es gewusst?

Welche der hier aufgeführten Erreger können in abwassertechnischen Anlagen auftreten?

Mögliche Antworten:

- Tollwutviren
- Hepatitis A-Viren
- Milzbrandbakterien
- Kolibakterien
- Tuberkulosebakterien

Antwort

- Hepatitis A-Viren
- Kolibakterien

Feedbacktext

Richtig: Sie haben die gesuchten Erreger gefunden.

Falsch: Kolibakterien und Hepatitis A-Viren können in fäkalienhaltigem Abwasser vorkommen.

Fachinformationen

8.3 Gefährdungen

8.3.1 Wirkung von Biostoffen

Überall dort, wo Beschäftigte natürlichen oder organischen Materialien, Stoffen tierischer Herkunft, Nahrung, organischem Staub, Abfall, Abwasser oder Körpersekreten ausgesetzt sind, kann eine Gefahr für die Gesundheit bestehen.

Biostoffe¹ können Infektionen hervorrufen und darüber hinaus toxisch² oder sensibilisierend³ wirken.

Eine Infektion ist immer dann möglich, wenn der Erreger über die Atemwege⁴, über verletzte oder aufgeweichte Haut, über die Schleimhaut (z.B. Augen) oder durch Verschlucken⁵ in den Körper gelangt.

Schauen Sie sich die typischen Gefährdungen aus verschiedenen Branchen an:

Gefährdungen⁶

¹ Querverweis zum Lexikoneintrag „Biostoffe“

² Bestimmte Biostoffe können giftige Substanzen, so genannte Toxine (Endotoxine, Exotoxine, Mycotoxine), enthalten oder freisetzen. Sie können z.B. Durchfall und Fieber hervorrufen oder Krebs erzeugen. Bekannte Krankheiten, die vor allem auf die toxische Wirkung zurückgeführt werden können, sind z.B. Tetanus und Diphtherie.

Darüber hinaus können durch biologische Zersetzungsprozesse auch giftige Stoffe wie Schwefelwasserstoff oder Kohlendioxid entstehen.

³ Viele Biostoffe wie Pilzsporen oder Proteine können zu Allergien führen und Schnupfen, Schwellungen, Reizungen, Hautrötungen, asthmatische Beschwerden oder sogar einen anaphylaktischen Schock auslösen.

Häufige Allergien führen wiederum zu einem erhöhten Infektionsrisiko, da Schleimhäute durch die ständige Reizung für Infektionserreger durchlässiger werden.

⁴ Einatmen von Aerosolen oder Staub.

⁵ Biostoffe können den Verdauungstrakt zum einen über die Nahrung erreichen, zum anderen auch über das Verschlucken von Biostoffen, die über die Luft oder durch Hand-zu-Gesicht-Kontakt in den Nasenschleim bzw. den Speichel gelangen.

⁶ Branchen und ihre typischen, potenziellen Gefährdungen durch Biostoffe:

Branche/ Arbeitsplatz	Biostoffe/Toxine	Mögliche Krankheiten
Abfallwesen, Recyclinganlagen (Papier, Glas, Kunststoff, Verpa- ckungsmaterial)	<ul style="list-style-type: none"> – Schimmelpilze (z.B. Aspergillus fumigatus) – Aktinomyzeten – Enterobakterien (z.B. Escherichia coli) – Enteroviren 	<ul style="list-style-type: none"> – Allergien, Aspergillose, Aspergillom – exogen-allergische Alveolitis (EAA) – Organic Dust Toxic Syndrom (ODTS) – Infektionen wie Gastroenteritis

Branche/ Arbeitsplatz	Biostoffe/Toxine	Mögliche Krankheiten
--------------------------	------------------	----------------------

Kompostierungs- anlagen	<ul style="list-style-type: none"> - Schimmelpilze (z.B. Aspergillus fumigatus) - Aktinomyzeten 	<ul style="list-style-type: none"> - Allergien, Aspergillose, Aspergillom - EAA
Kläranlagen/ abwassertechnische Anlagen	<ul style="list-style-type: none"> - Bakterien (z.B. Escherichia coli, Salmonellen, Leptospiren) - Enteroviren und andere Viren (z.B. Hepatitis A-Virus, Rota- und Noroviren) - Endotoxine 	<ul style="list-style-type: none"> - Salmonellose und andere Infektionen wie Gastroenteritis, Hepatitis usw. - ODTS
Lebensmittelher- stellung	<ul style="list-style-type: none"> - Schimmelpilze/Hefen - Bakterien (z.B. Campylobacter spp. Escherichia coli (EHEC), Listerien) - Endotoxine - Enzyme 	<ul style="list-style-type: none"> - Allergien - Infektionen - ODTS - Hautreizungen
Gesundheitswesen	<ul style="list-style-type: none"> - Bakterien (z.B. Staphylococcus aureus, Mykobakterien) - Viren (z.B. Hepatitis B- und C-Viren, HIV) 	<ul style="list-style-type: none"> - verschiedene Infektionen, die durch Bakterien oder Viren ausgelöst werden (z.B. Tuberkulose, Hepatitis, AIDS)
Landwirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> - Schimmelpilze - Dermatophyten (z.B. Trichophyton spp.) - Aktinomyzeten und andere Bakterien (z.B. Coxiella burnetii, Chlamydomytila psittaci) - Viren (z.B. Hantaviren) 	<ul style="list-style-type: none"> - Allergien - Pilzinfektion der Haut - EAA (Farmerlunge) - ODTS - verschiedene Infektionen, die durch den Kontakt mit infizierten Tieren ausgelöst werden
Baugewerbe (Ver- arbeitung natürlicher Materialien, Sanierung)	<ul style="list-style-type: none"> - Schimmelpilze - Aktinomyzeten und andere Bakterien - Endotoxine 	<ul style="list-style-type: none"> - Allergien - EAA - Infektionen - ODTS

Fachinformationen

8.3.2 Einstufung in Risikogruppen und Schutzstufen

Die Einstufung der Biostoffe in 4 Risikogruppen sowie verschiedene Vorschriften und Regeln¹ helfen, mögliche Gefährdungen richtig einzuschätzen und geeignete Schutzmaßnahmen zu treffen. Grundsätzlich müssen Sie von einer Infektionsgefährdung ausgehen, wenn Biostoffe der Risikogruppe 2 oder höher auftreten.

Die Einstufung der Biostoffe in Risikogruppen beruht auf der Fähigkeit, Infektionen beim gesunden Menschen hervorzurufen. Die toxischen und sensibilisierenden Wirkungen müssen zusätzlich ermittelt werden

Risiko- gruppe	Beschreibung	Maßnahmen nach Schutz- stufe	Quellen zur Einstufung
1	Krankheit beim Menschen unwahrscheinlich ²	1	Anhang III der Richtlinie 2000/54/EG TRBA 460, 462, 464, 466, 468
2	Geringes Gefährdungspotenzial ³	2	DGUV Information 213-88 bis 093
3/3**	Mäßiges Gefährdungspotenzial ⁴	3	Mikroorganismen-Dossiers der BG RCI
4	Hohes Gefährdungspotenzial ⁵	4	

¹ Die zentrale Vorschrift bei Tätigkeiten mit Biostoffen ist die Biostoffverordnung (BioStoffV) mit den grundlegenden und zusätzlichen Schutzmaßnahmen.

Je nach Branche und Arbeitsbereich sind jedoch häufig spezifischere bzw. ergänzende Maßnahmen nötig, die in den technischen Regelwerken für Biostoffe zu finden sind (TRBA).

² Biostoffe der Risikogruppe 1 sind solche, bei denen es unwahrscheinlich ist, dass sie beim Menschen eine Krankheit verursachen.

Beispiele: Bakterien und Pilze zur Herstellung von Joghurt, Käse, Bier etc.

³ Biostoffe der Risikogruppe 2 sind solche, die eine Krankheit beim Menschen hervorrufen können und eine Gefahr für Beschäftigte darstellen können. Eine Verbreitung des Stoffes in der Bevölkerung ist unwahrscheinlich; eine wirksame Vorbeugung oder Behandlung ist normalerweise möglich.

Beispiele: Bakterium Clostridium tetani (Wundstarrkrampf), Hepatitis A-Virus

⁴ Biostoffe der Risikogruppe 3 sind solche, 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.

Beispiele: Mycobacterium tuberculosis (Tuberkulose), Gelbfieber-Virus

Bei bestimmten Biostoffen, die in die Risikogruppe 3 eingestuft und in den Einstufungslisten mit zwei Sternchen (**) versehen wurden, ist das Infektionsrisiko für Arbeitnehmer begrenzt, da eine Infizierung über den Luftweg normalerweise nicht erfolgen kann.

Beispiele: Hepatitis B-Virus, Tollwut-Virus

⁵ Biostoffe der Risikogruppe 4 sind solche, 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.

Beispiele: Pocken-Virus, Ebola-Virus

Fachinformationen

8.3.3 Tätigkeiten mit Biostoffen

Bei der Gefährdungsbeurteilung müssen Sie neben den stoffbezogenen Eigenschaften auch die jeweiligen Tätigkeiten genau beurteilen. Schauen Sie sich die Beispiele für gezielte und nicht gezielte Tätigkeiten beim Befahren von Behältern, Silos und engen Räumen an.

Biostoffe

Gezielte Tätigkeiten

Bei gezielten Tätigkeiten¹ sind die Arbeiten unmittelbar auf einen oder mehrere Biostoffe ausgerichtet. Die Spezies und die Exposition im Normalbetrieb sind hinreichend bekannt oder abschätzbar.

Beispiel für das Befahren:

In der Biotechnologie muss ein Fermenter instand gesetzt werden. Der Behälter kann Verunreinigungen mit bekannten Bakterien enthalten, die z.B. über verletzte Haut oder Hand-zu-Gesicht-Kontakt aufgenommen werden können.

Nicht gezielte Tätigkeiten

Bei nicht gezielten Tätigkeiten² sind die Arbeiten nicht unmittelbar auf Biostoffe ausgerichtet oder/und die Spezies bzw. die Exposition sind nicht bekannt.

Beispiele für das Befahren:

Es soll eine Tiefenpumpe in einer Abwassergrube mit möglichen Rückständen an nicht genau bekannten Biostoffen instand gesetzt werden (Mischexposition). Erreger können über Aerosole, verletzte Haut oder Hand-zu-Gesicht-Kontakt aufgenommen werden.

¹ Umfassen gezielte Tätigkeiten mehrere Biostoffe verschiedener Risikogruppen, so ist für die Festlegung der Schutzstufe die höchste Risikogruppe maßgebend.

² Bei nicht gezielten Tätigkeiten ist das mögliche Spektrum von Biostoffen zu ermitteln bzw. abzuschätzen. Die Biostoffe sind, soweit bekannt, den entsprechenden Risikogruppen zuzuordnen und entsprechende Schutzmaßnahmen sind zu treffen. Mögliche toxische und sensibilisierende Wirkungen sind zu berücksichtigen..

Fachinformationen

8.4 Unfallbeispiel

Das folgende Unfallbeispiel ereignete sich bei einer nicht gezielten Tätigkeit mit Biostoffen in einer fäkalienhaltigen Abwasseranlage. Einfache Maßnahmen hätten den Mitarbeiter schützen können¹.

Unfallhergang

Arbeitsauftrag: Auswechseln einer Tiefenpumpe

Herr Kunz soll in einer fäkalienhaltigen Abwassergrube eine Tiefenpumpe auswechseln. Bestückt mit Gummistiefeln klettert er über die Steigleiter in die Grube.

Herr Kunz verletzt sich an der Hand

Als Herr Kunz die defekte Tiefenpumpe ausbaut und an eine scharfe Kante gerät, zieht er sich eine erhebliche Verletzung an der Hand zu.

Herr Kunz hat Hepatitis

4 Wochen nach dem Vorfall sucht Herr Kunz aufgrund von Übelkeit, Durchfall und Bauchschmerzen den Arzt auf. Die Diagnose: Er hat sich eine Hepatitis A-Infektion zugezogen.

Unfallursache

In der fäkalienhaltigen Abwasseranlage waren Hepatitis A-Viren.

Durch die verletzte Haut konnten die Hepatitisserreger in den Körper eindringen und sich dort vermehren.

Unfallvermeidung

In fäkalienhaltigen Abwasseranlagen ist immer mit Hepatitis A-Viren bzw. Kolibakterien zu rechnen. Mit den entsprechenden Schutzmaßnahmen hätte die Infektion vermieden werden können:

- Bei fäkalienhaltigen Abwasseranlagen ist konsequent Handschutz zu benutzen.
- Außerdem sind Impfungen gegen Hepatitis A zu empfehlen.



¹ Diesem Unfallbeispiel liegt ein realer Unfall aus der Praxis zugrunde. Neben den beschriebenen Versäumnissen kann deshalb auch die verwendete PSA unvollständig sein und nicht den Sicherheitsanforderungen entsprechen.

Fachinformationen

8.5 Schutzmaßnahmen

8.5.1 Von der Entleerung zur Sterilisation

Behälter mit Biostoffen müssen vor dem Befahren grundsätzlich und unabhängig von der Risikogruppe entleert¹, gereinigt² und abgetrennt³ werden. Sorgen Sie zusätzlich dafür, dass sie entsprechend der Gefährdungen desinfiziert oder ggf. sterilisiert werden.

Verwenden Sie zum Desinfizieren⁴ die für die Biostoffe zugelassenen oder empfohlenen Desinfektionsmittel und -verfahren. Geeignete Desinfektionsmittel finden Sie

- in der Liste der vom Robert Koch-Institut geprüften und anerkannten Desinfektionsmittel und -verfahren,
- in der Desinfektionsmittelliste des Verbunds für angewandte Hygiene (VAH),
- in den Desinfektionsmittellisten der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft.

Berücksichtigen Sie auch mögliche Gefährdungen⁵ durch die Desinfektionsmittel selbst.

Bei gezielten Tätigkeiten mit Biostoffen werden die Behälter (Fermenter) i.d.R. mit Dampf sterilisiert⁶.

¹ Querverweis in das Kapitel 5 „Gefahrstoffe und gefährdende Medien: Schutzmaßnahmen: Entleeren und Reinigen“

² Querverweis in das Kapitel 5 „Gefahrstoffe und gefährdende Medien: Schutzmaßnahmen: Entleeren und Reinigen“

³ Querverweis in das Kapitel 5 „Gefahrstoffe und gefährdende Medien: Schutzmaßnahmen: Abtrennen“

⁴ Querverweis zum Lexikoneintrag „Desinfizieren“

⁵ Mögliche Gefährdungen durch Desinfektionsmittel:

- Brand- und Explosionsgefahr bei brennbaren (i.d.R. alkoholischen) Desinfektionsmitteln,
- akut toxische Wirkungen (z.B. Formaldehyd – Alternative: Wasserstoffperoxyd),
- sensibilisierende Komponenten.

⁶ Querverweis zum Lexikoneintrag „Sterilisieren“

Fachinformationen

8.5.2 Persönliche Schutzausrüstung

Bei einigen Anlagen wie Abwasserkanälen ist ein Entleeren und Desinfizieren nicht möglich. In diesen Fällen müssen Sie den Mitarbeitern für das Befahren geeignete persönliche Schutzausrüstung (PSA) zur Verfügung stellen.

Die PSA ist gemäß der jeweiligen Gefährdung festzulegen und umfasst Schutzkleidung, Handschutz, Fußschutz, Augenschutz und ggf. Atemschutz¹.

Weitere Hinweise zur PSA und zu branchenspezifischen technischen und organisatorischen Maßnahmen² finden Sie in den jeweiligen Technischen Regeln für Bioisstoffe.

¹ Querverweis zum Lexikoneintrag Atemschutzgerät

² Bei Arbeiten in abwassertechnischen Anlagen sollten Sie z.B. die Wetterverhältnisse mit berücksichtigen, da z.B. ein kühles, feuchtes Wetter die Aerosolbildung begünstigt. Reinigungsarbeiten sollten nur von gesicherten Standplätzen bzw. der windabgewandten Seite durchgeführt werden.

Vgl. TRBA 220 „Sicherheit und Gesundheit bei Tätigkeiten mit Biostoffen in abwassertechnischen Anlagen“

Fachinformationen

8.5.3 Impfungen

Mitarbeiter, die Biostoffen ausgesetzt sein können, sollten auch arbeitsmedizinisch gut versorgt sein.

Im Rahmen der arbeitsmedizinischen Vorsorge¹ hat der Unternehmer dafür zu sorgen, dass den Mitarbeitern eine Impfung angeboten wird, sofern ein wirksamer Impfstoff vorliegt. Dazu gehört auch eine gründliche Beratung².

Bei regelmäßigen Tätigkeiten in fäkalienhaltigen Abwasseranlagen sollte z.B. eine Hepatitis A-Impfung angeboten werden. Empfehlungen für Impfungen gibt die Ständige Impfkommision (STIKO) am Robert-Koch-Institut.

Eine durchgeführte Schutzimpfung sollte aber in keinem Fall dazu verleiten, auf die allgemeinen Hygiene- und Sicherheitsmaßnahmen zu verzichten.

¹ Arbeitsmedizinische Vorsorge wird vor Aufnahme der Tätigkeit, in regelmäßigen Abständen während der Tätigkeit und ggf. am Ende der Tätigkeit und aus besonderem Anlass durchgeführt. Dabei wird zwischen Pflicht-, Angebots- und Wunschvorsorge unterschieden.

Pflichtvorsorge gilt z.B. für Mitarbeiter, die regelmäßigen Kontakt zu fäkalienhaltigen Abwässern und zu fäkalienkontaminierten Gegenständen haben und dem Hepatitis A-Virus ausgesetzt sein können.

Weitere Informationen finden Sie in der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV).

² Die Aufgabe des Fach- bzw. Betriebsarztes ist es, die Mitarbeiter über die zu verhütende Krankheit, den Nutzen der Impfung und mögliche Nebenwirkungen aufzuklären.

Fachinformationen

8.5.4 Hygienische Maßnahmen

Die allgemeinen Hygienemaßnahmen als grundlegende Schutzmaßnahmen sollten alle Mitarbeiter wie selbstverständlich in ihren Arbeitsablauf übernehmen. Stellen Sie als Verantwortlicher einen Hygiene- und Reinigungsplan auf, über den Sie die Beschäftigten bei der Unterweisung informieren.

Hygienische Grundregeln:

- Hände waschen¹ nach der Arbeit und vor dem Verlassen der Betriebsbereiche, ggf. duschen nach Arbeitsende,
- Verbot von Essen, Trinken und Rauchen am Arbeitsplatz,
- Lagern von Lebensmitteln nur in den dafür vorgesehenen Schränken,
- Pausen- und Bereitschaftsräume nicht mit stark verschmutzter Arbeitskleidung betreten,
- Trennung von Arbeits- und Straßenkleidung,
- Reinigung bzw. Desinfektion der PSA² und der Arbeitsgeräte.

¹ Vor dem Waschen müssen die Hände ggf. desinfiziert und nach dem Waschen rückgefettet werden. Die zur Verfügung gestellten Hautreinigungs-, Hautschutz- und Hautpflegemittel sollten gemäß Hautschutzplan konsequent angewendet werden.

² Reinigungspersonal muss ggf. auf infektionsverdächtige PSA und Wäsche hingewiesen werden.

Fachinformationen

9 Strahlung

9.1 Einleitung

Sprechertext der Animation

Unter Strahlung versteht man die Ausbreitung von Energie im freien Raum. Dies geschieht entweder in Form von schnell bewegten atomaren Teilchen oder in Form von elektromagnetischen Wellen.

Während wir im Alltag einer bestimmten Strahlengrundbelastung ausgesetzt sind, ist in einigen beruflichen Bereichen mit einer erhöhten und besonders gefährlichen Exposition zu rechnen.

Beim Befahren von Behältern, Silos und engen Räumen können Mitarbeiter mit starken elektromagnetischen Feldern konfrontiert werden, die überall dort entstehen, wo elektrische Ströme fließen.

Ionisierende Strahlung tritt zum Beispiel bei Füllstandsmessungen, Materialprüfungen oder der Isotopen-Herstellung auf.

Die gesundheitlichen Auswirkungen der unsichtbaren Strahlen sind groß und teilweise erst nach vielen Jahren erkennbar.

Vor dem Befahren heißt es deshalb: Ermitteln Sie die Strahlenquellen und verhindern Sie eine Exposition.

In diesem Kapitel erfahren Sie

- welche gefährlichen Auswirkungen Strahlen haben,
- welche Strahlenquellen in Behältern vorkommen können,
- welche technischen Schutzmaßnahmen einzuleiten sind,
- welche weiteren Schutzmaßnahmen und Vorschriften es gibt.

Fachinformationen

9.2 Hätten Sie es gewusst?

9.2.1 Elektromagnetische Felder

Welche Personen dürfen nicht (auch nicht kurzzeitig) im Expositionsbereich 1 nach DGUV Vorschrift 15 - „Elektromagnetische Felder“ arbeiten (z.B. im Bereich bestimmter Trafos)?

Richtig

Personen mit passiven Implantaten (z.B. künstliches Hüftgelenk)

Richtig

Personen mit aktiven Implantaten (Herzschrittmacher, Insulinpumpe)

Falsch

Keine Person

Feedbacktext:

Richtig: Im Expositionsbereich 1 dürfen sich Träger von passiven oder aktiven Implantaten **nicht** aufhalten!

Falsch: Versuchen Sie es erneut.

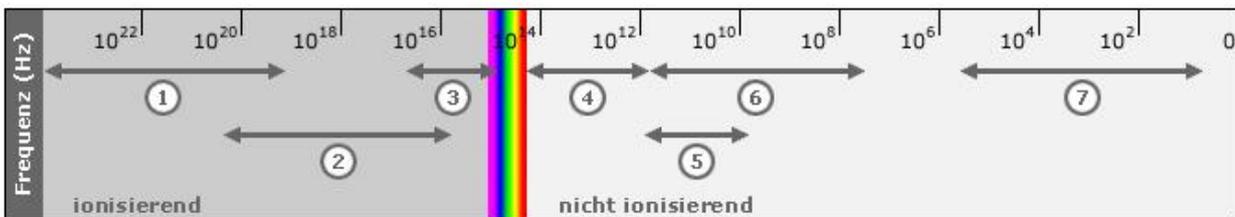
Fachinformationen

9.2.2 Elektromagnetisches Spektrum

Wissen Sie, welche elektromagnetische Strahlung in welchem Frequenzbereich wirkt? Ordnen Sie die Strahlungsarten absteigend nach ihrer Frequenz.

Strahlungsarten

- Infrarotstrahlung
- Gammastrahlung
- Mikrowellenstrahlung
- Ultraviolettstrahlung
- lange Radiowellen
- Röntgenstrahlung
- kurze Radiowellen



Antwort

von hoher zu niedriger Frequenz:

1. Gammastrahlung
2. Röntgenstrahlung
3. Ultraviolettstrahlung
4. Infrarotstrahlung
5. Mikrowellenstrahlung
6. kurze Radiowellen
7. lange Radiowellen

Feedbacktext

Richtig: Das elektromagnetische Spektrum reicht von den langwelligen Radiowellen bis hin zu den sehr kurzwelligen Gammastrahlen.

Falsch: Da ist Ihnen ein Fehler unterlaufen. Bedenken Sie: Je höher die Frequenz, desto kurzwelliger die Strahlung.

Fachinformationen

9.3 Gefährdungen

9.3.1 Strahlungsarten und ihre Wirkung

Gefährdungen durch Strahlung sind sehr komplex und häufig mit langfristigen Auswirkungen verbunden.

Energiereiche Strahlung¹ kann unser Gewebe und unsere Augen schädigen, die Funktionsfähigkeit von Zellen und Organen stören und Krebs verursachen. Elektromagnetische Felder können besonders für Menschen mit Implantaten² gefährlich werden.

	Ionisierende Strahlung	Nicht ionisierende Strahlung
Beschreibung	Energie kann Elektronen aus Atomen/Molekülen herauslösen (Ionisation)	Energie ist nicht ausreichend, um Elektronen herauszulösen
Beispiele	Röntgen- und γ -Strahlung, kurzwellige Ultraviolettstrahlung, Teilchenstrahlung (α -, β -Strahlen)	Elektromagnetische Felder, Radiowellen, sichtbares Licht, Mikrowellen- oder Laserstrahlung

¹ Querverweis zum Lexikoneintrag „Strahlung“

² Elektromagnetische Felder können Funktionsstörungen von aktiven Implantaten wie Herzschrittmachern hervorrufen oder passive metallische Implantate stark erwärmen.

Zusätzlich können insbesondere die Augenlinsen durch die thermischen Wirkungen geschädigt werden, es können Reizwirkungen an Muskel- und Nervenzellen oder Störungen der Zellteilungsfrequenz und Hormonproduktion auftreten. Weitere Gefährdungen sind Entladungsströme oder hohe Berührungsspannungen an Empfangsgebilden.

Fachinformationen

9.3.2 Strahlenquellen in Behältern

In Behältern, Silos und engen Räumen können Gefährdungen beim Umgang oder Kontakt mit unterschiedlichen Strahlenquellen auftreten.

Beispiele

- Benutzung bzw. Reparatur von Messeinrichtungen (z.B. Füllstandsmessgeräte mit Gammastrahlung)
- Materialprüfung mit Röntengeräten (z.B. Prüfung von Schweißnähten)
- Geräte oder Anlagen mit elektromagnetischen Feldern (z.B. Kabelschächte)
- Ultraviolettstrahlung durch Schweißarbeiten
- Lasereinrichtungen oder Mikrowellenerzeuger
- Rückstände oder Verunreinigungen radioaktiver Präparate (Isotopen-Herstellung)

Fachinformationen

9.4 Unfallbeispiel

Zum Thema Strahlung liegt kein aktuelles Unfallbeispiel vor.

Strahlung ist ein offensichtlicher und extremer Gefährdungsbereich, in dem höchste Schutzmaßnahmen gelten und penibel eingehalten werden. Fachkundige Strahlenschutzbeauftragte überwachen dabei alle erforderlichen Schutzmaßnahmen. Deshalb sind Unfälle erfreulicherweise selten.

Fachinformationen

9.5 Schutzmaßnahmen

Vor Arbeitsbeginn müssen die Mitarbeiter wirksam gegen auftretende Strahlung geschützt werden. Die Schutzmaßnahmen sind dabei in Abhängigkeit der Strahlenquelle festzulegen.

Je nach Gefährdungsbereich¹ und technischer Schutzwirkung müssen Sie ggf. weitere Maßnahmen einleiten. Bei Arbeiten in der Nähe von elektromagnetischen Feldern sind z.B. die Aufenthaltszeit zu begrenzen und Zugangsbeschränkungen für Implantatträger festzulegen.

Detaillierte Schutzmaßnahmen² für einzelne Strahlenarten sind in den jeweiligen Vorschriften und Regeln³ beschrieben.

Entfernen

Wenn es technisch möglich ist, entfernen Sie die Strahlenquellen vor Beginn der Arbeit und bewahren Sie sie sicher auf (z.B. Messeinrichtungen).

Abschalten

Bestimmte Strahlenquellen, wie z.B. Röntgengeräte, können abgeschaltet und gegen Wiedereinschalten gesichert werden.

¹ Im Zuge der Gefährdungsbeurteilung ist häufig eine Einordnung der Tätigkeiten bzw. Arbeitsorte in Gefährdungsbereiche notwendig. Beim Auftreten von elektromagnetischen Feldern werden Expositionsbereiche bestimmt, bei radioaktiven Stoffen und ionisierender Strahlung so genannte Strahlenschutzbereiche und beim Umgang mit Lasereinrichtungen Gefährdungsklassen.

Sie definieren die Höhe der Strahlenexposition und die damit zusammenhängenden Gefährdungen. Je nach Gefährdungsbereich oder -klasse werden die notwendigen Schutzmaßnahmen definiert.

² Der Strahlenschutz ist vorrangig durch technische Maßnahmen sicherzustellen. Zusätzliche organisatorische Maßnahmen sind z.B.

- Begrenzung der Aufenthaltszeit,
- Kennzeichnung von Geräten und Bereichen,
- Zugangsbeschränkungen,
- Bereitstellen von geeigneter PSA,
- Unterweisung der Mitarbeiter,
- Benennung eines Strahlenschutzbeauftragten, messtechnische und arbeitsmedizinische Überwachung der Mitarbeiter.

³ Folgende Verordnungen und berufsgenossenschaftliche Vorschriften sind für den Umgang mit Strahlung besonders relevant:

- die Strahlenschutzverordnung (StrlSchV),
- die Röntgenverordnung (RöV),
- die DGUV Vorschrift 11 - Laserstrahlung
- die DGUV Vorschrift 15 –Elektromagnetische Felder und
- die Verordnung über elektromagnetische Felder (26. BImSchV)
- die Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch künstliche optische Strahlung (OstrV).

Abschirmen

Schutz bieten auch wirksame Abschirmungen⁴: z.B. Bleiwände oder Bleibausteine gegen Gammastrahlen sowie Plexiglas- und Bleiab-
schirmungen gegen harte Betastrahlen⁵ und Bremsstrahlung.

Reinigen

Radioaktive Verunreinigungen und Rückstände in Behältern sind mit
geeigneten Reinigungsverfahren zu entfernen.

⁴ Abgeschirmter und abgeschlossener Strahler zur Füllstandsmessung.

⁵ Querverweis zum Lexikoneintrag „Strahlung“

Fachinformationen

10 Hohe und tiefe Temperaturen

10.1 Einleitung

Sprechertext der Animation

Ob wir uns an einem Ort wohlfühlen, hängt im entscheidenden Maße von den klimatischen Bedingungen ab.

Belastungen durch Hitze oder Kälte können unsere Leistungsfähigkeit herabsetzen und unsere Gesundheit ernsthaft gefährden.

Der menschliche Körper kann seinen Wärmehaushalt bis zu einem gewissen Grad im Austausch mit der Umgebungsluft regulieren. Dabei ist er bestrebt, seine Körperkerntemperatur zwischen ungefähr 36 und 37 Grad Celsius zu halten.

Bei Kälte reduziert der Körper die Durchblutung von Haut und Extremitäten. Er gibt weniger Wärme an die Umgebung ab. Zusätzlich steigert er den Stoffwechsel in der Muskulatur, um selbst mehr Wärme zu produzieren.

Bei Hitze erhöht der Körper die Durchblutung. Er schwitzt vermehrt, um viel Wärme an die Umgebung abgeben zu können.

Überfordern zu große Hitze oder Kälte die Wärmeregulation, können gesundheitliche Schäden auftreten.

Wann genau eine Gefährdung gegeben ist, hängt von bestimmten klimatischen und nicht klimatischen Faktoren ab. Neben diesen Faktoren sind bei der Gefährdungsbeurteilung auch mögliche Verbrennungen an heißen Oberflächen oder lokale Kälteschäden beim Kontakt mit tiefkalten Gasen zu berücksichtigen.

In diesem Kapitel erfahren Sie

- welche gesundheitlichen Gefährdungen auftreten können,
- welche klimatischen und nicht klimatischen Faktoren berücksichtigt werden müssen,
- welche technischen Schutzmaßnahmen durchzuführen sind,
- welche weiteren Maßnahmen bei Arbeiten unter Hitze oder Kälte notwendig sind.

Fachinformationen

10.2 Hätten Sie es gewusst?

Beantworten Sie die Fragen, indem Sie den Schieberegler auf die jeweils richtige Temperatur einstellen.

Körperlich schwere Arbeit

Was ist die angemessene Richttemperatur für Räume, in denen körperlich schwer gearbeitet wird?

Niedrige Temperaturen

Ab wie viel Grad minus dürfen Personen nicht länger als 2 Stunden arbeiten und müssen arbeitsmedizinisch untersucht sein?

Mögliche Antworten:

An den Thermometern können die folgenden Temperaturen in °C eingestellt werden:

- 25 °C
- 20 °C
- 12 °C
- 10 °C
- 0 °C
- -10 °C
- -12 °C
- -20 °C
- -25 °C

Antwort

Erste Frage: 12 °C

Zweite Frage: -25 °C

Feedbacktext

Richtig: Gut gemacht! Sie haben die passenden Temperaturen ausgewählt.

Falsch: Sie haben die falschen Temperaturen ausgewählt. Richtig wären 12 °C und -25 °C.

Fachinformationen

10.3 Gefährdungen

10.3.1 Hitze- und Kälteschäden

In Behältern, Silos oder engen Räumen kann die Gesundheit der Mitarbeiter durch Heizeinrichtungen, heiße Behälterwände (z.B. von Drehrohröfen), Kühleinrichtungen oder Kälteanlagen beeinträchtigt werden.

Zu große Hitze oder Kälte können die körpereigene Wärmeregulation überfordern und zu Hitzeschäden¹ oder Unterkühlungen führen. Darüber hinaus können sich Mitarbeiter auch an heißen Oberflächen verbrennen oder sich lokale Kälteschäden aufgrund von verflüssigten Gasen zuziehen.

¹ Hitzearbeit beeinflusst die Blutzirkulation und Schweißbildung. Sie kann zu folgenden Hitzeschäden führen:

Hitzeschaden	Beschreibung
Hitze kollaps/Hitzeerschöpfung	Kreislaufversagen durch starken Flüssigkeits-/Mineralienverlust und Absinken des Blutdrucks Anzeichen: Kopfschmerzen, Schwindel, Übelkeit, Hautrötung, Blässe mit kaltem Schweiß, Verwirrtheit, Herzjagen bis hin zur Ohnmacht
Hitze krämpfe	Schmerzhafte Muskelkrämpfe aufgrund von hohem Flüssigkeits- und Mineralienmangel (Dehydration)
Hitze schlag*	Wärmestau, Anstieg der Körperkerntemperatur über 40 °C, direkte Gewebeschädigungen (Zentralnervensystem) sind möglich 20 % der Hitzeschläge führen zum Tode

* in Kombination mit erforderlichem Vollschutz

Fachinformationen

10.3.2 Klimatische und nicht klimatische Faktoren

Um die möglichen Gefährdungen durch Hitze und Kälte ermitteln zu können, müssen Sie das komplexe Zusammenspiel von klimatischen und nicht klimatischen Faktoren berücksichtigen.

Gefährdungsfaktoren

Klimatische Faktoren

Beim Befahren von Behältern sind die zwei folgenden Klimafaktoren zu beachten:

- Raumtemperatur¹ (Trockentemperatur),
- Oberflächentemperatur heißer Gegenstände (Wärmestrahlung).

In anderen Arbeitsbereichen können z.B. auch Luftfeuchtigkeit und Luftgeschwindigkeit eine Rolle spielen.

¹ Grundsätzlich kann die Temperatur am Arbeitsplatz in die folgenden Bereiche eingeteilt werden:

Bereich	Lufttemperatur	Merkmale (beispielhaft)
Kälte	kühler Bereich (ab +15 bis +10 °C) bis tiefkalter Bereich (unter -30 °C)	kontinuierliche Wärmeabgabe durch den Körper, Gefahr der Unterkühlung, Stoffwechselerhöhung, vermehrte Muskeltätigkeit (Muskelzittern)
Thermische Behaglichkeit	zwischen ca. 10 und 28 °C in Abhängigkeit von den klimatischen und nicht klimatischen Faktoren	thermisch neutraler Bereich, Wärmeaustausch mit Umgebung ist im Gleichgewicht, geringster thermoregulatorischer Aufwand des Körpers
Erträglichkeit	ab ca. 26 – 28 °C bis ca. 32 – 35 °C in Abhängigkeit von den klimatischen und nicht klimatischen Faktoren	vermehrte Schweißabgabe und Beanspruchung des Herz-Kreislaufsystems, in Abhängigkeit von den Randbedingungen (Faktoren) kann ein 8-Stunden-Arbeitstag noch ohne Gesundheitsgefährdungen möglich sein
Hitze	ab ca. 32 – 40 °C in Abhängigkeit von den klimatischen und nicht klimatischen Faktoren	nur begrenzte Ausführbarkeit der Arbeit, Entwärmungsphasen/-pausen sind nötig, Gefahr von Hitzeerkrankungen

Vgl. Forschung Projekt F 1987 „Klima am Arbeitsplatz: Stand arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse – Bedarfsanalyse für weitere Forschungen“, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 2006.

Nicht klimatische Faktoren

Neben der Raum- und Oberflächentemperatur müssen Sie auch einige nicht klimatische Faktoren bedenken, wie z.B.

- Arbeitsschwere²,
- Aufenthaltsdauer,
- Bekleidung³.

Des Weiteren haben sich Menschen z.B. auch unterschiedlich an Hitzeeinwirkungen angepasst (Akklimation).

Sprechen Sie sich bei der Gefährdungsbeurteilung ggf. mit dem Betriebsarzt ab und berücksichtigen Sie die einschlägigen Vorschriften und Regeln⁴.

² 10 % der durch Muskelarbeit entstandenen Stoffwechselenergie werden in mechanische Arbeit und 90 % in Wärme umgesetzt. Bei einem zusätzlich warmen Raum, muss der Körper sehr viel Wärme abgeben, um seine Körperkerntemperatur konstant zu halten.

³ Bekleidung hemmt grundsätzlich die Wärmeabgabe an die Umgebung. Ausschlaggebend für die Hemmwirkung ist der Isolationsgrad der Bekleidung.

⁴ Hilfestellungen bei der Beurteilung der Gefährdungen bieten z.B. folgende Vorschriften und Regeln:

DGVU Regel 100-500 „Betreiben von Arbeitsmitteln“: Kapitel 2.35 „Betreiben von Kälteanlagen, Wärmepumpen und Kühleinrichtungen“,

DGUV Information 213-002 „Hitzearbeit. Erkennen – beurteilen – schützen.“,

DIN 33403-2 und -3 „Klima am Arbeitsplatz und in der Arbeitsumgebung“: Teil 2 „Einfluss des Klimas auf den Wärmehaushalt des Menschen“, Teil 3 „Beurteilung des Klimas im Warm- und Hitzebereich auf der Grundlage ausgewählter Klimasummenmaße“.

Fachinformationen

10.4 Unfallbeispiel

Zum Thema hohe und tiefe Temperaturen liegt kein aktuelles Unfallbeispiel vor.

Plötzliche und unvorhergesehene Gefährdungen ergeben sich eher selten, da sich die Mitarbeiter z.B. rechtzeitig in Sicherheit bringen können, wenn jemand unbeabsichtigt die Heizanlage aktiviert hat.

Wenn hohe oder tiefe Temperaturen betriebsbedingt nicht zu vermeiden sind, kann es jedoch zu Unfällen durch überhöhte körperliche Belastung kommen (Beispiele: Arbeiten mit Vollschutz in heißen Behältern, starke Sonneneinwirkung auf befahrene Behälter im Freien).

Unfälle mit lokalen Verbrennungen – z.B. auch durch Tätigkeiten wie das Schweißen – können ebenfalls auftreten.

Fachinformationen

10.5 Schutzmaßnahmen

Bevor die Mitarbeiter ihre Arbeit aufnehmen, müssen Sie als Verantwortlicher sicherstellen, dass keine Gefährdungen mehr durch Hitze oder Kälte bestehen können.

1. Priorität: Technische Schutzmaßnahmen

Nehmen Sie im Idealfall die Kühl- und Heizeinrichtungen wirksam außer Betrieb:

- Abschalten der Druckerzeuger für den Heiz- oder Kühlkreislauf (z.B. Pumpen),
- Ausschalten der Heiz- oder Kühlaggregate,
- Sichern gegen Wiedereinschalten (z.B. Reparaturschalter, Entfernen der Sicherung),
- Abtrennen der Zuführungsleitungen.

Lassen Sie dann den Behälter bzw. das Heiz- oder Kühlsystem¹ genügend lang abkühlen oder erwärmen.

2. Priorität: Organisatorische und persönliche Schutzmaßnahmen

Können die technischen Schutzmaßnahmen aus betriebstechnischen Gründen nicht durchgeführt werden, sind die Mitarbeiter auf andere Weise zu schützen.

Mögliche Schutzmaßnahmen² sind das Bereithalten von geeigneter PSA (z.B. Hitzeschutzkleidung und -handschuhe) oder die Begrenzung der Aufenthaltsdauer (regelmäßige Pausen, regelmäßiger Arbeitswechsel zwischen den Mitarbeitern).

¹ Bei Kälteanlagen sind ggf. auch die Gefährdungen durch Kältemittel zu beachten.

² Weitere Hinweise zu Schutzmaßnahmen finden Sie u.a. in der

DGVU Regel 100-500 „Betreiben von Arbeitsmitteln“: Kapitel 2.35 „Betreiben von Kälteanlagen, Wärmepumpen und Kühleinrichtungen“,

DGUV Information 213-002 „Hitzearbeit. Erkennen – beurteilen – schützen.“.

Arbeitsmedizinische Vorsorge ist bei Tätigkeiten mit extremer Hitze- oder Kältebelastung durchzuführen (siehe Anhang „Arbeitsmedizinische Pflicht- und Angebotsvorsorge“ der ArbMedVV).

Fachinformationen

11 Mechanische Einrichtungen

11.1 Einleitung

Sprechertext der Animation

Bewegliche Teile oder spritzende Flüssigkeiten sind in Behältern, Silos und engen Räumen keine Seltenheit.

Mitarbeiter kommen mit beweglichen Einbauten wie Rührwerken oder Förderschnecken in Kontakt, transportieren Arbeitsgeräte in größeren Höhen oder führen Strahl- und Spritzarbeiten durch.

Diese mechanischen Gefahrenquellen werden nur allzu häufig unterschätzt, so dass bewegliche Einrichtungen während der Arbeit in Betrieb bleiben, Arbeitsvorgänge nicht sicher ausgeführt werden und Materialien aus großer Höhe herunterfallen. Verletzungen wie tiefe Schnittwunden oder schwere Quetschungen können die Folge sein.

Um die Mitarbeiter zu schützen, sollten Sie vor Arbeitsbeginn alle mechanischen Gefährdungen ausschließen. Oft haben bereits kleine Maßnahmen eine große Schutzwirkung.

In diesem Kapitel erfahren Sie

- welche mechanischen Gefährdungen beim Befahren von Behältern auftreten,
- welche technischen Schutzmaßnahmen zu beachten sind,
- wie Arbeitsvorgänge sicher gestaltet werden.

Fachinformationen

11.2 Hätten Sie es gewusst?

11.2.1 Aufprallgeschwindigkeit

Was meinen Sie? Wie hoch ist die Aufprallgeschwindigkeit eines 2,5 kg schweren Hammers, der aus 10 m Höhe auf den Boden fällt?

Mögliche Antworten:

- ca. 5 km/h
- ca. 10 km/h
- ca. 30 km/h
- ca. 50 km/h
- ca. 80 km/h
- ca. 110 km/h

Hinweis:

Formel zur Berechnung der Aufprallgeschwindigkeit: $v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$

Antwort

- ca. 50 km/h

Feedbacktext

Richtig: Genau. Die Aufprallgeschwindigkeit beträgt ca. 50 km/h.

Falsch: Leider daneben. Mit der Formel $v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$ kommen Sie weiter!

Fachinformationen

11.2.2 Aufprallkraft

Was meinen Sie? Wie groß ist die Wucht (= Kraft) eines 2,5 kg schweren Hammers, der aus 10 m Höhe auf den Boden fällt, wenn der Aufschlag 0,1 sec. dauert?

Mögliche Antworten:

- ca. 132 Newton
- ca. 240 Newton
- ca. 561 Newton
- ca. 869 Newton
- ca. 1.261 Newton
- ca. 2.543 Newton

Hinweis:

Mit den Formeln $P = m \cdot v$ und $F = P / t$ kommen Sie weiter!

Antwort

- ca. 1.261 Newton

Feedbacktext

Richtig: Genau. Die Aufprallkraft beträgt ca. 1.261 Newton.

Falsch: Leider daneben. Mit den Formeln $P = m \cdot v$ und $F = P / t$ kommen Sie weiter!

Fachinformationen

11.3 Gefährdungen

Mechanische Gefährdungen können durch Quetsch-, Scher-, Schneid- und Fangstellen an beweglichen Einbauten oder durch spezifische Arbeitsvorgänge entstehen.

Mechanische Gefahrenquellen

Bewegliche Einbauten

Beispiele für bewegliche Teile an Einbauten sind

- rotierende Teile (z.B. Rührer, Mischer) oder Behälter (z.B. Drehrohröfen),
- Auflockerungs- und Zerkleinerungsanlagen (z.B. Mühlen),
- Lüftungs- und Transporteinrichtungen (z.B. Schnecken),
- schließende oder öffnende Armaturen in Leitungen oder Kanälen (z.B. Klappen, Explosionsunterdrückungseinrichtungen).

Besonders zu beachten ist das Ingangsetzen von Systemen mit gespeicherter Energie (z.B. Systeme mit Hydraulik- und Pneumatikantrieben, nachlaufende Systeme wie Zentrifugen oder Drehrohröfen oder Systeme wie Pressen mit sich absenkenden Bauteilen).

Arbeitsvorgänge

Gefahrenquellen bei Arbeitsvorgängen sind

- herabstürzende Teile bei Transportarbeiten bzw. Arbeiten auf mehreren Ebenen,
- spritzende Flüssigkeiten¹ oder wegfliegende Teile bei Strahl- oder Spritzarbeiten.

¹ Arbeiten mit Hochdruckreinigern in Behältern können auf Grund der eingeschränkten Bewegungsfreiheit oder bei nicht sicherem Stand schnell zu Unfällen führen. Die Verletzungen können so schwer sein, dass Amputationen notwendig werden können oder sogar tödlich enden.

Fachinformationen

11.4 Unfallbeispiel

Gefährdungen durch mechanische Einrichtungen werden häufig unterschätzt und die eigene Reaktionsfähigkeit und Körperkontrolle überschätzt. Sehen Sie selbst.¹

Unfallhergang

Arbeitsauftrag: Beseitigen von Schüttgut im Silo

Herr Koch soll in einem Silo mit Förderschnecke Schüttgutreste vom Boden beseitigen. Ausgerüstet mit einer Schaufel steigt er in das Silo.

Herr Koch arbeitet bei laufender Schnecke

Herr Koch lässt die rotierende Schnecke im Silo laufen, um die Schüttgutreste in die Schnecke zu schaufeln und sie damit abzutransportieren.

Die Schnecke rotiert um ihre eigene Achse und zusätzlich im Kreis um den gesamten Siloboden.

Herr Koch wird von der Schnecke erfasst

Herr Koch nimmt sich vor, immer über die Schnecke zu steigen, wenn sie bei ihm angelangt ist. Doch das geht schief: Einmal stolpert Herr Koch. Er wird von der Schnecke erfasst und tödlich verletzt.

Unfallursache

Ein einziges Stolpern des Mitarbeiters reichte aus, um in die Schnecke zu fallen und von ihr gequetscht zu werden.

Rotierende Teile wie diese Förderschnecke können schwere bis tödliche Verletzungen verursachen!

Unfallvermeidung

Es darf niemals im Bereich einer Gefahrenstelle gearbeitet werden! Die Schnecke hätte abgeschaltet und gesichert werden müssen.

Diese Vorkehrung hätte Herrn Koch zwar etwas mehr Zeit gekostet, dafür aber auch sein Leben gerettet.



¹ Diesem Unfallfallbeispiel liegt ein realer Unfall aus der Praxis zugrunde. Neben den beschriebenen Versäumnissen kann deshalb auch die verwendete PSA unvollständig sein und nicht den Sicherheitsanforderungen entsprechen.

Fachinformationen

11.5 Schutzmaßnahmen

11.5.1 Sicherung beweglicher Teile

Vor dem Befahren müssen Sie Gefährdungen durch bewegliche Teile wie folgt vermeiden:

- 1. Bewegliche Teile abschalten und zum Stillstand kommen lassen**
- 2. Antriebe gegen Wiedereinschalten sichern**
- 3. Bewegungen infolge gespeicherter Energie ausschließen**
- 4. Scharfkantige Teile abdecken**

Maßnahmen zu 2.

Beispiele für die Sicherung der Antriebe durch unbeabsichtigtes, unbefugtes Einschalten:

- Zuleitungen abklemmen,
- Schalter abschalten und verschließen (abschließbarer Reparaturschalter),
- Steckvorrichtungen trennen und Stecker sichern,
- Sicherungen entfernen und durch Blindeinsätze ersetzen, zzgl. Verbotsschilder¹.

Maßnahmen zu 3.

Das Sichern von Antrieben reicht bei Systemen mit gespeicherter Energie nicht aus. Hier sind weitere Maßnahmen² und ggf. auch mehrere gleichzeitig notwendig:

- bei Druckspeichern oder vergleichbaren Systemen (z.B. Hydraulik- und Pneumatikantriebe) Energieleitungen und Speicherflaschen abtrennen,
- Teile, die ihre Lage verändern können, durch Stützen, Riegel o.ä. fixieren,
- bei Systemen mit Lage- oder Bewegungsenergie Last absenken oder bis zum Stillstand abbremsen.

¹ Beim Ersatz von Sicherungen durch Blindeinsätze ist zusätzlich das Verbotsschilder „Betrieb von elektrischen Anlagen“ mit der Sachaussage „Nicht schalten“ anzubringen (nach DIN EN 50110-1/VDE 0105 Teil 1).

² Es empfiehlt sich die Anwendung von sog. LOTO-Systemen („lock-out-tag-out“).

Fachinformationen

11.5.2 Sichere Transport- und Spritzarbeiten

Besteht eine Gefährdung durch herabstürzende Teile oder sind gefährliche Strahl- und Spritzarbeiten durchzuführen, müssen Sie geeignete Maßnahmen zum Schutz der Mitarbeiter festlegen.

Transportarbeiten

Beispiele für geeignete Schutzmaßnahmen gegen herabstürzende Teile:

- Benutzen Sie zum Transport Umlenkrollen¹, die ein Durchlaufen der Transportseile verhindern (Sicherheitslastrollen).
- Transportieren Sie Geräte und Werkzeuge in ausreichend dimensionierten und geschlossenen Behältern.
- Vermeiden Sie das Aufhalten unter schwebenden Lasten.
- Spannen Sie Schutznetze beim Arbeiten auf mehreren Ebenen.

Strahl- Spritzarbeiten

Erstellen Sie für Strahl- und Spritzarbeiten eine aussagekräftige Betriebsanweisung. Beispielhafte Schutzmaßnahmen:

- Nur unterwiesene Personen mit geeigneter PSA dürfen die Arbeit durchführen.
- Die Spritzpistole darf nie auf eigene Körperteile oder andere Personen gerichtet werden.
- Zu beweglichen Teilen muss Abstand gehalten werden.
- Die Schutzsicherungen des Gerätes sind zu berücksichtigen (z.B. Abzugssicherung).
- Druckentlastungen sind gemäß Herstellerangaben durchzuführen.
- Bei Strahlarbeiten ist die DGUV Regel 100-500 „Betreiben von Arbeitsmitteln“, Kapitel 2.24 zu beachten.

¹ Umlenkrollen als Transporthilfsmittel vermeiden auch eine erhöhte körperliche Belastung bei schweren Transportarbeiten.

Fachinformationen

12 Elektrischer Strom

12.1 Einleitung

Sprechertext der Animation

Elektrische Energie ist in unserer heutigen Welt nicht mehr wegzu-denken. Handleuchten, Messeinrichtungen oder Elektroschweiß-geräte sind nur einige elektrische Geräte, die beim Arbeiten in Behältern, Silos oder engen Räumen zum Einsatz kommen.

Wir nutzen täglich eine Vielzahl von Elektrogeräten, oft ohne uns zu fragen, wie es mit der Sicherheit aussieht. Sind in Ihrem Betrieb alle Mitarbeiter ausreichend vor elektrischen Gefährdungen geschützt?

Die Gefährdung des Stroms hängt von der Stromstärke und von der zeitlichen Dauer der Körperdurchströmung ab. Stromstärke und Dauer der Durchströmung werden wiederum von mehreren Faktoren beeinflusst.

Die Stromstärke ist abhängig von der Spannung und dem Widerstand. Der Widerstand kann unser Körper sein, durch den der Strom bei einer Durchströmung seinen Weg sucht.

Nach dem ohmschen Gesetz gilt folgende Regel: Der Strom fließt umso stärker durch einen Widerstand, je größer die Spannung ist. Auf der anderen Seite fließt Strom umso stärker, je kleiner der Widerstand bei unveränderter Spannung ist.

In Behältern oder engen Räumen liegt eine erhöhte elektrische Gefährdung vor, da Mitarbeiter großflächig mit leitfähigen Wandungen in Berührung kommen können und dem Stromfluss einen geringen Widerstand entgegensetzen. Bei gleichzeitigem Kontakt mit defekten Geräten oder spannungsführenden Teilen können sie so tödliche Körperströme erleiden.

Aber nicht nur Körperströme sind gefährlich. Eine weitere mögliche Gefahr des elektrischen Stromes können Verbrennungen durch Störlichtbögen sein. Diese führen zu äußeren thermischen Schäden, vergleichbar mit Verbrennungen durch offenes Feuer.

Schutzmaßnahmen sind deshalb unbedingt erforderlich!

In diesem Kapitel erfahren Sie

- mit welchen elektrischen Gefährdungen und Auswirkungen Sie rechnen müssen,
- welche Gefährdungsbereiche in Bezug auf die Elektroarbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen unterschieden werden,
- auf welche grundsätzlichen Schutzmaßnahmen Sie beim Betrieb von elektrischen Betriebsmitteln und Anlagen achten müssen,
- welche Schutzmaßnahmen für begrenzte und sonstige leitfähige Bereiche gelten,
- was Sie bei Elektro-Schweißarbeiten zu beachten haben.

Fachinformationen

12.2 Hätten Sie es gewusst?

Beantworten Sie die zwei folgenden Fragen, indem Sie die jeweils passende elektrische Stromstärke auf die freien Felder ziehen.

Fragen

Ab wie viel Ampere besteht bei einer längeren Körperdurchströmung durch Wechselstrom Lebensgefahr?

Ab wie viel Ampere besteht bei einer längeren Körperdurchströmung durch Gleichstrom Lebensgefahr?

Mögliche Antworten

- ca. 10 mA
- ca. 30 mA
- ca. 80 mA
- ca. 120 mA

ca. 300 mA

Antwort

Wechselstrom: ca. 30 mA

Gleichstrom: ca. 120 mA

Bei 30 mA Wechselstrom und bei 120 mA Gleichstrom kann es bei längerer Einwirkung zu reversiblen Störungen der Reizbildung und -leitung im Herzen kommen.

Feedbacktext

Richtig: Sie haben die passenden Stromstärken ausgewählt und zugeordnet.

Falsch: Bei 30 mA Wechselstrom und 120 mA Gleichstrom kann es bei längerer Einwirkung zu Störungen im Herzen kommen.

Fachinformationen

12.3 Gefährdungen

12.3.1 Auswirkungen von elektrischem Strom

Wenn Mitarbeiter mit defekten elektrischen Betriebsmitteln oder betriebsmäßig unter Spannung stehenden Einrichtungen¹ in Kontakt geraten, kann es zu einer gefährlichen Körperdurchströmung² kommen. Störlichtbögen³, die z.B. bei Kurzschlüssen auftreten, können außerdem zu schweren Verbrennungen führen.

Die Schwere der Verletzung hängt von der Stromstärke und weiteren Faktoren⁴ ab, die die Stromstärke beeinflussen.

¹ Betriebsmäßig unter Spannung stehende Einrichtungen sind z.B. Widerstands- und Hochfrequenzheizungen, Schweißleitungen oder eingespannte Stabelektroden beim Lichtbogenschweißen.

² Der menschliche Körper ist elektrisch leitfähig und wirkt wie ein Widerstand mit ca. 250 bis 1.000 Ω . Eine Körperdurchströmung findet immer dann statt, wenn der Mensch Teil eines geschlossenen Stromkreises wird.

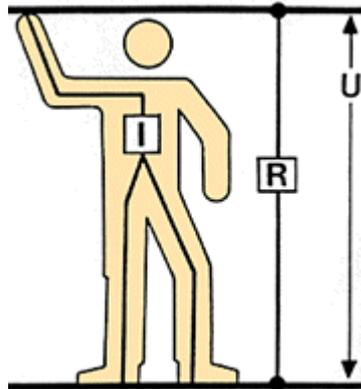


Bild: Längsdurchströmung von der Hand zu den Füßen (I = Stromstärke, U = Spannung, R = Widerstand)

³ Querverweis zum Lexikoneintrag „Störlichtbogen“

⁴ Ausschlaggebend für die Schwere der Verletzung ist die Stromstärke I (Einheit Ampere A). Sie ist von folgenden Faktoren abhängig:

Spannung U (Einheit Volt V),
Widerstand R (Einheit Ohm Ω),
Frequenz (Hz),
Stromart (Gleichstrom (DC) oder Wechselstrom (AC)),
Einwirkdauer t (Einheit Sekunden Sek.),
Weg des Stroms im Körper (Länge, Einfluss auf Atmung, Herz).

Strom fließt umso stärker durch einen Widerstand, je größer die Spannung bei unveränderlichem Widerstand ist oder je kleiner der Widerstand bei unveränderter Spannung ist. Deshalb können den Menschen (je nach Stromweg im Körper 250 bis 1.000 Ω Widerstand) auch bei relativ kleinen Spannungen (ab ca. 50 V) schon gefährliche Stromstärken durchfließen. Dies ist wiederum auch abhängig von der Stromart und der Einwirkdauer.

Beispiel: Teildurchströmung von den Händen zum Rumpf (ca. 250 Ω) mit Wechselstrom

$$I = \frac{U}{R} = \frac{50}{250} = 0,2 \text{ Ampere} = 200 \text{ mA} \quad (\text{schon ab } 0,1 \text{ Sek.})$$

Neben den physiologischen Wirkungen⁵, die von geringen Blutdrucksteigerungen über Muskelverkrampfungen bis hin zum Tod reichen, kann elektrischer Strom auch Unfälle durch Schrecksituationen⁶ oder Brände und Explosionen⁷ auslösen.

Zusätzlich sind die Gefährdungen durch elektromagnetische Felder⁸ zu beachten.

R 250 Herzkammerflimmern)

⁵ Im Folgenden finden Sie eine Übersicht der Auswirkungen durch Längsdurchströmungen abhängig von Stromart, -stärke und Einwirkdauer.

Wirkungen des elektrischen Stroms auf den menschlichen Körper			
Stromstärke		Einwirkdauer	Wirkung
Gleichstrom	50 Hz-Wechselstrom		
0 – 80 mA	0 – 25 mA	beliebig	leichte Muskelverkrampfung
30 – 300 mA	25 – 80 mA	25 – 30 Sek.	starke Verkrampfung, Atemnot, evtl. Herzstillstand, Tod
300 mA – 3 A	80 mA – 3 A	0,1 – 0,35 Sek.	Herzkammerflimmern
über 3 A	über 3 A	beliebig	schwere Verbrennungen

⁶ Viele Verletzungen bei Unfällen mit elektrischem Strom oberhalb der Wahrnehmbarkeitsgrenze sind durch Folgeaktionen bedingt. Dies können z.B. Stürze oder Schnitte aufgrund des Schockmomentes sein.

Wahrnehmbarkeitsgrenzen:

Wechselstrom: 0,5 mA

Gleichstrom: 2 mA

⁷ Querverweis in das Kapitel 7 „Brände und Explosionen, Gefährdungen: Zündquellen“

⁸ Querverweis in das Kapitel 9 „Strahlung, Gefährdungen: Strahlenarten und ihre Wirkung“

Fachinformationen

12.3.2 Erhöhte elektrische Gefährdung

Eine erhöhte elektrische Gefährdung tritt immer dann auf, wenn elektrische Anlagen und Betriebsmittel in leitfähigen Bereichen¹ betrieben werden und Mitarbeiter großflächig mit diesen Bereichen in Berührung kommen können.

Aufgrund der charakteristischen Eigenschaften von Behältern, Silos und engen Räumen ist regelmäßig eine erhöhte elektrische Gefährdung anzunehmen. Dies betrifft insbesondere die Zugangssituation, die Materialbeschaffenheit und eine eventuell eingeschränkte Bewegungsfreiheit im Inneren.

Aus diesem Grund werden besondere Anforderungen an die Schutzmaßnahmen bei einer begrenzter Bewegungsfreiheit in leitfähiger Umgebung gestellt.

Wenn sichergestellt ist, dass keine erhöhte elektrische Gefährdung auftreten kann, genügen die Schutzmaßnahmen nach dem Standard für Bau und Montagestellen².

¹ Metallische Wandungen und Teile sind elektrisch gut leitfähig und haben einen kleinen Widerstand. Kunststoffe, Gummi oder Holz wirken hingegen isolierend und haben einen großen Widerstand.

² Vgl. DGUV Information 202-006- „Auswahl und Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel auf Bau- und Montagestellen.“

Fachinformationen

12.4 Unfallbeispiel

Beim Lichtbogenschweißen in engen leitfähigen Behältern oder Räumen besteht eine erhöhte elektrische Gefährdung. Ohne die notwendigen Schutzmaßnahmen kann es zu tödlichen Unfällen kommen!¹

Unfallhergang

Arbeitsauftrag: Lichtbogenschweißen im engen Behälter

Ein Schweißer soll in einem 4 m hohen und 1,5 m breiten Stahlbehälter Düsenbodenstützen elektrisch anschweißen. Er kniet sich hin, um seine Schweißarbeit mittels Stabelektrode zu beginnen.

Der Schweißer erleidet einen Stromdurchfluss

Bedingt durch die räumliche Enge stößt der Schweißer während der Arbeit mit dem Kopf gegen die Stabelektrode. Er erleidet einen Stromdurchfluss.

Jede Rettung kommt zu spät

Ein Kollege, der sich wundert, dass er den Schweißer nach einiger Zeit nicht mehr sieht und hört, schaut nach. Der Schweißer kann nur noch tot geborgen werden. Seine Stirn weist Brandspuren und eine Strommarke auf.

Unfallursache

Beim Lichtbogenschweißen kann die Leerlaufspannung des Schweißgerätes zur Berührungsspannung werden, weil es nicht möglich ist, die Stabelektrode zu isolieren.

Da der Schweißer gleichzeitig die Stabelektrode und elektrisch leitfähige Wände des Behälters berührte, kam es zu einer tödlichen Körperdurchströmung².



¹ Diesem Unfallbeispiel liegt ein realer Unfall aus der Praxis zugrunde. Neben den beschriebenen Versäumnissen kann deshalb auch die verwendete PSA unvollständig sein und nicht den Sicherheitsanforderungen entsprechen.

² Der Widerstand zwischen Kopf und Brust des nicht isolierten Schweißers (großflächige Berührung leitfähiger Wände, durchschwitzte Kleidung) lag bei ca. 300 Ohm.

Bei 100 Volt Gleichspannung floss hierbei ein Strom von ca. 300 mA, der infolge von Herzkammerflimmern zum Tod führte.

Unfallvermeidung

Da durch die begrenzte Bewegungsfreiheit im leitfähigen Behälter eine erhöhte elektrische Gefährdung vorlag, hätten besondere Schutzmaßnahmen durchgeführt werden müssen:

- Verwendung einer für erhöhte elektrische Gefährdung zulässige Schweißstromquelle mit geringerer Leerlaufspannung und der Kennzeichnung [S]³,
- Verwendung von isolierenden Unterlagen oder Zwischenlagen, um den Widerstand zu erhöhen.

³ Die Kennzeichnung [S] ersetzt die bisherigen Kennzeichnungen [K] und [42V]. Diese Kennzeichnungen besitzen ebenfalls noch Gültigkeit.

Fachinformationen

12.5 Schutzmaßnahmen

12.5.1 Allgemeine Anforderungen an den Betrieb von elektrischen Betriebsmitteln

Planen¹ Sie die elektrischen Schutzmaßnahmen beim Befahren von Behältern und engen Räumen besonders sorgfältig, damit die Arbeit sicher verläuft und keine gefährlichen Unfälle entstehen können.

Grundsätzlich sollten vor dem Befahren alle elektrischen Betriebsmittel abgeschaltet werden, wenn sie nicht für die unmittelbare Arbeit erforderlich sind.

Es dürfen nur intakte und geprüfte² Geräte verwendet werden. Defekte Betriebsmittel sind unverzüglich von der Elektrofachkraft instand zu setzen.

In explosionsgefährdeten Bereichen müssen die Betriebsmittel der ATEX-Zulassung³ entsprechen.

¹ Bei der Gefährdungsbeurteilung und Festlegung der Schutzmaßnahmen sollten Sie insbesondere folgende Publikationen berücksichtigen:

TRBS 1201 „Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen“,

TRBS 1203 „Zur Prüfung befähigte Personen“ insbesondere Absatz 3.1 „Anforderungen an zur Prüfung befähigte Personen für Arbeitsmittel mit elektrischen Komponenten“,

DGUV Vorschrift 3 „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“,

DGUV Regel 113-004 – Teil 1 „Behälter, Silos und enge Räume“,

DGUV Regel 100-500 „Betreiben von Arbeitsmitteln“,

DGUV Information 213-001 „Arbeiten in engen Räumen“,

DGUV Information 203-002 „Elektrofachkräfte“,

DGUV Information 209-010 „Lichtbogenschweißer“,

DGUV Information 203-004 „Einsatz von elektrischen Betriebsmitteln bei erhöhter elektrischer Gefährdung“,

DGUV Information 203-005 „Auswahl und Betrieb ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel nach Einsatzbereichen“,

DGUV Information 203-032 „Handlungsanleitung. Auswahl und Betrieb von Ersatzstromerzeugern auf Bau- und Montagestellen“.

² Elektrische Anlagen und Betriebsmittel sind regelmäßig zu prüfen. In der folgenden Tabelle finden Sie die festgelegten Richtwerte der DGUV Vorschrift 3 „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“. Je nach Beanspruchung sollten Sie die Prüffristen ggf. verkürzen (oder auch verlängern).

Prüfung ortsveränderlicher Anlagen und Betriebsmittel	Prüfung ortsfester Anlagen und Betriebsmittel
mind. alle 6 Monate durch Elektrofachkraft arbeitstägliche Sichtprüfung durch den Benutzer	mind. alle 4 Jahre durch Elektrofachkraft (Baustellen: 1 Jahr) arbeitstägliche Funktionsprüfung durch den Benutzer

Die Prüfungen mit Ausnahme der arbeitstäglichen Sicht- und Funktionsprüfungen müssen dokumentiert werden. Bei ortsveränderlichen Betriebsmitteln genügt eine Kennzeichnung auf einer Prüfplakette oder Bänderole.

³ Die Explosionsschutzanforderungen an Geräte beschreibt die europäische Richtlinie 2014/34/EU (ATEX). Hier werden die ab dem 1. Juli 2003 in Verkehr gebrachten Geräte je nach Einsatzgebiet in verschiedene Gerätegruppen und Gerätekategorien eingeteilt. Ältere Geräte haben weiterhin Bestandschutz, wenn sie gewartet wurden und sich durch die Risikobewertung keine Einwände ergeben.

Die Gerätegruppen und -kategorien finden Sie in Kapitel 7 „Brände und Explosionen“.

Fachinformationen

12.5.2 Spezielle Anforderungen an den Betrieb von elektrischen Betriebsmitteln

Sowohl für ortsveränderliche als auch für ortsfeste elektrische Betriebsmittel gelten in Bereichen mit erhöhter elektrischer Gefährdung spezielle Schutzanforderungen.

Schutzmaßnahmen

Ortsveränderliche Betriebsmittel

- Schutzkleinspannung SELV¹, nur Betriebsmittel der Schutzklasse III², die unabhängig von der Netzspannung mind. der Schutzart IP 2X³ entsprechen (d.h. isoliert oder fingersicher abgedeckt sind) oder
- Schutztrennung⁴, nur jeweils ein angeschlossenes Verbrauchsmittel je Sekundärwicklung⁵ eines Trenntransformators bzw. Motorgenerators, möglichst Schutzklasse II⁶

Ortsveränderliche Stromquellen müssen möglichst⁷ außerhalb des Bereiches mit erhöhter elektrischer Gefährdung aufgestellt werden.

¹ Handleuchten dürfen nur mit Schutzkleinspannung (SELV) betrieben werden. Leuchtstofflampen-Leuchten mit eingebautem Transformator, der mit SELV gespeist wird und eine höhere Ausgangsspannung erzeugt, sind nach VDE 0100-706 aber ebenso zugelassen.

Querverweis zum Lexikoneintrag „Kleinspannung“

² Querverweis zum Lexikoneintrag „Schutzklassen“

³ Die Schutzart gibt die Eignung von elektrischen Betriebsmitteln für bestimmte Umgebungsbedingungen und den Schutzgrad für Personen an.

Kurzzeichen	Schutzgrad für Personen/Betriebsmittel	Schutzgrad gegen Wasser
IP	2 Fingerschutz Schutz gegen mittelgroße Fremdkörper (Durchmesser ab 12 mm, Länge bis 80 mm)	X X = nicht angegeben

Im Lexikon finden Sie weitere Hinweise zu Schutzarten.

⁴ Querverweis zum Lexikoneintrag „Schutztrennung“

⁵ Die Wicklungen müssen galvanisch voneinander getrennt sein.

⁶ Bei der Auswahl von ortsveränderlichen elektrischen Betriebsmitteln sollten möglichst nur solche der Schutzklasse II verwendet werden. Ortsveränderliche Trenn- und Sicherheitstransformatoren müssen der Schutzklasse II entsprechen.

Querverweis zum Lexikoneintrag „Schutzklassen“

⁷ Können Stromquellen für Kleinspannung (Kleinspannungstransformatoren) oder Schutztrennung (Trenntransformatoren) aus technischen Gründen nicht außerhalb aufgestellt werden (z.B. bei sehr langen Rohrleitungen oder Kanälen), muss die Zuleitung zum leitfähigen Bereich

Ortsfeste Betriebsmittel

- Schutzkleinspannung SELV, nur Betriebsmittel der Schutzklasse III, die unabhängig von der Netzspannung mind. der Schutzart IP 2X entsprechen (d.h. isoliert oder fingersicher abgedeckt sind) oder
- Schutztrennung, nur jeweils ein angeschlossenes Verbrauchsmittel je Sekundärwicklung⁸ eines Trenntransformators bzw. Motorgenerators oder
- Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung mit Fehlerstromschutzeinrichtungen⁹ (RCD ohne Hilfsspannungsquelle) mit Bemessungsdifferenzstrom¹⁰
 $I_{\Delta N} \leq 30 \text{ mA}$ und Zusatzanforderungen bei Schutzklasse I¹¹

geschützt verlegt und vom Typ HO7RN-F (oder mindestens gleichwertiger Bauart) sein und über eine stationäre Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD ohne Hilfsspannungsquelle) mit Bemessungsdifferenzstrom $I_{\Delta N} \leq 30 \text{ mA}$ betrieben werden.

⁸ Die Wicklungen müssen galvanisch voneinander getrennt sein.

⁹ Querverweis zum Lexikoneintrag „Fehlerstromschutzeinrichtung“

¹⁰ Querverweis zum Lexikoneintrag „Bemessungsdifferenzstrom“

¹¹ Sollten Sie Betriebsmittel der Schutzklasse I verwenden, müssen Sie diese mit einem örtlichen zusätzlichen Potenzialausgleich versehen (Erdung).

Fachinformationen

12.5.3 Lichtbogenschweißarbeiten

Oft werden die besonderen Schutzmaßnahmen bei Arbeiten mit erhöhter elektrischer Gefährdung nicht für notwendig gehalten und unterschätzt. Dabei kann schon eine kleine Bewegung zum Tode führen, wie das Unfallbeispiel¹ dieses Kapitels eindrücklich zeigt.

Schauen Sie sich abschließend noch einmal die wichtigsten Schutzmaßnahmen an, die speziell beim Lichtbogenschweißen in leitfähigen Bereichen erforderlich sind.

Schutzmaßnahmen

Stromart

Da Gleichstrom bei gleicher Stromstärke weniger gefährlich² ist als Wechselstrom, sollte bevorzugt mit Gleichstrom geschweißt werden. Wechselstrom ist jedoch auch zulässig.

Geeignete Stromquellen

Es dürfen nur Schweißstromquellen verwendet werden, die mit dem Zeichen (S)³ gekennzeichnet sind.

Um zusätzliche Gefahren durch die Netzspannung zu vermeiden, müssen die Schweißstromquellen auch hier möglichst außerhalb des leitfähigen Behälters bzw. engen Raumes aufgestellt werden.

Leerlaufspannung

Da die Leerlaufspannung zur Berührungsspannung werden kann, sind folgende Höchstwerte für die Leerlaufspannung zulässig:

- Gleichspannung 113 V Scheitelwert,
- Wechselspannung 68 V Scheitelwert und 48 V Effektivwert.

Diese Höchstwerte dürfen nur überschritten werden, wenn die Geräte mit einer Gefahrenminderungseinrichtung⁴ ausgestattet sind.

¹ Querverweis zum Unfallbeispiel dieses Kapitels.

² Durch die Stromänderungen beim Wechselstrom werden vermehrt Muskelreizungen hervorgerufen. Beim Gleichstrom finden Stromänderungen nur beim Schließen und Öffnen des Stromkreises statt.

³ Die Kennzeichnung (S) ersetzt die bisherigen Kennzeichnungen (K) bei Gleichstromquellen und (42V) bei Wechselstromquellen. Diese besitzen aber auch noch Gültigkeit.

⁴ **Leerlaufspannungsminderungseinrichtung**
Die Leerlaufspannungsminderungseinrichtung mindert selbsttätig eine unzulässig hohe Leerlaufspannung auf einen zulässigen Wert, wenn nicht geschweißt wird.

Umschalteinrichtung von Wechsel- auf Gleichspannung
Die Umschalteinrichtung schaltet selbsttätig eine unzulässig hohe Wechselspannung auf eine zulässige Leerlaufgleichspannung um, wenn nicht geschweißt wird.

Isolierung des Schweißers

Neben den technischen Maßnahmen muss auch der Schweißer ausreichend isoliert sein. Verwenden Sie isolierende⁵ Unterlagen wie z.B. Gummimatten oder Holzroste. Ggf. ist auch eine isolierende Kopfbedeckung erforderlich.

Achten Sie darauf, dass die persönliche Schutzausrüstung trocken, unbeschädigt und frei von Metallteilen ist.

Sicherer Umgang

Auch der sachgemäße Umgang mit dem Schweißgerät trägt zur allgemeinen Sicherheit bei. Elektrodenhalter dürfen nicht unter den Arm geklemmt und Schweißkabel nicht über die Schulter gelegt werden.

Bei Nichtgebrauch ist der Elektrodenhalter isoliert abzulegen oder aufzuhängen.

⁵ Querverweis zum Lexikoneintrag „Isolierend“

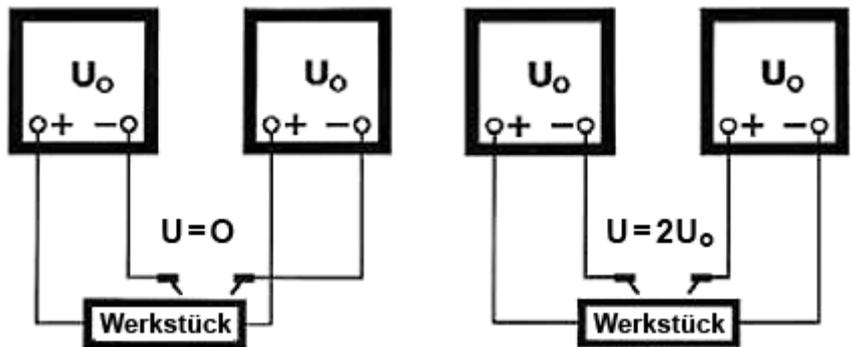
Mehrere Schweißer

Schweißen mehrere Schweißer mit mehreren Stromquellen an einem Werkstück oder an leitfähig miteinander verbundenen Werkstücken, kann sich die Leerlaufspannung und damit die Berührungsspannung summieren!

Achten Sie deshalb auf die Polung des Schweißstromkreises und bei Wechselstrom auch auf den netzseitigen Anschluss der Schweißgeräte.

Gleichstrom

Wenn gleichzeitig mit verschiedener Polung des Schweißstromkreises geschweißt wird, kann sich die Leerlaufspannung der beiden Schweißgeräte summieren.



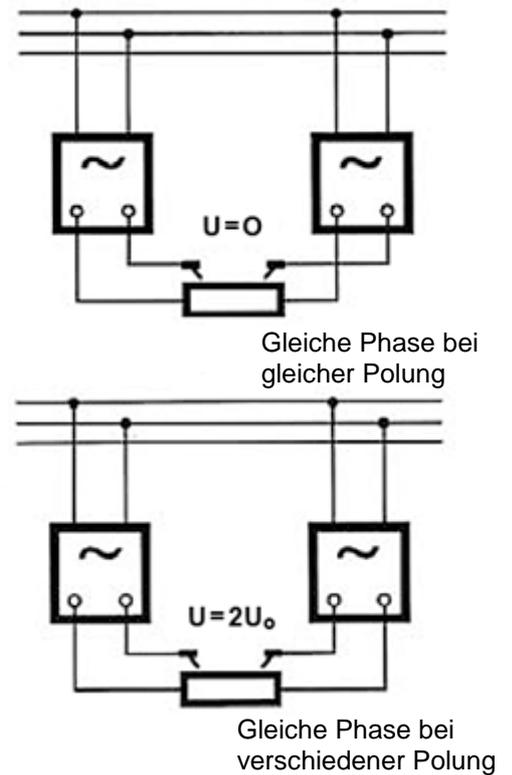
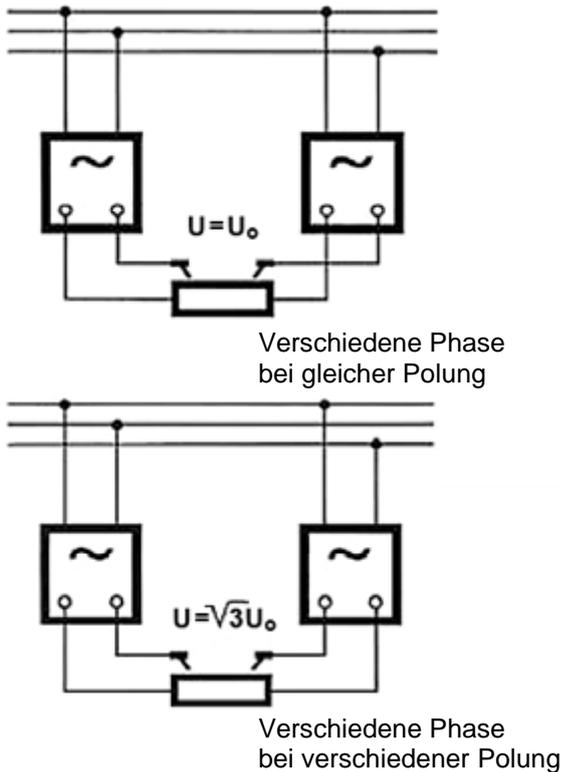
Gleiche Polung zweier
Schweißgeräte

Verschiedene Polung
zweier Schweißgeräte

Wechselstrom

Einfluss der Sekundärpolung von Wechselstromschweißgeräten mit Netzanschluss an verschiedenen Phasen auf die Summen-
spannung.

Die Leerlaufspannung von Wechselstromschweißgeräten, die an derselben Phase bei verschiedener Polung angeschlossen sind, kann sich summieren.



Fachinformationen

13 Absturz

13.1 Einleitung

Sprechertext der Animation

Jedes Jahr ereignen sich in deutschen Betrieben zahlreiche Absturzunfälle. Durch den Aufprall am Boden oder den Anstoß an Anlagenteilen erleiden die Betroffenen häufig schwere Verletzungen, die langwierige Heilungsprozesse und Rehabilitationsmaßnahmen mit sich führen.

Beim Abstieg in Behälter oder enge Räume werden Beschäftigte mit besonders schwierigen Gegebenheiten konfrontiert. Enge und Dunkelheit, verschmutzte Leitern oder zusätzliche Belastungen wie Atemschutz führen dazu, dass bereits bei geringen Höhen Absturzgefahr bestehen kann.

Nehmen sie als Verantwortlicher jeden Meter ernst! Überprüfen Sie, ob Absturzgefahr besteht oder Schutzmaßnahmen gegen Absturz getroffen werden müssen

Beachten Sie dabei, dass nur geeignete, intakte und richtig eingesetzte persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz einen wirksamen Schutz bietet.

In diesem Kapitel erfahren Sie

- wann Absturzgefahr besteht und warum sie in Behältern und engen Räumen nicht zu unterschätzen ist,
- welche Schutzsysteme Sie bei Absturzgefahr zur Verfügung stellen müssen und welche Systeme ungeeignet sind,
- dass auch die Rettung von abgestürzten Personen bedacht sein will,
- welche organisatorischen Maßnahmen einen sicheren Einsatz und Umgang mit PSA gegen Absturz gewährleisten.

Fachinformationen

13.2 Hätten Sie es gewusst?

13.2.1 Absturzhöhe

Was schätzen Sie? Wie viel Prozent aller Absturzunfälle ereignen sich unter 3 Metern?

Mögliche Antworten:

- 16 %
- 26 %
- 36 %
- 56 %
- 76 %
- 86 %

Antwort

- 86 %

Feedbacktext

Richtig: Schon bei einem Absturz aus geringer Höhe können sich Beschäftigte schwer verletzen.

Falsch: 86 % der Absturzunfälle ereignen sich unter 3 Metern.

Fachinformationen

13.2.2 Absturzsicherung

Welche der hier aufgeführten Geräte dürfen nicht als Absturzsicherung benutzt werden?

- Mitlaufendes Auffanggerät an beweglicher Führung
- Höhensicherungsgerät mit zusätzlichem Falldämpfer
- Höhensicherungsgerät
- Rettungshubgerät (z.B. Rollglis)

Antwort

- Höhensicherungsgerät mit zusätzlichem Falldämpfer
- Rettungshubgerät (z.B. Rollglis)

Feedbacktext

Richtig: Für die Absturzsicherung kommen Höhensicherungsgeräte oder mitlaufende Auffanggeräte in Betracht.

Falsch: Rettungshubgeräte halten dem Fangstoß i.d.R. nicht stand und zusätzliche Falldämpfer können die Funktion des Höhensicherungsgerätes beeinträchtigen. Für die Absturzsicherung kommen Höhensicherungsgeräte oder mitlaufende Auffanggeräte in Betracht.

Fachinformationen

13.3 Gefährdungen

Der Abstieg in einen engen und dunklen Raum ist immer mit einer besonderen körperlichen, aber auch psychischen Belastung verbunden. Auch wenn Mitarbeiter glauben routiniert zu sein, können z.B. rutschige Leitern oder marode Steigeisengänge schnell zum Verhängnis werden.

Aufgrund der besonderen Gegebenheiten in Behältern, Silos und engen Räumen sollten Sie auch schon bei geringen Höhen¹ mit einer Absturzgefahr rechnen.

Absturzgefahr besteht vor allem durch

- verunreinigte, rutschige Leitern,
- unsichere Strickleitern,
- Arbeit auf hoch gelegenen Ebenen,
- zusätzliche körperliche Belastung²,
- ungeeignete, falsch eingesetzte Absturzsicherung³ und/oder Anschlagpunkte⁴.

¹ Gerade bei einem Sturz aus geringen Höhen kann es zu schweren Verletzungen (z.B. an der Wirbelsäule) kommen, da ein Abfangen mit Armen und Beinen in der kurzen Zeit vor dem Aufschlag nicht mehr möglich ist.

² Eine besonders hohe körperliche Belastung und Einschränkung der Sicht besteht z.B. beim Einsatz von Atemschutzgeräten.

³ Absturzsysteme, die nicht auf die Fangstoßkraft ausgelegt sind, versagen beim Sturz und bieten keinerlei Schutz. Auch eigens zusammengestellte Systeme, die nicht aufeinander abgestimmt sind, können versagen.

Zusätzliche Gefahr besteht durch Schlaffseilbildung, wenn der Mitarbeiter einen Streckenabschnitt erneut hochsteigt und das System die Schlaffseilbildung nicht verhindert.

Auch der falsche Umgang mit PSA gegen Absturz (z.B. ein falsch angelegter Auffanggurt) kann zu Verletzungen führen.

⁴ Anschlagpunkte können nicht tragfähig sein und durch Überlastung versagen. Wenn sich der Anschlagpunkt nicht direkt über dem Mitarbeiter befindet, kann es beim Sturz zu Pendelbewegungen und damit zum Anschlagen an baulichen Einrichtungen kommen.

Fachinformationen

13.4 Unfallbeispiel

Die Wahl des Zugangsverfahrens inklusive geeigneter Absturzsicherung ist für die Gesundheit der Mitarbeiter von entscheidender Bedeutung. Das folgende Unfallbeispiel liefert den Beweis.¹

Unfallhergang

Einstieg über eine Strickleiter mit Abseilgerät

Herr Keller steigt über eine Strickleiter in einen ca. 5 m hohen Behälter. Zur Absturzsicherung benutzt er ein Abseilgerät mit Flaschenzugprinzip, das der Sicherungsposten von oben bedient.

Die Absturzsicherung versagt

Mitten im Abstieg fällt Herr Keller ein, dass er etwas vergessen hat. Als er die Strickleiter wieder hochklettert, rutscht er von den Sprossen.

Herr Keller fällt und bricht sich ein Bein

Das benutzte Abseilgerät versagt als Absturzsicherung und kann den Sturz nicht auffangen. Herr Keller fällt in den Behälter und bricht sich ein Bein.

Unfallursache

Sowohl die Strickleiter als Zugangsverfahren als auch das Abseilgerät zur Sicherung waren völlig ungeeignet.

Dadurch, dass Herr Keller die Strickleiter wieder hochgeklettert ist und dem Sicherungsposten nicht Bescheid gab, hing das Sicherungsseil durch. Das Abseilgerät war außerdem nicht auf den Fangstoß einer fallenden Person ausgelegt und versagte.

Unfallvermeidung

Herr Keller hätte spezielle PSA gegen Absturz benutzen sollen. Außerdem sollten Strickleitern grundsätzlich vermieden werden, da ein kontrollierter Auf- und Abstieg kaum möglich ist.

Beispiele für PSA gegen Absturz:

- Höhensicherungsgerät,
- mitlaufendes Auffanggerät an beweglicher Führung.



¹ Diesem Unfallbeispiel liegt ein realer Unfall aus der Praxis zugrunde. Neben den beschriebenen Versäumnissen kann deshalb auch die verwendete PSA unvollständig sein und nicht den Sicherheitsanforderungen entsprechen.

Fachinformationen

13.5 Schutzmaßnahmen

13.5.1 PSA gegen Absturz

Bei Absturzgefahr sind bevorzugt technische Maßnahmen, wie z.B. ein Seitenschutz¹, zu installieren. Da dies in Behältern aber kaum möglich ist, müssen Sie Ihren Mitarbeitern persönliche Schutzausrüstung (PSA) gegen Absturz zur Verfügung stellen.

Die PSA gegen Absturz² ist ein Auffangsystem mit mehreren Bestandteilen.

- Anschlagpunkt (z.B. Dreibock)³
- Energieabsorbierender Bestandteil (z.B. Höhensicherungsgerät)⁴
- Auffanggurt⁵
- Verbindungsmittel und -elemente⁶

¹ Seitenschutz nach DIN 4420-1 „Arbeits- und Schutzgerüste“ Teil 1

² Querverweis zum Lexikoneintrag „PSA gegen Absturz“

³ Anschlagpunkte sind

- baumustergeprüfte, feste oder mobile Anschlagrichtungen (ASE) vom Hersteller
 - fest installierte ASE (z.B. Konsolen, Ösen an der Decke, Trägerklemmen)
 - mobile ASE (z.B. Dreibock, Dreibein)
- oder Anschlagmöglichkeiten, z.B. Teile von Stahlkonstruktionen vor Ort.

Sie müssen wie das gesamte System vom Aufsichtführenden festgelegt werden und eine Tragfähigkeit von 9 kN (≙ 900 kg) gewährleisten (vgl. DGUV Regel 112-198 „Benutzung von persönlichen Schutzausrüstungen gegen Absturz“).

Beim Befahren wird der Anschlagpunkt generell senkrecht oberhalb der zu sichernden Person eingerichtet. So werden große Pendelbewegungen beim Sturz vermieden.

⁴ Der menschliche Körper ist nur begrenzt belastbar. Deshalb muss der auf den Körper wirkende Fangstoß auf einen medizinisch verträglichen Wert von maximal 6 kN verringert werden. Eine derartige Dämpfung bieten z.B. Höhensicherungsgeräte mit Energieabsorber oder mitlaufende Auffanggeräte mit integriertem Falldämpfer.

Beim Befahren von Behältern werden hauptsächlich Höhensicherungsgeräte verwendet, die wie ein Sicherungsgurt im Auto funktionieren, Schlaffseilbildung verhindern und bei einem Sturz sofort blockieren. Durch das sofortige Auffangen der Person sind die Sturzhöhe und der Fangstoß sehr gering.

⁵ Der Auffanggurt fängt den abstürzenden Mitarbeiter auf. Er überträgt die wirkende Fangstoßkraft auf die geeigneten Körperteile (Oberschenkel und Becken) und hält den Körper in einer aufrechten Hängeposition.

Nur der Auffanggurt bietet den notwendigen Auffangschutz. Andere Gurte, wie z.B. Haltegurte, Rettungsgurte oder Feuerwehrgurte sind für das Auffangen eines Sturzes nicht geeignet.

Weitere Informationen finden Sie im Kapitel „Organisation und Arbeitsplanung: Auswahl des Auffanggurtes“. (Querverweis ins Kapitel 3.7.5)

⁶ Die Verbindungsmittel und -elemente schaffen eine Verbindung zwischen Anschlagpunkt, energieabsorbierendem Bestandteil und Auffanggurt.

Bei Höhensicherungsgeräten ist das Verbindungsmittel zum Gurt meistens ein Gurtband (leicht und beweglich) oder ein Drahtseil (schwer und unempfindlicher). Von den Herstellern werden Höhensicherungsgeräte mit unterschiedlich langen Verbindungsmitteln

Benutzen Sie nur geprüfte⁷ PSA und beachten Sie die jeweiligen Einsatzbedingungen⁸ (Verbot auf Schüttgütern!).

angeboten (oft zwischen 2,5 und 60 m). Verbindungselemente sind z.B. Karabinerhaken.

⁷ Sorgen Sie dafür, dass nur baumustergeprüfte PSA mit dem CE-Kennzeichen und nur aufeinander abgestimmte Ausrüstungsteile verwendet werden.

⁸ **Wichtig:** Frei mitlaufende Auffanggeräte oder Höhensicherungsgeräte dürfen auf Schüttgütern und anderen Medien, in denen man versinken kann, nicht verwendet werden! Das Höhensicherungsgerät blockiert nur bei einer bestimmten Auszugsgeschwindigkeit, die beim Versinken nicht erreicht wird. Auf Schüttgütern ist eine Siloeinfahreinrichtung zu benutzen.

Weitere Hinweise zum Einsatz der PSA gegen Absturz erhalten Sie in der Publikation DGUV Regel 112-198 „Benutzung von persönlichen Schutzausrüstungen gegen Absturz“.

Fachinformationen

13.5.2 PSA: Absturz und Retten

Vor einem Befahrvorgang mit Absturzgefahr müssen Sie auch die Rettung des aufgefangenen und im Seil hängenden Mitarbeiters planen. Beachten Sie dabei, dass PSA gegen Absturz i.d.R. nicht PSA zum Retten¹ und umgekehrt ist.

Bei Absturzgefahr müssen Sie zusätzlich zur PSA gegen Absturz ein geeignetes Rettungssystem zur Verfügung stellen.

In diesem Beispiel ist neben dem Höhensicherungsgerät eine Winde zum Retten am Dreibock installiert. Diese Winde ist gleichzeitig auch für den Zugang geeignet.



¹ Mit einem normalen Höhensicherungsgerät oder mitlaufendem Auffanggerät (PSA gegen Absturz) können Sie den Mitarbeiter nicht nach oben ziehen und retten.

Andersherum sind viele Rettungswinden nicht für die Sturzbelastung ausgelegt und somit als PSA gegen Absturz nicht geeignet.

Dieses Höhensicherungsgerät enthält eine integrierte Rettungswinde, mit der der abgestürzte Mitarbeiter hochgezogen werden kann. Das Gerät ist somit gegen Absturz und zum Retten geeignet.



Fachinformationen

13.5.3 Organisatorische Maßnahmen

Der bestimmungsgemäße Umgang mit PSA gegen Absturz ist für ein sicheres Arbeiten ebenso entscheidend wie die Auswahl des geeigneten Systems.

Sehen Sie sich die organisatorischen Maßnahmen an, die von der Betriebsanweisung bis zur angemessenen Lagerung der PSA reichen.

Organisatorische Maßnahmen

Betriebsanweisung

Erstellen Sie (unter Berücksichtigung der Herstellerangaben) eine Betriebsanweisung mit allen erforderlichen Hinweisen für den sicheren Einsatz der PSA gegen Absturz.

Wichtige Inhalte:

- Gefährdungen,
- Sichtprüfung und Verhalten bei Mängeln,
- richtige Installation und Anwendung,
- Pflege und Aufbewahrung,
- Verhalten bei Stürzen/Rettung.

Unterweisen

Unterweisen Sie die Mitarbeiter in allen wesentlichen Punkten der Betriebsanweisung. Besonders wichtig sind die praktischen Übungen zum Anlegen und Anwenden der PSA sowie zum Retten von abgestürzten Personen.

Sachgemäßes Anwenden der PSA

Zur sachgemäßen Anwendung der PSA gehört die richtige Auswahl, das richtige Installieren und Bedienen des Systems sowie das Anlegen des Auffanggurtes.

Gerade das Anlegen des Auffanggurtes will geübt sein. Der Gurt darf nicht zu locker und nicht zu fest sitzen, so dass die Kräfte optimal verteilt werden und der Mitarbeiter bequem hängt. Ein Hängetest vor dem Befahren ist empfehlenswert.

Retten

Ein aufgefangener und frei hängender Mitarbeiter muss möglichst schnell gerettet werden, damit ein Hängetrauma¹ vermieden wird.

Deshalb ist es wichtig, dass die Mitarbeiter mit dem bereitgestellten Rettungssystem umgehen können. Zusätzlich müssen sie auch mit den Maßnahmen der Ersten Hilfe vertraut sein.

¹ Querverweis zum Lexikoneintrag „Orthostatischer Schock“

Siehe auch DGUV-Information 204-011 „Erste Hilfe – Notfallsituation Hängetrauma“

Prüfen und Instandsetzen

Vor jeder Verwendung sollten die Mitarbeiter die PSA gegen Absturz auf sichtbare Mängel untersuchen (Sicht- und Funktionsprüfung). Zusätzlich führt ein Sachkundiger für PSA gegen Absturz mindestens einmal jährlich eine gründliche Prüfung durch.

Beschädigte oder abgenutzte² PSA darf nicht mehr verwendet werden. Ersatzteile müssen dem Originalteil entsprechen.

Reinigen und Lagern

Das sorgfältige Reinigen gemäß Gebrauchsanleitung sowie die ordnungsgemäße Lagerung verlängern die Benutzungsdauer der PSA gegen Absturz.

Lagern Sie die PSA trocken und nicht zu warm. Schützen Sie die Bestandteile aus Kunstfasern insbesondere vor direkter Lichteinwirkung bzw. UV-Strahlung und vor aggressiven Stoffen wie Säuren, Laugen, Ölen oder Fetten.

² Bei normalen Einsatzbedingungen sollten Verbindungsmittel nach ca. 4 bis 6 Jahren und Auffanggurte nach ca. 6 bis 8 Jahren ausgesondert werden.

Fachinformationen

14 Versinken oder Verschütten in Silos

14.1 Einleitung

Sprechertext der Animation

Silos werden in unterschiedlichsten Industriezweigen betrieben.

Sie dienen der Lagerung von Schüttgütern und speichern unter anderem Zement, Getreide, Kunststoffgranulate oder auch Pharmazeutika, Waschpulver oder Holzmehl.

In Silos treten grundsätzlich die gleichen Gefährdungen auf wie in anderen Behältern oder engen Räumen. Mitarbeiter können zum Beispiel aus großer Höhe abstürzen oder von Förder- und Entnahmeeinrichtungen verletzt werden.

Eine besondere Gefährdung in Silos geht von den Eigenschaften des Schüttgutes aus: Mitarbeiter können im Schüttgut versinken oder von herabfallenden Anhaftungen verschüttet werden.

Besonders schwierig ist die Rettung: Eine auch nur teilweise im Schüttgut versunkene Person kann ohne geeignete Sicherung nicht mehr aus dem Schüttgut herausgezogen werden!

Unterschätzen Sie deshalb nie die Gefährdungen bei Arbeiten in Silos mit Schüttgütern.

Klären Sie Ihre Mitarbeiter über die Gefährdungen auf. Legen Sie wirksame Schutzmaßnahmen fest und achten Sie darauf, dass die Schutzmaßnahmen konsequent eingehalten werden.

In diesem Kapitel erfahren Sie

- mehr über die Gefährdungen Verschütten und Versinken im Schüttgut,
- warum das Retten von teilweise im Schüttgut versunkenen Mitarbeitern so schwierig ist,
- welche Zugangs- und Positionierungsverfahren verwendet werden dürfen,
- welche organisatorischen Maßnahmen und Verhaltensweisen beim sicheren Arbeiten in Silos mit Schüttgut notwendig sind.

Fachinformationen

14.2 Hätten Sie es gewusst?

Ein Mitarbeiter befährt mit den folgenden Einrichtungen ein volles Silo und sinkt zum Teil im Schüttgut ein. Mit welcher bzw. welchen Einrichtungen besteht die Chance, wieder herausgezogen zu werden?

Mögliche Antworten

- Dreibein mit Rettungswinde und Arbeitssitz
- Höhensicherungsgerät und Auffanggurt
- Siloeinfahreinrichtung (SEE)
- Flaschenzug und Auffanggurt

Antwort

- Siloeinfahreinrichtung (SEE)

Nur mit einer Siloeinfahreinrichtung kann die Person herausgezogen werden.

Feedbacktext

Richtig: Nur eine Siloeinfahreinrichtung kann die Person herausgezogen werden.

Falsch: Da ist Ihnen ein Fehler unterlaufen. Wollen Sie es erneut versuchen?

Fachinformationen

14.3 Gefährdungen

14.3.1 Versinken und Verschütten

Beim Befahren von Silos mit Schüttgütern müssen Sie auf eine besondere¹ Gefährdung achten: Mitarbeiter können im Schüttgut versinken oder von ihm verschüttet werden.

Schwere Verletzungen oder der Tod durch Erstickten sind die Folge. Auch die Einzugsgefahr des Versunkenen durch mechanische Einrichtungen² ist zu beachten. Bedenken Sie außerdem, dass sich eine teilweise im Schüttgut befindliche Person ohne geeignete Einrichtung nicht mehr herausgezogen werden kann!

Gefährdungen

Versinken

Die Gefahr des Versinkens besteht durch

- die besonderen Eigenschaften³ des Schüttgutes,
- abfließendes Schüttgut in den Auslauftrichter,
- Brückenbildung oder Hohlrumbildung über der Entnahmeeinrichtung.

Verschütten

Die Gefahr des Verschüttens besteht, wenn sich anhaftende oder anstehende Schüttgüter oberhalb des arbeitenden Mitarbeiters befinden.

Leicht können sich Anhaftungen von selbst oder durch Arbeitsverfahren lösen, auf den Mitarbeiter herabfallen und ihn „begraben“.

¹ Neben den Gefährdungen, die auch in Behältern und engen Räumen vorkommen (z.B. Absturz, Quetsch- und Einzugsgefahren, Gefahrstoffe, gefährliche explosionsfähige Atmosphäre), gehen vom Schüttgut in Silos besondere Gefährdungen aus. Schüttgüter gehören zu den gefährdenden Medien.

² Mechanische Einrichtungen können z.B. Förderschnecken, Trogkettenförderer oder Entnahmeklappen sein.

³ Schüttgut kann sich fließend verhalten und ab einer bestimmten Dichte die Rettung einer eingesunkenen Person enorm erschweren.

Detaillierte Informationen erhalten Sie auf der nächsten Seite.

Fachinformationen

14.3.2 Eigenschaften von Schüttgut

Schauen wir uns die Eigenschaften von Schüttgut noch einmal genauer an: Schüttgut ist eine körnige (granulare) Materie, die das Versinken von Personen begünstigt und die Rettung erschwert.

Eigenschaften

Fließverhalten

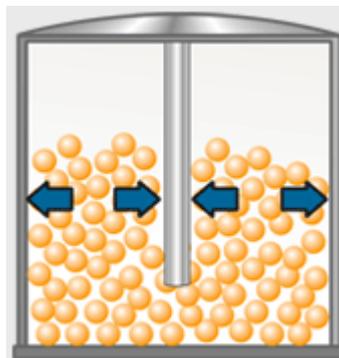
Schüttgut kann sich wie ein Festkörper aber auch wie eine Flüssigkeit verhalten, so dass man im fließenden Schüttgut leicht versinken kann. Das Fließverhalten ist dabei von mehreren Parametern abhängig, wie z.B. der Korngröße, der Kornverteilung, der Oberflächenbeschaffenheit, der Feuchtigkeit oder der Beimengung von Trennmitteln oder Fremdkörpern.

Dilatanz

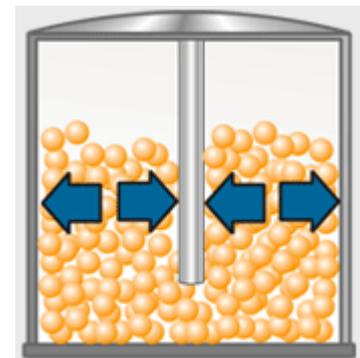
Will man eine eingesunkene Person aus einem Schüttgut mit großer, d.h. kritischer Dichte¹ ziehen, ist das Schüttgut aufgrund der dabei wirkenden Scherkräfte bestrebt, sein Volumen zu vergrößern (Dilatanz).

Die starren Silowände verhindern aber diese Auflockerung des Schüttgutes, so dass sich die Körner verhaken und ein großer Druck auf Person und Silowände entsteht. Die Person wird vom Schüttgut so fest eingeschlossen, dass sie alleine nicht mehr herausgezogen² werden kann.

Aufgelockertes Schüttgut mit geringen Scherkräften



Verdichtetes Schüttgut mit großen Scherkräften



¹ Ab einer bestimmten Dichte wird der Luftzwischenraum zwischen den einzelnen Körnern so gering, dass kein Korn mehr dazwischen passen würde. Auch die eingesunkene Person vergrößert die Dichte des Schüttgutes, da sie es mit ihrem Körper verdrängt.

² Die Zugkräfte wären entweder zu gering, um die Scherkräfte zu überwinden, oder zu stark für den menschlichen Körper.

Fachinformationen

14.4 Unfallbeispiel

Das folgende Unfallbeispiel zeigt, wie schnell Mitarbeiter Gefährdungen unterschätzen, im Schüttgut versinken und nicht mehr gerettet werden können.¹

Unfallhergang

Herr Schnell steigt ohne Sicherung in ein Aschesilo

Ein Aschesilo wird mithilfe eines Saugschlauches entleert. Plötzlich tritt eine Verstopfung auf. Herr Schnell, Mitarbeiter der Entsorgungsfirma, steigt ohne Auftrag und trotz ausdrücklicher Warnung eines Kollegen in das Silo um nachzusehen.

Herr Schnell versinkt in der Asche

Der Steigeisengang des Silos ist staubbedeckt und rutschig, so dass Herr Schnell den Halt verliert und in das Silo fällt. Er versinkt sofort bis zum Bauch in der Asche.

Auch von mehreren Feuerwehrleuten kann Herr Schnell nicht befreit werden. Er verstirbt nach 2 Stunden im Silo.

Unfallursache

Die Gefahr des Versinkens wurde komplett unterschätzt.

Eine auch nur teilweise im Schüttgut versunkene Person kann nicht ohne Weiteres befreit werden, da die benötigte Zugkraft zu stark für den menschlichen Körper wäre.

Unfallvermeidung

Herr Schnell hätte nicht alleine und ohne Erlaubnisschein handeln dürfen.

Besteht die Gefahr des Versinkens in Schüttgütern, müssen Siloeinfahr-
einrichtungen oder feste Arbeitsbühnen verwendet werden.



¹ Diesem Unfallfallbeispiel liegt ein realer Unfall aus der Praxis zugrunde. Neben den beschriebenen Versäumnissen kann deshalb auch die verwendete PSA unvollständig sein und nicht den Sicherheitsanforderungen entsprechen.

Fachinformationen

14.5 Schutzmaßnahmen

14.5.1 Zugangs- und Positionierungsverfahren

Besteht bei Arbeiten in Silos die Gefahr des Versinkens in Schüttgütern, dürfen für den Zugang und die Positionierung nur feste Arbeitsbühnen oder besser Siloeinfahreinrichtungen (SEE)¹ verwendet werden.

PSA zum Retten ist völlig ungeeignet², da eine eingesunkene Person bestenfalls zusammen mit einer Siloeinfahreinrichtung befreit werden kann. Betreten Mitarbeiter die Schüttgüter und sinken dabei ein, sind auch Höhensicherungsgeräte komplett unwirksam³.

Die SEE ist sachgerecht zu benutzen und mindestens einmal jährlich zu überprüfen. Hinweise zu den Anforderungen und zum Betrieb von Siloeinfahreinrichtungen finden Sie in der DGUV Regel 101-005 - „Hochziehbare Personenaufnahmemittel“.

¹ Querverweis zum Lexikoneintrag „Siloeinfahreinrichtung“

² Persönliche Schutzausrüstung (PSA) zum Retten ist nicht für die benötigten Zugkräfte ausgelegt und kann die eingesunkene Person nicht befreien.

³ Beim Betreten von Schüttgütern mit Versinkgefahr sind Höhensicherungsgeräte unwirksam. Durch das langsame Versinken und die damit verbundene geringe Auszugsgeschwindigkeit blockieren die Geräte nicht. Sie bieten somit keinerlei Schutz.

Fachinformationen

14.5.2 Organisatorische Schutzmaßnahmen

Um ein sicheres Arbeiten im Silo zu gewährleisten, müssen Sie neben den allgemeinen organisatorischen Maßnahmen wie z.B. dem Erlaubnisschein auch folgende Punkte beachten:

Füll- und Entnahmeeinrichtungen abstellen

Füll- und Entnahmeeinrichtungen müssen vor Arbeitsbeginn abgestellt und gegen unbeabsichtigtes oder unbefugtes Ingangsetzen gesichert sein. So vermeiden Sie, dass Mitarbeiter durch nachlaufendes Schüttgut verschüttet oder durch abfließendes Schüttgut eingezogen werden.

Auch wenn keine Gefährdungen durch Schüttgüter bestehen, sind mechanische Gefährdungen¹ zu vermeiden.

Anhaftungen oder Stauungen möglichst von außen beseitigen

Halten Sie geeignete Geräte oder Einrichtungen zum Auflockern bzw. zum Beseitigen von Anhaftungen oder Stauungen bereit (Stoßstangen, langstielige Werkzeuge und Lanzen, Rüttel- und Stoßeinrichtungen, Vibratoren, Umlaufketten, Räumer, Druckluft-Einrichtungen etc.).

Nur oberhalb von Schüttgütern arbeiten

Mitarbeiter dürfen sich nicht unterhalb von anstehenden oder anhaftenden Schüttgütern aufhalten, da sie verschüttet werden könnten.

Anstehende oder anhaftende Schüttgüter dürfen nur von oben beseitigt werden.

Regeln zum Betreten von Schüttgütern festlegen

Wenn Versinkgefahr besteht, dürfen Mitarbeiter das Personenaufnahmemittel der Siloeinfahreinrichtung nicht verlassen.

Schüttgüter dürfen ohne Sicherung nur betreten werden, wenn Sie eine Gefährdung durch Versinken ausschließen können (Vermerk im Erlaubnisschein).

Gefahren durch freie Seilenden vermeiden

Freie Seilenden dürfen nicht in das Schüttgut ragen oder von mechanischen Einrichtungen erfasst werden (z.B. Seile von PSA gegen Absturz bei Arbeiten auf Arbeitsbühnen).

¹ Querverweis in das Kapitel 11 „Mechanische Einrichtungen: Einleitung“

Fachinformationen

15 Notfall- und Rettungsmaßnahmen

15.1 Einleitung

Sprechertext der Animation

Ein Mitarbeiter wird bei Kanalarbeiten bewusstlos. Jetzt muss alles schnell gehen. Stress und körperlicher Einsatz sind die Wegbegleiter der Rettungskraft.

Das Befahren von Behältern, Silos und engen Räumen ist eine besonders gefährliche und damit unfallträchtige Tätigkeit. Deshalb müssen Sie eine mögliche Rettung bereits vor dem Befahren gründlich vorbereiten und trainieren.

Besonders bei Sauerstoffmangel und hoher Gefahrstoffkonzentration muss die Rettung schnell und sicher ablaufen.

Was ist noch wichtig für die Rettung? Sorgen Sie im Vorfeld für ausreichend Platz und wählen Sie eine Rettungstechnik, die für die jeweiligen Zugangsbedingungen geeignet ist.

Mit einem einfachen Strick – wie in vielen Actionfilmen üblich – ist eine Rettung nahezu unmöglich.

Oft kann persönliche Schutzausrüstung zum Retten auch schon als Zugangsverfahren genutzt werden. Das spart Zeit und verhindert Fehler beim schnellen Aufbau in der Notsituation.

In diesem Kapitel erfahren Sie:

- welche Mängel bei der Rettungsplanung und -ausführung im Notfall gefährlich werden können,
- welche rettungsrelevanten Punkte Sie bereits bei der Anlagenplanung berücksichtigen sollten,
- welche Rettungsgeräte Sie bereithalten müssen,
- welche beispielhaften Rettungssysteme es gibt,
- welche Maßnahmen zur fachgerechten Benutzung der PSA zum Retten notwendig sind,
- was, wann und wen Sie unterweisen und trainieren müssen.

Fachinformationen

15.2 Hätten Sie es gewusst?

Welche der folgenden Aussagen zum Retten aus Behältern sind richtig, welche falsch?

Richtig

Steigleitern mit Rückenschutz verhindern das Herausziehen einer abgestürzten und im Gurt hängenden Person.

Richtig

Das Arbeiten ohne ständige Verbindung zwischen Rettungsgerät und Auffanggurt sollte die Ausnahme bilden.

Richtig

Bei einer Gefährdung durch Sauerstoffmangel sind Isoliergeräte für die Rettung bereitzuhalten.

Falsch

Rettungstechnik sollte während des Befahrens von Behältern immer bei der Werkfeuerwehr oder einer anderen zentralen Stelle bereitgehalten werden.

Falsch

Praktische Rettungsübungen sind mindestens alle 2 Jahre zu wiederholen.

Feedbacktext

Richtig: Sehr gut! Sie haben die Aussagen richtig eingeschätzt.

Falsch: Rettungstechnik sollte grundsätzlich vor Ort bereitgehalten werden, um eine schnelle Rettung zu ermöglichen. Außerdem sind Rettungsübungen mindestens einmal jährlich zu wiederholen.

Fachinformationen

15.3 Gefährdungen

Bedenken Sie immer: Nur gut geplante und schonende Rettungsmaßnahmen verhindern zusätzliche Gesundheitsschäden des verunglückten Mitarbeiters und der beteiligten Rettungskräfte.

Beispielhafte Gefährdungen

Bauliche Behinderungen

Schlecht und unsachgemäß konstruierte Anlagen können Rettungsmaßnahmen erheblich erschweren oder gar verhindern.

Typische Beispiele für schlechte Konstruktionen¹ sind zu kleine Mannlöcher, zu wenig Platz über oder vor dem Mannloch, fehlende Möglichkeiten für Anschlagpunkte² oder Steigleitern mit Rückenschutz³.

Keine geeigneten Rettungsgeräte

Die Rettung von Verunglückten aus Behältern, Silos und engen Räumen muss häufig sehr schnell gehen, besonders wenn Gefahrstoffe oder Sauerstoffmangel im Spiel sind.

Stehen keine geeigneten Rettungsgeräte bereit oder sind Rettungswege verstellt, vergehen kostbare Minuten. Oft spielen sich weitere tragische Unfälle ab, wenn sich die Helfer ohne geeignete Schutzausrüstung in den Gefahrenbereich begeben.

Nichtbestimmungsgemäßes Benutzen

Persönliche Schutzausrüstung (PSA) zum Retten ist nur dann funktionsfähig und sicher, wenn sie sachgemäß installiert, benutzt und gelagert wird.

Werden Einzelteile aus verschiedenen Systemen z.B. eigenmächtig kombiniert, ist das Gesamtsystem ggf. nicht mehr sicher. Eine fehlende Sichtprüfung bzw. die Benutzung von beschädigter oder veralteter PSA gefährden ebenfalls die Sicherheit der Beteiligten.

Mangelnde Unterweisung

Die falsche Benutzung der PSA zum Retten ist oft auf eine mangelnde Unterweisung, auf fehlende praktische Übungen oder auf eine nicht vorhandene Betriebsanweisung zurückzuführen. Auch eine mangelnde Koordination der Rettungskräfte kann zu gefährlichen Verzögerungen führen.

Mangelnde Koordination

Wenn nicht geklärt ist, wer für die Planung und Durchführung von Rettungsmaßnahmen verantwortlich ist, kümmert sich im schlimmsten Fall niemand darum!

¹ Querverweis in das Kapitel 4 „Sichere Anlagen planen und konstruieren: Gefährdungen“

² Querverweis zum Lexikoneintrag „Anschlagpunkt“

³ Steigleitern mit Rückenschutz machen das Herausziehen einer im Gurt hängenden Person unmöglich. Der Rückenschutz ist ohnehin überflüssig, da Behälter mit PSA zum Retten und ggf. mit PSA gegen Absturz befahren werden sollen.

Grundsätzlich muss der Unternehmer die Rettung sicherstellen, dessen Mitarbeiter im Behälter tätig sind. Wenn Mitarbeiter verschiedener Unternehmen im Behälter arbeiten, müssen die beteiligten Firmen genau abstimmen, wer für die Rettung verantwortlich ist.

Fachinformationen



15.4 Unfallbeispiel

Rettungsmaßnahmen sollten bis ins Detail durchdacht und geplant sein. Unvorhergesehene Vorfälle können die Rettung in Gefahr bringen.¹

Unfallhergang

Einstieg mit bereitgestellter Rettungseinrichtung

Herr Müller steigt über eine mobile Leiter von oben in einen gereinigten Reaktor ein. Zur Sicherheit trägt er einen Gurt. Die dazugehörige Rettungseinrichtung (Dreibein mit Winde) wird von den Kollegen für den Notfall bereitgehalten.

Aufbau der Rettungseinrichtung

Nach einiger Zeit erleidet Herr Müller einen Kreislaufzusammenbruch. Die Kollegen fangen an, die Rettungseinrichtung so aufzubauen, wie sie es Wochen zuvor trainiert haben.

Die Rettungseinrichtung kann nicht installiert werden

Zwischenzeitlich wurde jedoch eine neue Rohrleitung montiert, so dass der Ausleger der Rettungswinde nicht mehr über das Mannloch gedreht werden kann.

Zur Rettung musste die Feuerwehr alarmiert werden, wobei kostbare Zeit verloren ging.

Unfallursache

Ursache der schlechten Rettung war die ungeeignete Rettungseinrichtung aufgrund der zwischenzeitlichen Umbauten.

Unfallvermeidung

Vor dem Befahren muss die Situation vor Ort immer wieder neu beurteilt werden.

Vor allem für die Rettungsmöglichkeiten ist dies von entscheidender Bedeutung. Darüber hinaus hätte der Aufsichtführende eine geeignete Rettungseinrichtung bereits als Zugangsverfahren festlegen können.

¹ Diesem Unfallbeispiel liegt ein realer Unfall aus der Praxis zugrunde. Neben den beschriebenen Versäumnissen kann deshalb auch die verwendete PSA unvollständig sein und nicht den Sicherheitsanforderungen entsprechen.

Fachinformationen

Fachinformationen

15.5 Schutzmaßnahmen

15.5.1 Anlagenplanung: Freiraum für die Rettung

Rettungsmaßnahmen sollten bereits bei der Anlagenplanung¹ berücksichtigt werden. Sorgen Sie als Unternehmer² dafür, dass immer ausreichend Platz für die Rettung zur Verfügung steht.

Installieren Sie bei Bedarf ausreichend große Arbeitsbühnen³ vor oder über dem Zugang. Anschlagpunkte für persönliche Schutzausrüstung zum Retten müssen mindestens 1,5 m über der Zugangsöffnung angebracht werden können.

Die Zugangsöffnungen müssen ebenfalls ausreichend groß sein, gerade wenn die einfahrenden Personen z.B. Atemschutzgeräte tragen. Berücksichtigen Sie die empfohlenen Mindestmaße⁴ für Zugänge.

Verzichten Sie bei Steigleitern in Gruben in jedem Fall auf Rückenschutz.

¹ Querverweis in das Kapitel 4 „Sichere Anlagen planen und konstruieren: Einleitung“

² Verantwortlich für die Rettung ist grundsätzlich der Unternehmer, dessen Mitarbeiter im Behälter, Silo oder engen Raum arbeiten. Handelt es sich um mehrere Unternehmen, muss genau abgestimmt und z.B. im Erlaubnisschein dokumentiert werden, wer für was verantwortlich ist.

In vielen Fällen stellt der Betreiber der Anlage das Personal und die PSA zum Retten bereit.

³ Normale Gerüste sind zu schmal für das Retten von Personen aus Behältern, Silos oder engen Räumen.

⁴ Die empfohlenen Mindestmaße finden Sie im Kapitel 4 „Sichere Anlagen planen und konstruieren“.

- Können kleinere Zugänge nicht an die Mindestmaße angepasst werden, müssen Sie besondere Rettungsmaßnahmen vorsehen wie z.B.
- geeignete Rettungstragen,
- Rettungsschlaufen,
- Ausrüstung zum Auftrennen der Behälterwandungen,
- Personen mit geeigneter Körpergröße.

Fachinformationen

15.5.2 Rettungsgeräte bereithalten

Für eine schnelle und schonende Rettung müssen Sie geeignete Rettungsgeräte und Transportmittel vor Ort bereithalten¹.

Mit persönlichen Schutzausrüstungen zum Retten werden verunglückte Personen aus den Behältern herausgezogen. Oft können Sie die PSA zum Retten² bereits als Zugangsverfahren³ verwenden. Sorgen Sie bei Bedarf auch für eine Absturzsicherung⁴.

Bei möglichen Gefährdungen durch Sauerstoffmangel oder Gefahrstoffe dürfen die Rettungskräfte nur mit Isoliergeräten in den Behälter steigen. Neben Atemschutzgeräten müssen Sie ggf. auch weitere Geräte – z.B. Feuerlöscher bei Brandgefahr – bereithalten.

Stellen Sie außerdem einen Alarmplan zur schnellen Alarmierung der Rettungskräfte auf und halten Sie die Rettungswege frei.

¹ Da die Rettung in den meisten Fällen möglichst schnell erfolgen muss, sollten sich die Geräte griffbereit vor Ort befinden.

Nur wenn Sauerstoffmangel oder gefährliche Gefahrstoffkonzentrationen sicher auszuschließen sind, können Sie die erforderlichen Rettungsgeräte auch an zentraler Stelle des Unternehmens, z.B. bei der Werkfeuerwehr, bereithalten.

² Querverweis zum Lexikoneintrag „PSA zum Retten“

³ Querverweis in das Kapitel 3 „Organisation und Arbeitsplanung, Schutzmaßnahmen III: Arbeitsumfeld: Vorteile hochziehbarer Personenaufnahmemittel“

⁴ PSA zum Retten ist in der Regel keine PSA gegen Absturz, denn oft sind die Rettungsgeräte nicht auf Sturzbelastungen ausgelegt. Bei Absturzgefahr sind deshalb z.B. zusätzlich Höhensicherungsgeräte zu verwenden.

Einige Systeme bieten aber auch eine Rettungs- und Absturzsicherung in einem. Achten Sie auf die Angaben des Herstellers.

Fachinformationen

15.5.3 Beispiele für PSA zum Retten

Wählen Sie im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung die für Ihre Einsatzbedingungen geeignete PSA zum Retten¹ aus. Die PSA sollte generell den ergonomischen Anforderungen² genügen und eine CE-Kennzeichnung mit Baumusterprüfbescheinigung besitzen.

Sehen Sie sich die folgenden Beispiele³ für PSA zum Retten an.

(1) Windenausleger mit Dreibein-Stativ

Auf einem Dreibein-Stativ (Anschlagpunkt) ist ein schwenkbarer Windenausleger mit Rettungswinde und zusätzlicher Absturzsicherung für den Zugang (Höhensicherungsgerät) installiert.

Das System ist flexibel verstellbar und kann leicht von einer Person bedient werden. Es benötigt einigen Platz vor bzw. über dem Zugangsbereich.

(2) Dreibock mit Rettungshubgerät

Über dem Kanalzugang ist ein Dreibock aufgebaut, an dem ein Höhensicherungsgerät gegen Absturz und ein Abseilgerät mit Hubfunktion (Rettungshubgerät) montiert sind.

Das Rettungshubgerät basiert auf dem Flaschenzugprinzip. Der am Dreibock gesicherte Retter benutzt zusätzlich eine Seilklemme, die den Rücklauf des Seils verhindert und es dem Retter ermöglicht, sein gesamtes Körpergewicht für den Hubvorgang einzusetzen.

(3) Dreibock mit Höhensicherungsgerät (HSG) und integrierter Hubeinrichtung

Über dem Kanalzugang ist ein Dreibock aufgebaut, an dem ein Höhensicherungsgerät mit integrierter Hubeinrichtung montiert ist. Das HSG sichert gegen Absturz und kann zusätzlich als Hubgerät benutzt werden. Allerdings ist damit kein planmäßiges Einfahren möglich.

(4) Vierbein

Ein Vierbein ermöglicht das Anbringen eines Rettungsgerätes auch bei Behältereinstiegen unter ungünstigen Bedingungen, z.B. sehr hohe oder sehr weite Öffnungen.

(5) Windenausleger mit Steckkonsole

Dieses Windenausleger-System kann auf einem Sockel oder auf einer Konsole an der Wand installiert werden. Zusatzgeräte wie ein Dreibein werden nicht benötigt.

¹ Querverweis zum Lexikoneintrag „PSA zum Retten“

² Insbesondere die Auffang- bzw. Rettungsgurte müssen an die jeweiligen Mitarbeiter angepasst werden können.

³ Vgl. auch DGUV Information 213-055 „Retten aus Behältern, Silos und engen Räumen“ oder das Merkblatt T 010 „Retten aus Behältern, Silos und engen Räumen“ (früher BGI 5028).

Der Windenausleger kann vollständig um 360° geschwenkt werden, so dass Personen außerhalb des Einstiegsbereichs ein- und ausgehängt werden können. Dasselbe System kann so auch für zwei nebeneinanderliegende Gruben benutzt werden, ohne eine erneute Installation vornehmen zu müssen.

(6) Mehrzweckstütze mit Leiter und Rettungswinde

An der für Einstiegsöffnungen oder Absturzkanten entwickelten Mehrzweckstütze ist eine Leiter zum Einstieg befestigt. Zusätzlich dient die Mehrzweckstütze als Anschlagpunkt für die Rettungswinde.

Die Mehrzweckstütze kann ortsfest z.B. am Mannlochflansch befestigt werden. Dieses System ist z.B. für Zugangsbereiche geeignet, an denen Dreiböcke oder Dreibeine schlecht aufgestellt werden können.

(7) Seitlicher Zugang mit Rettungsruutsche

Die Rettung von Mitarbeitern aus seitlichen, hoch gelegenen⁴ Zugängen bereitet besonders große Schwierigkeiten. Ohne geeignete Hilfsmittel kann der Verunglückte nicht über die Kante des Mannlochs herausgezogen werden.

Mit einer Rettungsruutsche inkl. seitlich angeordneter Rettungswinde kann der Verunglückte auch von einer Person schonend herausgezogen werden.

(8) Rettungsschlaufen

Rettungsschlaufen sind dann geeignet, wenn Mitarbeiter ohne angelegten Rettungs- bzw. Auffanggurt in Behältern oder engen Räumen verunglücken.

Die Rettungsschlaufen können schnell und unkompliziert an den Fußgelenken angelegt werden und sind mit der Rettungswinde verbunden. Der Verunglückte wird mit den Füßen voran auch durch enge Öffnungen nach oben gezogen.

(9) Maschinell angetriebene Winde

Wenn sehr große Höhen zu überwinden sind, sollten maschinell angetriebene Rettungswinden mit Verbrennungs- oder Elektromotor benutzt werden. Aufgrund der Höhe dürfen diese Geräte nur in Verbindung mit einem Arbeitssitz benutzt werden.

Die maschinell angetriebenen Rettungswinden müssen für diesen Anwendungsfall baumustergeprüft sein und die Mitarbeiter angemessen unterwiesen werden.

(10) Siloeinfahreinrichtung

Auf Schüttgütern darf keine PSA zum Retten benutzt werden. Sie ist nicht für die benötigten Bergungskräfte ausgelegt und kann die eingesunkene Person nicht befreien.

Verwenden Sie auf Schüttgütern immer Siloeinfahreinrichtungen.

⁴ Bei ebenerdigen, seitlich gelegenen Zugängen können Sie auch Schleifkörbe oder Rettungswannen benutzen.

Fachinformationen

15.5.4 Benutzung der PSA zum Retten

Neben Auswahl und Festlegung der geeigneten PSA zum Retten im Befahrerlaubnisschein¹ ist die richtige Benutzung² des Systems von großer Wichtigkeit. Erstellen Sie für Ihre Mitarbeiter eine Betriebsanweisung mit allen erforderlichen Angaben³.

Betriebsanweisung

Diese Musterbetriebsanweisung für die Benutzung der PSA zum Retten sowie die folgenden Maßnahmenhinweise dienen Ihnen als Vorlage für ihre eigene Betriebsanweisung.

Sichtprüfung

Vor dem Einsatz müssen sich die Benutzer vom einwandfreien Zustand der PSA zum Retten überzeugen. Bei ihrer Sichtprüfung sollten sie auf beschädigte Gurtnähte und Seile, beschädigte oder verbogene Metallteile und Beeinträchtigungen durch Gefahrstoffe achten.

Auch durch einen Sturz belastete PSA zum Retten darf nicht benutzt werden. Sie ist erst an einen Sachkundigen⁴ zur Prüfung weiterzuleiten.

Einrichten und Benutzen des Systems

Machen Sie Ihre Mitarbeiter darauf aufmerksam, dass nur das bereitgestellte System und die vom Aufsichtführenden festgelegten Anschlagpunkte benutzt werden dürfen. Wichtige Handhabungsschritte (Befestigen der Hubeinrichtung, Anlegen des Gurtes, richtige Seilführung) sind vorher zu üben.

Die PSA zum Retten darf nicht für andere Zwecke (z.B. als Anschlagmittel für Lasten) benutzt werden.

Einsatz des Gurtes

Der Rettungs- bzw. Auffanggurt⁵ sollte schon während der Arbeit angelegt sein, damit der Mitarbeiter schnell und unkompliziert am Gurt

¹ Querverweis in das Kapitel 3 „Organisation und Arbeitsplanung, Schutzmaßnahmen II, Arbeitsvorbereitung: Erlaubnisschein“

² Hilfestellungen bieten insbesondere folgende Publikationen:

- DGUV Regel 112-199 „Retten aus Höhen und Tiefen mit persönlichen Absturzschutzausrüstungen“,
- DGUV Information 213-055 „Retten aus Behältern, Silos und engen Räumen“ oder das Merkblatt T 010 „Retten aus Behältern, Silos und engen Räumen“ (früher BGI 5028),
- DGUV Regel 113-004 „Behälter, Silos und enge Räume“, Abschnitt 6.

³ Die Betriebsanweisung muss vor allem auf folgende Punkte eingehen:

- Gefährdungen gemäß der Gefährdungsbeurteilung,
- Verhalten bei der Benutzung von PSA zum Retten,
- Verhalten bei festgestellten Mängeln.

⁴ Definiert wird der Sachkundige in Abschnitt 7.2 der DGUV Regel 112-199 „Retten aus Höhen und Tiefen mit persönlichen Absturzschutzausrüstungen“.

herausgezogen werden kann. Ist das aus zwingenden Gründen nicht möglich, müssen Sie andere Maßnahmen⁶ einplanen.

Arbeiten ohne ständige Verbindung zwischen Rettungsgerät und Gurt sollten die Ausnahme⁷ bilden. In diesen Fällen muss sichergestellt werden, dass keine akute Gefahrstoffexposition und kein Sauerstoffmangel auftreten können!

Bedenken Sie auch, dass die Retter ggf. selbst gesichert werden müssen.

Reinigung und Aufbewahrung

Das sorgfältige Reinigen gemäß Gebrauchsanleitung sowie die ordnungsgemäße Lagerung verlängern die Benutzungsdauer⁸ der PSA zum Retten.

Lagern Sie die PSA an einem trockenen, lichtgeschützten Ort. Schützen Sie die Bestandteile vor aggressiven Stoffen wie Säuren, Laugen, Ölen oder Fetten, vor Funkenflug, vor höheren Temperaturen ab 60 °C (Textil-Faserwerkstoffe) bzw. tieferen Temperaturen ab -10 °C (Kunststoffteile).

⁵ Während Rettungsgurte nur der Rettung dienen, können viele Auffanggurte zum Zugang, gegen Absturz und zur Rettung verwendet werden.

⁶ Alternative Maßnahmen:

- Bereithalten von geeignetem Atemschutz: Rettungskräfte können unverzüglich zum Verunglückten vorstoßen,
- Bereithalten von Ausrüstung zum Auftrennen der Behälterwandung: schnelles Erreichen des Behälterinneren.

⁷ Gegengründe für die ständige Verbindung zwischen Rettungsgerät und Gurt:

- gleichzeitiges Arbeiten mehrerer Personen im Behälter (gegenseitige Behinderung durch mehrere Seile),
- Einbauten, die zum Verfangen des Seils führen können,
- örtliche Gegebenheiten, z.B. häufige Richtungsänderungen.

⁸ Bei normalen Einsatzbedingungen sollten Verbindungsmittel nach ca. 4 bis 6 Jahren und Gurte nach ca. 6 bis 8 Jahren ausgesondert werden. Beachten Sie die Angaben in der Gebrauchsanleitung.

Fachinformationen

15.5.5 Unterweisung und Übung: Was?

Unterweisungen und praktische Übungen sind für eine schnelle, schonende Rettung unerlässlich. Als Unternehmer sind Sie dafür verantwortlich¹, dass Ihre Mitarbeiter über die notwendigen Kenntnisse und Fertigkeiten verfügen.

Machen Sie Ihre Mitarbeiter mit der Benutzung² der PSA zum Retten und den damit verbundenen Gefährdungen vertraut. Berücksichtigen Sie dabei die Gebrauchsanleitung der Hersteller und den Erlaubnis-schein bzw. die Betriebsanweisung.

Führen Sie zusätzlich praktische Übungen durch, damit Ihre Mitarbeiter auch handlungsorientierte Fertigkeiten erwerben. Sehen Sie sich dazu auch das Video³ zum richtigen Anlegen des Gurtes an.

Neben der PSA-Benutzung sind der Umgang mit Feuerlöscheinrichtungen⁴, Atemschutzgeräten und Maßnahmen der Ersten Hilfe⁵ praktisch zu üben.

¹ Siehe § 12 Arbeitsschutzgesetz und §§ 4 und 31 der DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“.

² Folgende Punkte sollten Sie bei der Unterweisung der PSA-Benutzung beachten:

- Besonderheiten der einzelnen Ausrüstungsbestandteile,
- richtiges Anschlagen und Installieren,
- Sichtprüfung und Erkennen von Schäden,
- richtiges Anlegen des Gurtes,
- bestimmungsgemäße Benutzung,
- ordnungsgemäße Aufbewahrung.

³ Querverweis in das Kapitel 3 „Organisation und Arbeitsplanung, Schutzmaßnahmen III: Anpassen des Auffanggurtes“.

⁴ Entsprechend der zu löschenden Stoffe sind Schaumlöscher oder Wasser geeignet. CO₂- und Pulverlöschmittel sind für Behälter, Silos und enge Räume ungeeignet.

⁵ Zu den Maßnahmen der Ersten Hilfe zählt z.B. der Umgang mit Personen, die längere Zeit im Gurt hängen.

Um einen orthostatischen Schock (Hängetrauma) durch zu langes Hängen zu vermeiden, sollte die Person im Gurt ihre Beine bewegen bzw. mit einem extra Seil eine Trittschlinge erstellen.

Fachinformationen

15.5.6 Unterweisung und Übung: Wer und wann?

Wer wird unterwiesen?

Unterwiesen werden alle Personen, die an den Rettungsmaßnahmen beteiligt sind. Das sind insbesondere der Sicherungsposten¹, aber z.B. auch außerbetriebliche Rettungskräfte.

Wann wird unterwiesen?

Unterweisungen und Übungen finden in angemessener Dauer² vor Beginn der Arbeit bzw. vor der ersten Benutzung der PSA zum Retten statt. Wiederholen Sie diese Maßnahmen nach Bedarf in regelmäßigen Abständen, mindestens aber einmal jährlich.

Wer unterweist?

Mit der Durchführung der Übungen dürfen Sie nur eine Person mit erforderlicher Fachkunde³ beauftragen. Diese benötigt umfassende Kenntnisse über die benutzte Ausrüstung⁴ und praktische Erfahrungen bei der Durchführung von Übungen. Besuchen Sie dazu das Seminar "Retten aus Höhen und Tiefen" der BG RCI.

¹ Der Sicherungsposten ist der Erste, der an Ort und Stelle notwendige Rettungsmaßnahmen einleiten und bei Bedarf Hilfe herbeiholen kann. Er muss mit der PSA zum Retten bestens vertraut sein und Maßnahmen der Ersten Hilfe ausführen können.

² Für die theoretische Erstunterweisung sind erfahrungsgemäß ca. 2 Stunden vorzusehen.

Die Zeitdauer der praktischen Übungen kann je nach Rettungssituation 2 bis 5 Stunden betragen.

³ Die erforderliche Fachkunde kann gemäß dem BG-Merkblatt T 010 „Retten aus Behältern, Silos und engen Räumen“ (früher BGI 5028) wie folgt erworben werden:

- in Lehrgängen der Berufsgenossenschaften,
- durch Einweisungen der Hersteller der PSA zum Retten,
- in Speziallehrgängen (z.B. des Technischen Hilfswerkes oder der Feuerwehr), wenn die Inhalte mit dem berufsgenossenschaftlichen Regelwerk übereinstimmen.

⁴ Besteht bei den Übungen Absturzgefahr, ist in jedem Fall auch eine Zweitsicherung, z.B. ein Höhensicherungsgerät zu verwenden.

Fachinformationen

15.5.7 Beispiel einer Rettung

Schauen Sie sich zum Abschluss das folgende Rettungsbeispiel an. Es macht deutlich, wie wichtig Planung und Übung für den schnellen und erfolgreichen Rettungsablauf sind.



Sprechertext des Videos:

Ein Kanal soll mit einem Höhensicherungsgerät inklusive Rettungshubfunktion befahren werden.

Der Sicherungsposten hakt sein mitlaufendes Auffanggerät gegen Absturz ein.

Jetzt wird das Höhensicherungsgerät in den Auffanggurt des Mitarbeiters eingehakt.

Das Sicherungsseil ist an der hinteren Fangöse des Gurtes befestigt. So stört es nicht beim Abstieg. Bei einer möglichen Rettung kann der Mitarbeiter senkrecht aus dem Einsteig herausgezogen werden.

Der Notfall tritt ein: Bewusstlos liegt der Mitarbeiter im Kanal.

Jetzt zahlen sich die gute Planung und die praktischen Rettungsübungen im Vorfeld aus: Die Hubfunktion am Höhensicherungsgerät ermöglicht die Rettung. Wie geübt bedient der Sicherungsposten die Kurbel. Er handelt schnell, aber ruhig.

Zug um Zug wird der Bewusstlose aus dem Kanal gezogen.

Der Sicherungsposten kurbelt, bis er den Verunglückten am Gurt fassen kann. Er entfernt alle Absturz- und Rettungsverbindungen – zunächst bei seinem Kollegen und dann bei sich selbst.

Jetzt kann er den Verunglückten aus der Gefahrenzone ziehen. Er öffnet alle engen Gurte, leistet Erste Hilfe und betätigt den Notruf.