



Explosionsschutz

Katalog zum Erstellen von Gefährdungs-
beurteilungen

Stand Juli 2010

VBG – Ihre gesetzliche Unfallversicherung

Die VBG ist eine gesetzliche Unfallversicherung mit über 31 Millionen Versicherungsverhältnissen in Deutschland. Versicherte der VBG sind Arbeitnehmer, freiwillig versicherte Unternehmer, Patienten in stationärer Behandlung und Rehabilitanden, Lernende in berufsbildenden Einrichtungen und bürgerschaftlich Engagierte. Zur VBG zählen über 900.000 beitragspflichtige Unternehmen aus mehr als 100 Gewerbezweigen – vom Architekturbüro bis zum Zeitarbeitsunternehmen.

Weitere Informationen zur VBG finden Sie unter www.vbg.de

Die in dieser Publikation enthaltenen Lösungen schließen andere, mindestens ebenso sichere Lösungen nicht aus, die auch in Regeln anderer Mitgliedsstaaten der Europäischen Union oder der Türkei oder anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum ihren Niederschlag gefunden haben können.

In dieser Publikation wird auf eine geschlechtsneutrale Schreibweise geachtet. Wo dieses nicht möglich ist, wird zugunsten der besseren Lesbarkeit das ursprüngliche grammatische Geschlecht verwendet. Es wird hier ausdrücklich darauf hingewiesen, dass damit auch jeweils das andere Geschlecht angesprochen ist.

Wenn in dieser Publikation von Beurteilungen der Arbeitsbedingungen gesprochen wird, ist damit auch immer die Gefährdungsbeurteilung im Sinne des Arbeitsschutzgesetzes gemeint.



Explosionsschutz

Katalog zum Erstellen von Gefährdungs-
beurteilungen

Version 1.0/2010-09

Inhaltsverzeichnis

Dieser Katalog gibt Hinweise zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung bezüglich des Explosionsschutzes und ist als Handlungshilfe zur Erstellung des Explosionsschutzdokumentes gedacht. Im Abschnitt II sind Arbeitsbereiche benannt, in denen mit dem Auftreten gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre gerechnet werden muss. Die Aufstellung ist eine Arbeitshilfe, nicht abschließend und muss für jedes Unternehmen konkretisiert werden.

I.	Rechtliche Grundlagen und Umsetzungsfristen	3
II.	Bereiche in der keramischen und Glas-Industrie, in denen eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre vorliegen kann	4
III.	Gefährdungsbeurteilung	8
IV.	Inhalt des Explosionsschutzdokumentes	10
V.	Zoneneinteilung	13
VI.	Begriffe und Erläuterungen zum Explosionsschutz	15
VII.	Beispielsammlung für sicherheitstechnische Kenngrößen zur Beurteilung der Explosionsgefahr	18
VIII.	Weiterführende Literatur	21
IX.	Anhänge	
	Anhang 1: Beispiele für die Zoneneinteilung	22
	Anhang 2: Arbeitsmittel in explosionsgefährdeten Bereichen	25
	Anhang 3: Prüfliste zur Beurteilung von Explosionsgefährdungen bei gasbetriebenen Öfen	29
	Anhang 4: Beurteilung von Brand- und Explosionsgefahren beim Herstellen von Glas – Schmelze und Formgebung (Heißbereich)	31
	Anhang 5: Wesentliche Anforderungen für „Industrielle Thermoprozessanlagen“ nach DIN EN 746-1 und -2	36

I. Rechtliche Grundlagen und Umsetzungsfristen

Aufgrund des Arbeitsschutzgesetzes (ArbSchG), der Betriebs-sicherheitsverordnung (BetrSichV), der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) und der Arbeitstättenverordnung (ArbStättV) ist jeder Arbeitgeber zur Gefährdungsbeurteilung verpflichtet. Ergibt sich aus der Gefährdungsbeurteilung, dass eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre vorliegt, ist ein Explosionsschutzdokument zu erstellen. Für nach dem 03.10.2002 erstmalig in Betrieb genommene Arbeitsmittel und Arbeitsabläufe in explosionsgefährdeten Bereichen muss ein Explosionsschutzdokument vor Aufnahme der Tätigkeit erstellt werden. Für bereits vor dem 03.10.2002 in Betrieb genommene Anlagen und Einrichtungen mit explosionsgefährdeten Bereichen gab es hingegen eine Übergangsfrist bis zum 31.12.2005.

Soweit die Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre nicht sicher verhindert werden kann, hat der Arbeitgeber

1. die Wahrscheinlichkeit und die Dauer des Auftretens gefährlicher explosionsfähiger Atmosphären,
2. die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins, der Aktivierung und des Wirksamwerdens von Zündquellen einschließlich elektrostatischer Entladungen und
3. das Ausmaß der zu erwartenden Auswirkungen von Explosionen zu beurteilen.

Der Arbeitgeber hat explosionsgefährdete Bereiche unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung in Zonen einzuteilen. Unabhängig von der Zahl der Beschäftigten ist sicherzustellen, dass ein Explosionsschutzdokument erstellt und auf dem letzten Stand gehalten wird.

Grundsätzlich gilt:

Ergibt sich aus der Gefährdungsbeurteilung, dass eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre vorliegt, muss ein Explosionsschutzdokument erstellt werden.

Kann das Vorliegen einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre ausgeschlossen werden, entfällt die Verpflichtung zur Erstellung eines Explosionsschutzdokumentes.

II. Bereiche in der keramischen und Glas-Industrie, in denen eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre vorliegen kann

Inwieweit tatsächlich eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre vorliegt, muss im Einzelfall bei der Gefährdungsbeurteilung ermittelt werden (siehe Abschnitt III). Ergibt sich aus der Gefährdungsbeurteilung, dass keine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre vorliegt, entfällt die Verpflichtung zur Erstellung eines Explosionsschutzdokumentes.

Gewerbszweig	Arbeitsbereich	Anlage/Tätigkeit	Explosionsfähige Atmosphäre durch
Gewerbszweigübergreifend	Gesamtbetrieb, Werkstatt	Batterieladestation Autogenschweißen/-schneiden Gasstrahlerheizung Lager für Lösemittel Lackier- und Spritzkabinen Reinigungsarbeitsplätze Flaschenlager Gasbetriebene Stapler	Wasserstoff Acetylen Flüssiggas, Erdgas Lösemittel Lösemittel Lösemittel Flüssiggas Flüssiggas
	Verpackung	Schrumpfanlage Handschrumpfen	Flüssiggas Flüssiggas
Herstellen von Ziegelerzeugnissen einschließlich Blähton und Tonaufbereitung	Porosierungsmittelherstellung	Zerkleinerung	Styroporstaub Holzstaub
		Aufschäumenanlage für Styropor	Styrol
	Brennbetrieb	Flaschenlager Tanklager Gasleitungen Gasübergabestationen Gasbeheizte Öfen Drehrohrofen	Flüssiggas, Erdgas Kohlenstaub
Herstellen von Spaltplatten und Fliesen	Brennbetrieb	Flaschenlager Tanklager Gasleitungen Gasübergabestationen Gasbeheizte Öfen	Flüssiggas, Erdgas
Herstellen von feuerfesten Erzeugnissen	Rohstofflager und -aufbereitung	Silos Mahlanlagen Mischer	Aluminiumstaub Kohlenstaub Graphitstaub Phenolpulverharze
	Fertigung	Teertränkanlage	Teer- und Bitumendämpfe
	Brennbetrieb	Flaschenlager Tanklager Gasleitungen Gasübergabestationen Gasbeheizte Öfen	Flüssiggas, Erdgas
	Modellbau	Holzbearbeitungsanlagen und Spänesilos	Holzstaub
Herstellen von Großsteinzeug	Brennbetrieb	Flaschenlager Tanklager Gasleitungen Gasübergabestationen Gasbeheizte Öfen	Flüssiggas, Erdgas
	Komplettierung	PUR-Vermauerung (Mischen)	Lösemittel

Gewerbszweig	Arbeitsbereich	Anlage/Tätigkeit	Explosionsfähige Atmosphäre durch
Herstellen von Kalksandsteinen	Dampferzeugung	Tanklager Gasleitungen Brenner an Dampferzeugern	Flüssiggas, Erdgas
Herstellen von Leichtkalksandsteinen	Dampferzeugung	Tanklager Gasleitungen Brenner an Dampferzeugern	Flüssiggas, Erdgas
	Herstellung	Lager, Transport, Zwischenlager, Dosieren, Dispergieren von Aluminiumpulver oder -pasten	Wasserstoff, Aluminiumstaub
Herstellen von Porzellan	Brennbetrieb	Flaschenlager Tanklager Gasübergabestationen Gasleitungen Gasbeheizte Öfen	Flüssiggas, Erdgas
	Kunststoffformenbau	Mischen und Gießen	Methylmethacrylat
	Dekoration	Tampondirektdruckanlage Siebdruck/-reinigung	Lösemittel Lösemittel
	Schiebebildherstellung	Siebdruck/-reinigung Abdunstzone	Lösemittel Lösemittel
Porzellanmalereien und Glasmalereien	Schiebebildherstellung	Siebdruck/-reinigung Abdunstzone	Lösemittel Lösemittel
	Ofenanlagen	Flaschenlager Tanklager Gasleitungen Gasbeheizte Öfen	Flüssiggas, Erdgas
Herstellen von Feinsteinzeug, Gebrauchs- und Kunstkeramik	Brennbetrieb	Flaschenlager Tanklager Gasleitungen Gasübergabestationen Gasbeheizte Öfen	Flüssiggas, Erdgas
Herstellen von Steingut	Brennbetrieb	Flaschenlager Tanklager Gasleitungen Gasübergabestationen Gasbeheizte Öfen	Flüssiggas, Erdgas
Herstellen von technischer Keramik	Brennbetrieb	Flaschenlager Tanklager Gasleitungen Gasübergabestationen Gasbeheizte Öfen Öfen mit Schutzgas	Flüssiggas, Erdgas Wasserstoff
Herstellen von Ofenkacheln	Brennbetrieb	Flaschenlager Tanklager Gasleitungen Gasübergabestationen Gasbeheizte Öfen	Flüssiggas, Erdgas

Gewerbszweig	Arbeitsbereich	Anlage/Tätigkeit	Explosionsfähige Atmosphäre durch	
Herstellen von Sanitärkeramik	Brennbetrieb	Flaschenlager Tanklager Gasleitungen Gasübergabestationen Gasbeheizte Öfen	} Flüssiggas, Erdgas	
	Kunststoffformenbau	Mischen und Gießen		Methylmethacrylat
	Oberflächenbehandlung	Lagern, Mischen und Spritzen		Lösemittel
Herstellen von Schleifmitteln	Herstellung	Lagern, Mischen	Phenolpulverharze	
	Härtebereich, Tempern	Flaschenlager Tanklager Gasleitungen Gasübergabestationen Gasbeheizte Härteöfen	} Flüssiggas, Erdgas	
	Honsteinproduktion	Gieß- und Abdunstbereich		Styrol
Herstellen von Hohlglas	Wannenbereich	Flaschenlager Tanklager Gasleitungen Gasübergabestationen Gasbeheizte Wannen	} Flüssiggas, Erdgas	
	Oberflächenvergütung	Flaschenbeschichtungsanlage		Lösemittel
	Holzformenherstellung	Holzbearbeitungsanlagen und Spänesilos	Holzstaub	
	Rauchgasreinigung	DENOX-Anlage	Ammoniak	
Be- und Verarbeiten von Hohlglas	Arbeiten vor der Lampe, Ampullen- und Leuchtreklameherstellung	Flaschenlager Tanklager Gasleitungen Gasübergabestationen Gasbeheizte Öfen Gasbeheizte Brenner	} Flüssiggas, Erdgas	
	Oberflächenveredelung	Siebdruck und Siebreinigung Verspiegelungsanlage		Lösemittel Lösemittel
Herstellen von Pressglas	Oberflächenveredelung	Siebdruck und Siebreinigung	Lösemittel	
Herstellen von Flachglas	Wannenbereich	Flaschenlager Tanklager Gasleitungen Gasübergabestationen Gasbeheizte Wannen	} Flüssiggas, Erdgas	
	Kühlkanal	Zinnbad		Wasserstoff
	Rauchgasreinigung	DENOX-Anlage	Ammoniak	
Be- und Verarbeiten von Flachglas	Oberflächenveredelung	Siebdruck und Siebreinigung Verspiegelungsanlagen	Lösemittel Lösemittel	

Gewerbszweig	Arbeitsbereich	Anlage/Tätigkeit	Explosionsfähige Atmosphäre durch
Herstellen von Isolierglas, Einscheibensicherheitsglas, Mehrscheibensicherheitsglas	Herstellen von Sicherheitsglas	Mischen und Gießen	Methylmethacrylat
	Herstellen von Brandschutzglas	Mischen	Acrylamid
	Herstellen von Einscheibensicherheitsglas	Flaschenlager Tanklager Gasleitungen Gasübergabestationen Gasbeheizte Öfen	} Flüssiggas, Erdgas
	Herstellen von Isolierglas	Sprossenreinigung, Lagerung von getränkten Putzlap- pen im Behälter	
	Oberflächenvergütung	Siebdruck und Siebreinigung Versiegelungsanlagen	Lösemittel Lösemittel
Herstellen und Verarbeiten von Glasfasern, Steinwolle, Schlackenwolle, Keramikfasern	Rohstofflager	Silos und Bunkeranlagen	Kohlenstaub
	Schmelzbetrieb	Flaschenlager Tanklager Gasleitungen Gasübergabestationen Gasbeheizte Öfen Gasbeheizte Wannen Kupol-Öfen	} Flüssiggas, Erdgas Kohlenstaub
	Rauchgasreinigung	DENOX-Anlage	
Herstellen von Schmuck und Kurzwaren; Be- und Verarbeiten von Kunststoffen	Kunststoffbearbeitung	Stauberfassungsanlagen, Kunststoffherstellungsanlagen	Kunststoffstäube
	Oberflächenvergütung	Lackieranlagen	Lösemittel
Herstellung von künstlichen Zähnen	Masseherstellung	Mischen	Methylmethacrylat Peroxide (Radikalstarter)
Herstellen von Plastiken, Figuren, Stuckelementen	Kunststoffformenbau	Mischen und Gießen	Methylmethacrylat
Herstellen von Fertigbauteilen	Schalungsbau (Holz, Styropor)	Holzbearbeitungsmaschinen, Spänesilo	Holzstaub, Styroporstaub
Torf, Abbau und Verarbeitung	Aufbereitung bis Verpackung	Gesamte Anlage	Abgelagerte organische Stäube
Kompostierung	Aufbereitung	Gesamte Anlage	Abgelagerte organische Stäube

Die vorstehende Auflistung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

III. Gefährdungsbeurteilung

Die Gefährdungsbeurteilung zum Explosionsschutz basiert auf der Analyse der angewandten Verfahren (zum Beispiel Spritzlackieren), der sicherheitsrelevanten Betriebsbedingungen (zum Beispiel Überdruck, erhöhte Temperatur) und stoffbezogener Angaben (zum Beispiel Flammpunkt, untere beziehungsweise obere Explosionsgrenze, Glimmtemperatur). Letztere sind zum Beispiel aus den EG-Sicherheitsdatenblättern der Hersteller oder Inverkehrbringer zu entnehmen. Die Beurteilungsmaßstäbe werden in der TRBS 2152 Teil 1/TRGS 721 „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Beurteilung der Explosionsgefährdung“ beschrieben.

Bei der Beurteilung der Explosionsgefahr ist davon auszugehen, dass eine Entzündung eventuell vorhandener explosionsfähiger Atmosphäre stets möglich ist. Das heißt, die Beurteilung ist unabhängig von der Frage, ob Zündquellen vorhanden sind oder nicht. Es ist zu beachten, dass die sicherheitstechnischen Kenngrößen für die entsprechenden Betriebsbedingungen ermittelt wurden.

Folgende Fragen sind für die Ermittlung der Gefährdungen zu beantworten (siehe Abbildung 1):

1. Sind brennbare feste, flüssige, gasförmige oder staubförmige Stoffe betriebsmäßig vorhanden oder können diese unter den in Betracht zu ziehenden Betriebszuständen gebildet werden?

2. Kann im Bereich der zu beurteilenden Anlage oder im Inneren von Apparaturen explosionsfähige Atmosphäre entstehen?
3. Welche Menge explosionsfähiger Atmosphäre kann aufgrund der örtlichen und betrieblichen Verhältnisse vorhanden sein oder entstehen und wo kann sie auftreten?
4. Sind die zu erwartenden Mengen explosionsfähiger Atmosphäre aufgrund der örtlichen und betrieblichen Verhältnisse gefährlich?
5. Kann die Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre sicher verhindert werden?

Ergibt sich aus der Gefährdungsbeurteilung, dass eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre vorliegt, muss ein Explosionsschutzdokument erstellt werden.

Die Maßnahmen, die eine Bildung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre verhindern, sind im Abschnitt IV, Punkt 7.1 beschrieben.

Kann das Vorliegen einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre ausgeschlossen werden, entfällt die Verpflichtung zur Erstellung eines Explosionsschutzdokumentes.

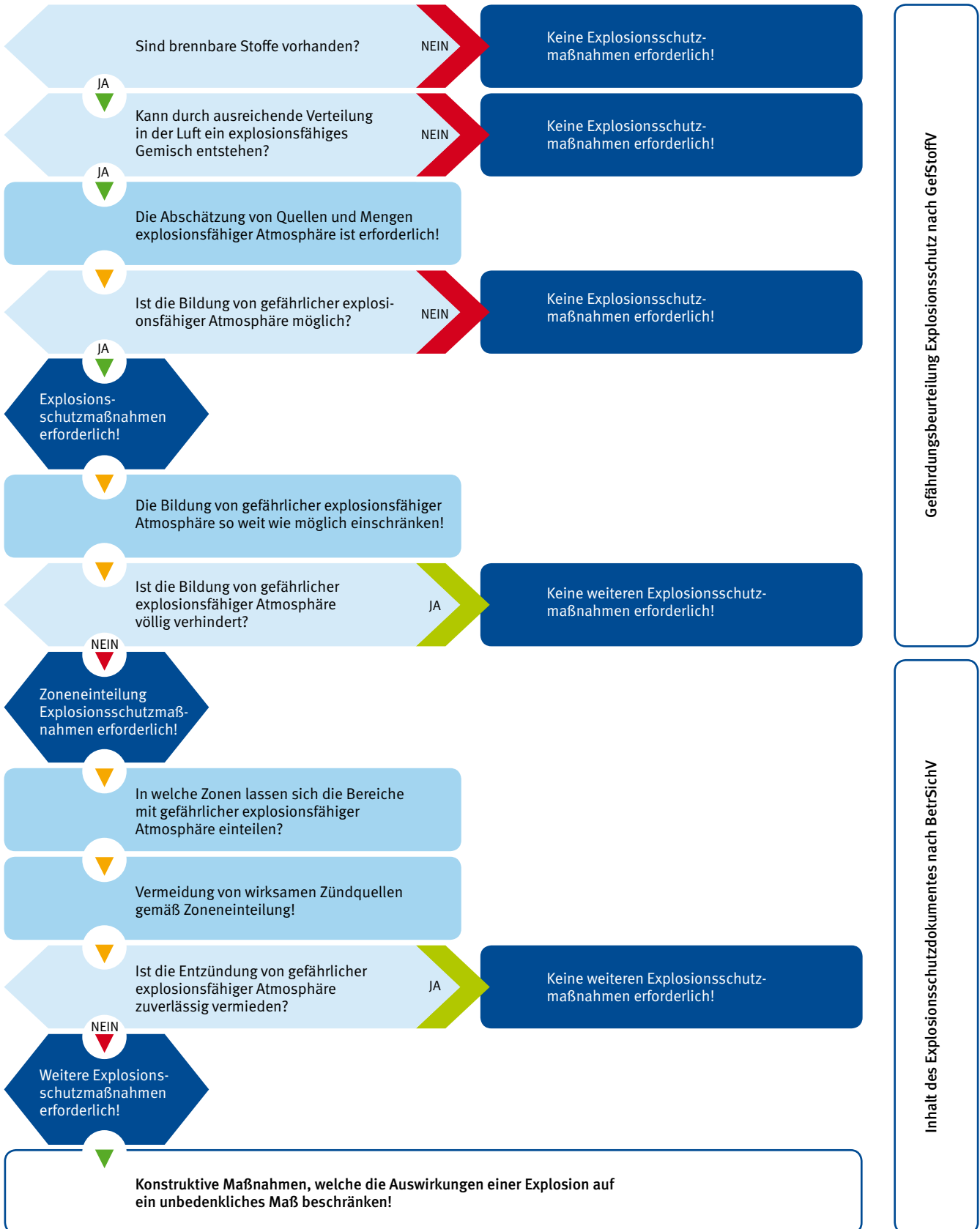


Abbildung 1: Abfrageschema zum Erkennen und Vermeiden von Explosionsgefährdungen

IV. Inhalt des Explosionsschutzdokumentes

Aus dem Explosionsschutzdokument muss nach BetrSichV insbesondere hervorgehen,

- dass die Explosionsgefährdungen ermittelt und einer Bewertung unterzogen worden sind,
- dass angemessene Vorkehrungen getroffen werden, um die Ziele des Explosionsschutzes zu erreichen,
- welche Bereiche in Zonen eingeteilt wurden,
- für welche Bereiche die Mindestvorschriften gemäß Anhang 4 der BetrSichV gelten.

Das Dokument ist vor Aufnahme der Arbeiten (Umsetzungsfrist für Altanlagen: 31.12.2005) zu erstellen. Eine Überarbeitung ist immer dann notwendig, wenn Veränderungen, Erweiterungen oder Umgestaltungen der Arbeitsmittel oder des Arbeitsablaufes vorgenommen werden. Bei der Erstellung des Explosionsschutzdokumentes kann auf vorhandene Gefährdungsbeurteilungen, Dokumente und andere gleichwertige Berichte zugegriffen werden.

Empfehlung für Aufbau und Inhalt

Der Aufbau des Explosionsschutzdokumentes kann der TRBS 2154 „Explosionsschutzdokument“ (in Vorbereitung) und dem Abschnitt E 6 der BGR 104 „Explosionsschutz – Regeln für das Vermeiden der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung“ entnommen werden. Aus diesen Regeln leiten sich die folgenden Punkte für die Gestaltung eines Explosionsschutzdokumentes ab:

- 1. Angabe/Benennung des Betriebes/Betriebsteils/Arbeitsbereiches**
– zum Beispiel Anlage, Lager, Gebäude, Arbeitsplatz, gegebenenfalls Abgrenzung gegenüber benachbarten Bereichen
- 2. Angabe/Benennung des Verantwortlichen für den Betrieb/Betriebsteil/Betriebsbereich, Erstellungsdatum und Anhänge**
- 3. Kurzbeschreibung der baulichen und örtlichen Gegebenheiten**
– zum Beispiel Lageplan, Gebäudeplan, Bauplan (Feuerwiderstandsklassen für Wände und Türen, ...), Aufstellungsplan (Nutzung für Ex-Zonenplan), Klima-/Lüftungspläne (natürliche/technische Lüftung, Luftwechselzahlen, Anordnung der Lüftungsöffnungen, ...)
- 4. Verfahrens-/Tätigkeitsbeschreibung – für den Explosionsschutz wesentliche Verfahrensparameter**
– zum Beispiel verfahrenstechnische Kurzbeschreibung (Verwendung von Fließbildern), relevante Tätigkeiten (zum Beispiel Probenahme, Um-/Abfüllen, Behälterwechsel), eingesetzte Stoffe, Zwischenprodukte, Hilfsstoffe, Produkte, Einsatz-/Fördermenge, Verarbeitungszustände (gasförmig/flüssig/Aerosol/Staub), Druck- und Temperaturbereiche, Beschreibung des Normal-, An- und Abfahrbetriebes, Wartungs- und Instandsetzungspläne

5. Stoffdaten

Wesentliche sicherheitstechnische Kenngrößen zur Beurteilung der Explosionsgefahr können dem Sicherheitsdatenblatt oder anderen Kompendien entnommen werden:

- GESTIS-Stoffdatenbank – www.dguv.de/ifa/de/gestis/stoffdb/index.jsp
- GESTIS-STAU-EX – www.dguv.de/ifa/de/gestis/expl/index.jsp
- CHEMSAFE – www.stoffdaten-deutschland.de/datenbankinfo-chemsafe.htm

5.1 Stoffdaten für brennbare Flüssigkeiten/Gase, wie zum Beispiel:

- Flammpunkt bei brennbaren Flüssigkeiten,
- untere/obere Explosionsgrenze [UEG/OEG] (Konzentrationsgrenzen/Lüftungsmaßnahmen),
- Dichte, bezogen auf Luft (bei brennbaren Gasen),
- Zündtemperatur [ZT] (Temperaturklasse),
- Explosionsgruppe (Zünddurchschlagsfestigkeit),
- Sauerstoffgrenzkonzentration [SGK oder O₂-GK] (Inertisierung),
- Dampfdruck (bei brennbaren Flüssigkeiten).

5.2 Stoffdaten für brennbare Stäube, wie zum Beispiel:

- Korngrößenverteilung (Medianwert [MW]),
- untere Explosionsgrenze [UEG],
- Mindestzündenergie [MZE oder E_{min}],
- maximaler Explosions(über)druck [p_{max}]/zeitlicher Druckanstieg,
- K_{St}-Wert (Staubexplosionsklassen),
- Mindestzündtemperatur einer Staubwolke [ZT],
- Mindestzündtemperatur einer Staubschicht von 5 mm Dicke,
- Glimmtemperatur [GT],
- Sauerstoffgrenzkonzentration [SGK oder O₂-GK] (Inertisierung),
- Brennbarkeit [BZ].

6. Gefährdungsbeurteilung

Der Inhalt der Gefährdungsbeurteilung zum Explosionsschutz ist im Abschnitt III beschrieben.

7. Explosionsschutzmaßnahmen (Schutzkonzept)

Die Schutzmaßnahmen werden in der TRBS 2152 Teil 2/TRGS 722 „Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre“ beschrieben. Technische und organisatorische Maßnahmen des Explosionsschutzes sowie deren Zusammenwirken sind festzulegen. Eine umfangreiche Beispielsammlung ist in der BGR 104 enthalten.

Die nachstehende Rangfolge der Schutzmaßnahmen ist einzuhalten (siehe Abbildung 1):

1. Maßnahmen, welche eine Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre verhindern oder einschränken (Vermeidung explosionsfähiger Atmosphäre),
2. Maßnahmen, welche die Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre verhindern (Vermeidung wirksamer Zündquellen),

3. Konstruktive Maßnahmen, welche die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken (konstruktiver Explosionsschutz).

7.1 Vermeidung explosionsfähiger Atmosphäre

Die Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre kann verhindert werden durch:

- Ersatzstoffe, die keine explosionsfähigen Gemische bilden. Soweit verfahrenstechnisch möglich, sollten nichtbrennbare Stoffe oder Stoffe mit einem hohen Flammpunkt verwendet werden.
- Konzentrationsbegrenzung der brennbaren Stoffe unterhalb der unteren oder oberhalb der oberen Explosionsgrenze in der Apparatur (Inertisierung, Unterdruck-/Vakuumfahrweise, Verwendung von Grobkorn oder Pellets).

Kann auf den Einsatz von Stoffen, die explosionsfähige Atmosphäre bilden können, nicht verzichtet werden, muss versucht werden, die Konzentration an brennbaren Bestandteilen im Gemisch so zu verändern, dass sich diese außerhalb der Explosionsgrenzen bewegt. Neben der Be- und Entlüftung gehört die Verringerung der Sauerstoffkonzentration durch gesteuerte Anreicherung der Konzentration mit Brenngasen oder durch Inertisierung zu diesen Maßnahmen. Als gasförmige Inertstoffe werden zum Beispiel Stickstoff, Kohlendioxid, Edelgase, Verbrennungsabgase und Wasserdampf verwendet. Staubbörmige Inertstoffe sind zum Beispiel Calciumsulfat, Ammoniumphosphat, Natriumhydrogencarbonat und Steinmehl. Wichtig für die Auswahl des Inertstoffes ist, dass dieser nicht mit dem Brennstoff reagiert. Beispielsweise reagiert Aluminium mit Kohlendioxid oder Wasserdampf, so dass diese zur Inertisierung in diesem Anwendungsfall ungeeignet sind.

- Konzentrationsbegrenzung der brennbaren Stoffe unterhalb der unteren Explosionsgrenze außerhalb von Apparaturen (geschlossene Apparaturen, dauerhaft dichte Umschließung, Lüftung, Absaugung, Vakuum-/Unterdruckfahrweise, Beseitigung von Staubablagerungen, Befeuchtung).
- Flammenüberwachung an Thermoprozessanlagen nach DIN EN 746-2.

7.2 Zoneneinteilung

Ist die Bildung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre nicht sicher zu verhindern, ist eine Zoneneinteilung vorzunehmen (siehe Abschnitt V). Die Dokumentation der Zoneneinteilung kann am besten in einem Ex-Zonenplan erfolgen. In einer Ex-Beschreibung können zusätzliche Erläuterungen erfolgen, einschl. der Angaben der Randbedingungen.

7.3 Vermeidung wirksamer Zündquellen

Die Entzündung explosionsfähiger Atmosphäre kann verhindert werden durch:

- Auswahl der Geräte und Schutzsysteme nach der BetrSichV, Anhang 4 – zum Beispiel Einsatz von explosionsgeschützten Geräten
- Elektroinstallation entsprechend DIN VDE 0165-1/-2,
- Anwendung von Prozessleittechnik,
- Verhinderung von heißen Oberflächen (Heißlaufen von Lagern), Flammen, heißen Medien, mechanisch oder elektrisch erzeugten Funken, elektrostatische Aufladung (BGR 132), Blitzschlag (DIN VDE 0185),
- Auswahl von geeigneten Werkstoffpaarungen – zum Beispiel VDMA Einheitsblatt 24169-1/-2,
- Verbot des Rauchens, der Verwendung offener Flammen und das Tragen von Mobiltelefonen (DIN VDE 0170/0171) einschließlich der Sicherheitskennzeichnung.

7.4 Konstruktiver Explosionsschutz

Die Auswirkungen einer möglichen Explosion kann verhindert oder beschränkt werden durch:

- Explosionsfeste Bauweise,
- Explosionsdruckstoßfeste Bauweise,
- Explosionsdruckentlastung – zum Beispiel Berstscheiben,
- Explosionsunterdrückung,
- Verhindern der Flammen- und Explosionsübertragung – zum Beispiel Löschmittelsperre, Schnellschlussschieber.

7.5 Organisatorische Maßnahmen

- Schriftliche Arbeitsanweisungen, Betriebsanweisungen,
- Auswahl von geeigneten und geschulten Personen,
- Auswahl von geeigneten Werkzeugen,
- Unterrichtung und Unterweisung der Arbeitnehmer,
- Arbeitsfreigabesysteme,
- Koordination von Arbeiten und Aufsicht,
- Maßnahmen zur Aufrechterhaltung der Zoneneinteilung (Dichtigkeit der Anlage, Kontrollgänge, vorbeugende Instandhaltung, Prüfung von Einrichtungen der Prozessleittechnik, Beseitigung von Staubablagerungen),
- Kontroll-/Wartungs-/Reinigungspläne,
- Prüfpläne,
- Notfallpläne und Rettungsübungen,
- Beschränkung des Aufenthalts von Personen in Ex-Bereichen auf den zwingend erforderlichen Umfang sowie auf eine minimale Aufenthaltsdauer,
- Sicherheitskennzeichnung.

Vor der ersten Inbetriebnahme oder nach einer wesentlichen Veränderung sowie wiederkehrend mindestens alle 3 Jahre sind Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen durch eine befähigte Person oder eine zugelassene Überwachungsstelle (ZÜS) zu prüfen (§§ 14 und 15 BetrSichV).

Die Anforderungen an eine befähigte Person sind in TRBS 1203 Teil 1 erläutert.

8. Anhang zum Explosionsschutzdokument

Der Anhang beinhaltet – falls zutreffend – folgende Dokumente:

- Lage-, Gebäude-, Bau-, Aufstellungs-, Klima-/Lüftungs- und Ex-Zonenpläne,
- Prüfbescheinigungen (Prüfung vor Inbetriebnahme, wiederkehrende Prüfung),
- EG-Baumusterprüfbescheinigungen,
- EG-Konformitätserklärungen,
- Betriebsanleitungen,
- Sicherheitsdatenblätter,
- Betriebs-/Organisationsanweisungen,
- Prüf-/Wartungs-/Instandhaltungs-/Reinigungspläne,
- Alarm- und Rettungsplan,
- Gutachten.

V. Zoneneinteilung

Die Zoneneinteilung ist das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung zum Explosionsschutz, aus der sich die zu ergreifenden Schutzmaßnahmen ableiten.

Explosionsgefährdete Bereiche werden nach Häufigkeit und Dauer des Auftretens von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre in Zonen unterteilt.

Als Normalbetrieb gilt der Zustand, in dem Anlagen innerhalb ihrer Auslegungsparameter benutzt werden.

Zone 0

ist ein Bereich, in dem gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln ständig, über lange Zeiträume oder häufig vorhanden ist.

Beispiele: Inneres von Behältern oder von Anlagen wie Verdampfer, Reaktionsgefäße; gegebenenfalls auch in der Nähe von (Entlüftungs-)Öffnungen.

Zone 1

ist ein Bereich, in dem sich bei Normalbetrieb gelegentlich eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln bilden kann.

Beispiele: Nähere Umgebung der Zone 0 sowie von Beschickungsöffnungen; näherer Bereich um leicht zerbrechliche Apparaturen oder Leitungen aus Glas, Keramik und dergleichen, außer, wenn der Inhalt zu geringfügig ist, um eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre zu bilden; näherer Bereich um nicht ausreichend dichtende Stopfbuchsen – zum Beispiel an Pumpen und Schiebern.

Zone 2

ist ein Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig auftritt.

Beispiele: Bereiche, welche die Zone 1 umgeben.

Hinweis: Bereiche in der Umgebung von Rohrleitungen, in denen brennbare Stoffe ausschließlich in dauerhaft technisch dichten Rohrleitungen gefördert werden, sind keine explosionsgefährdeten Bereiche.

Zone 20

ist ein Bereich, in dem gefährliche explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbarem Staub ständig, über lange Zeiträume oder häufig vorhanden ist.

Beispiele: Inneres von Behältern, Rohrleitungen, Apparaturen und Anlagen, wie zum Beispiel Mühlen, Trockner, Mischer, Förderleitungen, Silos, wenn sich ständig, langfristig oder häufig staubexplosionsfähige Gemische in gefährdender Menge bilden können.

Zone 21

ist ein Bereich, in dem sich bei Normalbetrieb gelegentlich eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbarem Staub bilden kann.

Beispiele: Bereiche in unmittelbarer Umgebung von Staubentnahme- oder Füllstationen; Bereiche, wo Staubablagerungen auftreten und die gelegentlich beim Normalbetrieb durch Aufwirbelung eine explosionsfähige Konzentration von brennbarem Staub im Gemisch mit Luft bilden können.

Zone 22

ist ein Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbarem Staub normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig auftritt.

Beispiele: Bereiche in der Umgebung Staub enthaltender Anlagen, wenn Staub aus Undichtheiten austreten kann und sich Staubablagerungen in gefährdender Menge bilden.

Hinweise: Schichten, Ablagerungen und Anhäufungen von brennbarem Staub sind wie jede andere Ursache, die zur Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre führen kann, zu berücksichtigen. Abgelagerter brennbarer Staub beinhaltet ein erhebliches Explosionspotenzial. Staubablagerungen können sich auf allen Ablagerungsflächen im Betriebsraum ansammeln. Infolge einer Primärexpllosion kann abgelagerter Staub aufgewirbelt werden und kettenreaktionsartig zu einer Vielzahl von Folgeexplosionen mit verheerenden Wirkungen führen.

Explosionsgefahr durch	Ständig, über lange Zeiträume oder häufig	Gelegentlich	Normalerweise nicht oder kurzzeitig
Gase, Dämpfe, Nebel	Zone 0	Zone 1	Zone 2
Stäube	Zone 20	Zone 21	Zone 22

Erläuterungen:

In den Definitionen zur **Zone 0 beziehungsweise Zone 20** sind die Begriffe „ständig“, „über lange Zeiträume“ oder „häufig“ zu finden. Der Begriff „häufig“ ist im Sinne von „zeitlich überwiegend“ zu verwenden. Das heißt mit anderen Worten, dass explosionsgefährdeter Bereich der Zone 0 beziehungsweise Zone 20 zuzuordnen sind, wenn mehr als 50 Prozent während der Betriebsdauer einer Anlage explosionsfähige Atmosphäre vorherrscht. Hierzu gehört in der Regel nur das Innere von Behältern oder das Innere von Apparaturen (Verdampfer, Reaktionsgefäß, Staubfilter, ...).

Die Definitionen für die **Zone 2 beziehungsweise 22** sagen aus, dass explosionsfähige Atmosphäre bei Normalbetrieb normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig auftritt. Unter vielen Experten besteht allgemeiner Konsens darin, dass der Begriff „kurzzeitig“ einer Zeitdauer von etwa 30 Minuten entspricht. Weiterhin wird ausgesagt, dass explosionsfähige Atmosphäre bei Normalbetrieb normalerweise nicht zu erwarten ist. Entsteht bereits einmal im Jahr kurzzeitig explosionsfähige Atmosphäre, so sollte bereits in Zone 2 eingestuft werden. Ein Beispiel dafür wäre die Freisetzung geringer Mengen brennbarer Stoffe aus Dichtungen, deren Wirkung auf der Benetzung durch die geforderte Flüssigkeit beruht.

Zur **Zone 2 beziehungsweise 22** gehören beispielsweise die offene Probenahme unter Kontrolle bei Austritt nur kleiner Mengen und Objektabsaugung, Umgang mit brennbaren Flüssigkeiten im Abzug in nicht laborüblichen Mengen, zum Beispiel Rotationsverdampfer mit 10 l brennbarer Flüssigkeit oberhalb des Flammpunktes, Gasdruckregelanlagen (Gasübergabestation), Lagerung in staubdurchlässigen Gebinden, wie zum Beispiel Jutesäcken, wo Staubablagerungen vorhanden sind und durch Aufwirbeln

gefährliche explosionsfähige Atmosphäre entstehen könnten. Ist die Bildung explosionsfähiger Atmosphäre aufgrund der Freisetzung brennbarer Stoffe nur kurzzeitig zu erwarten, aber von ihrer Häufigkeit mehrmals im Jahr – zum Beispiel täglich –, so entspricht das Vorhandensein explosionsfähiger Atmosphäre nicht mehr den Kriterien der Zone 2 beziehungsweise 22.

Überschreitet das Vorhandensein explosionsfähiger Atmosphäre eine Zeitdauer von etwa 30 Minuten oder tritt diese gelegentlich – zum Beispiel täglich – auf, ist aber kleiner als 50 Prozent von der Betriebsdauer der Anlage, so liegt die **Zone 1 beziehungsweise 21** vor. Beispiele dafür sind die nähere Umgebung von Beschickungsöffnungen, die nähere Umgebung an Umfüll- und Entleerungseinrichtungen hochentzündlicher oder leichtentzündlicher Flüssigkeiten.

Bereiche mit der „alten“ Zoneneinteilung 10 oder 11 bei Explosionsgefahr durch Stäube mussten bis spätestens 31.12.2005 neu bewertet werden und sind in die Zonen 20, 21 oder 22 einzustufen. In der Regel entspricht die Zone 11 der neuen Zone 22 und die Zone 10 den neuen Zonen 20 oder 21.

VI. Begriffe und Erläuterungen zum Explosionsschutz

Brandfördernde Stoffe

sind Stoffe, die in der Regel selbst nicht brennbar sind, aber bei Berührung mit brennbaren Stoffen und Zubereitungen, überwiegend durch Sauerstoffabgabe, die Brandgefahr und die Heftigkeit eines Brandes beträchtlich erhöhen. Wenn das Zusammentreffen von brennbaren Stoffen mit brandfördernden Stoffen – zum Beispiel Sauerstoff, Peroxide, Nitrate – möglich ist, vergrößert sich die Explosionsgefahr – zum Beispiel durch Absenkung der Mindestzündenergie.

Brennbare Flüssigkeiten (Einteilung)

sind nach GefStoffV gekennzeichnet. Die früher vorgeschriebene Kennzeichnung nach der Verordnung über brennbare Flüssigkeiten (VbF) ist mit dem Inkrafttreten der BetrSichV aufgehoben. Zur Kennzeichnung der brennbaren Flüssigkeiten siehe Tabelle unten.

Brennbarkeit von Stäuben (BZ 1 ... BZ 6)

beschreibt, ob und in welchem Maß sich im abgelagerten Staub ein durch äußeres Entzünden eingeleiteter Brand ausbreiten kann. Die Brennbarkeit wird durch die Brennzahlen BZ 1 bis BZ 6 bewertet.

Brennverhalten	Brennzahl BZ
Kein Anbrennen	BZ 1
Kurzes Anbrennen und rasches Auslöschten	BZ 2
Örtliches Brennen oder Glimmen ohne Ausbreiten	BZ 3
Ausbreiten eines Glimmbrandes	BZ 4
Ausbreiten eines offenen Brandes	BZ 5
Verpuffungsartiges Abbrennen	BZ 6

Dampfdruck (p)

ist der stoff- und temperaturabhängige Druck, der sich in einem geschlossenen Gefäß in der Dampfphase einstellt, wenn diese sich im Gleichgewicht mit ihrer flüssigen Phase befindet.

Brennbare Flüssigkeiten (Einteilung)

	Entzündlich	Leichtentzündlich	Hochentzündlich
Gefahrensymbol	–	F	F+
R-Satz	R 10	R 11	R 12
Flammpunkt	21–55 °C	0 °C–21 °C oder < 0 °C mit einem Siedepunkt/ Siedebeginn > 35 °C	< 0 °C und/oder mit einem Siedepunkt/Siedebeginn < 35 °C
Alte VbF-Kennzeichnung	A II	A I und B	A I und B
Beispiele	2-Butanol, n-Butylmethacrylat, Essigsäure, Hydrazin	Ethanol, Aceton, Benzol, Waschbenzin	Diethylether, Dimethylamin, Methylisocyanat

Beispiele:

Aceton 233 mbar/20 °C

Toluol 29 mbar/20 °C

Dichlormethan 460,9 mbar/20 °C

Detonation

ist eine sich mit Überschallgeschwindigkeit fortsetzende Explosion, die häufig in Rohrleitungen auftritt (Ausbreitungsgeschwindigkeit 1.000 m/s–10.000 m/s).

Explosion

ist eine sehr schnell verlaufende Verbrennung, bei der es zu einem sprunghaften Anstieg von Druck und Temperatur kommt (Ausbreitungsgeschwindigkeit: 1 m/s– 1000 m/s).

Explosionsfähigkeit von Stäuben (St 1 ... St 3)

ist dann gegeben, wenn sich in einem Staub-/Luft-Gemisch nach dem Entzünden eine Flamme ausbreitet, die im geschlossenen Behälter mit Temperatur- und Drucksteigerung verbunden ist. Aufgrund ihrer K_{St} -Werte werden die Stäube in Klassen eingeteilt.

Staubexplosionsklasse	K_{St} -Wert [bar · m/s]
St 1	> 0 bis 200
St 2	> 200 bis 300
St 3	> 300

Explosionsgruppe

kennzeichnet die Zündfähigkeit und das Zünddurchschlagsvermögen eines explosionsfähigen Gemisches. Gase und Dämpfe werden nach der Grenzspaltbreite beziehungsweise dem Mindestzündstromverhältnis in Gruppen und Untergruppen eingeteilt.

Flammpunkt (FP)

ist die niedrigste Temperatur, bei der sich Dämpfe in solcher Menge entwickeln, dass sich ein durch Fremdzündung entflammbares Dampf-Luft-Gemisch bildet.

Beispiele:

Aceton $< -20\text{ °C}$

Toluol 6 °C

Dichlormethan hat keinen Flammpunkt, brennt aber unter bestimmten Bedingungen.

Flüssigkeiten und Pasten

Zu berücksichtigen sind bei der Gefährdungsbeurteilung alle Flüssigkeiten, die brennbar sind, unabhängig vom Flammpunkt und der Art der Verarbeitung. Unterschieden wird zwischen entzündlichen, leicht- und hochentzündlichen Flüssigkeiten, zu denen unter anderem folgende Zubereitungen gehören: Nitrolacke, Alkohole, Waschbenzin, Epoxidharz, Alkydharz. Daneben sind brennbare flüssige, zähflüssige und pastöse Stoffe mit einem Flammpunkt über 55 °C zu berücksichtigen, wenn diese versprüht oder über ihren Flammpunkt erwärmt werden. Beispielhaft seien hier Dieselkraftstoffe, Teer, Bitumen und schweres Heizöl genannt.

Gase

In die Gefährdungsbeurteilung sind alle brennbaren Gase, die im Betrieb/Arbeitsbereich vorhanden sind, einzubeziehen. Hochentzündliche Gase sind unter anderem Acetylen, Propan, Kohlenmonoxid, Erdgas, Flüssiggas (Propan, Butan), Methan, Wasserstoff.

Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre (GeA)

ist eine explosionsfähige Atmosphäre, die in einer solchen Menge (gefahrenrohende Menge) auftritt, dass besondere Schutzmaßnahmen für die Aufrechterhaltung des Schutzes von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer oder Anderer erforderlich werden.

Glimmtemperatur (GT)

von Staubablagerungen ist die niedrigste Temperatur einer erhitzten freiliegenden Oberfläche, bei der auf dieser in 5 mm dicker Schicht abgelagerter Staub zur Entzündung gelangt. Bei größeren Schichtdicken kann Glimmen unterhalb dieser Glimmtemperatur einsetzen.

Grenzsplatt-/Normsplattweite

ist für die Zündschutzart der druckfesten Kapselung und für die Auslegung von Flammensperren von Bedeutung. Die Übertragung einer Explosion von einem Anlagenteil in einen anderen kann unterbunden werden, wenn beide Bereiche durch einen hinreichend schmalen Spalt getrennt sind.

K_{St} -Wert

ist eine staub- und prüfverfahrensspezifische Kenngröße, die sich aus der Volumenabhängigkeit des maximalen zeitlichen Druckanstiegs (kubisches Gesetz) errechnet. Er ist zahlenmäßig gleich dem Wert für den Druckanstieg im 1-m^3 -Behälter.

Maximaler Explosions(über)druck (p_{max})

ist der unter vorgeschriebenen Versuchsbedingungen ermittelte maximale Druck, der in einem geschlossenen Behälter bei der Explosion einer explosionsfähigen Atmosphäre auftritt.

Medianwert (MW)

ist der Wert für die mittlere Korngröße (50 Gew.-% sind feiner und 50 Gew.-% sind gröber als der Medianwert).

Mindestzündenergie (MZE oder E_{min})

ist die niedrigste kapazitiv gespeicherte elektrische Energie, die nach einer Entladung über eine Funkenstrecke das zündwilligste Staub-Luft-Gemisch gerade noch entzündet.

(Mindest-)Zündtemperatur (ZT)

eines Staub-Luft-Gemisches ist die niedrigste Temperatur einer heißen Fläche, an der das entzündlichste Gemisch des Staubes mit Luft zur Entzündung (Verbrennung oder Explosion) gebracht wird. Die Zündtemperatur eines brennbaren Gases oder einer brennbaren Flüssigkeit ist die niedrigste Temperatur einer erhitzten Fläche, an der das sich bildende inhomogene Gas-Luft- oder Dampf-Luft-Gemisch gerade noch zur Verbrennung mit Flammenerscheinung angeregt wird.

Beispiele:

Aceton: 435 °C

Toluol: 535 °C

Dichlormethan: 605 °C

Obere Explosionsgrenze (OEG)

ist der obere Grenzwert der Konzentration eines brennbaren Stoffes in einem Gemisch mit Luft, in dem sich nach dem Zünden eine von der Zündquelle unabhängige Flamme gerade nicht mehr selbstständig fortpflanzen kann. Bei brennbaren Flüssigkeiten wird sie überschritten – zum Beispiel Benzintank beim Auto.

Beispiele:

Aceton 13 Vol.-% beziehungsweise 310 g/m^3

Toluol $7,8\text{ Vol.-%}$ beziehungsweise 300 g/m^3

Dichlormethan 22 Vol.-% beziehungsweise 780 g/m^3

Sauerstoffgrenzkonzentration (SGK oder O₂-GK)

ist die höchste Sauerstoffkonzentration in einem Gemisch aus Luft, Inertgas und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Stäuben, bei der gerade keine Explosion mehr möglich ist.

Stäube

Allgemein handelt es sich beim Staub um einen feinzerteilten Feststoff beliebiger Form, Struktur und Dichte unterhalb einer Korngröße von circa 500 Mikrometern. Hinsichtlich der Gefährdungsbeurteilung nach Ex-Schutz sind alle brennbaren Stäube zu analysieren, die gelagert oder verarbeitet werden, wie zum Beispiel Kohlenstaub, Farbpulver, Aluminiumpulver. Hinzu kommen Stäube, die ungewollt anfallen beziehungsweise freigesetzt werden – zum Beispiel Holz-, Metall- oder Kunststoffschleifstaub, Textil-, Gummi- oder Kunststoffabrieb, angetrocknete Aluminiumpaste, Torfstaub.

Untere Explosionsgrenze (UEG)

ist der untere Grenzwert der Konzentration eines brennbaren Stoffes in einem Gemisch mit Luft, in dem sich nach dem Zünden eine von der Zündquelle unabhängige Flamme gerade nicht mehr selbstständig fortpflanzen kann. Sie wird im Dampfraum über brennbaren Flüssigkeiten sicher unterschritten, wenn die Temperatur an der Flüssigkeitsoberfläche stets genügend weit unterhalb des Flammpunktes gehalten wird. In der Regel ist bei reinen Lösemitteln eine Temperaturdifferenz von 5 °C beziehungsweise bei Lösemittelgemischen von 15 °C ausreichend sicher.

Beispiele:

Aceton 2,5 Vol-% beziehungsweise 60 g/m³

Toluol 1,1 Vol-% beziehungsweise 46 g/m³

Dichlormethan 13 Vol.-% beziehungsweise 450 g/m³

Verpuffung

ist eine Explosion mit geringer Auswirkung – zum Beispiel aufgrund eines kleinen Volumens an explosionsfähiger Atmosphäre (Ausbreitungsgeschwindigkeit: 0,01 m/s – 1 m/s).

VII. Beispielsammlung für sicherheitstechnische Kenngrößen zur Beurteilung der Explosionsgefahr

Erklärung zu den Tabellen:

1A bis 1E	Korngrößenverteilung – Korngröße in μm von/bis (Massenanteil in Gew.-%)
2	Medianwert in μm
3	Feuchtigkeit in Gew.-%
4	Untere Explosionsgrenze in g/m^3
5	Maximaler Explosionsdruck in bar
6	K_{St} -Wert in $\text{bar} \cdot \text{m}/\text{s}$
7	Mindestzündtemperatur einer Staubwolke in $^{\circ}\text{C}$
8	Mindestzündtemperatur einer Staubschicht in $^{\circ}\text{C}$
9	Brennzahl
10A bis 10B	Selbstzündungstemperatur einer Staubschüttung in $^{\circ}\text{C}$ (bei diesem Volumen-Oberflächen-Verhältnis in cm)
11	Glimmtemperatur in $^{\circ}\text{C}$
12	Untere Explosionsgrenze in Vol.-%
13	Obere Explosionsgrenze in Vol.-%
14	Zündtemperatur in $^{\circ}\text{C}$
15	Mindestzündenergie in mJ (bei einem Brenngasgehalt im zündwilligsten Gemisch in Vol.-%)
16	Normspaltweite in mm
17	Relative Dichte zu Luft (Luft = 1)
18	Flammpunkt in $^{\circ}\text{C}$
19	Obere Explosionsgrenze in g/m^3
20	Flüssigkeitsdichte bei Atmosphärendruck und Raumtemperatur in g/cm^3
k.E.	Kein Entzünden - sagt aus, dass der jeweilige Staub in dem untersuchten Zustand nicht explosionsfähig ist
--	Keine Angabe

Stäube

Bezeichnung	CAS-Nr.	1A	1B	1C	1D	1E	2	3	4	5	6	7	8	9	10A	10B	11
Aluminium (Phlegmatisiert)	7429-90-5	0/20 (28)	20/32 (12)	32/71 (49)	> 71 (11)	--	39	--	30	13,5	400	610	230	-	--	--	230
Aktivkohle (1)	7440-44-0	0/20 (58)	20/40 (21,2)	40/63 (10,8)	63/100 (8,4)	100/315 (1,6)	16	9,9	39	8,1	146	740	450	-	291 (31)	242 (400)	--
Aktivkohle (2)	7440-44-0	0/20 (62,4)	20/40 (25,2)	40/63 (7,2)	63/100 (4,4)	100/315 (0,8)	14	3,1	36	7,8	87	750	510	-	297 (31)	221 (1600)	--
Graphit (1)	7782-42-5	0/20 (59)	20/32 (37)	32/71 (4)	--	--	18	--	--	1,4	--	--	--	-	--	--	--
Graphit (2)	7782-42-5	0/20 (32)	20/32 (20)	32/71 (36)	> 71 (12)	--	31	--	--	k.E.	k.E.	--	--	-	--	--	--
Graphit (3)	7782-42-5	0/500 (51)	> 500 (49)	--	--	--	490	--	--	k.E.	k.E.	--	--	-	--	--	--
Graphit (4)	7782-42-5	0/32 (97)	32/63 (3)	--	--	--	7	--	--	6,9	71	--	680	1	--	--	--
Graphit (5)	7782-42-5	0/63 (100)	--	--	--	--	--	--	--	2,9	70	--	--	-	--	--	--
Holz	D500100006	0/20 (40,4)	20/40 (34,8)	40/63 (12)	63/100 (9,2)	100/200 (3,6)	24	6	64	7,5	--	380	340	-	231 (0,32)	207 (0,67)	--
Phenolharz (1), Pulver	D509400018	0/20 (94)	20/32 (5)	32/71 (1)	--	--	10	--	15	10,3	129	610	--	2	--	--	--
Phenolharz (2), Pulver	D509400018	0/20 (80)	20/32 (13)	32/71 (5)	> 71 (2)	--	11	--	15	10,6	198	530	--	-	--	--	--
Phenolharz (3), Pulver	D509400018	0/20 (68)	20/32 (25)	> 32 (7)	--	--	16	--	30	10,4	156	610	--	2	--	--	--
Torf (74) (Weißtorf abgelagerter Staub)	--	0/20 (11)	20/32 (33)	32/71 (66)	--	--	49	--	60	9,5	144 St1	360	--	-	--	--	295
Torf (75) (Weißtorf abgelagerter Staub)	--	0/71 (50)	--	--	--	--	71	--	60	8,6	91 St1	460	--	4	--	--	310
Torf (65)	--	--	--	--	--	--	2650	41	--	k.E.	--	540	--	-	--	--	315
Torf (56)	--	0/500 (48)	--	--	--	--	600	14	--	6,4	14 St1	500	--	-	--	--	305
Torf (72) (Düngertorf)	--	< 63 (100)	--	--	--	--	< 63	19	30	--	St1	--	--	-	--	--	--

Gase

Bezeichnung	CAS-Nr.	12	13	14	5	15	16	17
Acetylen (Ethin)	74-86-2	2,3	100	305	11,1	0,019 (8,5)	0,37	0,908
Butan	106-97-8	1,4	9,4	365	9,4	0,25 (4,6)	0,98	2,113
Erdgas (getrocknet)	68410-63-9	4	17	575	--	0,25	--	0,55–0,75
Flüssiggas (Propan)	74-98-6	1,7	10,8	470	9,4	0,24 (5,0)	0,92	1,554
Wasserstoff	1333-74-0	4,0	77,0	560	8,3	0,017 (23,6)	0,29	0,0695

Kunstharze (flüssig)

Bezeichnung	CAS-Nr.	18	4	12	19	13	14	5	16	17	20
Acrylamid (2-Propenamid)	79-06-1	138	--	--	--	--	424	--	--	--	1,03
Methylmethacrylat	80-62-6	10	70	1,7	520	12,5	430	8,6	0,95	3,45	0,94

Lösemittel/Reiniger

Bezeichnung	CAS-Nr.	18	4	12	19	13	14	5	16	15	17	20
Aceton	67-64-1	-20	60	2,5	--	--	535	9,7	1,04	0,55 (6,5)	2,0	0,79
Benzin (bleifrei)	86290-81-5	-35	--	0,6	--	8,0	220	8,9	--	--	--	0,78
1-Butanol	71-36-3	35	52	1,7	350	11,3	325	8,4	0,87	--	2,55	0,81
2-Butanol	78-92-2	23	51	1,65	340	11,0	390	--	--	--	2,55	0,81
Butylacetat	123-86-4	27	58	1,2	360	7,5	390	8,6	1,02	--	4,01	0,88
Dichlormethan	75-09-2	--	450	13,0	780	22,0	605	5,9	--	9300 (18)	2,93	1,33
Ethanol (Alkohol)	64-17-5	12	59	3,1	--	--	400	8,4	0,89	--	1,59	0,79
Ethylacetat (Essigester)	141-78-6	-4	73	2,0	--	--	470	9,5	0,95	0,46 (5,2)	3,04	0,90
Methanol	67-56-1	9	80	6,0	--	--	440	8,5	0,92	0,14 (14,7)	1,10	0,79
Methylacetat	79-20-9	-13	95	3,1	495	16,0	505	9,6	0,97	--	2,56	0,93
1-Propanol	71-23-8	22	52	2,1	--	--	385	--	0,87	--	2,07	0,80
2-Propanol (Isopropanol)	67-63-0	12	50	2,0	--	--	425	--	0,99	--	2,07	0,78
Styrol	100-42-5	32	42	0,97	350	8,0	490	7,5	--	--	3,59	0,91
Toluol (Methylenbenzen)	108-88-3	6	42	1,1	300	7,8	535	7,7	1,06	--	3,18	0,87

VIII. Weiterführende Literatur

- Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV – vom 27.09.2002 (BGBl. Teil I Nr. 70 vom 2. Oktober 2002 S. 3777)
- Gefahrstoffverordnung – GefStoffV – vom 23.12.2004 (BGBl. Teil I Nr. 74 vom 29. Dezember 2004 S. 3758)
- TRBS 1203 „Befähigte Personen – Allgemeine Anforderungen“
- TRBS 2152 beziehungsweise TRGS 720 „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines“
- TRBS 2152 Teil 1 beziehungsweise TRGS 721 „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Beurteilung der Explosionsgefährdung“
- TRBS 2152 Teil 2 beziehungsweise TRGS 722 „Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre“
- TRBS 2154 „Explosionsschutzdokument“ (in Bearbeitung)
- BGR 104 „Explosionsschutz-Regeln. Regeln für das Vermeiden der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung“
- BGR 132 „Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen“
- BGI 626 „Sicherheitstechnische Hinweise über das Verwenden von Aluminiumpulver, -pellets und -pasten bei der Herstellung von Porenbeton“
- BGI 739 „Holzstaub Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz beim Erfassen, Absaugen und Lagern“
- BGI 740 „Lackierräume und -einrichtungen für flüssige Beschichtungsstoffe – Bauliche Einrichtungen, Brand- und Explosionsschutz, Betrieb“
- Broschüre „Einsatz von Flurförderzeugen – Batterieladeanlagen für Flurförderzeuge“ der Berufsgenossenschaft Handel und Warenverteilung (BGHW), 2008
- Dyrba, Berthold „Kompendium Explosionsschutz – Sammlung der relevanten Vorschriften zum Explosionsschutz“, Carl Heymanns Verlag, Köln, 2005
- Luksch, Andreas „Explosionsschutzdokument richtig erstellen – Ablaufpläne, Prüfungen, Handlungshilfen“, ecomed Sicherheit, Landsberg am Lech, 2008
- DIN EN 1127-1 „Explosionsfähige Atmosphären – Explosionsschutz – Teil 1: Grundlagen und Methodik“
- DIN EN 1539 „Trockner und Öfen, in denen brennbare Stoffe freigesetzt werden – Sicherheitsanforderungen“
- DIN EN 746-1 „Industrielle Thermoprozessanlagen – Teil 1: Allgemeine Sicherheitsanforderungen an industrielle Thermoprozessanlagen“
- DIN EN 746-2 „Industrielle Thermoprozessanlagen – Teil 2: Sicherheitsanforderungen an Feuerungen und Brennstoffführungssysteme“
- DIN EN 60079-0/VDE 0170-1 „Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 1: Geräte - Allgemeine Anforderungen“
- DIN EN 60079-14/VDE 0165-1 „Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen“
- DIN EN 62305-1/VDE 0185-305-1 „Blitzschutz – Teil 1: Allgemeine Grundsätze“
- VDMA-Einheitsblatt 24169 Teil 1 „Lüftungstechnische Anlagen; Bauliche Explosionsschutzmaßnahmen an Ventilatoren“
- VDSI-Information 7/2002 „Hinweise zum Erstellen eines Explosionsschutzdokumentes“
- DVGW-Regelwerk, Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn
- GESTIS-Stoffdatenbank – www.dguv.de/ifa/de/gestis/stoffdb/index.jsp
- GESTIS-STaub-EX – www.dguv.de/ifa/de/gestis/expl/index.jsp
- CHEMSAFE – www.stoffdaten-deutschland.de/datenbankinfo-chemsafe.htm

Anhang 1: Beispiele für die Zoneneinteilung

1. Handhabung brennbarer Gase

Umgebung von Austrittsstellen in Räumen, wo das Auftreten von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre (g. e. A.) normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig ist – zum Beispiel Probenahmestellen, Entwässerungseinrichtungen, Pumpen deren technische Dichtheit auf Dauer nicht gewährleistet ist	
Objektabsaugung	Zone 2: Nahbereich abhängig von Freisetzungsrate und Lüftung
Konstruktion technisch dicht, nur geringe Leckagemöglichkeiten	Zone 2: Nahbereich abhängig von Freisetzungsrate

Umgebung von Austrittsstellen, wo das Auftreten von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre (g. e. A.) gelegentlich möglich ist – zum Beispiel Umfüllanschlussstellen	
Gasdichte \geq Luftdichte, Technische Lüftung (Raumlüftung)	Zone 1: Umkreis 1 m Zone 2: Umkreis weitere 3 m
Gasdichte $<$ Luftdichte, Technische Lüftung (Raumlüftung)	Zone 1: Umkreis 1 m Zone 2: weitere 2 m oberhalb der Austrittsstelle

2. Lagerung brennbarer Flüssigkeiten in ortsbeweglichen Behältern

Lagerung in Räumen mit Temperatur $<$ Flammpunkt immer sichergestellt	
Lagertemperatur immer ausreichend unter Flammpunkt	keine Zone

Lagerung in Räumen mit Temperatur $<$ Flammpunkt nicht immer sichergestellt	
Umschließung dicht, Öffnen ausgeschlossen, regelmäßige Lagerbegehung und Dichtheitskontrolle, Lagerhöhe $<$ erlaubte Fallhöhe, Einsatz geeigneter Fördereinrichtungen	keine Zone
Umschließung dicht, nicht alle notwendigen Maßnahmen realisierbar	Zone 2: gesamter Raum bis 1,5 m Höhe (Raum $<$ 100 m ³ : gesamter Raum)
Umschließung dicht, nicht alle notwendigen organisatorischen Maßnahmen realisierbar, aber mit Gaswarnanlage und Geräteabschaltungen	Zone 2: wie vorgenannt, jedoch für Zone 2 eigentlich nicht zugelassene Geräte erlaubt, wenn mit automatischer Abschaltung versehen
Umschließung dicht, nicht alle notwendigen organisatorischen Maßnahmen realisierbar, aber mit überwachter Raumlüftung	keine Zone

3. Umfüllen kleiner Mengen brennbarer Flüssigkeiten

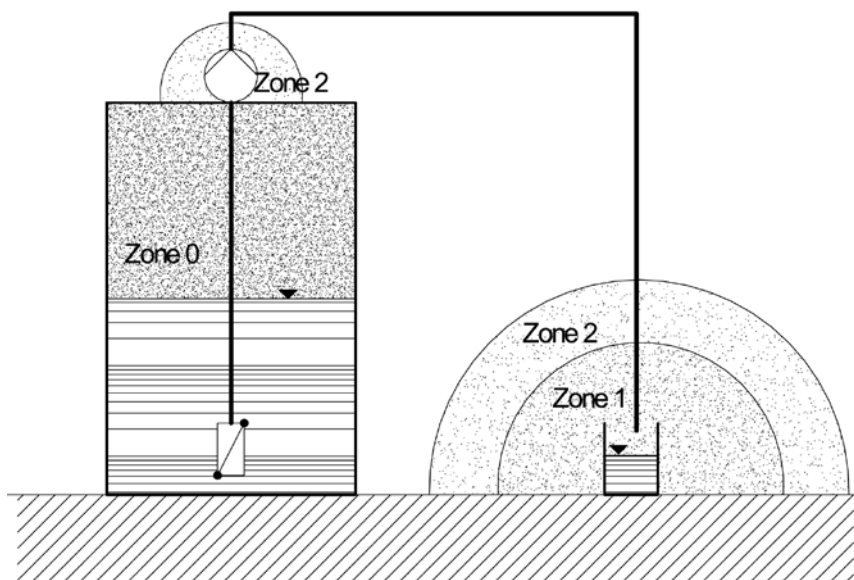


Abbildung A1-1: Beispiel für die Zoneneinteilung beim Umfüllen von einem Fass in offene Behälter < 10 l

Abbildung A1-1 zeigt die Zoneneinteilung. Das Fass steht in einem belüfteten Raum (technische Lüftung mit Absaugung in Bodennähe) und die Flüssigkeit wird mittels einer Handpumpe in offene Gefäße (Eimer < 10 l) umgefüllt. Der Flammpunkt des Lösungsmittels liegt bei circa 10 °C – zum Beispiel Ethanol, Methanol oder Isopropanol – und die entstehenden Dämpfe sind schwerer als Luft. Im Fassinneren ist mit langzeitigem Auftreten von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre (g. e. A.) zu rechnen. Das **Fassinnere** wird daher der **Zone 0** zugeordnet. Ein Bereich von circa **0,5 m um die Pumpe** entspricht der **Zone 2**, da es sich bei der Schraubverbindung zwischen Pumpe und Fass nicht um eine technisch dauerhaft dichte Verbindung handelt. Auf-

grund der aus dem Eimer aufsteigenden und wieder nach unten sinkenden Dämpfe ist über der Flüssigkeitsoberfläche sowie in einem Bereich von **circa 1 m um den Eimer** während des Abfüllvorgangs mit gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre (g. e. A.) zu rechnen. Wenn nicht ständig, sondern nur gelegentlich umgefüllt wird, kann dieser Bereich der **Zone 1** zugeordnet werden. In einem weiteren Bereich von circa **1 m um die Zone 1** muss unter seltenen ungünstigen Bedingungen – zum Beispiel erhöhte Freisetzungsraten des Lösungsmittels aufgrund hoher Außentemperaturen, Verschütten – ebenfalls mit gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre (g. e. A.) gerechnet werden. Daher muss dieser Bereich der **Zone 2** zugeordnet werden.

Abfüllen innerhalb von Räumen in verschließbare Gebinde/Behälter bei maximal freigesetzter Flüssigkeitsmenge von $0,1 < V[l] \leq 5$ durch gelegentlich mögliche Überfüllung, Fehlbedienung, Leckagen an Befüllanlagen oder Gebinden/Behältern	
Objektabsaugung unmittelbar an der Auffangwanne	Zone 1: 0,5 m um Abfüllstelle und gesamte Auffangwanne Zone 2: jeweils weitere 0,5 m
Technische Lüftung (Raumlüftung)	Zone 1: 1 m um Abfüllstelle und gesamte Auffangwanne Zone 2: jeweils weitere 1 m
Natürliche Lüftung durch Raumöffnungen	Zone 1: 1 m um Abfüllstelle und gesamte Auffangwanne Zone 2: jeweils weitere 2 m

4. Lagerung staubexplosionsfähiger Feststoffe

Lagerung in Gebinden in Lagerräumen	
Staubdurchlässige Gebinde – zum Beispiel Jutesäcke –, Staubablagerungen vorhanden	Zone 22 im gesamten Raum
Staubdichte Gebinde, bei Beschädigung von Gebinden werden Staubablagerungen sofort beseitigt	keine Zone Empfehlung: elektrische Ausrüstung nach Zone 21

Offene Lagerung als Schüttgut in Speichern und Hallen	
Staubaufwirbelungen beim Ein-/Auslagern, Umschütten, Staubablagerungen vorhanden	Zone 20/21: Nahbereich von Auftreff- beziehungsweise Abwurfstelle Zone 22: übriger Hallenbereich
Geringe Staubfreisetzung wegen Feuchte, mangelnder Wirbelfähigkeit etc., Staubablagerungen vorhanden	Zone 22: gesamter Hallenbereich

Anhang 2: Arbeitsmittel in explosionsgefährdeten Bereichen

In Ex-Bereichen muss der Betreiber Geräte und Schutzsysteme einsetzen, die den Anforderungen der **Richtlinie 94/9/EG** (ATEX 95) entsprechen (§ 7 Abs. 3 sowie § 12 Abs. 2 BetrSichV). Neben der CE-Kennzeichnung sind vom Hersteller eine spezifische Explosionsschutzkennzeichnung und zusätzliche sicherheitstechnisch

relevante Angaben anzubringen. Der vom Hersteller in der Betriebsanleitung vorgesehene Einsatzbereich – zum Beispiel bezüglich der Umgebungstemperatur, Druck, Temperaturklasse, Explosionsgruppe – ist dabei zu beachten.

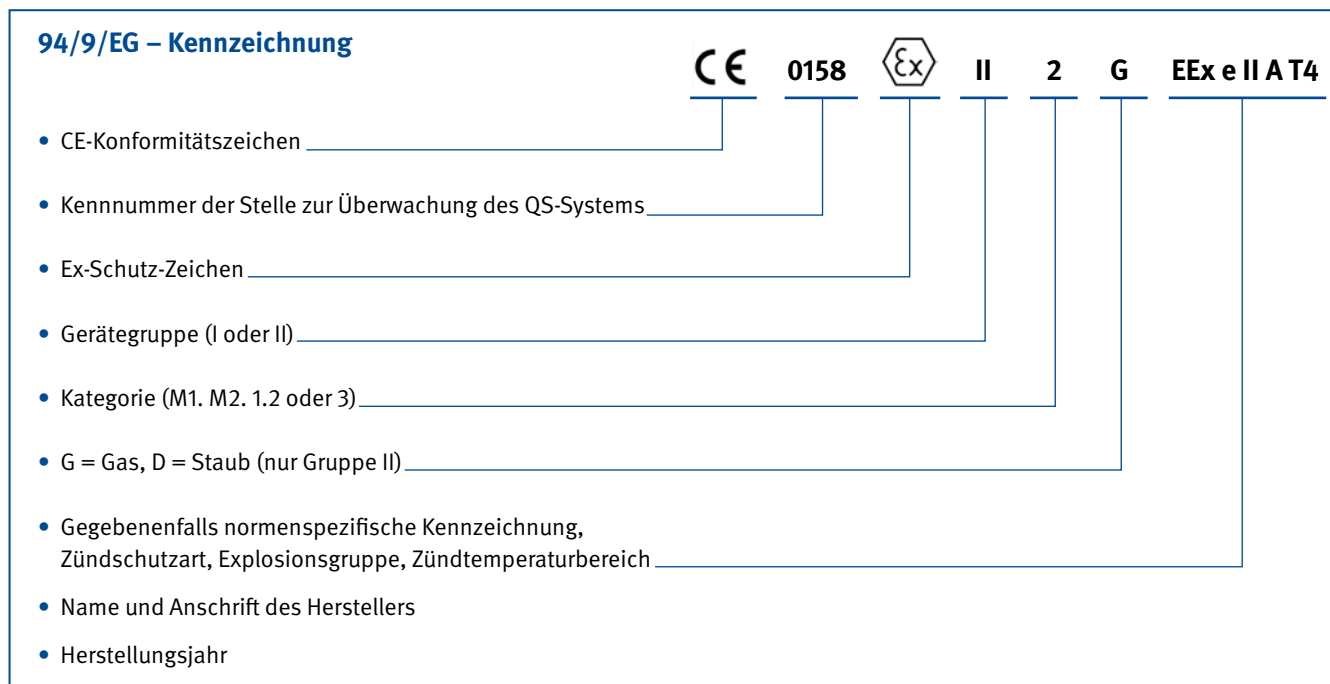


Abbildung A2-1: Beispiel für die Kennzeichnung von Geräten gemäß RL 94/9/EG

Die Arbeitsmittel werden in 2 Gruppen eingeteilt:

Gruppe I: Geräte für den Bergbau

Gruppe II: Geräte für die sonstigen Bereiche

Die folgenden Hinweise beziehen sich auf die Arbeitsmittel der Gruppe II. Die Anforderungen an die Geräte richten sich nach den Zonen, in denen sie betrieben werden sollen.

Zone	Geräte-Kategorie	Anforderungen
0 21	II 1G II 1D	Sicherheit muss auch bei selten auftretenden Betriebsstörungen gewährleistet sein.
1 21	II 2G II 2D	Sicherheit muss bei häufig auftretenden Geräte-Störungen beziehungsweise üblicherweise zu erwartenden Fehlerzuständen gewährleistet sein.
2 22	II 3G II 3D	Arbeitsmittel darf bei Normalbetrieb nicht als Zündquelle wirken.

Tabelle A2-1: Anforderungen an die Arbeitsmittel gemäß Gerätekategorie

Zusätzlich kann eine normenspezifische Kennzeichnung (DIN EN 50014 bis DIN EN 50021) der Zündschutzarten angebracht sein:

<ul style="list-style-type: none"> • EEx d Druckfeste Kapselung • EEx nC Umschlossene Schalteinrichtung • EEx nC Nichtzündfähiges Teil • EEx p Überdruckkapselung • EEx nP Vereinfachte Überdruckkapselung • EEx q Sandkapselung • EEx o Ölkapselung • EEx e Erhöhte Sicherheit • EEx nA Nichtfunkende Betriebsmittel 	<ul style="list-style-type: none"> • EEx m Vergusskapselung • EEx nC Hermetisch dichte Einrichtungen • EEx nC Gekapselte Einrichtung • EEx nC Abgedichtete Einrichtung • Ex tD Schutz durch Gehäuse • EEx i Eigensicherheit • EEx nL Energiebegrenzter Stromkreis • EEx nR Schwadensicherheit
--	---

Neben der Gerätekategorie für die spezielle Zone, muss der Betreiber bei der Auswahl von Geräten die sicherheitstechnischen Eigenschaften der gehandhabten Stoffe berücksichtigen – zum Beispiel bei brennbaren Gasen und Dämpfen die Mindestzündenergie sowie die Zündtemperatur.

Untergruppe	Mindestzündenergie (mJ)	Normalspaltweite (mm)	Mindestzündstromverhältnis	Stoffbeispiel
II A	> 0,20	> 0,9	> 0,8	Propan, Benzin, Ethylether, Ethylen, Wasserstoff, Acetylen
II B	0,05–0,20	0,5–0,9	0,45–0,8	
II C	< 0,05	< 0,5	< 0,45	

Tabelle A2-2: Einteilung in Explosionsgruppen anhand der Mindestzündenergien

Brennbare Gase und Dämpfe werden nach ihrer flammendurchschlagsicheren Spaltweite oder nach ihrer Mindestzündenergie in die Explosionsgruppen II A, II B und II C eingeteilt.

Die Explosionsgruppen charakterisieren die Zündempfindlichkeit für elektrische und elektrostatische Entladungen und mechanische Zündquellen. Stoffe mit niedriger Zündtemperatur beziehungsweise geringer Mindestzündenergie weisen eine hohe Zündbereitschaft auf. Umgekehrt sind für die Zündung von Gemischen der Temperaturklasse T1 beziehungsweise der Untergruppe II A energieintensive Zündquellen erforderlich.

Die Geräte dürfen jeweils auch in Zonen mit geringerer Explosionsgefahr eingesetzt werden. Geräte, die mit den Kennzeichen „G/D“ versehen sind, dürfen sowohl in explosionsgefährdeten Bereichen mit Gasen/Dämpfen/Nebeln als auch mit Stäuben eingesetzt werden (jedoch nicht generell bei hybriden Gemischen).

Anhand der Zündtemperatur werden Gase und Dämpfe in **Temperaturklassen** eingeteilt und Grenztemperaturen für die Oberflächen von Arbeitsmitteln festgelegt, damit die die Entzündung durch zu heiße Oberflächen verhindert wird.

Zündtemperaturbereich [°C]	Temperaturklasse	Maximale zulässige Oberflächentemperatur [°C]	Beispielsubstanz
über 450	T1	450	Ammoniak, Methan, Wasserstoff
über 300 bis 450	T2	300	Acetylen, Ölsäure, n-Propanol
über 200 bis 300	T3	200	Benzine, n-Pentan, Cyclohexan
über 135 bis 200	T4	135	Diethylether, Trichlorsilan
über 100 bis 135	T5	100	Phosphorwasserstoff
über 85 bis 100	T6	85	Schwefelkohlenstoff

Tabelle A2-3: Kennzeichnung nach Temperaturklassen

Bauartanforderungen an Staub-Ex-Geräte

Schutzprinzip:

- Schutz durch Gehäuse – zum Beispiel EN 50281-1-1
- IP 5x: staubgeschütztes Gehäuse
- IP 6x: staubdichtes Gehäuse
- Anforderungen an die mechanische Mindestfestigkeit und Alterungsbeständigkeit
- Gegebenenfalls Berücksichtigung von Gerätestörungen auf die maximale Oberflächentemperatur

Alternativen:

- Überdruckkapselung
- Vergusskapselung
- Eigensicherheit

Altgeräte

Für Altgeräte (staubexplosionssgeschützte Geräte für die Zonen 10, 11 sowie gasexplosionssgeschützte Geräte) ohne Konformitätserklärung muss die Eignung durch den Betreiber im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung festgestellt werden. Hierzu darf auch die langjährige betriebliche Erfahrung hinzugezogen werden. Kommt man zum Schluss, dass die Altgeräte für den Einsatz in einer bestimmten Zone geeignet sind, ist die entsprechende Nachweisführung im Explosionsschutzdokument zu dokumentieren. Klärungsbedarf kann aufgrund des Überganges von ei-

nem 2-Zonen- auf ein 3-Zonen-Konzept insbesondere für staubexplosionsgefährdete Bereiche bestehen.

Geräte Zone 10



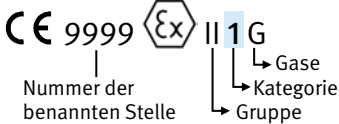
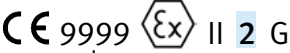

- Ab 1980 Bauartzulassung durch BVS
- Bau- und Prüfbestimmungen in VDE 0170/0171 Teil 13
- Im wesentlichen Messtechnik – zum Beispiel Füllstand
- Geräteeigenschaften vergleichbar mit dem Anforderungsprofil für die Kategorien 2D und 3D


Geräte Zone 11/Zone 2

- Keine Prüf-, Zulassungs-, Kennzeichnungspflicht
- Bauanforderungen in VDE 165 (bis Ausgabe 1991)
- Gehäuseschutz IP 54 (Widerspruch zu Anforderungen der Kategorie 3 D): Keine mechanischen Anforderungen, keine Anforderungen an die Alterungsbeständigkeit

Geräte Zone 1

- Bauartzulassung erkennbar an Bescheinigungsnummer
- Bauartanforderungen in EN 50014 ff.
- Ermittlung der maximalen Oberflächentemperatur auf Basis der Temperaturklasse (thermische Isolierung, Staubbedeckung nicht berücksichtigt!)
- Andere Elektrostatikanforderungen als bei Staub-Ex

Einsatz in ...	Zone 0	Zone 1	Zone 2
Geräte nach ElexV (nur elektrische)	 Eignung für Zone 0 muss in der Baumusterprüfbescheinigung und auf dem Gerät ausgewiesen sein.	 Baumusterprüfbescheinigung muss vorliegen.	Keine besondere Kennzeichnung (gegebenenfalls mit „für Zone 2“ versehen) Ausführung muss DIN VDE 0165/14/ Abschnitt 6.3 entsprechen.
Geräte nach 94/9/EG beziehungsweise 11. GSGV (elektrische und nicht elektrische)	 Nummer der benannten Stelle ↳ Gase ↳ Kategorie ↳ Gruppe	 Nur bei elektrischen Geräten und Verbrennungsmotoren erforderlich	

Einsatz in ...	Zone 10 (oder Zone 20/21)	Zone 11 (oder Zone 22)
Geräte nach ElexV (nur elektrische)	 Eignung für Zone 10 muss in der Baumusterprüfbescheinigung und auf dem Gerät ausgewiesen sein.	Keine besondere Kennzeichnung Ausführung muss DIN VDE 0165/14/ Abschnitt 7.1 entsprechen.

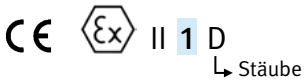


Einsatz in ...	Zone 20 (oder Zone 10)	Zone 21 (oder Zone 11) Zone 22 bei leitfähigem Staub	Zone 22 (oder Zone 11)
Geräte nach 11. GSGV	 ↳ Stäube		

Abbildung A2-1: Zusammenfassung über die Kennzeichnung von Neu- und Altgeräten

Anhang 3: Prüfliste zur Beurteilung der Explosionsgefährdung bei gasbetriebenen Öfen

Blatt 1 von 2

Betrieb: _____

Datum: _____

Diese Prüfliste kann für gasbetriebene Öfen – gegebenenfalls unter Anpassung an die speziellen betrieblichen Gegebenheiten – als Grundlage für die Gefährdungsbeurteilung hinsichtlich des Explosionsschutzes dienen. Wenn alle Fragen mit „Ja“ beantwortet werden, kann davon ausgegangen werden, dass es nicht zur Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre kommt. Eine Zoneneinteilung und ein Explosionsschutz-Dokument sind dann nicht erforderlich.

Werden Fragen mit „Nein“ beantwortet, ist zu dem entsprechenden Punkt die Gefährdung – gegebenenfalls unter Hinzuziehen entsprechend fachkundiger Personen – zum Beispiel Sicherheitsfachkraft – detailliert zu ermitteln, zu beurteilen und zu dokumentieren. Aus der Gefährdungsbeurteilung sind Schutzmaßnahmen abzuleiten und vor Weiterbetrieb der Anlage umzusetzen.

Lfd. Nr.	Frage	Anmerkungen	Ja	Nein	Nicht zutreffend
	Bau und Ausrüstung				
1	Entspricht der Ofen nach Herstellerangaben beziehungsweise Sachverständigengutachten DIN EN 746 (neu)/DVGW G 610 (alt)?				
2	Wurde der Ofen durch ein Vertragsinstallationsunternehmen (VIU) angeschlossen?				
3	Wurde die Installation vor dem Ofen von einem VIU ausgeführt?				
	Betrieb				
4	Ist die Raumlüftung ausreichend (siehe Herstellerangaben)?				
5	Sind die Gasleitungen farblich (Rohrleitungen mit Gasphase – zum Beispiel von Flüssiggas, Erdgas gelb) gekennzeichnet?				
6	Werden Flüssiggasbehälter so aufgestellt, dass sie vor starker Erwärmung geschützt sind?				
7	Werden Flüssiggasbehälter über eine Leckgassicherung an den Ofen angeschlossen?				
8	Wird der Ofen entsprechend der Betriebsanleitung des Herstellers betrieben?				
9	Werden Ofen und Gasstrecke seit Installation/Anschluss ohne Vornahme technischer Änderungen betrieben?				
10	Wird der Ofen regelmäßig entsprechend der Herstellerangaben geprüft?				
11	Wird der Ofen regelmäßig entsprechend der Herstellerangaben gewartet?				
12	Wird die Gasinstallation regelmäßig geprüft? (Hauptabsperrventil, Druckregelgerät alle 12 Jahre, Volumenzähler alle 8 Jahre)				

Prüfliste zur Beurteilung der Explosionsgefährdung bei gasbetriebenen Öfen

Betrieb: _____ Datum: _____

Lfd. Nr.	Frage	Anmerkungen	Ja	Nein	Nicht zutreffend
13	Wird die Abgasanlage regelmäßig durch den Kaminkehrer geprüft? (Messung jährlich, Feuerstättenschau alle 5 Jahre)				
14	Wird nach technischen Änderungen beziehungsweise Änderungen des Verfahrens eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt?				
15	Wird nach technischen Änderungen beziehungsweise Änderungen des Verfahrens eine erneute Prüfung durchgeführt?				
16	Werden die oben genannten Prüfungen/Wartungen dokumentiert? (Prüfbuch!)				
17	Liegen schriftliche Anweisungen zum Betrieb des Ofens, insbesondere auch über das Verhalten bei Störfällen (Betriebsanweisungen anhand der Betriebsanleitung des Herstellers) vor?				
18	Wird das Personal anhand dieser Anweisungen regelmäßig (mindestens einmal jährlich) unterwiesen?				
19	Werden die Unterweisungen dokumentiert?				


Anhang 4: Beurteilung von Brand- und Explosionsgefahren beim Herstellen von Glas – Schmelze und Formgebung (Heißbereich)


Blatt 1: Gasverteilungssystem (Leitungen, Verbindungen, Absperrventile und andere Armaturen)


Blatt 2: Schmelze und Arbeitswanne (Feuerungssystem)


Blatt 3: Feeder, Bandbeheizung und sonstige Gasverbrauchseinrichtungen

Blatt 4: Gasdruckregelanlage (Gasübergabestation) und Odorierung

 Beurteilung von Brand- und Explosionsgefahren beim Herstellen von Glas – Schmelze und Formgebung (Heißbereich)				
Arbeitsbereich: Gasverteilungssystem (Leitungen, Verbindungen, Absperrventile und andere Armaturen)				
Blatt 1 von 4		Firma:		
Verantwortliche/r (Betreiber):		Bearbeiter/in:		
Wannen-/Maschinenbezeichnung:		Datum:		
Betriebszustand:				
Kurzbeschreibung der Anlage/Verfahren: [Querverweis auf bestehende Unterlagen möglich – zum Beispiel Betriebslaubnis]				
Nr. Katalog	Gefährdung/Belastung Mögliche Ursachen	Beurteilung der Gefährdung/Belastung	Maßnahmen technisch – organisatorisch – persönlich (Kurzform oder ausführlich in Anlage)	Realisierung Termin Verantwortliche/r
5.0 Brand und Explosionsgefährdungen durch Brennstoffe				
	<input type="checkbox"/> Erdgas <ul style="list-style-type: none"> - Zündtemperatur: 575 °C - Explosionsgrenzen: 4–17 Vol.-% - Mindestzündenergie: 0,25 mJ - relative Dichte: 0,55–0,75 <input type="checkbox"/> Flüssiggas (Propan) <ul style="list-style-type: none"> - Zündtemperatur: 470 °C - Explosionsgrenzen: 1,7–10,8 Vol.-% - Mindestzündenergie: 0,24 mJ (bei 5 Vol.-%) - relative Dichte: 1,5 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Die Bildung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre ist bei Normalbetrieb nicht möglich. <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ausführung nach DVGW/TRGL <input type="checkbox"/> Ausführung und Betrieb nach DIN EN 746-1 und -2 <input type="checkbox"/> auf Dauer technisch dichte Leitungen und Verbindungen <input type="checkbox"/> keine selbstständigen Änderungen an der Anlage <input type="checkbox"/> regelmäßige Sichtkontrolle <input type="checkbox"/> Kennzeichnung der Gasleitungen <input type="checkbox"/> Anfahrerschutz bei Fahrzeugbetrieb <input type="checkbox"/> Prüfung vor erstmaliger Inbetriebnahme <input type="checkbox"/> Sachverständigenprüfung, Prüfintervall: <input type="checkbox"/> Instandhaltung nach Instandhaltungsplan, Dok-Nr.: <input type="checkbox"/> Betriebsanweisung, Dok-Nr.: <input type="checkbox"/> Unterweisung der Beschäftigten erfolgte am: 		
		<input type="checkbox"/> Die Bildung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre ist möglich. <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Zone 2 <input type="checkbox"/> Zone 1 <input type="checkbox"/> Zone 0 	<input type="checkbox"/> Explosionschutzmaßnahmen sind erforderlich <input type="checkbox"/> Exschutzdokument wird erarbeitet	

 Beurteilung von Brand- und Explosionsgefahren beim Herstellen von Glas – Schmelze und Formgebung (Heißbereich)				
Arbeitsbereich: Schmelze und Arbeitswanne (Feuerungssystem)				
Blatt 2 von 4		Firma:		
Verantwortliche/r (Betreiber):		Bearbeiter/in:		
Wannen-/Maschinenbezeichnung:		Datum:		
Betriebszustand:				
Kurzbeschreibung der Anlage/Verfahren: [Querverweis auf bestehende Unterlagen möglich – zum Beispiel Betriebslaubnis]				
Nr. Katalog	Gefährdung/Belastung Mögliche Ursachen	Beurteilung der Gefährdung/Belastung	Maßnahmen technisch – organisatorisch – persönlich (Kurzform oder ausführlich in Anlage)	Realisierung Termin Verantwortliche/r
5.0	Brand und Explosionsgefährdungen durch Brennstoffe			
	<input type="checkbox"/> Erdgas <ul style="list-style-type: none"> - Zündtemperatur: 575 °C - Explosionsgrenzen: 4–17 Vol.-% - Mindestzündenergie: 0,25 mJ - relative Dichte: 0,55–0,75 <input type="checkbox"/> Flüssiggas (Propan) <ul style="list-style-type: none"> - Zündtemperatur: 470 °C - Explosionsgrenzen: 1,7–10,8 Vol.-% - Mindestzündenergie: 0,24 mJ (bei 5 Vol.-%) - relative Dichte: 1,5 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Die Bildung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre ist bei Normalbetrieb nicht möglich. <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ausführung nach DVGW/TRGL <input type="checkbox"/> Ausführung und Betrieb nach DIN EN 746-1 und -2 <input type="checkbox"/> auf Dauer technisch dichte Leitungen und Verbindungen <input type="checkbox"/> keine selbstständigen Änderungen an der Anlage <input type="checkbox"/> regelmäßige Sichtkontrolle <input type="checkbox"/> Kennzeichnung der Gasleitungen <input type="checkbox"/> Anfahrerschutz bei Fahrzeugbetrieb <input type="checkbox"/> Prüfung vor erstmaliger Inbetriebnahme <input type="checkbox"/> Sachverständigenprüfung, Prüfintervall: <input type="checkbox"/> Instandhaltung nach Instandhaltungsplan, Dok-Nr.: <input type="checkbox"/> Betriebsanweisung, Dok-Nr.: <input type="checkbox"/> Unterweisung der Beschäftigten erfolgte am: 		
		<input type="checkbox"/> Die Bildung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre ist möglich. <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Zone 2 <input type="checkbox"/> Zone 1 <input type="checkbox"/> Zone 0 	<input type="checkbox"/> Explosionschutzmaßnahmen sind erforderlich <input type="checkbox"/> Exschutzdokument wird erarbeitet	

 Beurteilung von Brand- und Explosionsgefahren beim Herstellen von Glas – Schmelze und Formgebung (Heißbereich)				
Arbeitsbereich: Feeder, Bandbeheizung und sonstige Gasverbrauchseinrichtungen				
Blatt 3 von 4		Firma:		
Verantwortliche/r (Betreiber):		Bearbeiter/in:		
Wannen-/Maschinenbezeichnung:		Datum:		
Betriebszustand:				
Kurzbeschreibung der Anlage/Verfahren: [Querverweis auf bestehende Unterlagen möglich – zum Beispiel Betriebserlaubnis]				
Nr. Katalog	Gefährdung/Belastung Mögliche Ursachen	Beurteilung der Gefährdung/Belastung	Maßnahmen technisch – organisatorisch – persönlich (Kurzform oder ausführlich in Anlage)	Realisierung Termin Verantwortliche/r
5.0	Brand und Explosionsgefährdungen durch Brennstoffe			
	<input type="checkbox"/> Erdgas <ul style="list-style-type: none"> - Zündtemperatur: 575 °C - Explosionsgrenzen: 4–17 Vol.-% - Mindestzündenergie: 0,25 mJ - relative Dichte: 0,55–0,75 <input type="checkbox"/> Flüssiggas (Propan) <ul style="list-style-type: none"> - Zündtemperatur: 470 °C - Explosionsgrenzen: 1,7–10,8 Vol.-% - Mindestzündenergie: 0,24 mJ (bei 5 Vol.-%) - relative Dichte: 1,5 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Die Bildung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre ist bei Normalbetrieb nicht möglich. <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ausführung nach DVGW/TRGL <input type="checkbox"/> Ausführung und Betrieb nach DIN EN 746-1 und -2 <input type="checkbox"/> auf Dauer technisch dichte Leitungen und Verbindungen <input type="checkbox"/> keine selbstständigen Änderungen an der Anlage <input type="checkbox"/> regelmäßige Sichtkontrolle <input type="checkbox"/> Kennzeichnung der Gasleitungen <input type="checkbox"/> Anfahrerschutz bei Fahrzeugbetrieb <input type="checkbox"/> Prüfung vor erstmaliger Inbetriebnahme <input type="checkbox"/> Sachverständigenprüfung, Prüfintervall: <input type="checkbox"/> Instandhaltung nach Instandhaltungsplan, Dok-Nr.: <input type="checkbox"/> Betriebsanweisung, Dok-Nr.: <input type="checkbox"/> Unterweisung der Beschäftigten erfolgte am: 		
		<input type="checkbox"/> Die Bildung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre ist möglich. <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Zone 2 <input type="checkbox"/> Zone 1 <input type="checkbox"/> Zone 0 	<input type="checkbox"/> Explosionschutzmaßnahmen sind erforderlich <input type="checkbox"/> Exschutzdokument wird erarbeitet	

 Beurteilung von Brand- und Explosionsgefahren beim Herstellen von Glas – Schmelze und Formgebung (Heißbereich)				
Arbeitsbereich: Gasdruckregelanlage (Gasübergabestation) und Odorierung				
Blatt 4 von 4		Firma:		
Verantwortliche/r (Betreiber):		Bearbeiter/in:		
Wannen-/Maschinenbezeichnung:		Datum:		
Betriebszustand:				
Kurzbeschreibung der Anlage/Verfahren: [Querverweis auf bestehende Unterlagen möglich – zum Beispiel Betriebslaubnis]				
Nr. Katalog	Gefährdung/Belastung Mögliche Ursachen	Beurteilung der Gefährdung/Belastung	Maßnahmen technisch – organisatorisch – persönlich (Kurzform oder ausführlich in Anlage)	Realisierung Termin Verantwortliche/r
5.0 Brand und Explosionsgefährdungen durch Brennstoffe				
<input type="checkbox"/> Erdgas <ul style="list-style-type: none"> - Zündtemperatur: 575 °C - Explosionsgrenzen: 4–17 Vol.-% - Mindestzündenergie: 0,25 mJ - relative Dichte: 0,55–0,75 <input type="checkbox"/> Flüssiggas (Propan) <ul style="list-style-type: none"> - Zündtemperatur: 470 °C - Explosionsgrenzen: 1,7–10,8 Vol.-% - Mindestzündenergie: 0,24 mJ (bei 5 Vol.-%) - relative Dichte: 1,5 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Die Bildung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre ist möglich. <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Zone 2 <input type="checkbox"/> Zone 1 <input type="checkbox"/> Zone 0 	<input type="checkbox"/> Explosionschutzmaßnahmen sind erforderlich <input type="checkbox"/> Exschutzdokument wird erarbeitet		

Anhang 5: Wesentliche Anforderungen für „Industrielle Thermo- prozessanlagen“ nach DIN EN 746-1 und -2

Elektrische Maßnahmen:

- Konstruktion und Ausführung der elektrischen Anlage und Mess-, Steuer- und Regeltechnik nach Vorgaben des Erstellers
- Inbetriebnahme aufgrund von Prüfberichten
- Betrieb und Instandhaltung durch ausgebildetes und eingewiesenes Personal
- Prüfung durch befähigte Personen (Elektrofachkraft)

Rohrleitungen:

- Kennzeichnung (gestrichen, Farb-Code)
- Prüfung (Dichtheit, Innendruckfestigkeit)

Zwingend vorgeschriebene Stelleinrichtungen:

- Handbetätigtes Absperrventil vor erstem Stellglied
- Sicherheitsabsperrventil – zu jedem Brenner oder Brennergruppe je zwei Ventile
- Gasdruckregler
- Strömungs- und Druckwächter für Luft (Druck-, Strömungsfühler) und Gas (Gasmangelsicherung, bei Brennern ohne Flammenüberwachung – Gasüberdrucksicherung)
- Zündbrenner/Hauptbrenner
- Verbrennungsluft, Vorspülung
- Vorbelüftung der Brenner vor Zündung (Brennstoffkonzentration kleiner 25 Prozent der unteren Zündgrenze des Brenngases)
- Stellung der Abgasklappe(n)

Einrichtungen bei Flammenausfall:

- Störabschaltung beziehungsweise maximal drei Wiederanläufe

Flammenüberwachungseinrichtungen:

- Flammenfühler für Zünd- und Hauptbrenner
- Überprüfung der Flammenüberwachung (automatische Überprüfung, vergleiche Betriebsanleitung)

Herausgeber:
 **VBG**
Ihre gesetzliche
Unfallversicherung
www.vbg.de

Deelbögenkamp 4
22297 Hamburg
Postanschrift: 22281 Hamburg

Artikelnummer: 46-13-0051-0

Realisation:
BC GmbH Verlags- und Mediengesellschaft
Kaiser-Friedrich-Ring 53, 65185 Wiesbaden
www.bc-verlag.de

Foto: MEV

Nachdruck nur mit schriftlicher Genehmigung der VBG

Version 1.0/2010-09

Gedruckt: 2010-09/Auflage: 1.000

Der Bezug dieser Informationsschrift ist für Mitglieds-
unternehmen der VBG im Mitgliedsbeitrag enthalten.

Wir sind für Sie da!

Sie erreichen uns montags bis donnerstags von 8.00–17.00 Uhr, freitags von 8.00–15.00 Uhr

Servicenummer für Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz: 0180 5 8247728

0,14 €/Min. aus dem Festnetz, Mobilfunk max. 0,42 €/Min.

Ihre regional zuständigen Bezirksverwaltungen für Fragen und Mitteilungen zur Prävention einschließlich Seminarinformationen, Rehabilitation, Versicherungsschutz (freiwillige Versicherung und Auslandsunfallversicherung) sowie Veranlagung und Veränderung von Unternehmen:

Bezirksverwaltung Bergisch Gladbach

Kölner Straße 20
51429 Bergisch Gladbach
Tel.: 02204 407-0
Fax: 02204 1639
E-Mail: BV.BergischGladbach@vbg.de

Bezirksverwaltung Berlin

Markgrafenstraße 18, 10969 Berlin
Tel.: 030 77003-0
Fax: 030 7741319
E-Mail: BV.Berlin@vbg.de

Bezirksverwaltung Bielefeld

Nikolaus-Dürkopp-Straße 8
33602 Bielefeld
Tel.: 0521 5801-0
Fax: 0521 61284
E-Mail: BV.Bielefeld@vbg.de

Bezirksverwaltung Dresden

Wiener Platz 6, 01069 Dresden
Tel.: 0351 8145-0
Fax: 0351 8145-109
E-Mail: BV.Dresden@vbg.de

Bezirksverwaltung Duisburg

Wintgensstraße 27, 47058 Duisburg
Tel.: 0203 3487-0
Fax: 0203 2809005
E-Mail: BV.Duisburg@vbg.de

Bezirksverwaltung Erfurt

Koenbergstraße 1, 99084 Erfurt
Tel.: 0361 2236-0
Fax: 0361 2253466
E-Mail: BV.Erfurt@vbg.de

Bezirksverwaltung Hamburg

Friesenstraße 22, 20097 Hamburg
Fontenay 1a, 20354 Hamburg
Tel.: 040 23656-0
Fax: 040 2369439
E-Mail: BV.Hamburg@vbg.de

Bezirksverwaltung Ludwigsburg

Martin-Luther-Straße 79
71636 Ludwigsburg
Tel.: 07141 919-0
Fax: 07141 902319
E-Mail: BV.Ludwigsburg@vbg.de

Bezirksverwaltung Mainz

Isaac-Fulda-Allee 3, 55124 Mainz
Tel.: 06131 389-0
Fax: 06131 371044
E-Mail: BV.Mainz@vbg.de

Bezirksverwaltung München

Ridlerstraße 37, 80339 München
Tel.: 089 50095-0
Fax: 089 5024877
E-Mail: BV.Muenchen@vbg.de

Bezirksverwaltung Würzburg

Riemenschneiderstraße 2
97072 Würzburg
Tel.: 0931 7943-0
Fax: 0931 7842200
E-Mail: BV.Wuerzburg@vbg.de

Prüfung und Zertifizierung von Arbeitsmitteln der Branchen Glas und Keramik:

Fachausschuss Glas/Keramik
Tel.: 0931 7943-321
Fax: 0931 7943-803
E-Mail: BV.Wuerzburg@vbg.de

Ihre Akademien für Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz:

Seminarinformationen erhalten Sie von Ihrer regional zuständigen Bezirksverwaltung oder unter www.vbg.de/seminare

Akademie Dresden

Königsbrücker Landstraße 4c
01109 Dresden
Tel.: 0351 88923-0
Fax: 0351 88349-34
E-Mail: Akademie.Dresden@vbg.de
Hotel-Tel.: 0351 457-3000

Akademie Gevelinghausen

Schlossstraße 1, 59939 Olsberg
Tel.: 02904 9716-0
Fax: 02904 9716-30
E-Mail: Akademie.Olsberg@vbg.de
Hotel-Tel.: 02904 803-0

Akademie Lautrach

Schlossstraße 1, 87763 Lautrach
Tel.: 08394 92613
Fax: 08394 1689
E-Mail: Akademie.Lautrach@vbg.de
Hotel-Tel.: 08394 910-0

Akademie Storkau

Im Park, 39590 Storkau
Tel.: 039321 531-0
Fax: 039321 531-23
E-Mail: Akademie.Storkau@vbg.de
Hotel-Tel.: 039321 521-0

Klinik für Berufskrankheiten

Münchner Allee 10
83435 Bad Reichenhall
Tel.: 08651 601-0
Fax: 08651 601-1021
E-Mail: bk-klinik@vbg.de
www.bk-klinik-badreichenhall.de

Bei Beitragsfragen:

Tel.: 040 5146-2940
Fax: 040 5146-2771, -2772
E-Mail: HV.Beitrag@vbg.de

VBG – Ihre gesetzliche Unfallversicherung

Deelbögenkamp 4, 22297 Hamburg
Tel.: 040 5146-0
Fax: 040 5146-2146
E-Mail: HV.Hamburg@vbg.de
www.vbg.de

