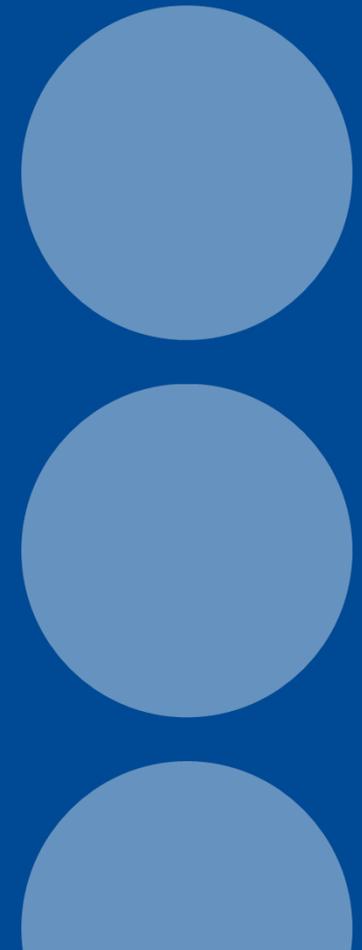


Gefährdungen durch Brände und Explosionen beim Betrieb von Reinigungseinrichtungen

Muster-Gefährdungsbeurteilung nach DGUV
Information 209-088 „Reinigen von
Werkstücken mit Reinigungsflüssigkeiten“

Fachveranstaltung Reinigen,
Hr. Dr. A. Voßberg, 01.06.23



Inhalt

1. Muster-Gefährdungsbeurteilung nach DGUV Information 209-088
2. Gefährdungen durch Brände und Explosionen
3. Schutzmaßnahmen gegen Brände und Explosionen
4. Beurteilung der Explosionsgefahr außerhalb von Reinigungseinrichtungen
5. Explosionsschutzdokument (Beispiel)
6. Zusammenfassung

DGUV Info 209-088 „Reinigen von Werkstücken mit Reinigungsflüssigkeiten“



1. Aufbau der DGUV Info 209-088

Gefährdungsbeurteilung aus:

Grundsätzliche
Gefährdungen
und Präventions-
maßnahmen

Besondere
Arbeitsplätze
und Tätigkeiten

	Seite		Seite
1	Anwendungsbereich	5	5
2	Begriffsbestimmungen	6	5
3	Grundsätzliche Präventionsmaßnahmen	10	Prüfungen
3.1	Allgemein	10	5.1. Allgemein
3.1.1	Betriebsanweisung	10	5.2. Elektrische Anlagen und ortsfeste elektrische Betriebsmittel
3.1.2	Unterweisungen	11	5.3. Absaugung und technische Lüftung
3.1.3	Persönliche Schutzausrüstung	11	5.4. Prüfung von Arbeitsmitteln und technischen Maßnahmen in explosionsgefährdeten Bereichen
3.1.4	Prüfungen	12	
3.2	Anforderungen an Räume und Bereiche	12	Anhang 1a
3.2.1	Lüftung, Absaugung	12	Beispiele zur Beurteilung der Explosionsgefahr außerhalb von Reinigungseinrichtungen mit entzündbaren Flüssigkeiten
3.2.2	Brandgefährdete Bereiche	13	
3.2.3	Explosionsgefährdete Bereiche	13	Anhang 1b
3.3	Bereitstellung und Beschaffenheit von Arbeitsmitteln	14	Auszug aus der TRBS 2152 Teil 2/TRGS 722
3.3.1	Allgemeine Anforderungen	14	
3.3.2	Besondere Anforderungen an Maschinen und Anlagen, die unter den Geltungsbereich der EG-Maschinenrichtlinie fallen	14	Anhang 2
3.4	Gefahrstoffe	14	Zündquellenarten und Schutzmaßnahmen
3.4.1	Gefährdungen	15	
3.4.2	Substitutionsprüfung	16	Anhang 3
3.4.3	Schutzmaßnahmen	17	Gefährdungsmatrix zur Beurteilung der dermalen Gefährdung nach TRGS 401
3.5	Maßnahmen gegen Brände und Explosionen	25	
3.5.1	Gefährdungen durch Brände	25	Anhang 4
3.5.2	Gefährdungen durch Explosionen	26	Muster-Gefährdungsbeurteilung 1, Teilereinigung 1, Reinigen von Metallkleinteilen 1, Reiniger 1
3.6	Schutzmaßnahmen gegen biologische Gefährdungen	28	
4	Besondere Arbeitsplätze und Tätigkeiten	29	Anhang 5
4.1	Allgemeine Schutzmaßnahmen	29	Muster-Gefährdungsbeurteilung 2, Teilereinigung 2, Reinigen von Metallkleinteilen 2, Reiniger 2
4.2	Reinigungsgefäße	29	
4.3	Reinigungsische	30	Anhang 6
4.4	Reinigungsanlagen	31	Muster-Betriebsanweisung 1, Handanlage, Hochalkalische Reinigung
4.5	Reinigungseinrichtungen mit Ultraschall oder mit Druckfluten	31	
4.6	Vorübergehende Reinigungsplätze	32	Anhang 7
4.6.1	Allgemeine Anforderungen	32	Muster-Betriebsanweisung 2, Reinigungsplatz, Reinigen und Entfetten von Metallteilen
4.6.2	Spezielle Anforderungen bei der Reinigung mit wässrigen Reinigungsflüssigkeiten	32	
4.6.3	Spezielle Anforderungen bei der Reinigung mit nicht-wässrigen Reinigungsflüssigkeiten und bei der Reinigung mit Lösemitteln	32	Anhang 8
4.7	Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten	33	Muster-Explosionsschutzdokument
4.7.1	Allgemeines	33	
4.7.2	Arbeiten in Behältern oder engen Räumen	34	Anhang 9
4.7.3	Störungen	35	Vorschriften und Regeln
4.7.4	Entsorgung	35	
			Bildnachweis
			66
			Notizen
			68

Prüfungen

Anhänge mit
Beispielen
und
Musterlösungen

Quelle: DGUV Info 209-088, Stand: 08/2017

1. Aufbau der DGUV Info 209-088

Abschnitt 3
Gefährdungsbeurteilung:

Grundsätzliche Gefährdungen
und Präventionsmaßnahmen

3	Grundsätzliche Präventionsmaßnahmen.....	10
3.1.	Allgemein	10
3.1.1.	Betriebsanweisung.....	10
3.1.2.	Unterweisungen	11
3.1.3.	Persönliche Schutzausrüstung.....	11
3.1.4.	Prüfungen	12
3.2.	Anforderungen an Räume und Bereiche	12
3.2.1.	Lüftung, Absaugung	12
3.2.2.	Brandgefährdete Bereiche	13
3.2.3.	Explosionsgefährdete Bereiche	13
3.3.	Bereitstellung und Beschaffenheit von Arbeitsmitteln	14
3.3.1.	Allgemeine Anforderungen	14
3.3.2.	Besondere Anforderungen an Maschinen und Anlagen, die unter den Geltungsbereich der EG-Maschinenrichtlinie fallen	14
3.4.	Gefahrstoffe	14
3.4.1.	Gefährdungen	15
3.4.2.	Substitutionsprüfung	16
3.4.3.	Schutzmaßnahmen	17
3.5.	Maßnahmen gegen Brände und Explosionen	25
3.5.1.	Gefährdungen durch Brände	25
3.5.2.	Gefährdungen durch Explosionen	26
3.6.	Schutzmaßnahmen gegen biologische Gefährdungen	28

Quelle: DGUV Info 209-088, Stand 08/2017

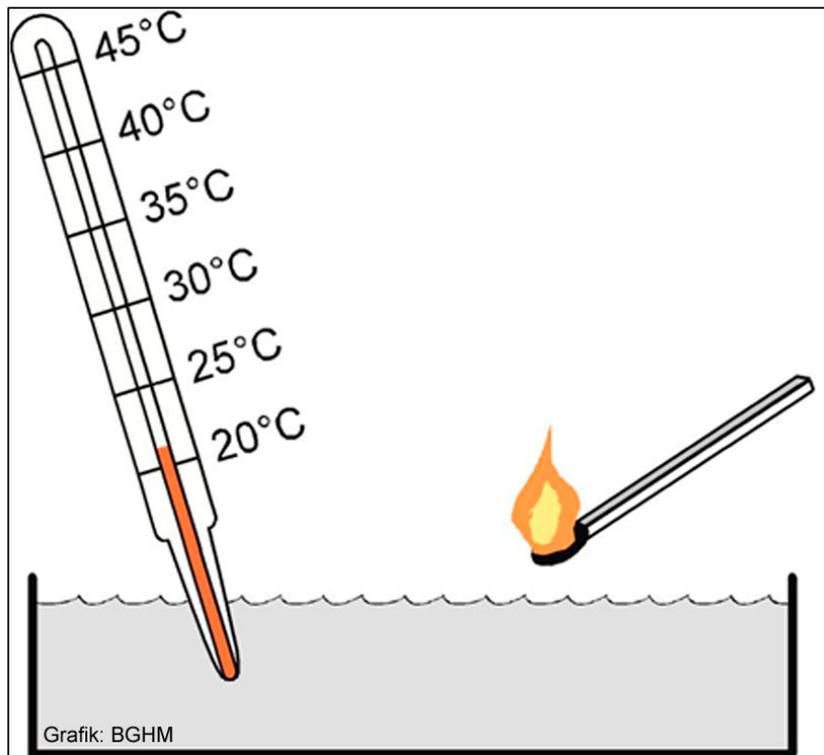
2. Gefährdungen durch Brände



3.2.2 Brandgefährdete Bereiche

- Bereich von **5 m** um die Verarbeitungsstelle gilt als brandgefährdet, wenn entzündbare Reinigungsmittel (Lösemittel) verwendet werden.
- Reduzierung auf **2 m**, wenn folgende Bedingungen **gleichzeitig** erfüllt sind:
 - maximale Temperatur der Reinigungsflüssigkeit liegt 15 K unter deren Flammpunkt,
 - Flammpunkt des Lösemittels liegt über 60 °C,
 - in der Anlage eingesetzte Lösemittelmenge beträgt nicht mehr als 0,2 m³,
 - Lösemittel werden nicht oder nur innerhalb einer geschlossenen Anlage verspritzt oder versprüht,
 - außerhalb der geschlossenen Anlage ist kein explosionsgefährdeter Bereich aufgrund anderer Quellen vorhanden.

2. Gefährdungen durch Brände



Entzündbarkeit → Flammpunkt

Der Flammpunkt ist die niedrigste Temperatur, bei der sich aus der zu prüfenden Flüssigkeit unter festgelegten Bedingungen Dämpfe in solcher Menge entwickeln, dass sie mit der Luft über dem Flüssigkeitsspiegel entzündet werden können.

2. Gefährdungen durch Brände



3.2.2 Brandgefährdete Bereiche

- auf Festlegung eines brandgefährdeten Bereichs bei Verwendung von Lösemitteln kann **verzichtet** werden, wenn **gleichzeitig** folgende Bedingungen erfüllt sind:
 - Der Flammpunkt des Lösemittels liegt über 60 °C.
 - Die verwendete Menge an Lösemittel beträgt weniger als 10 l.
 - Die Lösemittel werden nicht über den unteren Explosionspunkt erwärmt.
 - Es werden keine Lösemittel verspritzt oder versprüht.
- Die erforderlichen Brandschutzmaßnahmen richten sich in diesem Fall nach den sonstigen betrieblichen Bedingungen in der Nähe der Reinigungseinrichtung.

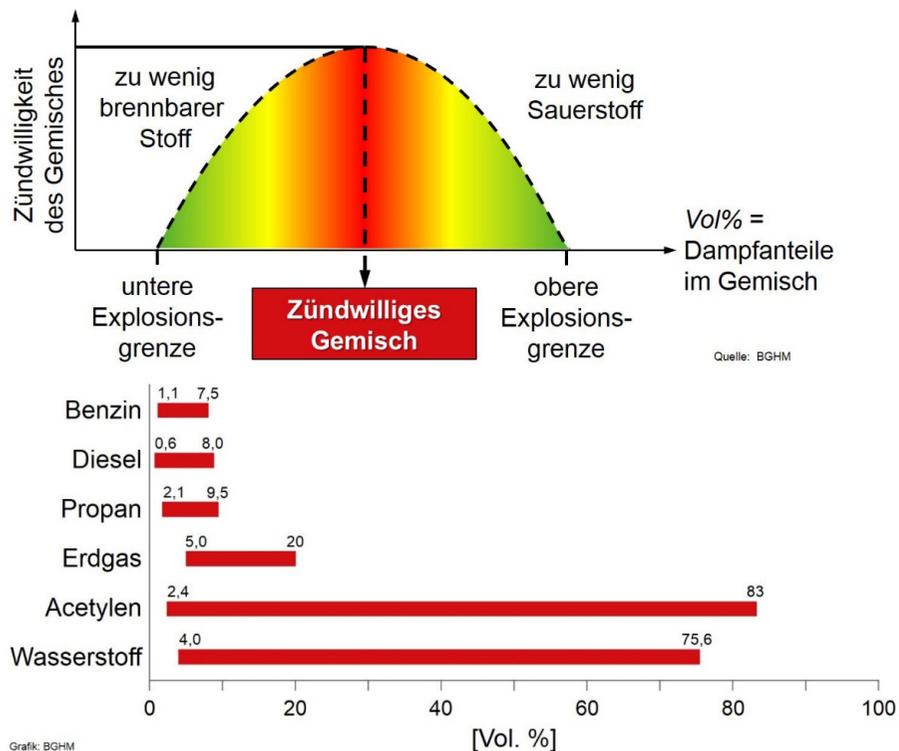
2. Gefährdungen durch Explosionen



3.2.3 Explosionsgefährdete Bereiche

- Explosionsgefährdete Bereiche sind bei Verwendung von entzündbaren Reinigungsmitteln (Lösemitteln) festzulegen, wenn:
 - die Verarbeitungstemperatur des Lösemittels nicht dauerhaft zuverlässig unter dem unteren Explosionspunkt liegt, oder
 - die Lösemittel verspritzt / versprüht werden.

Explosionsgrenzen : Grenzen des Explosionsbereichs



UEG = untere Explosionsgrenze:

Niedrigste Konzentration eines Dampfes, Gases, bei der eine Explosion möglich ist.

OEG = obere Explosionsgrenze:

Höchste Konzentration eines Dampfes, Gases, bei der noch eine Explosion möglich ist.

UEP = unterer Explosionspunkt:

Temperatur einer brennbaren Flüssigkeit, bei der die Konzentration des gesättigten Dampfes im Gemisch mit Luft die untere Explosionsgrenze erreicht

3. Schutzmaßnahmen gegen Brände

3.5.1 (Schutzmaßnahmen bei) Gefährdungen durch Brände

- in brandgefährdeten Bereichen
 - dürfen offene Flammen und sonstige wirksame **Zündquellen** (z. B. Flexarbeiten, Schweißarbeiten) nicht vorhanden sein;
 - müssen zusätzlich geeignete und gebrauchsfertige **Feuerlöscheinrichtungen** in ausreichender Zahl vorhanden sein;
- muss sichergestellt sein, dass auch bei Betriebsstörungen keine Reinigungsflüssigkeiten in elektrische Ausrüstungen eindringen können.



3. Schutzmaßnahmen gegen Brände

3.5.1 (Schutzmaßnahmen bei) Gefährdungen durch Brände

- Brandgefährdete Bereiche sind entsprechend ASR A1.3 mit dem Verbotssymbol P003 zu kennzeichnen.
- In brandgefährdeten Bereichen darf die Brandlast durch nicht benötigtes Material nicht noch weiter erhöht werden.
- Brennbare Abfälle sind in verschließbaren, nichtbrennbaren Behältern aufzubewahren und sachgerecht zu entsorgen.

Dazu gehören z. B. gebrauchte Filter und gebrauchte Reinigungstücher, die brennbare Reinigungsflüssigkeiten enthalten.



Quelle: H. ZWEI, S. Werbeagentur GmbH

3. Schutzmaßnahmen gegen Explosionen

3.5.2 (Schutzmaßnahmen bei) Gefährdungen durch Explosionen

- I. Sichere Verhinderung des Auftretens gefährlicher explosionsfähiger Gemische (g. e. G.).
- II. Kann das Auftreten von g. e. G. nach I. nicht sicher verhindert werden, sind Schutzmaßnahmen zu ergreifen, um eine Zündung zu vermeiden.
 - Festlegung von Maßnahmen und Auswahl der Arbeitsmittel anhand der Einteilung der explosionsgefährdeten Bereiche in Zonen und des Durchführens entsprechender Zuordnungen (in Anlehnung an die GefStoffV, Anhang 1, Nr. 1.7).
 - Beispiele im Anhang 1a der DGUV Information 209-088.

3. Schutzmaßnahmen gegen Explosionen

3.5.2 (Schutzmaßnahmen bei) Gefährdungen durch Explosionen

- Zuordnung zwischen den ATEX Gerätekategorien und den Zonen:

Zone	Häufigkeit g. e. A.)*	verwendbare Gerätekategorie	Vermeidung wirksamer Zündquellen
0	langzeitig, ständig oder häufig	1G	im Normalbetrieb, bei üblicherweise zu erwartenden und bei seltenen Betriebsstörungen
1	gelegentlich	2G und 1G	im Normalbetrieb und bei üblichen Betriebsstörungen
2	selten und kurzzeitig	3G, 2G und 1G	im Normalbetrieb

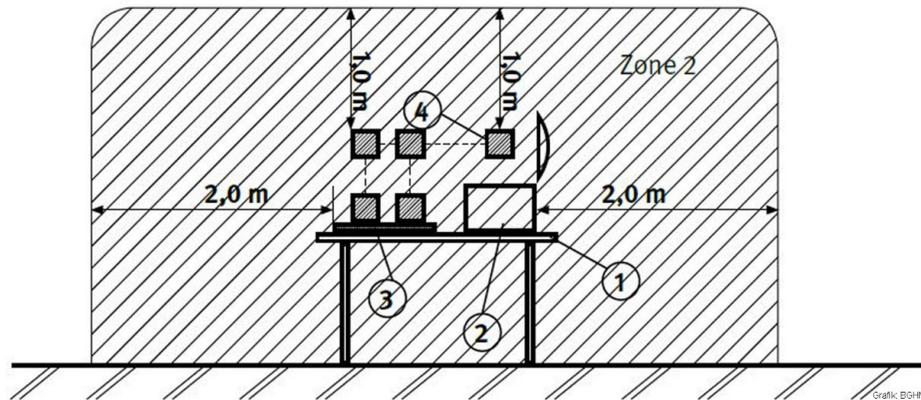
)* gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre

3. Schutzmaßnahmen gegen Explosionen

3.5.2 (Schutzmaßnahmen bei) Gefährdungen durch Explosionen

- Aus Zoneneinteilung folgen die Anforderungen an die Vermeidung von Zündquellen und die notwendigen Schutzmaßnahmen.
Bei Einteilung der explosionsgefährdeten Bereiche in Zonen sind besonders die Angaben des Herstellers in der **Betriebsanleitung** der für die Reinigungseinrichtung heranzuziehen.
- Die Anforderungen an den Explosionsschutz von Reinigungseinrichtungen als Ganzes werden durch die **DIN EN 12921 Teil 1 und Teil 3** abgedeckt.

3. Schutzmaßnahmen gegen Explosionen



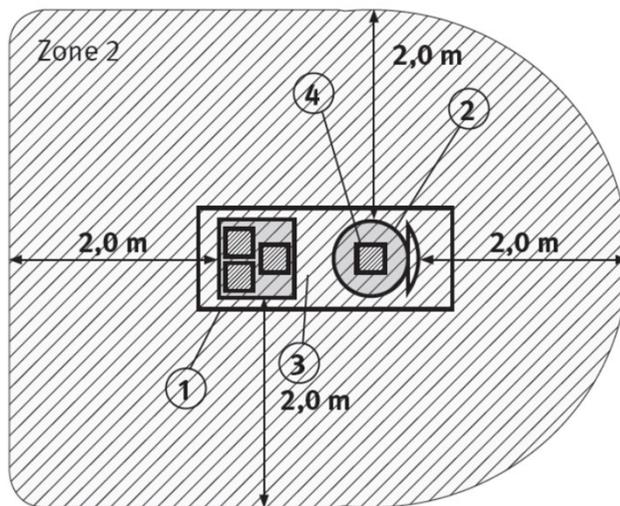
Zoneneinteilung aus dem Beispiel 6a des Anhangs 1a der DGUV I 209-088

- ① Tisch
- ② Reinigungsbehälter
- ③ Ablagefläche
- ④ gereinigte Teile

- Reinigen von Werkstücken im offenen Behälter (10 l Reinigungsgefäß) ohne Beheizung, gereinigte Werkstücke tropfen über dem Reinigungsgefäß ab, kein Versprühen der Reinigungsflüssigkeit, Lösemittel-Emissionsquellen: Badoberfläche, Behälteröffnung, benetztes Werkstück und Anschlagmittel.
- Die Verarbeitungstemperatur der Reinigungsflüssigkeit unterschreitet die Grenztemperatur. In seltenen Fällen kann die Temperatur für kurze Zeit maximal bis zur Grenztemperatur ansteigen:

$$T_{OP} \leq T_{Grenz} \leq T_{UEP}$$

3. Schutzmaßnahmen gegen Explosionen



Zoneneinteilung aus dem Beispiel 6a des Anhangs 1a der DGUV I 209-088

- ① Tisch
- ② Reinigungsbehälter
- ③ Ablagefläche
- ④ gereinigte Teile

- Zone 2:
2 m horizontal von den Lösemittel-Emissionsquellen und 1 m über den Lösemittel-Emissionsquellen:
im Bereich des Reinigungsgefäßes,
der abtropfenden Teile über dem Gefäß,
der auf dem Tisch abgelegten gereinigten Werkstücke.
- Beim Einsatz von Reinigungsflüssigkeiten mit anderen sicherheitstechnischen Kenngrößen können sich die Zoneneinteilungen ändern.

Aufbau der DGUV Info 209-088

Abschnitt 4

Gefährdungsbeurteilung:

Besondere Arbeitsplätze und Tätigkeiten

4	Besondere Arbeitsplätze und Tätigkeiten	29
4.1.	Allgemeine Schutzmaßnahmen	29
4.2.	Reinigungsgefäße.....	29
4.3.	Reinigungstische.....	30
4.4	Reinigungsanlagen	31
4.5	Reinigungseinrichtungen mit Ultraschall oder mit Druckfluten	31
4.6	Vorübergehende Reinigungsplätze	32
4.6.1	Allgemeine Anforderungen	32
4.6.2	Spezielle Anforderungen bei der Reinigung mit wässrigen Reinigungsflüssigkeiten	32
4.6.3	Spezielle Anforderungen bei der Reinigung mit nicht-wässrigen Reinigungsflüssigkeiten und bei der Reinigung mit Lösemitteln.....	32
4.7	Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten	33
4.7.1	Allgemeines	33
4.7.2	Arbeiten in Behältern oder engen Räumen	34
4.7.3	Störungen	35
4.7.4	Entsorgung.....	35

Aufbau der DGUV Info 209-088

Abschnitt 5

Gefährdungsbeurteilung:

Prüfungen

5	Prüfungen	37
5.1.	Allgemein	37
5.2.	Elektrische Anlagen und ortsfeste elektrische Betriebsmittel	37
5.3.	Absaugung und technische Lüftung	37
5.4.	Prüfung von Arbeitsmitteln und technischen Maßnahmen in explosionsgefährdeten Bereichen.....	38

4. Beurteilung der Explosionsgefahr außerhalb von Reinigungseinrichtungen

Anhänge
Gefährdungsbeurteilung:

Anhänge mit Beispielen
und Musterlösungen

Anhang 1a Beispiele zur Beurteilung der Explosionsgefahr außerhalb von Reinigungseinrichtungen mit entzündbaren Flüssigkeiten 39	Anhang 6 Muster-Betriebsanweisung 1, Handanlage, Hochalkalische Reinigung 56
Anhang 1b Auszug aus der TRBS 2152 Teil 2/TRGS 722 43	Anhang 7 Muster-Betriebsanweisung 2, Reinigungsplatz, Reinigen und Entfetten von Metallteilen 57
Anhang 2 Zündquellenarten und Schutzmaßnahmen 49	Anhang 8 Muster-Explosionsschutzdokument 58
Anhang 3 Gefährdungsmatrix zur Beurteilung der dermalen Gefährdung nach TRGS 401 50	Anhang 9 Vorschriften und Regeln 61
Anhang 4 Muster-Gefährdungsbeurteilung 1, Teilereinigung 1, Reinigen von Metallkleinteilen 1, Reiniger 1 52	Bildnachweis 66
Anhang 5 Muster-Gefährdungsbeurteilung 2, Teilereinigung 2, Reinigen von Metallkleinteilen 2, Reiniger 2 54	Notizen 68

Quelle: DGUV Info 209-088, Stand: 08/2017

Quelle: DGUV Info 209-088, Stand: 08/2017

Anhang 1 a: Beispiele zur Beurteilung der Explosionsgefahr außerhalb von Reinigungseinrichtungen mit entzündbaren Flüssigkeiten

Explosionsgefahren können beim Umgang mit entzündbaren Reinigungsflüssigkeiten auftreten, wenn sie in feiner Verteilung als Gase, Dämpfe oder Nebel (Flüssigkeitströpfchen oder Aerosole) vorliegen, ihre Konzentration im Gemisch mit Luft innerhalb bestimmter Grenzen liegt (Explosionsgrenzen) und die Gemischmenge gefährdend ist („gefährliche explosionsfähige Atmosphäre g. e. A.“).

Eine Explosion kann vermieden werden, indem man wirksame Zündquellen vermeidet. Zur Wirksamkeit von Zündquellen siehe z. B. **TRBS 2152 Teil 3**, DGUV Regel 113-001 „Explosionsschutz-Regeln (EX-RL)“ sowie DIN EN 1127-1.

Die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten Ausführungsbeispiele stellen eine Auswahl aus einer Vielzahl von praktisch vorkommenden Fällen dar. Sie dienen als Entscheidungshilfe bei der Auswahl von Schutzmaßnahmen für die Vermeidung von Explosionsgefahren.

Die Beurteilung der Explosionsgefahr muss sich stets auf den Einzelfall beziehen.

Quelle: DGUV Info 209-088, Stand: 08/2017

Die in den einzelnen Beispielen aufgeführten Maßnahmen sind für den Normalbetrieb ausreichend. Für die erstmalige Inbetriebnahme und für das wiederholte An- und Abfahren einer Anlage sowie gegebenenfalls für Instandhaltungsarbeiten sind jedoch besondere Überlegungen zu treffen, die zu weitergehenden Schutzmaßnahmen führen können.

Bei den in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten Ausführungsbeispielen werden

in den **Spalten 2 und 3** die Beispiele und die sicherheitsrelevanten Merkmale aufgeführt

in **Spalte 4** die möglichen Lüftungsmaßnahmen im Arbeitsbereich, d. h. im Aufenthaltsbereich von Personen, angegeben

in **Spalte 5** die sich hieraus ergebende Einteilung und Ausdehnung der verbleibenden explosionsgefährdeten Bereiche angegeben

In Zweifelsfällen helfen die entsprechenden Ausführungen in der DGUV Regel 113-001 „Explosionsschutz-Regeln (EX-RL)“ inklusive EX-RL-Beispielsammlung und den dort genannten technischen Regeln sowie DIN EN 1127-1 bei der Entscheidungsfindung.

Zur Zoneneinteilung siehe auch die Abschnitte 2 Nr. 21 und 3.5.2.

TRBS 2152 Teil 2 → **TRGS 722**
(zurückgezogen) (aktuelle Fassung
14.03.2022)

TRBS 2152 Teil 3 → **TRGS 723**
(zurückgezogen) (aktuelle Fassung
02.10.2020)

TRBS 2152 Teil 4 → **TRGS 724**
(zurückgezogen) (aktuelle Fassung
26.08.2019)

Anhang 1 a: Beispiele zur Beurteilung der Explosionsgefahr außerhalb von Reinigungseinrichtungen mit entzündbaren Flüssigkeiten

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutz- maßnahmen nach TRBS 2152 Teil 2)*	Festlegung der Zonen Zündquellenvermeidung nach TRBS 2152 Teil 3	Schutz- maßnahmen nach TRBS 2152 Teil 4
1.	Inneres und Umgebung von Reinigungseinrichtungen mit entzündbaren Flüssigkeiten Anlagentyp A	Entsprechend DIN EN 12 921-3 werden Anlagen, in denen brennbare Reinigungsflüssigkeiten verwendet werden, unterteilt in die Typen A, A1, A2, B, C. Reinigungsanlagen, in denen bei bestimmungsgemäßer Verwendung keine explosionsfähige Atmosphäre während des Normalbetriebs auftritt, bei denen die Flüssigkeit unter diesen Umständen die Grenztemperatur im Normalbetrieb nicht erreichen kann und in denen beim Versprühen von Flüssigkeiten keine explosionsfähige Atmosphäre durch Aerosole erzeugt werden kann (DIN EN 12921-3).			
1.1	Anlagentyp A ₁	Die Anlage besitzt keine Heizquellen, durch die die Reinigungsflüssigkeit bis zur Grenztemperatur erwärmt werden kann. Die Reinigungsflüssigkeit wird nicht versprüht (DIN EN 12921-3). $T_{OP} < T_{Grenz} < UEP$	2.4.4.2	keine Zone	keine
1.2	Anlagentyp A ₂	Die Anlage ist mit einem Heizsystem, einem Ultraschallschwinger, einer Umwälzpumpe oder einer sonstigen Heizquelle ausgestattet, deren Energie ausreicht, um die Reinigungsflüssigkeit bis zur Grenztemperatur zu erwärmen. Die Reinigungsflüssigkeit wird nicht versprüht (DIN EN 12921-3). $T_{OP} \leq T_{Grenz} < UEP$ Ultraschall-Einrichtungen gelten als Heizung.	2.4.4.2	Zone 2: im Innern der Anlage sowie 2,5 m horizontal und 1,0 m über der Quelle bis zum Boden	keine
1.3	Typ A-Anlagen	Die Verarbeitungstemperatur der Reinigungsflüssigkeit liegt über der Grenztemperatur. Prozessbedingt ist außerhalb der Anlage nur selten und kurzzeitig mit dem Auftreten von g. e. A. zu rechnen.	2.4.4.2	Zone 0: im Innern Zone 2: 2,5 m horizontal und 1,0 m über der Quelle bis zum Boden	keine

Quelle: DGUV Info 209-088, Stand: 08/2017

EN 12921-3

Abschnitt 3.15 - Begriffe

Abschnitt 5.6.3.3 - Einteilung in Gefahrenzonen

Anhang C - Einteilung in Gefahrenzonen - Beispiele

DGUV Information 209-088

26. Verarbeitungstemperatur der Reinigungsflüssigkeit T_{OP} ist der höchste Wert der Temperatur, resultierend aus Raumtemperatur, Temperatur des Werkstücks und/oder der Anlage und Lösemitteltemperatur.

27. Grenztemperatur T_{Grenz} ist die Temperatur, die sich aus dem Flammpunkt einer Reinigungsflüssigkeit abzüglich einer Sicherheitstoleranz ergibt.

TRBS 2152 TRGS 722

Abschnitt 4.6.2

Natürliche Lüftung

Anhang 1 a: Beispiele zur Beurteilung der Explosionsgefahr außerhalb von Reinigungseinrichtungen mit entzündbaren Flüssigkeiten

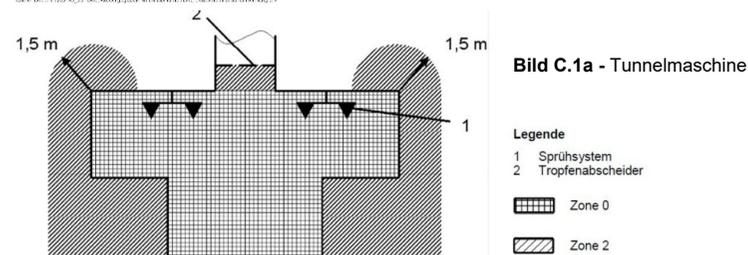
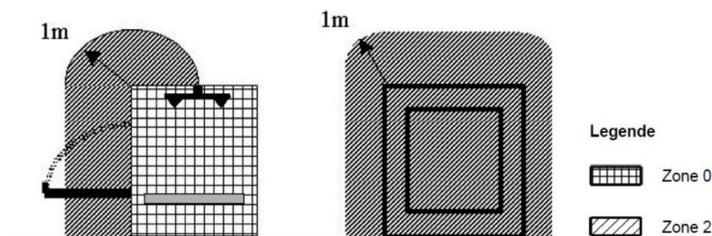
Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutz- maßnahmen nach TRBS 2152 Teil 2)*	Festlegung der Zonen Zündquellenvermeidung nach TRBS 2152 Teil 3	Schutz- maßnahmen nach TRBS 2152 Teil 4
2	Anlagentyp B	Anlagen mit/ohne Heizung, in denen die Reinigungsflüssigkeit mit einem Sprühdruk von mehr als 70 kPa versprüht wird, und in denen die Flüssigkeitstemperatur immer kleiner als die oder gleich der Grenztemperatur ist (DIN EN 12921-3) $T_{OP} \leq T_{Grenz} \leq UEP$ Wirksame Zündquellen im Sprühbereich sicher vermieden Ultraschall-Einrichtungen gelten als Heizung.			
	a) geschlossene Anlage		2.4.4.3	Zone 0: Im Inneren der Reinigungsanlage, in der im Normalbetrieb Nebel auftritt, bzw. im Sprühbereich Zone 1: Übriger Bereich im Innern und in den Abluftleitungen der technischen Lüftung bis zum Tropfenabscheider oder bis zum Auslass Zone 2: 1,0 m um die Eingangstür zum Sprühbereich bis zum Boden	keine
	b) Tunnelanlage		2.4.4.3	Zone 0: Im Inneren der Reinigungsanlage, in der im Normalbetrieb Nebel auftritt, bzw. im Sprühbereich Zone 1: Übriger Bereich im Innern und in den Abluftleitungen der technischen Lüftung bis zum Tropfenabscheider oder bis zum Auslass Zone 2: 1,5 m um die Öffnungen bis zum Boden	keine

Quelle: DGUV Info 209-088, Stand 08/2017

TRGS 722
Abschnitt 4.6.3
Technische Lüftung / Raumlüftung
~~Technische Lüftung~~

DIN EN 12921-3

Bild C.1b - Zoneneinteilung an Typ B-Anlagen, in den brennbare Reinigungsflüssigkeiten verwendet werden

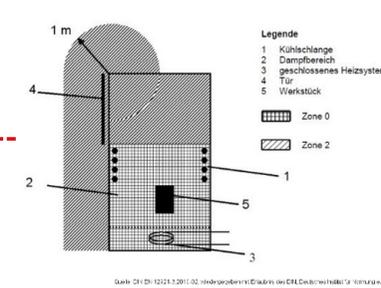


Quelle: DIN EN 12921-3, 2010-02, wiedergegeben mit Erlaubnis des DRL, Deutsches Institut für Normung e.V.

Anhang 1 a: Beispiele zur Beurteilung der Explosionsgefahr außerhalb von Reinigungseinrichtungen mit entzündbaren Flüssigkeiten

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutz- maßnahmen nach TRBS 2152 Teil 2)*	Festlegung der Zonen Zündquellenvermeidung nach TRBS 2152 Teil 3	Schutz- maßnahmen nach TRBS 2152 Teil 4
3	Anlagentyp C	Reinigungsanlagen, in denen die Flüssigkeit eine Temperatur erreichen kann, bei der mit dem Auftreten einer explosionsfähigen Atmosphäre während des Normalbetriebs zu rechnen ist. Diese Anlagen sind mit einer Überwachungseinrichtung (Gaswarneinrichtung) mit automatischer Schaltfunktion ausgestattet (DIN EN 12921-3). $T_{top} > UEP$ Keine Zündquellen im Innenraum			
	a1) geschlossene Anlage nach DIN EN 12921-3:2010-02 mit Maßnahmen zur Verringerung der Bildung explosionsfähiger Atmosphäre durch Inertisieren, Prozessbedingt und aufgrund der ausreichenden Qualität der Inertisierung und deren Überwachung ist mit dem Auftreten von g. e. A. nicht zu rechnen.	2.3.3.2 2.5.3	keine Zone		
	a2) wie a1, jedoch ohne Maßnahmen zur Verringerung der Bildung explosionsfähiger Atmosphäre durch Inertisieren	2.4.4.3	Zone 0: Im Innern der Anlage Zone 1: benachbarte Bereiche (im Innern) zur Betriebsfläche, abhängig von der Konstruktion der Kühlfläche und der technischen Lüftung Zone 2: benachbarte Bereiche zur Betriebsfläche, abhängig von der Konstruktion der Kühlfläche und der technischen Lüftung Zone 2: 1,0 m um die Öffnung bis zum Boden	keine	
	b1) Tunnelanlage mit Maßnahmen zur Verringerung der Bildung explosionsfähiger Atmosphäre durch Inertisieren	2.3.3.2 2.5.3	keine Zone		
	b2) wie b1, jedoch ohne Maßnahmen zur Verringerung der Bildung explosionsfähiger Atmosphäre durch Inertisieren	2.4.4.3	Zone 0: Im Innern der Anlage Zone 1: benachbarte Bereiche (im Innern) zur Betriebsfläche, abhängig von der Konstruktion der Kühlfläche und der technischen Lüftung Zone 2: benachbarte Bereiche zur Betriebsfläche, abhängig von der Konstruktion der Kühlfläche und der technischen Lüftung Zone 2: 1,5 m um die Öffnungen bis zum Boden	keine	

Quelle: DGUV Info 209-088, Stand: 08/2017



TRGS 722
Abschnitt 4.3
Inertisierung für das Innere von Anlagen
Abschnitt 4.7.3
Gaswarneinrichtungen mit automatischen Schaltfunktionen
Abschnitt 4.6.3
Technische Lüftung / Raumlüftung
Technische Lüftung

DIN EN 12921-3
Bild C.2b - Zoneneinteilung für Typ C-Anlagen, in den brennbare Reinigungsflüssigkeiten verwendet werden

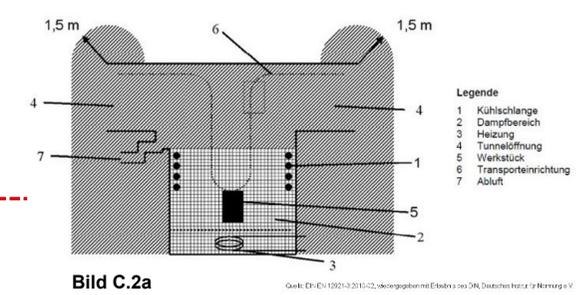


Bild C.2a

5. Explosionsschutzdokument (Beispiel)

Explosionsschutz-Dokumentation eines Reinigungsarbeitsplatzes nach GefStoffV § 6	
1 Allgemeine Angaben	
Angabe des Betriebs	Fa. Max Mustermann Metallbau, Musterallee 1, Musterstadt
Angabe des Betriebsteils Arbeitsbereich	Werkstatt, Halle 1
Verantwortliche(r) für den Betrieb/Betriebsteil/Arbeitsbereich	Max Mustermann
Erstellungsdatum: Erstellt von: Anhänge	
Kurzbeschreibung der baulichen und geografischen Begebenheiten	Der Reinigungsplatz ist in einem abgetrennten Raum (Fläche: 40 m ² , Höhe: 4,50 m) mit Objektabsaugung und raumluftechnischer Anlage eingerichtet (siehe Zonenplan in der Anlage 1 dieses Explosionsschutzdokuments). Weitere Tätigkeiten mit Lösemitteln außer den hier beschriebenen Tätigkeiten am Reinigungsarbeitsplatz finden nicht statt.
Verfahrensbeschreibung	An dem Reinigungsplatz werden Metallkleinteile in einem speziellen Waschbehälter (Reinigungsbehälter aus Metall mit selbstschließendem Deckel, 10 Liter Inhalt) in den darin befindlichen Reiniger getaucht und werden dann mittels Pinsel gereinigt. Die Teile tropfen anschließend kurze Zeit über dem geöffneten Behälter ab. Danach werden die lösemittelfeuchten Teile und der lösemittelfeuchte Pinsel neben dem Reinigungsbehälter abgelegt. Es wird keine Flüssigkeit versprüht. Die Reinigungsflüssigkeit wird nicht erhitzt und befindet sich auf Raumtemperatur. Die Reinigungsarbeiten dauern täglich ca. 2 Stunden. Es werden pro Schicht ca. 0,5 Liter Reiniger ergänzt. Nach Substitutionsprüfung (siehe Anhang 3 Gefährdungsbeurteilung nach GefStoffV) kann die in Abschnitt 3 beschriebene Reinigungsflüssigkeit nicht durch eine Reinigungsflüssigkeit mit einem ausreichend hohen Flammpunkt > 60 °C ersetzt werden.

Quelle: DGUV Info 209-088; Stand: 08/2017

- Reinigen von Metallkleinteilen im Reinigungsbehälter mit selbstschließendem Deckel (10 l Inhalt) mittels Pinsel, gereinigte Werkstücke tropfen kurze Zeit über dem geöffneten Reinigungsbehälter ab, danach werden lösemittelfeuchte Teile und Pinsel neben dem Reinigungsbehälter abgelegt, kein Versprühen der Reinigungsflüssigkeit, Reinigungsflüssigkeit wird nicht erhitzt und befindet sich auf Raumtemperatur, Objektabsaugung und raumluftechnische Anlage (RLT)
- Lösemittel-Emissionsquellen: Badoberfläche, Behälteröffnung, benetztes Werkstück über dem Behälter, abgelegte Werkstücke und Pinsel neben dem Behälter.

5. Explosionsschutzdokument (Beispiel)

Explosionsschutz-Dokumentation eines Reinigungsarbeitsplatzes nach GefStoffV § 6	
4 Gefährdungsbeurteilung/Beurteilung der Explosionsgefahr	
	<p>Aufgrund seines Dampfdrucks verdunstet Reiniger in die Luft, und zwar beim Reinigen der Teile im Behälter, beim Abtropfen über dem Behälter und von den auf dem Tisch abgelegten gereinigten Teilen.</p> <p>Die Flüssigkeitstemperatur kann aufgrund anderer Wärmequellen in seltenen Fällen 35 °C überschreiten.</p> <p>Um gefährliche explosionsfähige Atmosphäre aus Dämpfen über Flüssigkeitsgemischen und Luft sicher zu vermeiden, muss der Flammpunkt mindestens 15 K über der maximalen Temperatur des Flüssigkeitsgemisches liegen (TRGS 2152, Teil 1, Nr. 3.2 Abs. 4, 2., b). Der KW-Reiniger besteht aus isoaliphatischen Kohlenwasserstoffen mit unterschiedlichen Kettenlängen aus Kohlenstoffatomen (C9 – C14) und ist somit ein Gemisch. Bei einer maximalen Flüssigkeitstemperatur von 35 °C ist der minimale Abstand zum Flammpunkt 7 K.</p> <p>Beim Verdampfen des Reinigers ergibt sich eine Volumenzunahme von ca. 1:150. Deshalb führt bereits das Verdampfen von 0,5 ml flüssigen Reinigers zusammen mit dessen Vermischen mit Luft zu einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre mit einem Volumen von mehr als 10 Liter in der Nähe der unteren Explosionsgrenze.</p> <p>Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre kann auftreten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • im Bereich des Waschbehälters • im Bereich der abtropfenden Teile über dem Behälter • im Bereich der abgelegten gereinigten Teile.

Quelle: DGUV Info 209-088, Stand 08/2017

Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre im Bereich:

- des Reinigungsbehälters,
- der abtropfenden Teile über dem Behälter,
- der abgelegten gereinigten Teile.

TRGS 721

Nr. 3.2, Abs. 7, 2. b)

5. Explosionsschutzdokument (Beispiel)

Explosionsschutz-Dokumentation eines Reinigungsarbeitsplatzes nach GefStoffV § 6	
5.2 Zoneneinteilung	<p>→ Zone 1:</p> <p>1,0 m horizontal und 1,0 m über der Lösemittel-Emissionsquelle:</p> <ul style="list-style-type: none"> • im Bereich des Reinigungsbehälters • im Bereich der abtropfenden Teile über dem Behälter • im Bereich der abgelegten gereinigten Teile <p>– Inneres der Absauganlage</p> <p>→ siehe Zonenplan (Anlage 1).</p>
5.3 Organisatorische Schutzmaßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> • Betriebsanweisung Nr. 1 (Reinigungstätigkeiten) • Betriebsanweisung Nr. 2 (Instandhaltung) • Betriebsanweisung Nr. 3 (Wiederkehrende Prüfungen nach Anhang 2 Abschnitt 3 der BetrSichV) • Erlaubnisschein für feuergefährliche Arbeiten • Jährliche Unterweisung anhand der Betriebsanweisung Nr. 1 bis 3 • Aushang des Zonenplans an den Eingängen zur Halle 1 • Kennzeichnung des explosionsgefährdeten Bereichs: (besonders Hinweis auf Rauchverbot) • Kennzeichnung der Feuerlöscheinrichtungen <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div>

Anlage 1 Zonenplan (siehe Zoneneinteilung aus Abschnitt 5.2)

Quelle: DGUV Info 209-088, Stand: 08/2017

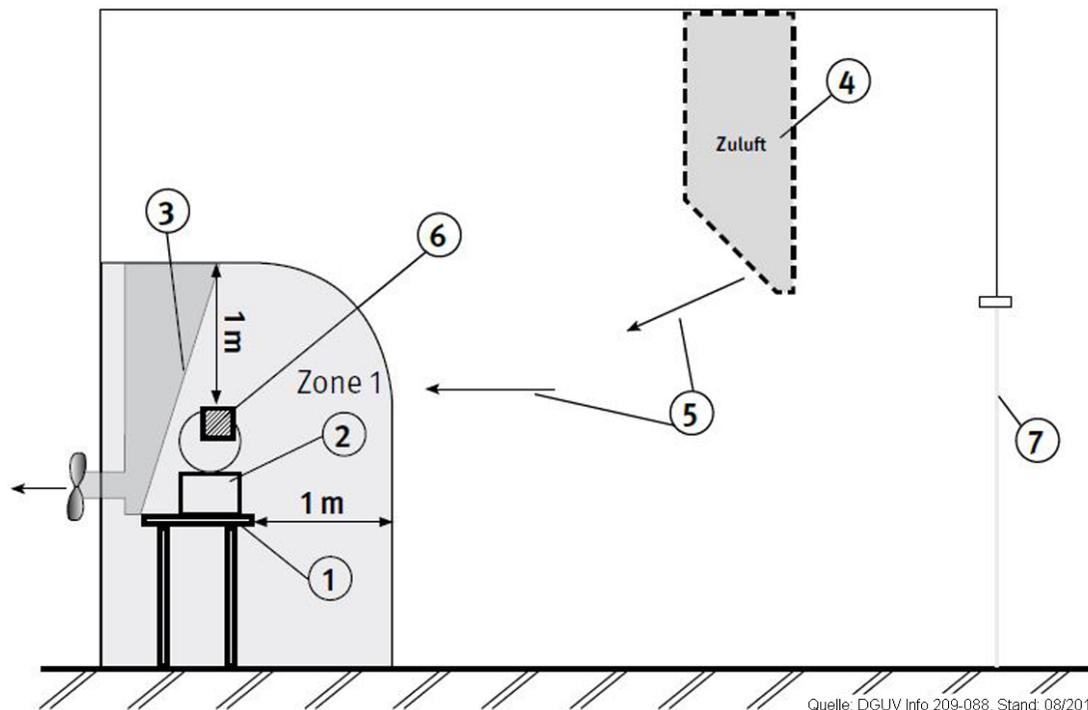
Zoneneinteilung:

→ Zone 1:

1,0 m horizontal und 1,0 m über der Lösemittel-Emissionsquelle:

- im Bereich des Reinigungsbehälters
- der abtropfenden Teile über dem Behälter
- der abgelegten gereinigten Teile
- im Inneren der Absauganlage.

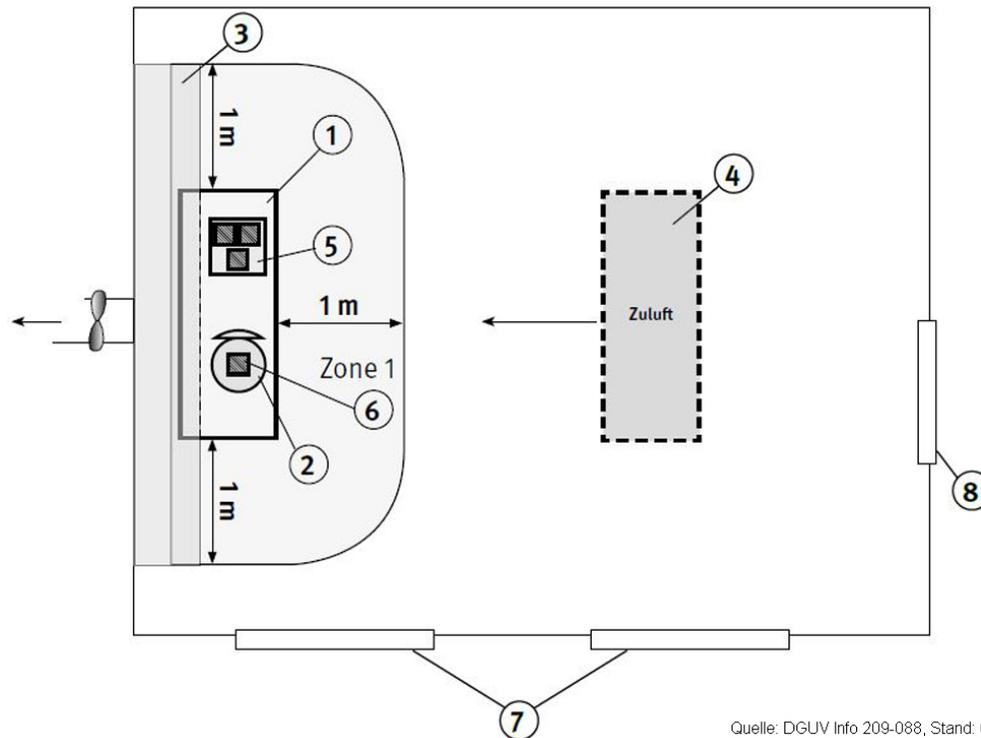
5. Explosionsschutzdokument (Beispiel)



- ① Tisch
- ② Reinigungsbehälter
- ③ Wandabsaugung mit
- ④ gerichteter Zuluft
- ⑤ gerichtetem Zuluftstrom
- ⑥ gereinigte Teile
- ⑦ Tür

Zoneneinteilung aus dem Beispiel 6b des Anhangs 1a der DGUV I 209-088 - Seitenansicht

5. Explosionsschutzdokument (Beispiel)



- ① Tisch
- ② Reinigungsbehälter
- ③ Wandabsaugung mit
- ④ gerichteter Zuluft
- ⑤ gerichtetem Zuluftstrom
- ⑥ gereinigte Teile
- ⑦ Tür

Quelle: DGUV Info 209-088, Stand: 08/2017

Zoneneinteilung aus dem Beispiel 6b des Anhangs 1a der DGUV I 209-088 - Draufsicht

5. Explosionsschutzdokument (Beispiel)

5 Explosionsschutzmaßnahmen (Schutzkonzept)					
5.1 Technische Schutzmaßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> Maßnahmen, die die Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre verhindern oder einschränken: <ul style="list-style-type: none"> → Lüftungstechnische Maßnahmen: <ul style="list-style-type: none"> Objektabsaugung und raumlufttechnische Anlage Maßnahmen, die die Entzündung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre vermeiden: <ul style="list-style-type: none"> → Elektrische und nicht-elektrische Geräte in Zone 1: <ul style="list-style-type: none"> Auswahlkriterien: <table border="0"> <tr> <td>Gerätegruppe: II</td> </tr> <tr> <td>Geräteklasse: 2 G</td> </tr> <tr> <td>Temperaturklasse: T3</td> </tr> <tr> <td>Explosionsgruppe: IIA</td> </tr> </table> Ventilator in der Absauganlage gemäß Auswahlkriterien Es sind ansonsten keine Geräte in der Zone 1 vorhanden. → Maßnahmen gegen elektrostatische Zündgefahren: <ul style="list-style-type: none"> – Erdung des Reinigungsbehälters sowie von Trichter und Vorratsbehälter – Ableitfähiges Werkzeug (z. B. Reinigungspinsel) – Ableitfähiger Boden – Ableitfähige Schutzhandschuhe, Schutzschuhe und weitere Schutzbekleidung (z. B. Schürze) → Maßnahmen gegen mechanisch erzeugte Funken und heiße Oberflächen: <ul style="list-style-type: none"> – Waschbehälter aus nicht-rostendem Stahl zur Vermeidung ungeeigneter Materialkombinationen – Einsatz funkenarmer Materialpaarungen Konstruktive Maßnahmen, die die Auswirkungen einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken: <ul style="list-style-type: none"> → keine 	Gerätegruppe: II	Geräteklasse: 2 G	Temperaturklasse: T3	Explosionsgruppe: IIA
Gerätegruppe: II					
Geräteklasse: 2 G					
Temperaturklasse: T3					
Explosionsgruppe: IIA					

Quelle: DGUV Info 209-088, Stand: 08/2017

Technische Schutzmaßnahmen:

- Objektabsaugung und raumluft-technische Anlage
- elektrische und nicht-elektrische Geräte (einschließlich Ventilator) gemäß Zone 1 [...] Gerätekategorie 2G [...],
- Maßnahmen gegen elektrostatische Zündgefahren:
 - Erdung (Vorrats-)Behälter, Trichter ...
 - ableitfähig: Werkzeug, Boden, PSA ...
- Maßnahmen gegen mechanisch erzeugte Funken und heiße Oberflächen:
 - Behälter aus nicht-rostendem Stahl
 - Einsatz funkenarmer Materialpaarungen.

Zusammenfassung

1. DGUV Information 209-088 unterstützt bei der Gefährdungsbeurteilung (Aufbau)
2. Gefährdungen durch Brände und Explosionen
3. Schutzmaßnahmen gegen Brände und Explosionen (Auszug)
4. Beurteilung der Explosionsgefahr außerhalb von Reinigungseinrichtungen
5. Beispiel eines Explosionsschutzdokumentes (Auszug)

**Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit.**

Kontakt: andreas.vossberg@bghm.de