

Mitteilung Nr. 1/2003

**Gefährdungsbeurteilung
Explosionsschutz**
und
Explosionsschutzdokument

entsprechend

Betriebssicherheits-
verordnung



ARBEITSHILFEN

Freistaat  Sachsen

Landesinstitut für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

Entsprechend der Betriebssicherheitsverordnung überarbeitete Fassung der Mitteilung Nr. 7/2001

Bearbeiter: Herr Dipl.-Ing. Harald Eberle

Chemnitz, den 19.02.2003

Sächsisches Landesinstitut für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

Reichsstraße 39, 09112 Chemnitz

Tel.: (0371) 3685-0 Fax: (0371) 3685-100 E-Mail: poststelle@liaache.smwa.sachsen.de

Internet: <http://www.arbeitsschutz-sachsen.de>

Vorwort

In vielen Bereichen des Handwerks und der Industrie wird mit brennbaren Gasen, Dämpfen oder Stäuben umgegangen. Explosionen können Menschenleben kosten und zu Sachbeschädigungen führen. Oft jedoch sind nicht die unmittelbaren Sachschäden das Schlimmste. Produktionsausfälle und Imageverlust können die Existenz, insbesondere von klein- und mittelständigen Unternehmen, bedrohen.

Zur Verhütung von Explosionen ist es erforderlich ein **ganzheitliches Explosionsschutzkonzept** zu erstellen. Ausgehend von dem eventuell möglichen Ersatz gefährlicher Stoffe über technische Schutzmaßnahmen bis zu organisatorischen Maßnahmen ergibt sich ein ineinander greifendes komplexes Schutzsystem.

Auf Grund des Arbeitsschutzgesetzes ist jeder Arbeitgeber zu einer **Gefährdungsanalyse** verpflichtet. Mit der **Betriebssicherheitsverordnung** wird der diesbezügliche Aufgabenumfang konkretisiert. Seit dem 03. Oktober 2002 muss bei neuerrichteten Einrichtungen mit explosionsgefährdeten Bereichen vor der Aufnahme der Arbeit ein **Explosionsschutzdokument** erstellt werden. Für bereits vorhandene Einrichtungen mit explosionsgefährdeten Bereichen gibt es eine Übergangsfrist bis zum 31. Dezember 2005.

Die Broschüre ist gedacht als Unterstützung der Revisionstätigkeit der Bediensteten der Gewerbeaufsicht. Sie kann jedoch auch insbesondere von klein- und mittelständigen Unternehmen als Arbeitshilfe genutzt werden.

Im Teil 1 der Broschüre werden Hinweise für die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung Explosionsschutz und die Erstellung des Explosionsschutzdokuments gegeben. Der Teil 2 enthält Checklisten in Form von Arbeitsblättern, die einzeln oder kombiniert eine mögliche Form sowie einen Teil der Dokumentation darstellen.

Prof. Dr.-Ing. habil. Tannenhauer

Direktor

Teil 1	Hinweise zur Gefährdungsbeurteilung Explosionsschutz und zum Explosionsschutzdokument	Seite
1	GRUNDSÄTZLICHES	1
1.1	Gesetzliche Grundlagen (Auswahl)	1
1.2	Voraussetzungen für eine Explosion	2
1.3	Hybride Gemische	2
1.4	Das Explosionsschutzkonzept	2
2	DAS EXPLOSIONSSCHUTZDOKUMENT	3
3	ALLGEMEINE ANGABEN / AUFLISTUNG DER BRENNBAREN STOFFE	5
4	BEURTEILUNG DER EXPLOSIONSGEFAHR IN RÄUMEN / IM FREIEN	6
4.1	Technologische Daten	6
4.1.1	Bezeichnung des Raumes/Bereiches	6
4.1.2	Brennbare Stoffe	6
4.1.3	Freisetzung von Gasen/Dämpfen/Nebeln bzw. von Stäuben	7
4.1.4	Freisetzungsquellen	7
4.2	Schutzmaßnahmen zur Verhinderung oder Einschränkung der Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre	8
4.3	Zoneneinteilung	11
4.4	Schutzmaßnahmen, welche die Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre verhindern	13
4.4.1	Ausführung von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen sowie Auswahl der elektrischen und nichtelektrischen Geräte und Schutzsysteme	14
4.4.2	Prüfung der Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen	17
4.4.3	Maßnahmen zur Verhinderung der Zündung durch heiße Oberflächen, Flammen oder heiße Gase, mechanisch erzeugte Funken, statische Elektrizität, Blitzschlag oder sonstige Zündquellen	18
4.5	Kennzeichnung explosionsgefährdeter Bereiche	20
4.6	Zusätzliche Maßnahmen zur Verringerung des Restrisikos	20
5	BEURTEILUNG DER EXPLOSIONSGEFAHR INNERHALB VON APPARATUREN	20
5.1	Technologische Daten	21
5.1.1	Bezeichnung der Arbeitsmittel	21

5.1.2	Brennbare Stoffe	21
5.1.3	Auftreten von brennbaren Gasen/Dämpfen/Nebeln bzw. Stäuben	21
5.1.4	Technologische Beschreibung	21
5.2	Schutzmaßnahmen zur Verhinderung oder Einschränkung der Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre	21
5.3	Zoneneinteilung	23
5.4	Schutzmaßnahmen, welche die Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre verhindern	23
5.5	Konstruktive Maßnahmen, welche die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken	23
5.6	Zusätzliche Maßnahmen zur Verringerung des Restrisikos	24
6	VERZEICHNISSE	24
6.1	Glossar	24
6.2	Technischen Regeln mit konkreten Angaben zur Zoneneinteilung	27
6.3	Vorschriften und Regelwerke	28
6.4	Literatur	29

Teil 2 **Arbeitsblätter zur Gefährdungsbeurteilung Explosionsschutz**

Allgemeine Angaben	Blatt O
<u>Checklisten:</u>	
Beurteilung der Explosionsgefahr in Räumen/im Freien	
⇒ durch Gase/Dämpfe/Nebel	A
⇒ durch Stäube	B
Beurteilung der Explosionsgefahr in Apparaturen	
⇒ durch Gase/Dämpfe/Nebel	C
⇒ durch Stäube	D

ANLAGEN

Anlage 1	Muster der Auflistung der brennbaren Flüssigkeiten / Gase bzw. brennbaren Stäube mit explosionstechnischen Kennzahlen
Anlage 2	Arbeitsblatt „Anforderungen an elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in staubexplosionsgefährdeten Bereichen“

Teil 1

Hinweise zur Gefährdungsbeurteilung Explosionsschutz und zum Explosionsschutzdokument

1 Grundsätzliches

1.1 Gesetzliche Grundlagen (Auswahl)

Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) /1/

Der Arbeitgeber hat durch eine Beurteilung der für die Beschäftigten mit ihrer Arbeit verbundenen Gefährdung zu ermitteln, welche Maßnahmen des Arbeitsschutzes erforderlich sind.

§ 5 Abs. 1

↳ **Gefährdungsbeurteilung**

§ 6 Abs. 1: Ab 11 Beschäftigte müssen die Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung sowie festgelegte Maßnahmen dokumentiert sein.

Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) /3/

Der Arbeitgeber hat im Rahmen seiner Pflichten nach § 16 GefStoffV ... zu beurteilen, ob die verwendeten Stoffe, Zubereitungen oder Erzeugnisse beim Umgang auch unter Berücksichtigung verwendeter Arbeitsmittel, Verfahren und der Arbeitsumgebung sowie ihrer möglichen Wechselwirkungen zu Brand- oder Explosionsgefahren führen können. Anh. V Nr. 8.3 GefStoffV

↳ **Gefährdungsbeurteilung**

Es ist insbesondere das Minimierungs- und Substitutionsgebot zu beachten.

Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) /2/

Kann nach den Bestimmungen des § 16 der Gefahrstoffverordnung die Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphären nicht sicher verhindert werden, hat der Arbeitgeber zu beurteilen

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.

§ 3 Abs. 2

↳ **Gefährdungsbeurteilung**

Der Arbeitgeber hat **explosionsgefährdete Bereiche** ... unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung ... in Zonen einzuteilen.

§ 5 Abs. 1

↳ **Zoneneinteilung**

Der Arbeitgeber hat unabhängig von der Zahl der Beschäftigten ... sicherzustellen, dass ein Dokument erstellt und auf dem letzten Stand gehalten wird.

§ 6 Abs. 1

↳ **Explosionsschutzdokument**

Überwachungsbedürftige Anlagen [einschließlich Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen] müssen nach dem Stand der Technik montiert, installiert und betrieben werden. Bei der Einhaltung des Standes der Technik sind ... Regeln und Erkenntnisse zu berücksichtigen.

§ 12 Abs. 1

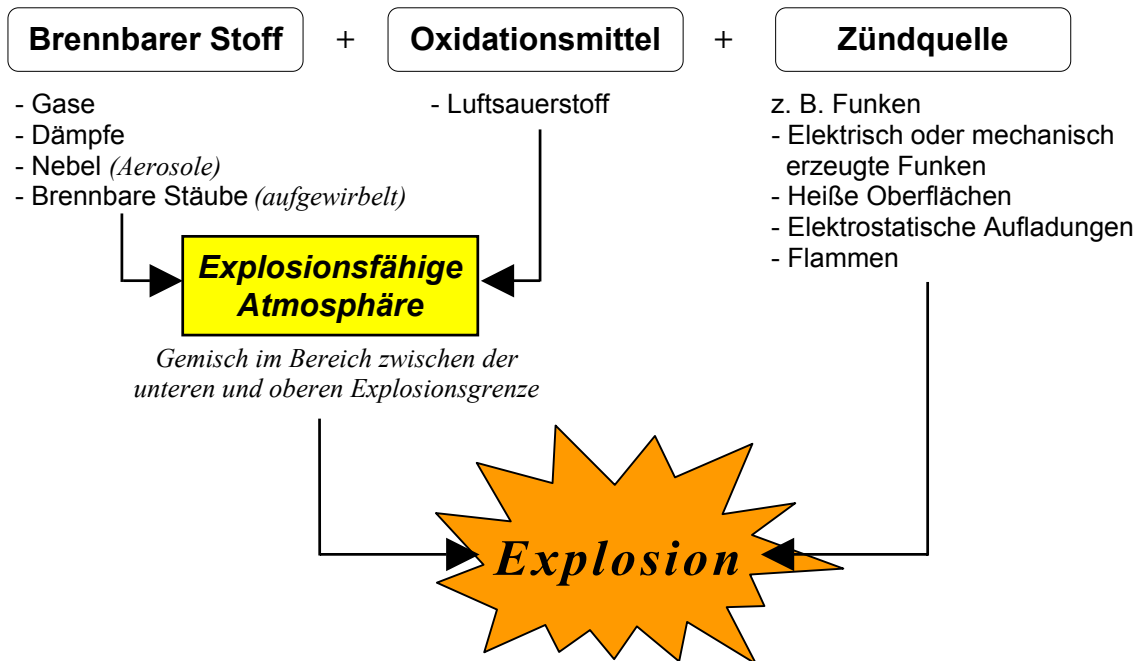
↳ **Montage / Installation und Betrieb**

Es sind insbesondere die technischen Regeln für brennbare Flüssigkeiten (TRbF) und für Druckgase (TRG), die Regeln der Unfallversicherungsträger (z. B. BGR 104) sowie die einschlägigen Normen des DIN und VDE (z. B. DIN VDE 0165 /14/ bis /18/) zu beachten. [siehe auch Pkt. 6.2]

Die o. g. Gefährdungsbeurteilungen sind keine Einzelverfahren. Es ist eine Gefährdungsbeurteilung zu erstellen, die alle Aspekte des Arbeitsschutzgesetzes, der Gefahrstoffverordnung und der Betriebssicherheitsverordnung berücksichtigt.

1.2 Voraussetzungen für eine Explosion

Zeitliches und örtliches Zusammentreffen von:



1.3 Hybride Gemische

Ist mit dem Auftreten hybrider Gemische, d. h. brennbarer Gase, Dämpfe oder Nebel und brennbarer Stäube im Gemisch mit Luft, zu rechnen, sollten Experten zur Ermittlung der erforderlichen Schutzmaßnahmen zu Rate gezogen werden. Hybride Gemische sind prinzipiell leichter entzündbar und entwickeln höhere Explosionsdrücke als ihre Einzelkomponenten, so dass die nachfolgend beschriebenen Explosionsschutzmaßnahmen unter Umständen nicht ausreichen.

Hybride Gemische werden in dieser Ausarbeitung nicht betrachtet !

1.4 Das Explosionsschutzkonzept

Um einerseits umfassenden Explosionsschutz zu gewährleisten, andererseits die Kosten nicht ins Unermessliche ansteigen zu lassen, ist es erforderlich, ein ganzheitliches auf das konkrete Objekt abgestimmtes Explosionsschutzkonzept zu erstellen.

Ausgehend von der Ermittlung der Explosionsgefährdungen ist ein **System von Schutzmaßnahmen** zu erarbeiten:

1. Vermeidung oder Einschränkung der Bildung explosionsfähiger Atmosphäre
➤ *Primärer Explosionsschutz*◀
2. Vermeidung wirksamer Zündquellen
➤ *Sekundärer Explosionsschutz*◀
3. Beschränkung der Auswirkungen einer eventuellen Explosion auf ein unbedenkliches Maß
➤ *Tertiärer Explosionsschutz*◀

Die Maßnahmen des sekundären sowie tertiären Explosionsschutzes sind nachrangig anzuwenden. Anlagentechnischen Schutzmaßnahmen ist gegenüber organisatorischen der Vorrang einzuräumen.

Jedoch können (kostengünstige) organisatorische Schutzmaßnahmen bereits erheblich zur Verringerung der Explosionsgefahr beitragen, z. B.:

- konsequente räumliche Trennung von Tätigkeiten, bei denen die Bildung explosionsfähiger Atmosphäre nicht ausgeschossen werden kann, von allen übrigen Tätigkeiten,
- Entfernung aller Betriebsmittel und Einrichtungen aus den explosionsgefährdeten Bereichen, die nicht zwingend in diesen Bereichen benötigt werden,
- Verringerung von Lager- und Bereitstellungsmengen brennbarer Flüssigkeiten (Auftragsbezogene Bestellung, Entsorgung von Altbeständen),
- regelmäßige Beseitigung brennbaren Staubes (Reinigung),
- regelmäßige Wartung (z. B. Austausch von Filtermatten).

Organisatorische Maßnahmen müssen jedoch konsequent durchgesetzt und ihre Einhaltung regelmäßig kontrolliert werden.

In der Regel wird die erforderliche Sicherheit erst durch die **sinnvolle Kombination aller Schutzmaßnahmen** erreicht.

Treten innerhalb eines explosionsgefährdeten Bereichs mehrere Arten von brennbaren Gasen, Dämpfen, Nebeln oder Stäuben auf, so müssen die Schutzmaßnahmen auf das größtmögliche Gefährdungspotenzial ausgelegt sein. → Anh. 4 Nr. 3.1 BetrSichV

2 Das Explosionsschutzdokument

Seit dem 03. Oktober 2002 ist bei **neuerrichteten Einrichtungen** mit explosionsgefährdeten Bereichen vor der Aufnahme der Arbeit vom Arbeitgeber ein Explosionsschutzdokument zu erstellen. → § 6 BetrSichV

Für **bereits am 03. Oktober 2002 betriebene Einrichtungen** mit explosionsgefährdeten Bereichen ist das Explosionsschutzdokument vom Arbeitgeber bis spätestens 31. Dezember 2005 zu erstellen. → § 27 Abs. 1 BetrSichV

Die Arbeitsblätter dieser Mitteilung (⇒ Teil 2) können als Grundlage und Zusammenfassung der Gefährdungsbeurteilung Explosionsschutz für das Explosionsschutzdokument verwendet werden. Sie stellen jedoch lediglich eine mögliche Form der Dokumentation dar. Im übrigen wird auf BGR 104 Abschnitt E6 /11/ verwiesen.

Weitere, i. d. R. erforderliche Bestandteile des Explosionsschutzdokuments:

- Kurzbeschreibung der baulichen und geografischen Gegebenheiten (z. B. Lageplan, Gebäudeplan, Aufstellungsplan, Gebäude- bzw. Anlagenlüftung)
- Beschreibung des Explosionsschutzkonzeptes (z. B. Erläuterungen zu den Arbeitsblättern Gefährdungsbeurteilung bezüglich der Umsetzung einzelner Schutzmaßnahmen, Verweise auf bestehende Organisationsanweisungen, Alarmpläne usw.)

- Organisationsanweisungen zur
 - Beherrschung unplanmäßiger Betriebszustände (z. B. beim Auftreten von Leckagen)
 - Freigabe von Arbeiten in explosionsgefährdeten Bereichen (→ Anh. 4 Nr. 2.2 BetrSichV)
 - Gewährleistung der Sicherheit für Beschäftigte aus anderen Bereichen bzw. von Fremdfirmen
- Zonenplan der explosionsgefährdeten Bereiche mit Erläuterungen (*Ex-Zonenplan* ⇒ Pkt. 4.3/5.3)
- Nachweise der Eignung der Betriebsmittel in den explosionsgefährdeten Bereichen (z. B. Baumusterprüfbescheinigungen, Konformitätserklärungen, Betriebsanleitungen, Gutachten)
- Nachweise der ordnungsgemäßen Montage und Installation der Betriebsmittel (*Installationsbescheinigung, Prüfbescheinigung der Prüfung vor Inbetriebnahme*)
- Nachweise der Überwachung der Betriebssicherheit (*Prüfbescheinigung der letzten wiederkehrenden Prüfung, Wartungspläne*)
- Nachweise der Eignung von Schutzeinrichtungen (z. B. Berstscheiben, Flammensperren)
- Nachweise der Eignung sicherheitsrelevanter Betriebsmittel, die maßgeblichen Einfluss auf den Explosionsschutz haben, sich jedoch nicht in einem explosionsgefährdeten Bereich befinden (z. B. Temperatur-, Füllstandsbegrenzer, SPS)
- Betriebsanweisungen
- Reinigungspläne (*bei brennbaren Stäuben*)
- Nachweise der Unterweisungen der Beschäftigten
- Behördliche Auflagen

Bereits vorhandene Explosionsrisikoabschätzungen, Gutachten und Berichte, die aufgrund anderer Vorschriften (z. B. BImSchG) erstellt wurden, dürfen mit verwendet werden.

Es wird empfohlen, ein Inhaltsverzeichnis anzulegen, in dem alle zum Explosionsschutzdokument gehörenden Dokumente und deren Standorte verzeichnet sind. Kerndokumente, wie z. B. den Ex-Zonenplan (⇒ Pkt. 4.3/5.3), die Gefährdungsbeurteilung Explosionsschutz, Prüfnachweise (⇒ Pkt. 4.4.1) und Organisationsanweisungen, sollten zusammengefasst im Unternehmen vorliegen und jederzeit vorzeigbar sein. Alle anderen Bestandteile müssen zumindest bei Bedarf (z. B. bei Revisionen) verfügbar gemacht werden können. Elektronische Medien sind zulässig. Betriebsmittelbezogene Dokumente (z. B. Baumusterprüfbescheinigungen) können auch in den allgemeinen Betriebsunterlagen verbleiben.

Das Explosionsschutzdokument ist zu überarbeiten, wenn wesentliche Änderungen, Erweiterungen oder Umgestaltungen der Arbeitsstätte, der Arbeitsmittel oder des Arbeitsablaufes vorgenommen werden.

3 Allgemeine Angaben / Auflistung der brennbaren Stoffe

Die Basis der Gefährdungsbeurteilung Explosionsschutz stellen die allgemeinen betrieblichen sowie die stoffbezogenen Angaben dar. Diesbezüglich kann sich an dem Arbeitsblatt „O“ (⇒ Teil 2) orientiert werden. Hinsichtlich der Beschreibung der technologischen Verfahren kann auch auf bereits vorhandene Dokumente verwiesen werden. Bei einfachen Verfahren genügt deren Nennung (z. B. *Spritzlackieren*). Sicherheitsrelevante Betriebsbedingungen sollten bei den Verfahren angegeben werden, die z. B. bei Überdruck oder erhöhter Temperatur ablaufen.

Brennbare Gase und Flüssigkeiten sowie einige brennbare Stäube unterliegen auch der GefStoffV /3/. Gemäß § 16 Abs. 3a GefStoffV muss ein **Gefahrstoffverzeichnis** geführt werden. Dieses Gefahrstoffverzeichnis kann verwendet werden. Es sollte jedoch um die explosionstechnischen Kennzahlen erweitert werden. Ansonsten kann auch eine **Stoffliste**, wie in der Anlage 1 beispielhaft aufgezeigt, verwendet werden.

Die explosionstechnischen Kennzahlen

- → **untere** und ggf. → **obere Explosionsgrenze (UEG, OEG)**,
- ggf. → **Sauerstoffgrenzkonzentration**

[„→“: siehe Pkt. 6.1 „Glossar“]

➤ bei brennbaren Flüssigkeiten/Gasen

- → **Flammpunkt** und ggf. Dampfdruck (*nur bei brennbaren Flüssigkeiten*),
- → **Zündtemperatur** (bzw. *Temperaturklasse*) und → **Explosionsgruppe**,
- Dichteverhältnis zu Luft (*oder zumindest ob leichter oder schwerer als Luft*)

➤ bei brennbaren Stäuben

- Zündtemperatur und → **Glimmtemperatur**,
- ggf. → **Mindestzündenergie**
- ggf. maximaler Explosionsdruck und maximaler zeitlicher Druckanstieg (Kst-Wert)
- ggf. Korngrößenverteilung (Medianwert)

→ BGR 104 E6 /11/

sind den Sicherheitsdatenblättern der Hersteller zu entnehmen oder vom Hersteller abzufragen. Explosionstechnische Kennzahlen können auch dem Tabellenwerken [1], [2] (für Gase und Dämpfe) bzw. [3] (für Stäube) entnommen werden. Weitere Datenbanken (z. B. CHEMSAFE) sind per Internet oder CD-Rom erhältlich.

Gase

Alle brennbaren Gase, die im Betrieb (oder Betriebsbereich) vorhanden sind, sind anzugeben (einschließlich des Gases der öffentlichen Gasversorgung).

→ Hochentzündliche Gase nach GefStoffV

Beispiele: Acetylen, Erdgas, Flüssiggas, Faulgase, Klärgas, Methan, Wasserstoff

Flüssigkeiten:

Es sind alle Flüssigkeiten anzugeben, die brennbar sind, unabhängig vom Flammpunkt und der Verarbeitungsart.

→ Entzündliche, hoch- und leichtentzündliche Flüssigkeiten nach GefStoffV

Beispiele: Nitrolack, Alkohole (z. B. Scheibenreiniger), Waschbenzin, Epoxidharz, Alkydharz

→ Brennbare flüssige, zähflüssige und pastöse Stoffe mit einem Flammpunkt über 55°C, wenn diese versprüht oder über ihren Flammpunkt erwärmt werden

Beispiele: Dieselmotorenkraftstoff, Teer, Bitumen, schweres Heizöl

Stäube

Es sind alle brennbaren Stäube anzugeben, die gelagert oder verarbeitet werden einschließlich der ungewollt anfallenden Stäube (Abrieb). Hierzu zählen alle organischen Stäube, aber auch Metallstäube von z. B. Aluminium, Bronze, Eisen und Magnesium.

→ Stäube, die sich im Produktionsprozess befinden

Beispiele: Kohlenstaub, Mehl, Zucker, Farbpulver, Pulver der Arzneimittelindustrie

→ Stäube, die ungewollt anfallen

Beispiele: Getreide-/Textil-/Gummi-/Kunststoffabrieb, Holz-/Metall-/Kunststoffschleifstaub,

Ist das Zusammentreffen der genannten brennbaren Stoffe mit **brandfördernden Gasen** (z. B. Sauerstoff, Chlor) möglich, so sind diese ebenfalls anzugeben. Das Vorhandensein brandfördernder Gase vergrößert die Explosionsgefahr (z. B. durch Absenkung der Mindestzündenergie).

4 Beurteilung der Explosionsgefahr in Räumen / im Freien

Nachfolgend wird davon ausgegangen, dass bereits entsprechend § 16 Abs. 2 GefStoffV vom Arbeitgeber geprüft worden ist, inwiefern andere Stoffe, Zubereitungen oder Erzeugnisse mit einem geringeren gesundheitlichen Risiko eingesetzt werden könnten. (*Substitutionsgebot*)

Die Arbeitsblätter (⇒ Teil 2) wurden auf der Grundlage der BGR 104 /11/ erarbeitet. Zur Gefährdungsbeurteilung Explosionsschutz kann auch die DIN EN 1127-1 /20/ genutzt werden.

Die Arbeitsblätter A (*für Gase/Dämpfe/Nebel*) und B (*für Stäube*) betreffen Räume oder ggf. Bereiche in Räumen/im Freien, in denen brennbare Stoffe nach Stoffliste und/oder nach Gefahrstoffverzeichnis vorhanden sind oder auftreten können. Räume/Bereiche mit gleichen Betriebsbedingungen können zusammengefasst werden (z. B. alle Räume zur Lagerung brennbarer Flüssigkeiten).

Es sind auch die Räume/Bereiche einzubeziehen, in denen sich Anlagen befinden, die o. g. brennbare Stoffe enthalten.

Bereiche sind z. B. ein Lackierstand, eine Batterieladestelle oder eine Bereitstellungsfläche für Lacke jeweils in einer größeren Werkhalle.

4.1 Technologische Daten

4.1.1 Bezeichnung des Raumes/Bereiches

Es ist die innerbetriebliche Bezeichnung einzutragen.

Z. B.: Lagerraum, Farbmischplatz, Sichterboden, Pumpenkeller, Farblager oder Haus X Raum 513

Gegebenenfalls ist auf den „Ex-Zonenplan“ (⇒ Pkt. 4.3) hinzuweisen.

Z. B.: Bereich „A“ im Ex-Zonenplan

4.1.2 Brennbare Stoffe

Es sind neben den im Raum „frei“ befindlichen Stoffen auch jene mit anzugeben, die sich in Anlagen/Behältern usw. befinden (*und somit ggf. in den Raum austreten können*).

Bei wenigen Stoffen sollten diese direkt benannt werden, ansonsten genügt die Angabe der Nummer aus der Auflistung der vorhandenen brennbaren Stoffe (⇒ Anlage 1) bzw. dem Gefahrstoffverzeichnis (⇒ Pkt. 3).

4.1.3 Freisetzung von Gasen/Dämpfen/Nebeln bzw. von Stäuben

Art der Freisetzung	Erläuterungen / Beispiele
<input type="checkbox"/> bestimmungsgemäß	<p>Meist technologisch bedingte, offene Verwendung der brennbaren Stoffe.</p> <p><i>Z. B. beim Farbspritzen / Pulverbeschichten oder wenn brennbare Flüssigkeiten über ihren Flammpunkt erwärmt offen verwendet werden (Tauchbehälter, Reinigungsarbeiten mit Waschbenzin)</i></p> <p>Die Ausbreitung der brennbaren Stoffe im Raum kann durch ⇒ Schutzmaßnahmen nach BGR 104 E 1.3.4 (Absaugung) vermindert werden.</p>
<input type="checkbox"/> gelegentlich im Normalbetrieb	<p><i>Z. B. beim offenem Abfüllen oder Mischen brennbarer Flüssigkeiten; an offenen Übergabestellen für Schüttgüter; an Einschüttgossen; an Peilventilen / Probenahmeeinrichtungen / Bedien- oder Beschickungsöffnungen</i></p> <p>Die Ausbreitung der brennbaren Stoffe im Raum kann durch ⇒ Schutzmaßnahmen nach BGR 104 E 1.3.4 (Absaugung) vermindert werden.</p>
<input type="checkbox"/> infolge von Undichtheiten / vorhersehbaren Störungen (selten)	<p><i>Z. B. an lösbaren Verbindungen, die nicht → auf Dauer technisch dicht sind; wenn Anlagenteile bei üblichen Störungen geöffnet werden müssen; wenn Anlagenteile durch erwartbare Fehlhandlungen geöffnet werden können; wenn Undichtheiten an Anlagenteilen, die hohem Verschleiß unterliegen, absehbar sind.</i></p>
<input type="checkbox"/> verhindert durch ⇒ Schutzmaßnahmen nach E 1.2-1.4 BGR 104	<p>⇒ Pkt. 4.2</p>

4.1.4 Freisetzungsquellen

Zur Erläuterung und um die der Analyse der Stoff-Freisetzung nachvollziehbar zu machen, sollten die spezifischen Situationen der Stoff-Freisetzung in Stichworten beschrieben werden.

Z. B. Verspritzen brennbarer Flüssigkeiten, Umfüllstelle, offene Anlagenteile, Undichtheiten an Stopfbuchsen oder Dichtungen, mögliche Undichtheiten durch Korrosion / Erosion (wenn möglich Häufigkeit und Dauer vermerken)

(Ggf. Beschreibung auf der Blattrückseite oder auf einem separaten Blatt.)

4.2 Schutzmaßnahmen zur Verhinderung oder Einschränkung der Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre

⇒ BGR 104

E 1.2.1 Konzentrationsbegrenzung (*unter die* → UEG)

E 1.2.3 Anwendung von Vakuum/Unterdruckfahrweise (*zur Verhinderung des Stoffaustritts aus der Anlage*)

E 1.3 Verhinderung oder Einschränkung der Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre in der Umgebung von Apparaturen

E 1.4 Überwachung der Konzentration in der Umgebung von Apparaturen

E 1.5 Maßnahmen zum Beseitigen von Staubablagerungen in der Umgebung staubführender Apparaturen und Behälter

Schutzmaßnahmen	Erläuterungen / Beispiele
<input type="checkbox"/> Maßnahmen zur Gewährleistung ...	
<input type="checkbox"/> der technischen Dichtigkeit	<p>Rohrleitungsverbindungen, Ausrüstungsteile sowie die Anschlüsse der Ausrüstungsteile</p> <ul style="list-style-type: none"> – sind → auf Dauer technisch dicht (Angabe z. B. der verwendeten Dichtungsform und der Armaturenart) oder – die → technische Dichtigkeit wird durch Überwachung und Instandhaltung gewährleistet <p><i>Z. B. Dichtheitsprüfung vor Inbetriebnahme, nach Reparaturen und in regelmäßigen Abständen; Kontrollbegehungen der Anlage, regelmäßige Wartung von Ausrüstungsteilen (z. B. Stopfbuchsen) sowie Austausch von Teilen mit begrenzter Lebensdauer nach Herstellerangaben</i></p> <p style="text-align: right;"><i>→ BGR 104 E 1.3.2 sowie TRB 600 Nr. 5 und BGV B 6 § 12 /10/</i></p>
<input type="checkbox"/> des Unterdrucks in der Anlage	<p>Durch Unterdruckfahrweise kann bei betriebsbedingten Austrittsstellen bzw. bei Anlagenteilen, die nicht auf Dauer technisch dicht sind, der Austritt von brennbaren Stoffen und damit das Auftreten von explosionsfähiger Atmosphäre verringert oder vermieden werden. Wichtig ist, dass der Unterdruck überwacht wird.</p> <p><i>Z. B. durch den Einsatz von Druckmessfühlern in Verbindung mit Alarm oder Abschaltung der Anlage bei Druckanstieg.</i></p> <p style="text-align: right;"><i>→ BGR 104 E 1.2.3</i></p>
<input type="checkbox"/> Objektabsaugung	<p>Gezielte Absaugung an der Emissionsquelle</p> <p><i>Z. B.: Farbspritzstände; Randabsaugung an offenen Behältern (z. B. Tauchbecken); Siebe, Waagen und Absackstellen mit Aspiration</i></p> <p style="text-align: right;"><i>→ BGR 104 E 1.3.4.3</i></p>
Prüfung der technischen Einrichtungen <input type="checkbox"/> vor Inbetriebnahme erfolgt <input type="checkbox"/> letzte wiederkehrende Prüfung fristgemäß erfolgt	<p>Technische Einrichtungen, die die Bildung explosionsfähiger Atmosphäre verhindern und somit zur Einschränkung oder Aufhebung von Zonen mit explosionsfähiger Atmosphäre dienen, sind vor der Inbetriebnahme sowie regelmäßig wiederkehrend durch eine befähigte Person (Sachkundigen) auf ihre Funktion zu überprüfen.</p> <p><u>Maximalfristen</u></p> <p>Allgemein: jährlich</p> <p>Lüftungstechnische Anlagen und deren Überwachungseinrichtungen: alle zwei Jahre</p> <p><i>Z. B.: technische Lüftungen, Objektabsaugungen, Gaswarnanlagen</i></p> <p style="text-align: right;"><i>→ ArbStättV § 53; BGI 518 Nr. 10.3 /13/</i></p>

↓ Nur bei Explosionsgefahr durch Gase/Dämpfe/Nebel ↓

Schutzmaßnahmen	Erläuterungen - Beispiele
<input type="checkbox"/> Temperatur der brennbaren Flüssigkeit(en) liegt immer unter dem UEP und die Stoffe werden nicht versprüht.	<p>Wird bei brennbaren Flüssigkeiten die Temperatur an der Flüssigkeitsoberfläche stets unterhalb des → unteren Explosionspunktes (UEP) gehalten, ist die Abdampftrate so gering, dass sich in der Umgebung keine entzündlichen Dampf/Luft-Gemische bilden können.</p> <p>Beim Versprühen/Vernebeln brennbarer Flüssigkeiten muss unabhängig von der Temperatur grundsätzlich mit dem Auftreten explosionsfähiger Atmosphäre im Sprühnebel gerechnet werden.</p> <p><i>Z. B.: Lagerräume zur ausschließlich passiven Lagerung brennbarer Flüssigkeiten in gefahrgutrechtlich zulässigen Transportbehältern mit einem Rauminhalt bis 1000 l, in denen reine Flüssigkeiten, die einen Flammpunkt über 35 °C haben, oder Gemische, die einen Flammpunkt über 45 °C haben, gelagert werden, sind kein explosionsgefährdeter Bereich, sofern die Flüssigkeiten bei der Lagerung nicht auf Temperaturen über 30 °C erwärmt werden können. Hinsichtlich des Explosionsschutzes ist keine Lüftung des Lagerraums erforderlich.</i> → TRbF 20 Nr. 8.3.2 Abs. 2</p>
Lüftung	<p>Durch Lüftungsmaßnahmen wird die Konzentration der brennbaren Stoffe abgesenkt, ggf. unter die → UEG. So kann die Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre eingeschränkt oder verhindert werden. → BGR 104 E 1.3.4</p>
<input type="checkbox"/> Natürliche Lüftung	<p>In Räumen ohne besondere Be- und Entlüftungsöffnungen können folgende Luftwechsel zugrunde gelegt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - oberhalb der Erdgleiche: mindestens 1 pro Stunde - in Kellerräumen: etwa 0,4 pro Stunde <p>Durch Zu- und Abluftöffnungen (möglichst diagonal gegenüber) lassen sich diese Werte bis auf ungefähr das Doppelte erhöhen. → BGR 104 E 1.3.4.1</p> <p>ACHTUNG: Bei Einsatz moderner dichtschießender Fenster (Wärmeschutz) kann der o. g. Luftwechsel nicht mehr gewährleistet sein!</p> <p><i>Z. B. Lagerräume zur ausschließlich passiven Lagerung brennbarer Flüssigkeiten in gefahrgutrechtlich zulässigen Transportbehältern bis 1000 l sind bei einem Rauminhalt über 100 m³ und</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - einem mindestens 0,4fachen Luftwechsel pro Stunde bis 1,5 m Höhe Zone 2, - einem mindestens 2fachen Luftwechsel pro Stunde kein explosionsgefährdeter Bereich. <p>→ TRbF 20 Nr. 8.3.2 Abs. 3</p>
<input type="checkbox"/> Technische Lüftung ⇒ Luftwechselzahl	<p>Technische Lüftung ermöglicht durch höhere Luftwechsel und gezieltere Luftführung eine wirksamere Einschränkung der Bildung explosionsfähiger Atmosphäre. Aus Gründen der Energieeinsparung wird die technische Lüftung oft mit einer Gaswarnanlage gekoppelt. → BGR 104 E 1.3.4.2)</p> <p><i>Z. B.: an Stellen, an denen die technische Dichtheit auf Dauer nicht gewährleistet ist sowie an betriebsmäßigen Austrittsstellen, z. B. Probenahmestellen, Peilventilen, Entwässerungseinrichtungen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - nat. Lüftung: Zone 1: 3 m kugelförmig Zone 2: weitere 6 m - techn. Lüftung: Zone 1: 1 m kugelförmig Zone 2: weitere 3 m <p>→ BGR 104 Beispielsammlung Nr. 1.1.1.1</p>
Maßnahmen zur Überwachung der Wirksamkeit	<p>Die Wirksamkeit der technischen Lüftung muss überwacht werden. Sofern die Überwachung der Lüftung automatisch erfolgt, muss sie sich auf das Auftreten explosionsfähiger Atmosphäre (z. B. durch Gaswarngeräte) oder zumindest auf den zu überwachenden Luftstrom (z. B. durch Strömungswächter, Windfahnenrelais) richten. Eine Überwachung des Betriebes von Teilen der Lüftungsanlage (z. B. Überwachung der Ventilatorzahl) ist in der Regel nicht ausreichend. → BGR 104 E 1.3.4.2</p> <p>Die Art der Überwachung ist anzugeben. Erfolgt keine Überwachung, so kann die Lüftungswirkung bei der Zonenfestlegung nicht gefahrminierend berücksichtigt werden.</p>

↓ Nur bei Explosionsgefahr durch Gase/Dämpfe/Nebel ↓ Fortsetzung

Schutzmaßnahmen	Erläuterungen - Beispiele
<p>□ Gaswarnanlage ⇒ Maßnahmen bei Voralarm / Hauptalarm und Alarmschwellen</p> <p>V: bei ... % UEG</p> <p>H: bei ... % UEG</p>	<p>Bei Alarm sind Schutzmaßnahmen einzuleiten, die den weiteren Anstieg der Konzentration der brennbaren Stoffe verhindern. Vorzugsweise sind technische Maßnahmen zu realisieren. Bei organisatorischen Maßnahmen ist zu beachten, dass zu jeder möglichen Schadenszeit Fachpersonal erreichbar sein muss, das durch sein Eingreifen entsprechend Betriebsanweisung die Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre noch sicher verhindert (<i>insbesondere zu beachten bei nicht ständig besetzten Objekten</i>). Nach Auslösung des Hauptalarms darf keine Person den explosionsgefährdeten Bereich mehr betreten. Schutzmaßnahmen dürfen nur noch von sicheren Orten aus eingeleitet werden.</p> <p>Die Alarmschwellen sollten bei so niedrigen Konzentrationen festgesetzt werden, wie es aus betriebstechnischen Gründen gerade noch sinnvoll ist. → BGR 104 E 1.4</p> <p><i>z. B. V: Einschalten der Lüftung, Weiterleitung des Alarms an eine ständig besetzte Stelle</i> - bei 10 % UEG</p> <p><i>H: Abschaltung der Anlage, Alarmierung der Feuerwehr, Evakuierung des Gefahrenbereichs</i> - bei 50 % UEG</p> <p>Gaswarneinrichtungen können in Verbindung mit technischer Lüftung zur Einschränkung oder Aufhebung explosionsgefährdeter Bereiche dienen.</p> <p><i>Z. B.: Lagerräume zur ausschließlich passiven Lagerung brennbarer Flüssigkeiten in gefahrgutrechtlich zulässigen Transportbehältern mit einem Rauminhalt bis 1000 l sind <u>kein explosionsgefährdeter Bereich</u>, wenn im Lagerraum eine fest installierte Gaswarneinrichtung im Gefahrenfall unverzüglich die Erhöhung der Lüftung auf mindestens 2fachen Luftwechsel bewirkt.</i> → TRbF 20 Nr. 8.3.2 Abs. 3</p>

↓ Nur bei Explosionsgefahr durch Stäube ↓

Schutzmaßnahmen	Erläuterungen
<p>□ Konstruktive Einschränkung von Staubablagerungen</p>	<p>Staubbelastete Bereiche sollten glatte Wände besitzen (z. B. Fliesen). Maschinen und Anlagen sind durch staubdichte glatte Gehäuse vor Staubeintritt und -ablagerung zu schützen.</p> <p>Waagerechte Flächen (<i>z. B. Mauervorsprünge, freiliegende Träger/Balken, Heizkörper oder andere offene Ablageflächen</i>) sind zu vermeiden. Durch schräge Verkleidungen können Staubablagerungen verhindert werden. Alle nicht unbedingt erforderlichen Gegenstände (<i>z. B. Schränke, Regale, Werkzeug</i>) sollten aus dem staubbelasteten Bereich entfernt werden.</p> <p>Die Staubausbreitung in benachbarte Räume ist durch selbstschließende Türen zu verhindern.</p>
<p>□ Geringe Leckagen werden schnell erkannt. Leckagen und Ablagerungen werden sofort beseitigt.</p>	<p>Es ist sicherzustellen (<i>z. B. durch regelmäßige Begehungen</i>), dass größere Staubfreisetzungen infolge von Betriebsstörungen (<i>z. B. Leckagen, Stauungen in Förderwegen, Beschädigen oder Platzen von Gebinden</i>) schnell erkannt und Maßnahmen zum unverzüglichen Beseitigen der Staubablagerungen getroffen werden.</p> <p>Die Verantwortlichen sowie Art und Umfang der Kontrollen sollten in einer Betriebsanweisung festgelegt sein. Die notwendige Ausrüstung zur Behebung der möglichen Störungen und zur Beseitigung der Staubablagerungen sind vorzuhalten.</p> <p style="text-align: right;">→ BGR 104 E 1.5</p>

⇓ Nur bei Explosionsgefahr durch Stäube ⇓ (Fortsetzung)

Schutzmaßnahmen	Erläuterungen
<input type="checkbox"/> Staubablagerungen werden regelmäßig beseitigt	<p>In Arbeits- und Betriebsräumen sind regelmäßige Reinigungsmaßnahmen durchzuführen. Hierzu haben sich Reinigungspläne bewährt, in denen Art, Umfang und Häufigkeit von Reinigungsmaßnahmen und die jeweiligen Verantwortlichkeiten verbindlich geregelt werden. Die Festlegungen sind individuell den Verhältnissen des Einzelfalls anzupassen.</p> <p>Das Aufwirbeln des Staubes ist unbedingt zu vermeiden. (<i>Einsatz explosionsgeschützter Staubsauger (Bauart B1) oder Nassreinigung. Nicht mit Druckluft wegblasen!</i>).</p> <p>In die Reinigung einzubeziehen sind auch selten begangene Räume und schlecht einsehbare (z. B. höher gelegene) oder schwer zugängliche Oberflächen, auf denen sich im Laufe längerer Zeiträume erhebliche Staubmengen ablagern können.</p> <p style="text-align: right;">→ BGR 104 E 1.5</p>

4.3 Zoneneinteilung

Die Zoneneinteilung ist das Kernstück der Gefährdungsanalyse-Explosionsschutz. Alle Schutzmaßnahmen zur Verhinderung der Zündung explosionsfähiger Atmosphäre basieren darauf. Eine falsche Zoneneinteilung führt entweder zu unnötigen Kosten oder zu nicht kalkulierbarem Risiko.

Der Arbeitgeber hat explosionsgefährdete Bereiche entsprechend Anhang 3 BetrSichV unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung (*nach der Wahrscheinlichkeit des Auftretens explosionsfähiger Atmosphäre*) in Zonen einzuteilen:

Explosionsgefahr	langzeitig oder häufig	gelegentlich	selten und kurzzeitig
➤ durch Gase/Dämpfe/Nebel	Zone 0	Zone 1	Zone 2
➤ durch Stäube	Zone 20	Zone 21	Zone 22
<i>alte Zoneneinteilung:</i>	<i>Zone 10</i>		<i>Zone 11</i>

Zonendefinitionen → Pkt. 6.1 „Glossar“

Zur Unterscheidung der in den Zonendefinitionen verwendeten Begriffe „langzeitig“, „häufig“, „gelegentlich“, „selten“ und „kurzzeitig“ können keine konkreten Zahlenangaben gemacht werden. Die Auffassungen von Experten gehen weit auseinander.

Zur Orientierung wird auf die auf der V. Fachtagung „Maßnahmen des Brand- und Explosionsschutzes – Mittel zur Anlagen- und Arbeitsicherheit“ in Merseburg vorgestellte Tabelle verwiesen [7], die sinngemäß auch auf die Zonen 20 bis 22 übertragen werden kann:

Gefährungsgrad	Intervall des Auftretens der Gemische (jährlich)	Intervall des Auftretens der Gemische (differenziert)	Verweilzeit der Gemische
Zone 0	Höher als bei Zone 1, z. B. über 1.000 mal	Höher als bei Zone 1, z. B. über 3 mal/Tag	Länger als bei Zone 1
Zone 1	≥ 10 mal; < 1.000 mal	≥ 1 mal /Monat; < 3 mal/Tag	Länger als 0,5 Stunden bis 10 Stunden
Zone 2	≥ 1 mal; < 10 mal	≥ 1 mal/Jahr; < 1 mal /Monat	Kürzer als 0,5 Stunden

Die Einstufung nach den in vorstehender Tabelle gemachten Vorschlägen hat sehr verantwortungsbewusst zu erfolgen. Die Kriterien sind einzeln, aber auch im Zusammenhang zu betrachten. Jeweils der höhere sich ergebende Gefährungsgrad muss angenommen werden. Wenn z. B. eine Gefährdung nur einmal in zwei Jahren zu erwarten ist, dann aber sehr wahrscheinlich unbemerkt bis 10 Stunden andauern kann, wird man nicht Zone 2, sondern ganz sicher Zone 1 festlegen und mit entsprechenden Schutzmaßnahmen ausrüsten. (Erläuterung aus [7])

Übergangsbedingungen für die Zoneneinteilung bei Explosionsgefahr durch Stäube

Bereiche mit der Zoneneinteilung 10 oder 11 sind bis spätestens **31.12.2005** neu zu bewerten und in die Zonen 20 bis 22 einzustufen.

Explosionsgefährdete Bereiche, die nach dem 20.12.1996 neu errichtet oder wesentlich geändert wurden, sind die Zonen 20 bis 22 zuzuordnen. → § 2 Abs. 4 i. V. m. § 19 ElexV /6//6/ bzw. § 5 BetrSichV

Empfehlung zur Verfahrensweise der Zoneneinteilung

1. Nutzung von Angaben zur Zoneneinteilung in technischen Regeln. (⇒ Pkt. 6.2)
2. Nutzung von Merkblättern und Beispielsammlungen (⇒ Pkt. 6.2, insbesondere BGR 104)
3. Anwendung der DIN VDE 0165 Teil 101 /18/ (*analytisches Verfahren für Gase*)
4. Ableitung der Zoneneinteilung aus ähnlichen Beispielen unter Berücksichtigung der eigenen Angaben über Freisetzung (⇒ Pkt. 4.1.3) und Schutzmaßnahmen (⇒ Pkt. 5.2)

Werden keine ausreichenden Angaben gefunden oder handelt es sich um komplexe Anlagen, so wird empfohlen, Explosionsschutz-Sachverständige hinzuzuziehen.

Räumliche Begrenzung

Alle auf einem Betriebsgelände befindlichen explosionsgefährdeten Bereiche sind in ihrer Ausdehnung (dreidimensional) festzulegen (einschließlich der Bereiche, die augenscheinlich keine Zündquellen enthalten - z. B. Abwasserkanäle).

Zur Darstellung der Ausdehnung von explosionsgefährdeten Bereichen im Freien oder in Räumen sowie ggf. unterschiedlicher Zonen ist i. d. R. ein

Ex-Zonenplan

zu erstellen.

Als Grundlage für einen Ex-Zonenplan eignen sich insbesondere Lagepläne und Grundrisse. Die Zonen sind eindeutig zu kennzeichnen, z. B. durch Beschriftung, unterschiedliche Farben oder Nutzung der Symbole nach DIN VDE 0165-101 /18//18/ ↗



und wenn erforderlich, zu beschreiben (z. B. Zone 1: 3 m, Zone 2: weitere 6 m).

Sind einzelne Räume komplett einer Ex-Zone zugeordnet, genügt die Beschreibung im Explosionsschutzdokument.

(z. B.: Lagerraum für brennbare Flüssigkeiten (Haus X, Raum Nr. 99): Zone 1).

4.4 Schutzmaßnahmen, welche die Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre verhindern

⇒ BGR 104 E 2

Der Einsatz von Betriebsmitteln in explosionsgefährdeten Bereichen ist auf den unbedingt erforderlichen Umfang zu beschränken.

Bevor (teure) explosionsgeschützte Geräte zum Einsatz kommen, sollte überprüft werden, ob diese außerhalb des explosionsgefährdeten Bereiches angeordnet werden können.

(Z. B.: Anordnung von Lichtschaltern außerhalb des explosionsgefährdeten Raumes, Entfernung aller nicht unbedingt im explosionsgefährdeten Bereich benötigten Geräte, Anordnung von Ventilatoren auf der Reinluftseite)

Übergangsbedingungen für den Einsatz von Betriebsmitteln in explosionsgefährdeten Bereichen

Noch bis zum 30.06.2003 dürfen

- elektrische Arbeitsmittel, die nach der ElexV vor der Neufassung 12/1996 (*unter Nutzung der Übergangsfrist bis 30.06.2003*) hergestellt wurden,
- nichtelektrische Arbeitsmittel, die den allgemeinen Anforderungen nach § 44 BGV A1 /8/ entsprechen (*d. h. nicht zur Zündung von explosionsfähiger Atmosphäre führen*)

erstmalig im Unternehmen den Beschäftigten bereitgestellt werden. → § 7 Abs. 4 BetrSichV

Ab dem 01.07.2003 dürfen nur noch (elektrische und nichtelektrische) Arbeitsmittel erstmalig im Unternehmen den Beschäftigten bereitgestellt werden, wenn sie der Richtlinie 94/9/EG /4/ (bzw. der 11. GSGV /7/) entsprechen.¹ → § 7 Abs. 3 BetrSichV

Bestandsschutz:

Arbeitsmittel (elektrisch oder nichtelektrisch), die bereits vor dem 30.06.2003 im Unternehmen verwendet wurden, dürfen nach dem 30.06.2003 weiterverwendet werden, wenn sie den Mindestvorschriften nach Anh. 4 Abschnitt A BetrSichV entsprechen. Gleiches gilt für Arbeitsmittel, die zwar noch nicht verwendet, jedoch bereits erstmalig (*z. B. dem Ersatzteillager*) zur Verfügung gestellt wurden. → § 7 Abs. 4 BetrSichV

Wenn elektrische Betriebsmittel nach ElexV oder auch TGL rechtmäßig in Verkehr gebracht wurden und keine Mängel bekannt sind, kann allgemein davon ausgegangen werden, dass die Anforderungen des Anh. 4 Abschnitt A BetrSichV erfüllt werden.

Bei nichtelektrischen Betriebsmitteln, die einer Prüfung durch eine sachverständige Stelle unterzogen wurden (wie z. B. Ventilatoren zu Einsatz in Zone 1), kann ebenfalls davon ausgegangen werden, dass die Anforderungen des Anh. 4 Abschnitt A BetrSichV erfüllt sind. Die übrigen Betriebsmittel sind bis zum 30.06.2006 einer kritischen Überprüfung zu unterziehen. Gegebenenfalls ist eine sachverständige Stelle einzubeziehen.

¹ Sofern im Explosionsschutzdokument unter Zugrundelegung der Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung nichts anderes vorgehen ist. → Anh. 4 Abschnitt B Satz 1 BetrSichV

4.4.1 Ausführung von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen sowie Auswahl der elektrischen und nichtelektrischen Geräte und Schutzsysteme

Für **nichtelektrische Arbeitsmittel** gelten die nachfolgenden Ausführungen nur dann, wenn sie Geräte i. S. § 2 Nr. 1 der Explosionsschutzverordnung (11. GSGV /7/) sind, d. h. eigene potentielle Zündquellen aufweisen und dadurch eine Explosion verursachen können (z. B. Geräte mit schnell bewegten Teilen, die beim anschlagen an das Gehäuse Funken verursachen können {z. B. Ventilatoren, Elevatoren}; Geräte mit Lagern, die heißlaufen können {z. B. Förderbänder}).

Anlagen, Geräte, Schutzsysteme und die dazugehörigen Verbindungsvorrichtungen dürfen nur in Betrieb genommen werden, wenn aus dem **Explosionsschutzdokument** hervorgeht, dass sie in explosionsgefährdeten Bereichen sicher verwendet werden können.¹

→ Anh. 4 Nr. 3.2 BetrSichV

↳ Gilt nur für Anlagen, die nach BetrSichV neu in Betrieb genommen werden.

Bei der Auswahl geeigneter Arbeitsmittel zum Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen sind mindestens folgende Eignungen zu beachten:

- Einsatzgebiet (schlagwettergefährdete Grubenbaue / übrige explosionsgefährdete Bereiche),
- Stoffgruppe (Gase/Dämpfe/Nebel oder Stäube),
- Zoneneinteilung,
- Eigenschaften der Gase/Dämpfe/Nebel (→ Explosionsgruppe, → Temperaturklasse) bzw. der Stäube (→ Zündtemperatur, → Glimmtemperatur),
- Umgebungsbedingungen.

Elektrische Arbeitsmittel müssen selbstverständlich auch hinsichtlich der elektrischen Bemessungswerte geeignet sein.

➤ **Auswahl entsprechend Einsatzgebiet**

Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich nur auf das Einsatzgebiet außerhalb schlagwettergefährdeter Grubenbaue.









➤ **Auswahl entsprechend Stoffgruppe und Zoneneinteilung**


Elektrische Geräte, zugelassen für die **Zone 10**, dürfen auch in der Zone 20 (oder 21, 22) uneingeschränkt betrieben werden.







Elektrische Geräte, die nach DIN VDE 0165 /14/ für die **Zone 11** geeignet waren, dürfen nur in der Zone 22 eingesetzt werden. Ist ein Einsatz in Zone 21 geplant, muss die Eignung durch ein Gutachten einer zugelassenen Überwachungsstelle nachgewiesen werden.

¹ Dies gilt ebenfalls für Arbeitsmittel und die dazugehörigen Verbindungsvorrichtungen, die nicht als Geräte oder Schutzsysteme im Sinne der Richtlinie 94/9/EG gelten, wenn ihre Verwendung in einer Einrichtung an sich eine potenzielle Zündquelle darstellt.

Zonenbezogene Kennzeichnung der explosionsgeschützten Geräte

Einsatz in ...	Zone 0	Zone 1	Zone 2
Geräte nach ElexV (nur elektrische)	 1 <i>Eignung für Zone 0 muss in der Baumusterprüfbescheinigung und auf dem Gerät ausgewiesen sein.</i>	 2 <i>Baumusterprüfbescheinigung muss vorliegen.</i>	Keine besondere Kennzeichnung (ggf. mit „für Zone 2“ versehen) <i>Ausführung muss DIN VDE 0165 /14/ Abschnitt 6.3 entsprechen.</i>
Geräte nach 94/9/EG bzw. 11. GSGV (elektrische und nicht-elektrische)	 9999  II 1 G <small>Nr. der benannten Stelle</small> <small>Gase</small> <small>Kategorie</small> <small>Gruppe</small>	 9999  II 2 G <small>nur bei elektrischen Geräten und Verbrennungsmotoren erforderlich</small>	  II 3 G

Einsatz in ...	Zone 10 (oder Zone 20/21)	Zone 11 (oder Zone 22)
Geräte nach ElexV (vor 12/1996)	 1 <i>Eignung für Zone 10 muss in der Baumusterprüfbescheinigung und auf dem Gerät ausgewiesen sein.</i>	Keine besondere Kennzeichnung ³ <i>Ausführung muss DIN VDE 0165 /14/ Abschnitt 7.1 entsprechen. (⇒ Anlage 2)</i>

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	  II 1 D <small>be</small> <small>Stäu-</small>	  II 2 D	  II 3 D

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 ⇒ Pkt. 1.3*).

➤ Auswahl entsprechend der Stoffeigenschaften

Die sicherheitstechnischen Kennzahlen sind den Sicherheitsdatenblättern zu entnehmen. Die Tabellenwerke [1], [2] für Gase/Dämpfe bzw. [3] für Stäube können ebenfalls genutzt werden. Gegebenenfalls ist beim Hersteller nachzufragen.

Maßgeblich sind jeweils die Stoffe, die die höchsten Anforderungen an den Explosionsschutz der Geräte stellen.

⇓ *Explosionsgefahr durch Gase/Dämpfe/Nebel* ⇓

Geräte sind in der Regel entsprechend der → **Explosionsgruppe** und der → **Temperaturklasse** des brennbaren Stoffes auszuwählen.

Bei elektrischen Geräten sind die Explosionsgruppe und die Temperaturklasse auf dem Gerät angegeben. Gleiches gilt für nichtelektrische Geräte, die nach der 11. GSGV /7/ in Verkehr gebracht wurden.

¹ Explosionsgeschützte Betriebsmittel älterer Ausführung sind erkennbar an dem Zeichen 

² Gruppe I: Betriebsmittel zum Einsatz in schlagwettergefährdeten Grubenbauen; Gruppe II: übrige Betriebsmittel

³ Für die Betriebsmittel muss vom Hersteller (z. B. in Herstellerlisten) angegeben sein: Eignung zum Einsatz in Zone 11; betriebsmäßige Oberflächentemperatur, sofern sie 80 °C überschreitet.


Bei nichtelektrischen Geräten, die nach bisherigem nationalem Recht in Verkehr gebracht wurden, darf in den Zonen 1 oder 2 die Oberflächentemperatur 80 % der Zündtemperatur nicht überschreiten.

Auf Geräten für die Zonen 0 oder 1 ist die maximale Oberflächentemperatur angegeben. Existiert keine Angabe, so ist die Oberflächentemperatur kleiner 85 °C.

In der Zone 2 darf die Oberflächentemperatur der Geräte maximal die Zündtemperatur erreichen.

Beispiele für die Einordnung von Gasen und Dämpfen:

Temperaturklasse Zündtemperatur	T 1 > 450 °C	T 2 ≤ 450 > 300 °C	T 3 ≤ 300 > 200 °C	T 4 ≤ 200 > 135 °C	T 5 ≤ 135 > 100 °C	T 6 ≤ 100 > 85 °C
II A	Aceton Ammoniak Methan Methanol Propan Toluol	Ethylalkohol n-Butan	Ottokraft- stoffe Diesel Heizöle	Acetaldehyd Ethylether		
II B	Stadtgas (Leuchtgas)	Ethylen	Schwefel- wasserstoff			
II C	Wasserstoff	Acetylen				Schwefel- kohlenstoff

steigende Anforderungen an die Geräte 

Beispiel: Brennbarer Stoff: Propan ⇒ Kennzeichnung: EEx ... IIA T1

⇓ **Stäube** ⇓

Bei Geräten, die in explosionsfähiger Atmosphäre durch brennbare Stäube eingesetzt werden, darf die Temperatur aller freien Oberflächen $\frac{2}{3}$ der → **Zündtemperatur** des Staubes nicht überschreiten. Die Temperatur von Oberflächen, auf denen sich Staub ablagern kann, darf nicht höher werden als die → **Glimmtemperatur** abzüglich 75 K, wobei von einer maximalen Schichtdicke von 5 mm ausgegangen wird. Ist mit Schichtdicken > 5 mm zu rechnen (z. B. an *unzugänglichen Stellen*), so ist die zulässige Oberflächentemperatur entsprechend DIN VDE 0165-2 Bild 1 /16/ zu ermitteln.

➤ **Auswahl entsprechend der Umgebungsbedingungen**

Durch Witterungseinflüsse, die Einwirkung aggressiver Stoffe sowie Druck, Temperatur, Vibration u. ä. kann der Explosionsschutz der Geräte beeinträchtigt werden.

„Normale“ Geräte sind geeignet für „Atmosphärische Bedingungen“, d. h. bei Drücken von 0,8 bis 1,1 bar(abs.) und Temperaturen von -20 °C bis +40 °C.

Kann die **Umgebungstemperatur** unter -20 °C oder über +40 °C liegen, so sind speziell dafür geeignete Geräte auszuwählen. Diese sind mit „Ta“ oder „Tamb“ und der Angabe des zulässigen Bereiches der Umgebungstemperatur gekennzeichnet. Ersatzweise kann auch das allgemeine Symbol X angegeben sein, als Hinweis auf besondere in der Baumusterprüfbescheinigung angegebene Bedingungen.

¹ Die Explosionsgruppe I gilt für Geräte zum Einsatz Untertage

Der **IP-Schutzgrad** elektrischer Geräte nach DIN VDE 470-1 /19/ ist entsprechend den Umgebungsbedingungen (Feuchtigkeit, Staubbelastung) auszuwählen.

Unabhängig davon, wird für Geräte zum Einsatz in

- Zone 11: IP 54 (Motoren mit Käfigläufer IP 44, deren Anschlusskasten IP 54)
- Zone 22: IP5X,
- Zone 20 oder 21: IP6X,

gefordert. (→ *DIN VDE 0165-2 /16/, DIN VDE 0165 Abschnitt 7 /14/*)

Weitere Maßnahmen sind ggf. als **Schutz gegen mechanische Beschädigung**, **Schutz gegen Schwingungen**, **Schutz gegen aggressive Medien** (z. B. Säuren), **Schutz gegen äußere Wärmequellen**, **Blitzschutz**, **Schutz vor Strahlung oder Ultraschall** erforderlich.

4.4.2 Prüfung der Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen

Vor der ersten Inbetriebnahme nach einer Änderung¹, nach einer wesentlichen Veränderung² sowie wiederkehrend mindestens alle 3 Jahre sind Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen durch eine befähigte Person³ zu prüfen. → § 14 und 15 BetrSichV

Sofern Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen Teil einer anderen überwachungsbedürftigen Anlage sind, die durch zugelassene Überwachungsstellen zu prüfen sind, werden die „Ex-Anlagen“ von der zugelassenen Überwachungsstelle mit geprüft (z. B. bei Tankstellen).

Prüfgrundlagen sind die einschlägigen Regeln und Normen (*insbesondere DIN VDE 0165-1/-2 bzw. bei älteren Anlagen DIN VDE 0165*).

Befähigte Person

Der Arbeitgeber hat die notwendigen Voraussetzungen zu ermitteln und festzulegen, welche die „befähigten Personen“ erfüllen müssen, die von ihm mit der Prüfung oder Erprobung der Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen beauftragt werden. → § 3 Abs. 3 BetrSichV

☞ *Für elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen sollte die befähigte Person (weiterhin) eine Elektrofachkraft mit besonderen Kenntnissen auf dem Gebiet des Explosionsschutzes sein! Eine regelmäßige Aktualisierung der Kenntnisse ist erforderlich (siehe auch DIN VDE 0165-10 /17//17/).*

Prüffristen

Der Betreiber hat die Prüffristen für die wiederkehrende Prüfung der Gesamtanlage und der Anlagenteile auf der Grundlage einer sicherheitstechnischen Bewertung zu ermitteln. Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen müssen jedoch mindestens alle 3 Jahre geprüft werden.

→ § 15 Abs. 1 und 15 BetrSichV

☞ *Der Ersatz der wiederkehrenden Prüfungen bei „ständiger Überwachung durch einen verantwortlichen Ingenieur“ ist nicht mehr zulässig.*

Dokumentation

Die Ergebnisse aller Prüfungen sind aufzuzeichnen und am Betriebsort der Anlage aufzubewahren. → § 19 BetrSichV

Hinweis: *Zusätzlich sind die Prüfungen nach der Unfallverhütungsvorschrift BGV A2 /9/ zu beachten!*

¹ jede Maßnahme, bei der die Sicherheit der Anlage beeinflusst wird. Als Änderung gilt auch jede Instandsetzung, welche die Sicherheit der Anlage beeinflusst (§ 2 Abs. 5 BetrSichV) → analog bisher: „wesentliche Änderung“

² jede Änderung, welche die überwachungsbedürftige Anlage soweit verändert, dass sie in den Sicherheitsmerkmalen einer neuen Anlage entspricht (§ 2 Abs. 6 BetrSichV)

³ Person, die durch ihre Berufsausbildung, ihre Berufserfahrung und ihre zeitnahe berufliche Tätigkeit über die erforderlichen Fachkenntnisse zur Prüfung der Arbeitsmittel verfügt.

Instandsetzung explosionsgeschützter Geräte

Sind explosionsgeschützte Geräte hinsichtlich eines Teils, von dem der Explosionsschutz abhängt, instand gesetzt worden, dürfen diese erst wieder in Betrieb genommen werden, nachdem eine zugelassene Überwachungsstelle oder der Hersteller festgestellt haben, dass sie in den für den Explosionsschutz wesentlichen Merkmalen den Anforderungen der BetrSichV entsprechen.¹

Hierüber ist eine Prüfbescheinigung zu erteilen oder die Produkte sind mit einem Prüfzeichen zu versehen.

4.4.3 Maßnahmen zur Verhinderung der Zündung durch heiße Oberflächen, Flammen oder heiße Gase, mechanisch erzeugte Funken, statische Elektrizität, Blitzschlag oder sonstige Zündquellen

Die Zündung explosionsfähiger Atmosphäre erfolgt durch andere Zündquellen weit häufiger als durch elektrische Geräte. Deshalb sind weitere mögliche Zündquellen zu ermitteln und entsprechend der Zoneneinteilung die erforderlichen Schutzmaßnahmen festzulegen.

Grundsätzlich ist zu prüfen, ob die Geräte oder Einrichtungen, die eine Zündung verursachen könnten, außerhalb des explosionsgefährdeten Bereichs angeordnet werden können.

Heiße Oberflächen

- können entstehen durch Reibung (z. B. in Lagern/Bremsen, bei der Materialbearbeitung, durch den Eintrag von Fremdteilen), oder durch Wärmestau (z. B. verdeckte Heizungen),
- sind ggf. technologisch bedingt (z. B. an Heizungen/Trocknern),
- werden evtl. von außen in den explosionsgefährdeten Bereich eingetragen (z. B. Glutnester, Schweißperlen).

Mögliche Schutzmaßnahmen

Verringerung der Drehzahl, regelmäßige Wartung (Wartungsplan), Temperaturüberwachung, Wärmeisolierung, Schiefelaufüberwachung (bei Transportbändern), Einsatz von Materialien mit hoher Wärmeableitung, Fremdgutabscheider

Flammen oder heiße Gase

- können entstehen durch Selbstentzündung organischer Stoffe (z. B. in Silos), durch die Verdichtung von Gasen (z. B. in Kompressoren) oder das Verhalten von Personen (z. B. Rauchen),
- sind ggf. technologisch bedingt (z. B. in/hinter Trocknern),
- werden evtl. von außen eingetragen (z. B. bei Explosion in benachbarten Anlagenteilen).

Mögliche Schutzmaßnahmen

Brandmelder, Temperaturüberwachung, Rauchverbot, Explosionsentkopplung

¹ Die Prüfungen dürfen auch von befähigten Personen durchgeführt werden, soweit diese Personen von der zuständigen Behörde für die Prüfung der durch dieses Unternehmen instand gesetzten Produkte anerkannt sind.

Mechanisch erzeugte Funken

- können entstehen durch Anschlagen von Fremdteilen aus Stahl in sich bewegenden Maschinen (z. B. Lüfter, Hammermühle),
- können entstehen durch Anschlagen von Aluminium auf rostigen Stahl (z. B. Alu-Leiter am Kanaldeckel),
- können entstehen durch Verwendung
 - Funkenregen erzeugender Werkzeuge (z. B. Schleifmaschine, Trennschleifer)
 - (einzelne) Funken erzeugender Werkzeuge (normale Stahlwerkzeuge).

Mögliche Schutzmaßnahmen

Fremdkörperabscheidung, Bereitstellung von geeigneten Arbeitsmitteln

Statische Elektrizität

- entsteht durch mechanische Trennung von festen Stoffen z. B. beim Abheben, Reiben, Zerkleinern, Fördern und Ausschütten (z. B. *Bewegen von Menschen auf isolierendem Boden, Abrollen von Folien, Bewegen eines Förderbandes oder Antriebsriemens über eine Rolle, Schütten oder Abscheiden von Stoffen*); ferner beim Strömen, Ausschütten und Versprühen von Flüssigkeiten (z. B. *Strömungen durch Armaturen, Umfüll-/Rührvorgänge, Farbspritzen*) sowie beim Strömen von Gasen und Dämpfen, die geringe Mengen von feinverteilter Flüssigkeit oder feinverteilten Feststoffen enthalten (z. B. in Absaugleitungen).
(→ BGR 132 /12/)
- ist technologisch bedingt bei elektrostatischen Sprühanlagen

Mögliche Schutzmaßnahmen

Verwendung von (elektrostatisch) leitfähigen Materialien, Erdung aller leitfähigen Anlagenteile, Verkleinerung der freien Oberfläche nichtleitfähiger Anlagenteile durch z. B. leitfähige (geerdete) Netze, Verkleinerung der Strömungsgeschwindigkeit, Tragen von elektrostatisch leitfähiger Kleidung

Blitzschlag

Bereiche der Zonen 0, 1, 20 (10) oder 21 sollten gegen Zündung durch Blitzschlag geschützt werden.

In den Zonen 2 und 22 (11) müssen (nur) betriebsmäßige Zündquellen vermieden werden. Die Deutsche Elektrotechnische Kommission (DKE) hält Blitzeinschläge, da seltene Ereignisse, für diese Zonen als Zündquelle tolerierbar.

Sonstige Zündquellen

Wenn zutreffend, sind auch die Risiken durch folgende Zündquellen zu betrachten:

- Elektrische Ausgleichsströme, kathodischer Korrosionsschutz
- Elektromagnetische Felder im Bereich der Frequenzen von 9 kHz bis 300 GHz
- Elektromagnetische Strahlung im Bereich der Frequenzen von $3 \cdot 10^{11}$ Hz bis $3 \cdot 10^{15}$ Hz bzw. Wellenlängen von 1000 μm bis 0,1 μm (Optischer Spektralbereich)
- Ionisierende Strahlung
- Ultraschall
- Adiabatische Kompression, Stoßwellen, strömende Gase
- Chemische Reaktionen

4.5 Kennzeichnung explosionsgefährdeter Bereiche

Explosionsgefährdete Bereiche sind an ihren Zugängen mit Warnzeichen deutlich erkennbar und dauerhaft zu kennzeichnen: → *Anh. 4 Nr. 2.3 BetrSichV, § 43 BGV A 1 /8/*



In explosionsgefährdeten Bereichen (aller Zonen) sind Zündquellen, wie zum Beispiel das Rauchen und die Verwendung von offenem Feuer und offenem Licht zu verbieten. Ferner ist das Betreten von explosionsgefährdeten Bereichen durch Unbefugte zu verbieten. Auf das Verbot muss deutlich erkennbar und dauerhaft hingewiesen sein. → *Anh. 4 Nr. 2.4 BetrSichV*



⇒ *Kennzeichen nach BGV A 8 (bisher VBG 125) „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“*

4.6 Zusätzliche Maßnahmen zur Verringerung des Restrisikos

Die bisher beschriebenen Schutzmaßnahmen zur Verhinderung der Bildung oder der Zündung explosionsfähiger Atmosphäre müssen so umfassend sein, dass die Sicherheit der Beschäftigten und Dritter hinreichend gewährleistet wird.

Dennoch wird ein Restrisiko nicht auszuschließen sein.

Um die Auswirkungen einer „Dennoch-Explosion“ zu mindern, wird deshalb insbesondere für Neuplanungen empfohlen, explosionsgefährdete Räume vorzugsweise an einer Gebäudeaußenwand und/oder in einem Obergeschoss anzuordnen und mit einer leicht nachgiebigen Fläche zu versehen (z. B. Fenster, Leichtdach).

Ebenfalls kann in Räumen, in denen durch → **dauerhaft dichte Anlagen** oder Unterdruck in den Anlagen „normalerweise“ keine Explosionsgefahr besteht (keine Zone), durch eine Gaswarnanlage im „Dennoch-Störfall“ die rechtzeitige Evakuierung eingeleitet werden.

5 Beurteilung der Explosionsgefahr innerhalb von Apparaturen

Die Arbeitsblätter C und D können für Arbeitsmittel, d. h. Anlagen bzw. Teilanlagen, Geräte und Behälter, in denen brennbare Stoffe entsprechend Pkt. 3 vorhanden sind oder auftreten können, angewendet werden. Gleichartige Arbeitsmittel können zusammengefasst werden.

Arbeitsmittel, in denen die Bildung oder die Zündung explosionsfähiger Atmosphäre von vornherein ausgeschlossen werden kann, brauchen im allgemeinen nicht betrachtet zu werden (z. B. Gasleitungen der öffentlichen Gasversorgung und einfache Behälter, die nur der passiven Lagerung (keine Umfüllvorgänge) dienen (z. B. Lackdosen). Im Explosionsschutzdokument sollten diese Arbeitsmittel dennoch aufgelistet und mit der entsprechenden Bemerkung zu versehen werden.

5.1 Technologische Daten

5.1.1 Bezeichnung der Arbeitsmittel

Eintragung der innerbetrieblichen Bezeichnung

Z. B.: Bioreaktor, Mischbehälter, Absauganlage, Lacktrockner, Lagertank, Werkzeugmaschine (bei Verwendung ölhaltigen Kühlmittels), Elevator, Aspiration, Staubfilter, Spänesilo

Gegebenenfalls ist auf Anlagenzeichnungen oder -schemata hinzuweisen.

5.1.2 Brennbare Stoffe

Es sind neben den ständig in den Anlagen vorhandenen Stoffe auch die anzugeben, die bei seltenen Betriebszuständen (*z. B. An- und Abfahrvorgänge, vorhersehbaren Fehlhandlungen*) vorhanden sind oder entstehen können.

Bei wenigen Stoffen sollten diese direkt benannt werden, ansonsten genügt die Angabe der Nummer aus Auflistung der vorhandenen brennbaren Stoffe bzw. dem Gefahrstoffverzeichnis (⇒ Pkt. 3).

5.1.3 Auftreten von brennbaren Gasen/Dämpfen/Nebeln bzw. Stäuben

Brennbare Gase/ Dämpfe/Nebel bzw. aufgewirbelte Stäube ...	<i>Beispiele</i>
<input type="checkbox"/> im → Normalbetrieb vorhanden	<i>Lagertanks für brennbare Flüssigkeiten / Abwasserkanäle / Ablufikanäle / Spritzkabine / Mischer / Wirbelschichttrockner / Sprühtrocknungsanlagen / Aspiration / Staubfilter / Förderanlagen für Schüttgüter (z. B. Elevator, Förderband, pneumatische Förderung) / Silos / Mühlen</i>
<input type="checkbox"/> nur im Störfall vorhanden (selten und kurzzeitig)	<i>Es sind Zustände bei „erwartbaren“ Störungen zu betrachten (nicht zu verwechseln mit „Störfällen“ nach Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG)). Reaktionsbehälter, bei dem brennbare Stoffe nur bei Fehlhandlungen auftreten können / Reinluftseite von Filtern / Behälter mit brennbarer Flüssigkeit, die nur bei Ausfall der Temperaturregelung über ihren → unteren Explosionspunkt erwärmt werden kann</i>

5.1.4 Technologische Beschreibung

Falls erforderlich, sollten Anlagenzustände beschrieben werden, um die Überlegungen, die zur Zoneneinstufung geführt haben, nachvollziehbar zu machen.

Ggf. Beschreibung auf der Blattrückseite oder auf einem separaten Blatt.

5.2 Schutzmaßnahmen zur Verhinderung oder Einschränkung der Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre

⇒ BGR 104

E 1.2.1 Konzentrationsbegrenzung

E 1.2.2 Inertisierung

E 1.2.3 Anwendung von Vakuum/Unterdruckfahrweise

Sind die Schutzmaßnahmen nicht zwangsläufig technologisch bedingt und wird mit der Anwendung eine niedrigere Zoneneinstufung verbunden, so ist die Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen zu überwachen.

Schutzmaßnahmen	Erläuterungen / Beispiele
<input type="checkbox"/> Konzentrationsbegrenzung	Wird die Konzentration der brennbaren Stoffe unterhalb der unteren oder oberhalb der oberen Explosionsgrenze gehalten, besteht keine Explosionsgefahr. Bei Stäuben ist die Konzentrationsbegrenzung (insbesondere über OEG) aufgrund möglicher Entmischungerscheinungen sowie bei An- und Abfahrvorgängen nur eingeschränkt anwendbar.
<input type="checkbox"/> unter UEG	<i>Z. B.: Abluftleitungen, die Arbeitsräume entlüften / Lagerbehälter für brennbare Flüssigkeit bei Lagertemperatur < unterer Explosionspunkt (UEP)</i>
<input type="checkbox"/> über OEG	<i>Z. B.: Biogasreaktor / Foliegasspeicher / (pneumatische Förderungen)</i>
Explosionsbereich wird	
<input type="checkbox"/> nie	<i>Z. B. Foliegasspeicher</i>
<input type="checkbox"/> selten	<i>Z. B. Abluftleitung bei entsprechend geringer Beladung, Biogasreaktor (beim erstmaligen Anfahren/Öffnen der Revisionsöffnung) / selten befüllte Silos</i>
<input type="checkbox"/> gelegentlich durchfahren	<i>Z. B. beim täglichen An- und Abfahren von pneumatischen Förderungen / in häufiger befüllten Silos</i>
 Überwachungsmaßnahmen	<i>Z. B. Kontrolle des Überdrucks im Biogasreaktor, Temperaturüberwachung</i>
<input type="checkbox"/> Inertisierung	Durch die Zugabe von inerten Gasen (z. B. CO ₂ , N ₂ , Ar) kann die Bildung explosionsfähiger Atmosphäre verhindert werden. Dies ist insbesondere dann erforderlich, wenn Zündquellen nicht sicher genug ausgeschlossen werden können. Bei vollständiger Inertisierung kann auf (teure) explosionsgeschützte Geräte verzichtet werden. Wird der Explosionsbereich nur sehr selten (z. B. beim erstmaligen Inbetriebnahme) durchfahren, kann die Inertisierung in dieser Betriebsphase kostengünstiger sein, als der Einsatz explosionsgeschützter Geräte während der gesamten Lebensdauer.
Inertgas:	Das Inertgas ist in Abhängigkeit der verfahrenstechnischen Eignung zu ermitteln. Oft kommt Kohlendioxid oder Stickstoff zum Einsatz. Beispiele für den erforderlichen Inertgasanteil sind in der E 1.2.2.1 und E 1.2.2.2 der BGR 104 /11/ angegeben.
 Überwachungsmaßnahmen	Die Überwachung kann z. B. durch geeignete Gaswarngeräte, gekoppelt mit der Auslösung eines Alarms, automatischer Schutzmaßnahmen oder automatischer Notfunktionen erfolgen.
Vakuum/Unterdruckfahrweise	Der maximale Explosionsdruck nicht-hybrider Gemische liegt bei dem 8 bis 10-fachen des Ausgangsdrucks. Eine Verringerung des Drucks in der Anlage führt somit proportional zur Verringerung des möglichen Explosionsdrucks. Somit kann unter Umständen die Anlage in explosionsfester Bauweise (⇒ Pkt. 5.5) ausgeführt werden. Außerdem wird die notwendige → <i>Zündtemperatur</i> erhöht und der → <i>Explosionsbereich</i> verkleinert. Bei einem Ausgangsdruck ≤ 50 mbar finden keine Explosionen mehr statt.
 Überwachungsmaßnahmen	Das Vakuum muss messtechnisch überwacht werden (Druckfühler).
Organisatorische Maßnahmen bei Ausfall technischer Einrichtungen zur Gewährleistung o. g. Schutzmaßnahmen:	Bei Betriebsstörungen (<i>z. B. bei Lufteinbruch</i>) ist die Sicherheit durch eine andere Maßnahme (<i>z. B. Inertisieren und/oder Vermeiden von Zündquellen durch Abschalten</i>) zu gewährleisten.

5.3 Zoneneinteilung

Siehe Pkt. 4.3

5.4 Schutzmaßnahmen, welche die Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre verhindern

Siehe Pkt. 4.4

5.5 Konstruktive Maßnahmen, welche die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken

⇒ BGR 104 E 3

Kann die Zündung eventueller explosionsfähiger Atmosphäre durch die bisher erläuterten Schutzmaßnahmen nicht sicher verhindert werden, so sind Maßnahmen zu treffen, durch die Beschäftigte und Dritte vor den Auswirkungen einer Explosion geschützt werden. Diese Schutzmaßnahmen können sowohl einzeln als auch kombiniert angewendet werden (z. B. Explosionsdruckentlastung in Verbindung mit vermindert explosionsdruckfester Bauweise).

Schutzmaßnahmen	Erläuterungen / Beispiele
<input type="checkbox"/> Explosionsdruckfeste Bauweise	Geräte halten dem zu erwartenden Explosionsdruck stand, ohne sich bleibend zu verformen. Sie können nach einer Explosion weiter betrieben werden. ¹
<input type="checkbox"/> Explosionsdruckstoßfeste Bauweise	Geräte halten dem zu erwartenden Explosionsdruck stand, wobei bleibende Verformungen auftreten. Nach einer Explosion werden sie i. d. R. ausgetauscht. Ansonsten ist ein Sachverständigen-Gutachten erforderlich. ¹
<input type="checkbox"/> Explosionsdruckentlastung <input type="checkbox"/> Explosionsunterdrückung	Sie dienen der Reduzierung des auftretenden Explosionsdrucks auf das für das Gerät zulässige Maß. Die Anwendung erfolgt daher immer in Verbindung mit reduziert-explosionsfester Bauweise. Bei der Auslegung ist immer der zulässige Explosionsdruck des Gerätes zu ermitteln. Explosionsunterdrückungssysteme verhindern durch schnelles Einblasen von Löschmittel das Erreichen des maximalen Explosionsdruckes. <i>Berstscheiben, Explosionsklappen bzw. Explosionslöschsystem, bestehend aus Sensor, Löschmittelbehälter, Alarmzentrale</i> Die Druckentlastung muss ins Freie und in eine ungefährliche Richtung erfolgen (i. d. R. nach oben). Eine Druckentlastung in Räumen ist nur bei Einsatz von Gräten mit Flammensperre zulässig. Z. B. <i>Eco-Q-Rohr</i>
<input type="checkbox"/> Verhinderung der Flammen- und Explosionsübertragung	Sind explosionsgeschützte Geräte über Rohrleitungen, Fördereinrichtungen usw. mit anderen Anlagenteilen verbunden, so muss verhindert werden, dass Druck- und Flammenfronten übertragen werden. Dies gilt auch, wenn die angrenzenden Anlagenteile z. B. Explosionsdruckentlastung besitzen, da der Explosionsdruck durch Vorkompression erhöht wird. In Anlagen mit brennbarem Staub besteht die Gefahr schwerwiegender Folgeexplosionen. <i>Schnellschlusschieber, Quenchventil, Löschmittelsperre, Flammensperre, Ventex-Ventil(nur bei Gas), Entlastungsschlot Zellenradschleuse (nur bei Staub)</i>

¹ Der zulässige Explosionsdruck ist vom Gerätehersteller zu bescheinigen. Bei gleichzeitiger Angabe „Explosionsdruckentlastung“ oder „Explosionsunterdrückung“ bezieht sich die explosionsfeste Bauweise auf den reduzierten Explosionsdruck.

5.6 Zusätzliche Maßnahmen zur Verringerung des Restrisikos

Die bisher beschriebenen Schutzmaßnahmen müssen so umfassend sein, dass die Sicherheit der Beschäftigten und Dritter gewährleistet wird.

Dennoch wird oft ein Restrisiko nicht auszuschließen sein.

Werden über das gesetzlich erforderliche Maß hinaus weitere Schutzmaßnahmen getroffen, sollten diese auch dokumentiert werden.

Z. B. Vermeidung von Zündquellen (⇒ BGR 104 E 2) oder Minderung von Explosionsauswirkungen (⇒ BGR 104 E 3), obwohl durch Maßnahmen nach BGR 104 E 1 die Bildung explosionsfähiger Atmosphäre verhindert ist.

Verwendung von Geräten für die Zone 1 in der Zone 2

6 Verzeichnisse

6.1 Glossar

Explosion

➤ ist eine sehr schnell verlaufende Verbrennung, bei der es zu einem sprunghaften Anstieg von Druck und Temperatur kommt. Die **Deflagration** setzt sich mit Unterschallgeschwindigkeit, die **Detonation** (häufig in Rohrleitungen) mit Überschallgeschwindigkeit fort. Explosionen mit geringen Auswirkungen (z. B. aufgrund eines kleinen Volumens explosionsfähiger Atmosphäre) werden in der Praxis häufig als Verpuffung bezeichnet.

Explosionsbereich

➤ ist der Konzentrationsbereich zwischen den Explosionsgrenzen → **UEG** und → **OEG** (auch Zündbereich genannt).

Explosionsfähige Atmosphäre

➤ ist ein Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen, Nebeln oder Stäuben unter atmosphärischen Bedingungen, in dem sich der Verbrennungsvorgang nach erfolgter Entzündung auf das gesamte unverbrannte Gemisch überträgt.

Explosionsgefährdeter Bereich

➤ ist ein Bereich, in dem gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann. Ein Bereich, in dem explosionsfähige Atmosphäre nicht in einer solchen Menge zu erwarten ist, dass besondere Schutzmaßnahmen erforderlich werden, gilt nicht als explosionsgefährdeter Bereich.

Explosionsgrenzen, untere-, obere- (UEG, OEG)

➤ ist der untere bzw. 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 selbständig fortpflanzen kann.

Explosionsgruppe

➤ Gase und Dämpfe werden nach der Grenzspaltweite bzw. dem Mindestzündstromverhältnis in Gruppen und Untergruppen eingeteilt. Die Explosionsgruppe kennzeichnet die Zündfähigkeit und das Zünddurchschlagsvermögen eines explosionsfähigen Gemisches.

Explosionsspunkte, unterer-, oberer- (UEP, OEP)

➤ einer brennbaren Flüssigkeit ist die Temperatur, bei der die Konzentration des gesättigten Dampfes im Gemisch mit Luft die untere bzw. obere Explosionsgrenze erreicht. Liegt die maximale Verarbeitungstemperatur über dem unteren Explosionsspunkt (UEP) der Flüssigkeit, so entstehen explosionsfähige Dampf/Luft-Gemische. Sofern der jeweilige UEP nicht bekannt ist, kann er wie folgt abgeschätzt werden:

- bei reinen, nicht halogenierten Flüssigkeiten 5 K unter dem Flammpunkt,
- bei Lösemittel-Gemischen ohne halogenierte Komponente 15 K unter dem Flammpunkt.

Flammpunkt

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

Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre

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

Glimmtemperatur

➤ 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.

Lagerung

Passive Lagerung

➤ ist das Aufbewahren brennbarer Flüssigkeiten in gefahrgutrechtlich zulässigen Transportbehältern, die dicht verschlossen sind und die während des Aufbewahrens im Lager weder befüllt noch entleert noch zu sonstigen Zwecken geöffnet werden. *TRbF 20 Nr. 2.1 Abs. 5*

Aktive Lagerung

➤ ist das Aufbewahren brennbarer Flüssigkeiten in Tankcontainern oder ortsbeweglichen Gefäßen, die am Ort ihrer Lagerung ortsfest als Entnahme- oder Sammelbehälter benutzt oder zu sonstigen Zwecken geöffnet werden. *TRbF 20 Nr. 2.1 Abs. 6*

Mindestzündenergie

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

Normalbetrieb

➤ ist der Zustand, in dem Anlagen innerhalb ihrer Auslegungsparameter benutzt werden.

Anh. 3 Nr. 1 BetrSichV

Sauerstoffgrenzkonzentration

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

Temperaturklasse

➤ ist der Temperaturbereich dem die → *Zündtemperatur* des brennbaren Gases oder Dampfes zugeordnet wird:

Zündtemperatur [°C]	> 450	> 300 ≤ 450	> 200 ≤ 300	> 135 ≤ 200	> 100 ≤ 135	>85 ≤100
Temperaturklasse	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6

Zündtemperatur

➤ 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.

➤ eines brennbaren Gases oder einer brennbaren Flüssigkeit ist die niedrigste Temperatur einer erhitzten Wand, an der das sich bildende inhomogene Gas/Luft- oder Dampf/Luft-Gemisch gerade noch zur Verbrennung mit Flammenerscheinung angeregt wird.

Zoneneinteilung

→ *Anhang 3 BetrSichV*

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.

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.

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.

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.

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.

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.

Technische Dichtheit

- Anlagen- und Ausrüstungsteile sowie Rohrleitungsverbindungen bleiben technisch dicht, wenn
 - sie so ausgeführt sind, dass sie aufgrund ihrer Konstruktion ⇒ „auf Dauer technisch dicht“ sind oder
 - ihre technische Dichtheit durch Instandhaltung und Überwachung gewährleistet wird.

BGR 104 E 1.3.2.1, TRB 600 Abschnitt 5.4 sowie DA zu § 12 BGV B 6 /10/

Auf Dauer technisch dicht sind

- Rohrleitungsverbindungen:
 - unlösbare Verbindungen, z. B. geschweißt,
 - lösbare Verbindungen, z. B.
 - Flansche mit Schweißlippendichtungen / Nut und Feder, Vor- und Rücksprung / V-Nuten und V-Nutdichtungen
 - Flansche mit glatter Dichtleiste und besonderen Dichtungen, Weichstoffdichtungen (PTFE) bis PN 25 bar, metallinnenrandgefasste Dichtungen oder metallummantelte Dichtungen
 - metallisch dichtende Verbindungen, ausgenommen Schneid- und Klemmringverbindungen in Leitungen größer als DN 32
- Anschlüsse von Armaturen:
 - vorgenannte Rohrleitungsverbindungen,
 - NPT-Gewinde (National Pipe Taper Thread, kegeliges Rohrgewinde) oder andere konische Rohrgewinde mit Abdichtung im Gewinde bis DN 50, soweit sie nicht wechselnden thermischen Belastungen $t > 100\text{ °C}$ ausgesetzt sind.
- Anlagen- und Ausrüstungsteile:
 - Pumpen mit doppelt wirkender Gleitringdichtung, Spaltrohrmotorpumpen, magnetisch gekoppelte dichtungslose Pumpen,
 - Armaturen mit Abdichtung der Spindeldurchführung mittels Faltenbalg und Sicherheitsstopfbuchse, Stopfbuchsenabdichtung mit selbsttätig nachstellenden Packungen,
 - stopfbuchsenlose Armaturen mit Permanent-Magnetantrieb (SLMA-Armaturen)

BGR 104 E 1.3.2.1, TRB 600 Abschnitt 5.4 sowie DA zu § 12 BGV B 6 /10/

6.2 Technischen Regeln mit konkreten Angaben zur Zoneneinteilung

Anlagenarten	Technische Regeln
Umgang mit Gasen	
Gase, allgemein	Beispielsammlung zur BGR 104
Gase, allgemein	DA zu BGV B 6 (bisher: VBG 61) Anhang 4
Anlagen für Gase der öffentlichen Gasversorgung	BGV C 6 (bisher: VBG 52) Anhang 1
Betreiben von Druckgasbehältern, Lagern von Druckgasbehältern in Räumen / Entleeren von Druckgasbehältern	TRG 280 Nr. 5.2.11 / Nr. 8.1.9
Verwendung von Flüssiggas	DA zur BGV D 34 (bisher: VBG 21) Anhang 2
Gasfeuerungen an Dampfkesseln, Anforderungen für Schwergasfeuerungen, Pumpen und Verdampfer in Räumen	TRD 412 Nr. 11.3
Wärmeübertragungsanlagen mit organischen Wärmeträgern	DA zu BGV D 3 (bisher: VBG 64) Zu § 11 Abs. 4
Kälteanlagen, Wärmepumpen und Kühleinrichtungen	DA zu BGV D 4 (bisher: VBG 20) Zu § 24
Umgang mit brennbaren Flüssigkeiten	
Brennbare Flüssigkeiten, allgemein	Beispielsammlung zur BGR 104
Läger für brennbare Flüssigkeiten	TRbF 20 Abschnitt 8
Lagereinrichtungen für brennbare Flüssigkeiten in Arbeitsräumen (Sicherheitsschränke)	TRbF 20 Anhang L
Sammelbehälter für Altöle und sonstige Abfallstoffe der (bisherigen) Gefahrklassen A I, A II, A III oder B	TRbF 20 Anhang K
Füllstellen, Entleerstellen, Flugfeldbetankungsstellen	TRbF 30 Abschnitt 5
Verarbeiten von Beschichtungsstoffen	DA zu BGV D 25 (bisher: VBG 23) Anhang 1
Druck und Papierverarbeitung	VBG 7i, Anlage
Zentrifugen	DA zu VBG 7z, Anhang 1
Verdichter	DA zu VBG 16, Anhang 1
Gießereien, Verarbeiten von Formlacken	DA zu § 32 VBG 32
Chemischreinigung	DA zu VBG 66, Anhang 1
Umgang mit brennbaren Stäuben	
Stäube, allgemein	Beispielsammlung zur BGR 104
Herstellen und Bearbeiten von Aluminiumpulver	DA zur BGV D 13 (bisher: VBG 56) Zu § 11 Abs. 1, Zu § 13 Abs. 1
Strahlarbeiten	DA zur BGV D 26 (bisher: VBG 48) Anhang 1 (zu § 8 Abs. 1)

6.3 Vorschriften und Regelwerke

- /1/ *Arbeitsschutzgesetz* (ArbSchG) vom 7. August 1996 (BGBl. I S. 1246) zuletzt geändert am 21. Juni 2002 (BGBl. I S. 2167)
- /2/ *Betriebssicherheitsverordnung* (BetrSichV) vom 27.09.2002 (BGBl. I S. 3777)
- /3/ *Gefahrstoffverordnung* (GefStoffV) vom 15. November 1999 (BGBl. I vom 29.11.1999 S. 2233; BGBl. I vom 25.05.2000 S. 739) zuletzt geändert am 15.10.2002 (BGBl. I BGBl. I S. 4123)
- /4/ *Explosionsschutzrichtlinie 94/9/EG* (Richtlinie zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen) vom 23. März 1994 (ABl. EG Nr. L 100 S. 1); zuletzt geändert am 26. Januar 2000 (ABl. EG Nr. L 21 S. 42)
- /5/ *Explosionsschutz-Betriebs-Richtlinie 1999/92/EG* (Richtlinie über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können) vom 16. Dezember 1999 (ABl. EG Nr. L 23 S. 57), zuletzt geändert am 7. Juni 2000 (ABl. EG Nr. L 134 S. 36)
- /6/ *Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen* (ElexV) in der Neufassung vom 13.12.1996 (BGBl. I S. 1931) *-ersetzt durch die Betriebssicherheitsverordnung-*
- /7/ *Explosionsschutzverordnung* (11. GSGV, ExVO) vom 12. Dezember 1996 (BGBl. I S. 1914), zuletzt geändert am 27.09.2002 (BGBl. I S. 3777)
- /8/ BGV A 1 (bisher: VBG 1): *Allgemeine Vorschriften*, Fassung vom 01.03.2000
- /9/ BGV A 2 (bisher: VBG 4): *Elektrische Anlagen und Betriebsmittel*, Fassung vom 01.01.1997
- /10/ BGV B 6 (bisher: VBG 61): *Gase*, Fassung vom 01.01.1997
- /11/ BGR 104 (bisher: ZH 1/10) Regeln für die Vermeidung der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung (*Explosionsschutz-Regeln*, EX-RL), Fassung vom Juli 2000
- /12/ BGR 132 (bisher: ZH 1/200) Richtlinien für die Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen - Richtlinien "Statische Elektrizität", Ausgabe Oktober 1989
- /13/ BGI 518 (bisher: ZH 1/8.3) Gaswarneinrichtungen für den Explosionsschutz - Einsatz und Betrieb, Ausgabe August 1999 (Merkblatt T 023)
- /14/ DIN VDE 0165 (02.1991), Errichten elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen (ersetzt durch /15/ und /16/)
- /15/ DIN VDE 0165 Teil 1 (08.1998; EN 60079-14), Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche – Elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen (ausgenommen Grubenbaue)

- /16/ DIN VDE 0165 Teil 2 (11.1999; EN 50281-1-2), Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in Bereichen mit brennbarem Staub – Elektrische Betriebsmittel mit Schutz durch Gehäuse - Auswahl, Errichten, Instandhaltung
- /17/ DIN VDE 0165 Teil 10 (08.1999; EN 60079-17); Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche – Prüfung und Instandhaltung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen (ausgenommen Grubenbaue)
- /18/ DIN VDE 0165 Teil 101 (09.1996; EN 60079-10), Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche – Einteilung der explosionsgefährdeten Bereiche
- /19/ DIN VDE 0470 Teil 1 (09.2000; DIN EN 60529), Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)
- /20/ DIN EN 1127 Teil 1 (10.1997), Explosionsschutz – Grundlagen und Methodik

6.4 Literatur

- [1] K. Nabert und G. Schön: Sicherheitstechnische Kennzahlen brennbarer Gase und Dämpfe; Deutscher Eichverlag GmbH Braunschweig 1963 (2. erw. Aufl.)
- [2] T. Redeker und G. Schön: Sicherheitstechnische Kennzahlen brennbarer Gase und Dämpfe; Deutscher Eichverlag GmbH Braunschweig 1990 (6. Nachtrag zu [1])
- [3] BIA-Handbuch, Forschungsbericht Staubexplosionen, Brenn- und Explosionskenngrößen von Stäuben; Erich Schmidt Verlag
- [4] J. Pester: Explosionsschutz elektrischer Anlagen, Fragen und Antworten zur Planung, Errichtung und Instandhaltung; Verlag Technik GmbH, Berlin 1998
- [5] H. Schuster, J. Przgodda, B. Köhler, P. Schulze: Sicherheitstechnische Maßnahmen bei gasexplosionsgefährdeten Anlagen; Landesamt für Arbeitsschutz Sachsen-Anhalt
- [6] H. Schuster, J. Przgodda, B. Köhler, P. Schulze: Sicherheitstechnische Maßnahmen bei staubexplosionsgefährdeten Anlagen; Landesamt für Arbeitsschutz Sachsen-Anhalt
- [7] Th. Wartner: Das betriebliche Explosionsschutzdokument nach Richtlinie 1999/92/EG; Tagungsband zur V. Fachtagung „Maßnahmen des Brand- und Explosionsschutzes – Mittel zur Anlagen- und Arbeitssicherheit“ in Merseburg