

l a u a :

Bundesanstalt für Arbeitsschutz
und Arbeitsmedizin

Explosionsschutz an Staubarbeitsplätzen

Inhalt

- 1. Arbeitsbereiche / Tätigkeiten mit Staubbelastung**
- 2. Informationsermittlung**
- 3. Bewertung der Staubexplosionsgefährdungen**
- 4. Rangfolge der Maßnahmen**
- 5. Maßnahmenumsetzung**
- 6. Wirksamkeitsüberprüfung**
- 7. Dokumentation**
- 8. Hilfestellung für die Praxis**

Chemische, holz- / metallverarbeitende, Pharma-, Recycling-, Nahrungsmittel- und Futtermittelindustrie

- Silo
- Förderanlagen
- Mühlen
- Strahlkabinen
- Lackieranlagen
- Trocknungsanlagen

- Mischen, Um- und Abfüllen von Schüttgütern
- Spanende Bearbeitungsverfahren

Explosionsfähig

- **Naturprodukte**
- **Holz, Holzprodukte, Faserstoffe**
- **Getreide / Mehl**
- **Kohle**
- **Kunststoffe, Harze, Gummi**
- **Kosmetika**
- **Metalle**
- **Aluminium**

Nicht brennbar

Vollständig oxidiert

- **Zement**
- **Sand, Gestein**
- **Glas**
- **Kalk**

- **Sicherheitsdatenblatt**
- **Datenbanken**
 - GSBL Datenbank inkl. Staubgruppen der BAM
 - GESTIS-Staub-Ex Datenbank
 - BIA-Report (Tabellenwerk)
- **Hersteller kontaktieren**
- **Representative Staubproben testen**
 - BAM
 - DGUV / IFA
 - TÜV

Physiko-chemische Eigenschaften

2

Kenngröße	Aussage
Korngrößenverteilung	Stäube mit einer Korngröße über 1 mm bilden keine, brennbare Stäube mit einer Korngröße unter 0,5 mm bilden sicher explosionsfähige Staub-Luft-Gemische.
Wassergehalt von Feststoffen	Je feuchter ein Staub ist, desto weniger ist er staubexplosionsfähig. Der Feuchtegehalt ist bei Prüfungen immer zu dokumentieren, da die Sicherheitstechnischen Kenngrößen bei anderen Feuchtegehalten anders ausfallen.
Brennwert	Entscheidend für die die sich freisetzende Wärmemenge bei einem Brand.
Wärmeleitfähigkeit	Wichtig für die Lagerungszeit von Schüttgütern und die Brandausbreitung.
Rauchgaszusammensetzung	Beurteilung der freiwerdenden Gefahrstoffe bei einem Brand.
Thermische Stabilität	Wichtig für die Lagerungszeit und -temperatur von Schüttgütern.

Aktuelles zum Gefahrstoffrecht - September 2015

Sicherheitstechnische Kenngrößen abgelagerter Stäube

2

Kenngröße	Aussage
Selbstentzündungstemperatur	Wichtig für die Lagerungstemperatur von Schüttgütern.
Mindestzündtemperatur (Glimmtemperatur (GT) abgelagerter Staub)	Entscheidend für Maßnahmen zur Zündquellenvermeidung durch heiße Oberflächen von abgelagerten Stäuben.
Brennzahl	Abbrandverhalten von abgelagerten Stäuben.

Aktuelles zum Gefahrstoffrecht - September 2015

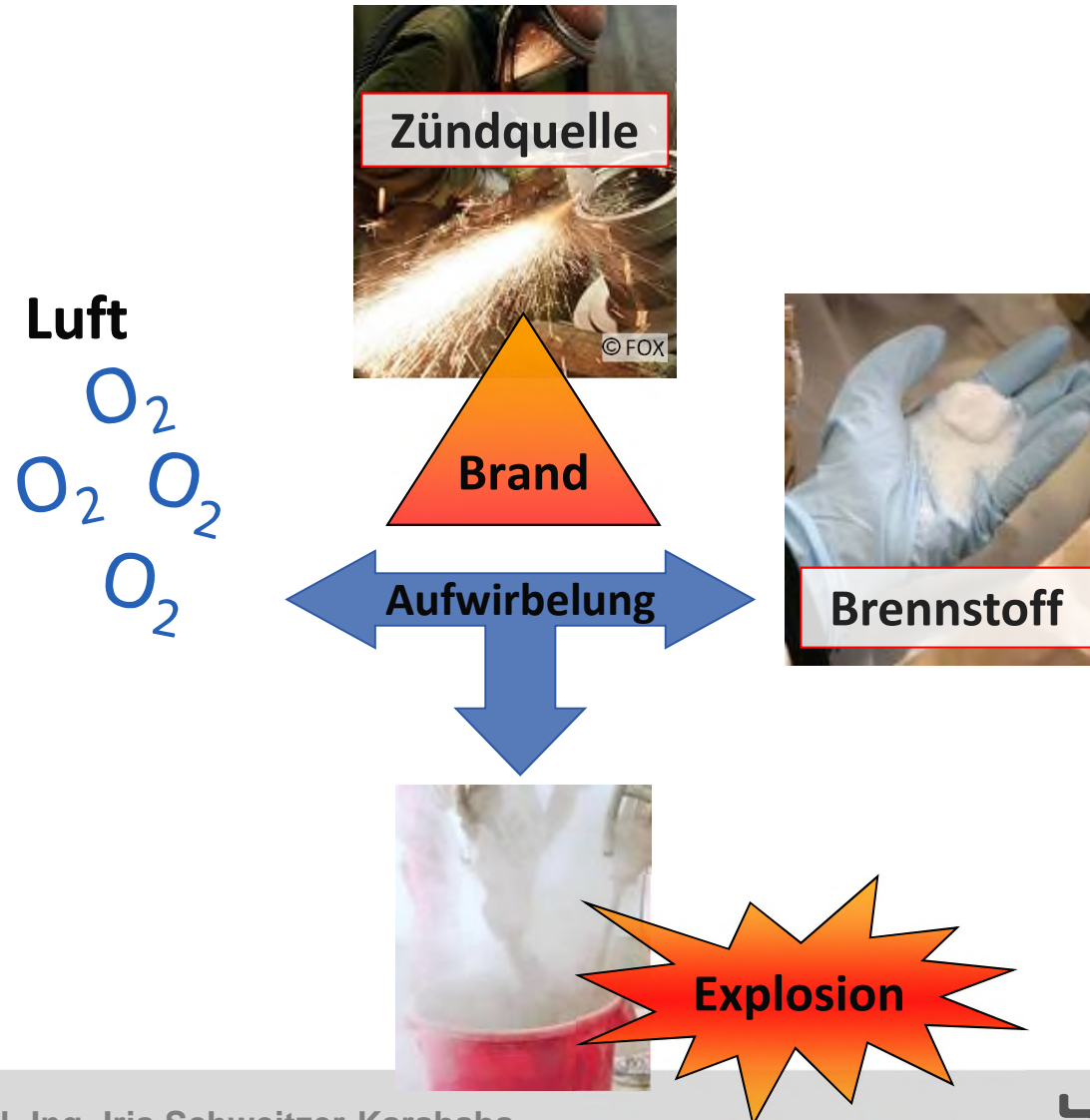
Sicherheitstechnische Kenngrößen aufgewirbelter Stäube

2

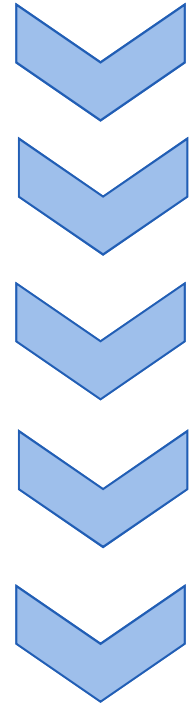
Kenngröße	Aussage
Untere Explosionsgrenze (UEG)	Diese beginnen bei ca. 15 g/m ³ und können bis zu 2000 g/m ³ betragen. Die Staubwolken sind folglich immer blickdicht.
Sauerstoffgrenzkonzentration	Entscheidend für die Maßnahme Inertisierung.
Mindestzündenergie	Stäube mit einer MZE unter 10 mJ gelten als sehr gefährlich, da diese Energie auch mit Maßnahmen zur Zündquellenvermeidung nur sehr schwer vollkommen ausgeschlossen werden kann.
(Mindestzündtemperatur (MZT) aufgewirbelter Staub)	Entscheidend für die Zündquellenvermeidung durch heiße Oberflächen.
Maximaler Explosionsdruck	Macht eine Aussage über die Stärke einer möglichen Explosion und ist wichtig für die Dimensionierung von konstruktiven Explosionsschutzmaßnahmen.
Maximaler zeitlicher Druckanstieg bzw. KSt-Wert	Macht eine Aussage über die Stärke einer möglichen Explosion und ist wichtig für die Dimensionierung von konstruktiven Explosionsschutzmaßnahmen.
Explosionsfähigkeit/Staubexplosionsklasse	Macht eine Aussage über die Stärke einer möglichen Explosion und ist wichtig für die Dimensionierung von konstruktiven Explosionsschutzmaßnahmen.

- **Verarbeitungsart**
- **Verwendete Menge** (kritische Menge 15 mg/m^3)
- **Lüftungsbedingungen**
- **Anwendungsdauer**
- **Häufigkeit der Tätigkeit**
- **Luftfeuchtigkeit**





- 1. Sind brennbare Stoffe vorhanden?**
- 2. Kann ein explosionsfähiges Staub-Luft-Gemisch entstehen?**
- 3. Ist die Bildung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre möglich?**
- 4. Ist die Bildung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre durch Maßnahmen völlig verhindert?**
- 5. Ist die Entzündung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre sicher verhindert?**



1. Vermeidung explosionsfähiger Atmosphäre

TRGS 722 / TRBS 2152 Teil 2



2. Vermeidung von wirksamen Zündquellen

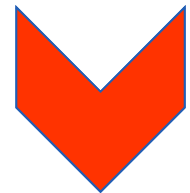
TRBS 2152 Teil 3

TRBS 2153 Elektrostatik



3. Einschränkung des Schadenausmaßes

TRBS 2152 Teil 4



- Schulung der MA in der Bedienung von Anlagen, Maschinen und Schutzeinrichtungen für alle Betriebszustände
- Konsequente Reinigung von Arbeitsplätzen bzw. Betriebsbereichen (Reinigungsplan und staub arm)
- Tipp: Markierungen auf dem Boden und auf Ablagen müssen immer zu sehen sein
- Falls ein Zündfunkeneintrag möglich ist, werden die Filter z.B. durch Funken löschende Gitter, Umlenkbleche oder Funkendetektoren mit automatischer Löschung geschützt
- Arbeitsschuhe und Arbeitskleidung sind antistatisch ausgerüstet

1 Maßnahmen
stufe 1

Schutzleitfaden 110
Organisations- und Hygienemaßnahmen "Einatmen"
Mindeststandards

- Einrichten und Betreiben der Arbeitsstätte**
- Belastungen durch benachbarte Verfahren oder Arbeitsmethoden werden, wenn möglich, verhindert.
 - Eine Waschgelegenheit für die Reinigung der Augen und der Haut ist vorhanden.
 - Geeignete Hautreinigungsmittel und Einmalhandschuhe sind verfügbar.
 - Pausenbereiche oder Pausenräume sind vorhanden.
 - Fußböden, Wände, Decken, Maschinen und technische Einrichtungen sind leicht zu reinigen.

- Informationsermittlung und innerbetriebliche Kennzeichnung**
- Im Betrieb ist bekannt, welche Stoffe und Produkte verwendet werden. Es ist bekannt welche davon Gefahrstoffe sind.
 - Alle Geplante und Verpackungen, die keine Herstellerkennzeichnung tragen, sind nach TRGS 201 gekennzeichnet. Ebenso sind Abfallbehälter und Rohrleitungen gekennzeichnet.
 - Es liegen Sicherheitsdatenblätter vor und diese sind für die Beschäftigten zugänglich.
 - Ein Gefahrstoffverzeichnis wird geführt, bei der Einführung neuer Gefahrstoffe ergänzt und spätestens beim Eingang neuer Sicherheitsdatenblätter aktualisiert.
 - Es ist sichergestellt, dass Änderungen von Geräten, Vorrichtungen, Technischen Regeln, Arbeitsplatzgrenzwerten und Einladungen schnell bemerkt werden (z.B. durch TRGS-Bescheide, Informationen der Berufsgenossenschaften, Länder, Industrieverbände, Innungen und Handwerkskammern sowie durch Fachzeitschriften).

- Arbeitsorganisation**
- Es werden nur vom Arbeitgeber vorgesehenen Gefahrstoffe verwendet.
 - Die Zahl der beauftragten Beschäftigten wird durch zeitliche und räumliche Trennung begrenzt.
 - Das Freisetzen von Stäuben und Versprühen von Flüssigkeiten wird durch geeignete Arbeitsmittel und geschulten Umgang reduziert (z.B. Saugabsaugung, Versprühen).
 - Emissionarme Verwendungsformen werden bevorzugt verwendet (z.B. Strichen statt spritzen).
 - Die Vielfalt der Produkte ist dem Bedarf angemessen auf ein Minimum begrenzt.
 - Gefahrstoffe werden, wenn möglich, in Originalverpackungen aufbewahrt.
 - Gefahrstoffe werden nicht in Behälter abgefüllt, die nur Verunreinigungen mit fahrscheinlichen Risiken können.

2 Maßnahmen
stufe 2

Schutzleitfaden 240
Staubarbeitsplätze
(Grundsätze)
Emissionsmindernde Maßnahmen

Beschaffung, erste Inbetriebnahme und Betreiben von Erfassungseinrichtungen

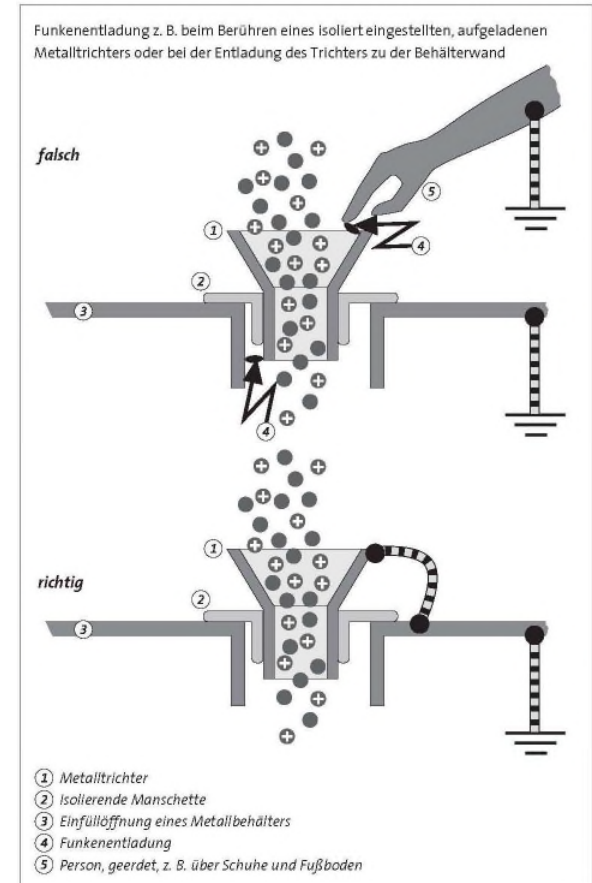
- Folgende Punkte werden berücksichtigt und den Anbietern mitgeteilt, z.B.:
 - Einsatzzweck, Art und Anzahl der Arbeitsplätze, Umgebungsbedingungen
 - Gefahrsstoffkennzeichen, mögliche Entstehungsprodukte
 - Arbeitsplatzgrenzwerte, ggf. andere Beurteilungsmaßstäbe
 - Angaben zum Brand- und Explosionsschutz
 - Angaben zur Luftzirkulation
- Bei der Planung und beim Betreiben wird darauf geachtet, dass:
 - die Anforderungen von Normen, Richtlinien, Technischen Regeln und BG Regeln erfüllt sind.
 - Materialien gegen die abzusaugen Gefahrstoffe beständig sind.
 - Wartungöffnungen leicht und gefahrlos zugänglich sind.
 - Lüftungsleitungen in ausreichender Höhe über Arbeitsplätzen und Verkehrswegen angebracht und befestigt sind.
 - Anlagen, Maschinen und Schutzeinrichtungen leicht zu reinigen sind.
 - Gitter, Maschendraht oder Präfilbleche verhindern, dass unerwünschte Teile in die Absaugung gelangen.
 - die abgesaugte Luft an einen sicheren Ort abgeführt wird (nicht in die Nähe von Türen, Fenstern und Luftöffnungen).
 - die abgesaugte Luft durch ausreichend Zuluft ersetzt wird.
 - in Abhängigkeit von den baulichen Gegebenheiten eine maschinelle Zuluft erforderlich sein kann.
 - Absaugungen von brennbaren und explosionsfähigen Gefahrstoffen aus leitfähigen oder elektrostatisch ableitbaren Materialien hergestellt und geerdet sind.
 - Druck aus Erdrückensicherungen in ungefährliche Bereiche oder nach außen abgeleitet wird.
- Bei der Auswahl werden Angebote mit nachweislich bewährter Technik (z.B. durch Referenzen, Prüfzeugnisse, Zertifikate) bevorzugt.

Tipp: Einhaltung von einschlägigen Anforderungen für Sicherheit und Gesundheitsschutz in den Vertrag integrieren, z.B. Messungen zur Abnahmepfung und Arbeitsplatzmessung.

- Die Abstimmung auf die Tätigkeit wird durch eine frühe Einbeziehung der betroffenen Mitarbeiter sichergestellt.
- Bedienungsanleitung und sonstige Herstellerinformationen sind vorhanden und werden vor Inbetriebnahme, Reinigungs- und Wartungsarbeiten von Arbeitstiteln beachtet.
- Vor der ersten Inbetriebnahme wird unter Berücksichtigung der Anforderungen und anhand der Herstellerangaben in einer Abnahmepfung geprüft, ob:
 - Sollwerte (z.B. Volumenstrom, Luftgeschwindigkeit) eingehalten sind.
 - Schutzeinrichtungen funktionieren.
 - die Arbeitsplatzgrenzwerte eingehalten sind.
- Die Prüfung auf Funktionstüchtigkeit auf Grundlage der Abnahmepfung wird von einer befähigten Person mindestens jährlich durchgeführt und bei wesentlichen Änderungen wiederholt.
- Die Ergebnisse der Prüfungen, Mängel, Mängelbeseitigung werden protokolliert und durch Unterschrift bestätigt. Das Ergebnis der letzten Prüfung wird mindestens bis zur nächsten Kontrolle aufbewahrt.
- Die leittechnische Anlage verfügt bei Ausfall über eine Verriegelung oder zumindest über eine Warnfunktion.
- Es besteht die Möglichkeit, die Arbeitskleidung getrennt von der Straßenkleidung aufzubewahren.
- Der Zutritt zum Arbeitsbereich ist für Unbefugte verboten.

- **Substitution**
fertig gemischte Produkte wie Mörtel oder Spachtelmasse
- **Inertisierung**
Sauerstoffgehalt Staub und Inertisierungsmedium abhängig
- **Konzentrationsverringering**
z.B. Granulate, befeuchtete Rohstoffe
Fallhöhen von Schüttstellen sind kurz + möglich staubdicht umhüllt
- **Dichtheit von Anlagen**
- **Absauganlagen**
Bauart Flansch wird Haube vorgezogen
Erfassungsgeschwindigkeit min. 0,5 – 1 m/s
Absaugung wird so nah wie möglich an der Emissionsquelle

- **Flammen und Glimmnester**
- **Heiße Oberflächen**
- **Mechanisch erzeugte Funken**
- **Elektrisch erzeugte Funken**
nur Baumustergeprüfte Geräte
- **Elektrostatische Aufladungen**
 - Erhöhen der Feuchte oder Ionisierung
 - Verringern der Fördergeschwindigkeit
 - Transportes mit Schwerkraft bevorzugen
 - unkritisch bei MZE >1 J + keine brennbaren Gase / Dämpfe



Aus TRBS 2153 Beispiel 10: Funkenentladungen an einem isolierenden Metalltrichter

- Bereiche im Inneren von staubeinschließenden Behältnissen **Zone 20**
- Silos, Zyklone, Filter, Mischer, Mühlen, Trockne.
- Bereich außerhalb von staubeinschließenden Behältnissen **Zone 21**
- in unmittelbarer Nähe von Kontrollöffnungen
- in der Nähe von Füll- und Entnahmestellen, Förderbändern, Probeentnahmestellen, Lkw-Abkippstellen
- Aspirationsöffnungen von Sack-Filtern **Zone 22**
- Stellen in der Nähe von Anlagen, die seltener geöffnet werden, die erfahrungsgemäß zur Leckage neigen
- Lagerung von Säcken mit staubförmigem Inhalt
- Normalerweise als Zone 21 klassifizierte Bereiche können zur Zone 22 werden, wenn Schutzmaßnahmen zur Vermeidung der Bildung explosionsfähiger Staub/Luft-Gemische ergriffen wurden (inkl. Staubabsaugung). Z. B. in der Umgebung von Sack-Einfüllöffnungen, Entleerstellen, Förderbändern, Probenahmestellen, Lkw-Abkippstellen, Band-Übergabestellen

<http://www.bgrci.de/de/exinfode/ex-schutz-wissen/expertenwissen/brennbare-staeube/26-wo-finden-sich-beispiele-fuer-ex-zonen-fuer-staeube/>

- Filter in Absaugeinrichtungen sind häufig zu wechseln/reinigen
- Branderkennung (manuell/technisch)
- Feuerlöscher (Pulverlöscher mit ABC-Löschpulver, Wasserlöscher mit Zusätzen oder Schaumlöscher), für brennbare Metalle (Pulverlöscher mit Metallbrandpulver) sind leicht zugänglich
- Absaugungen sind aus leitfähigen oder elektrostatisch ableitbaren Materialien hergestellt und geerdet
- Brandschutztechnische Anforderungen siehe DIN 4102-6 "Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Lüftungsleitungen; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen".

+ Allgemeine Brandschutzmaßnahmen nach ArbStättV



- **Explosionsfeste Bauweise**
hält erwartenden Explosionsdruck im Innern stand ohne aufzureißen
- **Explosionsdruckentlastung**
hält erwartenden Explosionsdruck stand ohne sich bleibend zu verformen
- **Explosionsunterdrückung**
hält erwartenden Explosionsdruck stand ohne aufzureißen, wobei jedoch bleibende Verformungen zulässig sind
- **Entkopplungseinrichtungen für Stäube**
Vollständige Entkopplung und Teil-Entkopplung möglich
Schnellschlussklappe, -ventil, Zellenradschleuse, Doppelschiebersysteme, Löschmittelsperre, Entlastungsschlot

- ✓ **Maßnahmenumsetzung für kritischste Tätigkeit im Arbeitsbereich**
- ✓ **Organisation der Prüfungen und Ergebnisse dokumentieren**
- ✓ **Funktionsfähigkeit von Sicherheitseinrichtungen regelmäßig prüfen**
- ✓ **Einrichtungen für Stäube jährlich prüfen**
- ✓ **Konzentrationsmessung evtl. erforderlich bei unvermeidbaren Zündquellen**
- ✓ **Geräte Prüfung durch befähigte Person**

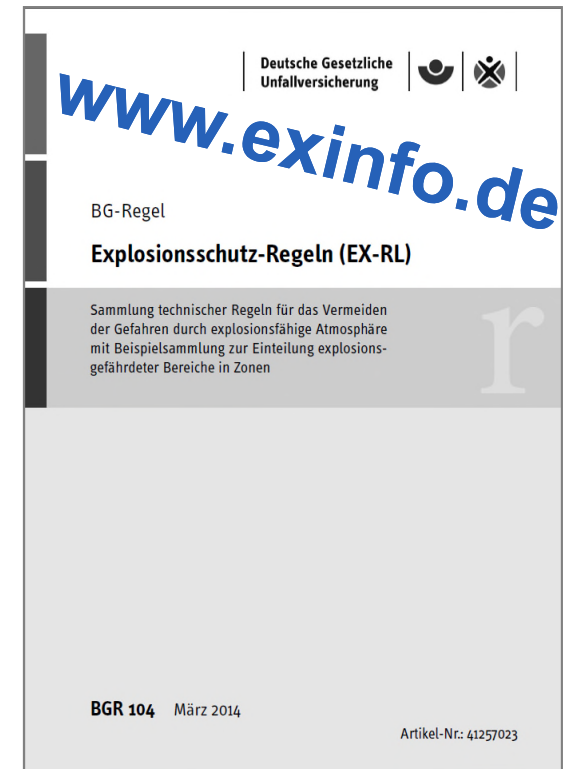


- Beschreibung der Arbeitsstätte und der Arbeitsbereiche
- Beschreibung der Verfahrensschritte und/oder Tätigkeiten
- Beschreibung der eingesetzten Stoffe / Sicherheitstechnische Kenngrößen
- Darstellung der Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung
- Getroffene Explosionsschutzmaßnahmen
- Technische Maßnahmen (vorbeugend, konstruktiv, Prozessleittechnik)
- Organisatorische Maßnahmen (BA, Unterweisung, PSA, Freigabeverfahren)
- Realisierung der Explosionsschutzmaßnahmen (Benennung der Verantwortlichen, Maßnahmenanwendung, Wirksamkeitskontrolle)
- Koordinierung der Explosionsschutzmaßnahmen (parallele Tätigkeiten)
- Anhang / begleitende Dokumente (z. B. EG-Baumusterprüfbescheinigung, EG-Konformitätserklärung, SDB, BA von Geräten, Wartungspläne)



- **Strahlkörner sind unkritisch der Strahlstaub evtl. schon**
- **Zoneneinteilung bei Silo bezogen auf Befüllung**
- **Aluminiumstäube können in seltenen Fällen unkritisch sein, da sich eine Oxidschicht auf dem Aluminiumstaub bildet**

- Merkblatt T 054 Häufige Fragen – brennbare Stäube
- BGR 104* Explosionsschutz-Regeln
- BGR 121* Lüftungsanlagen
- BGR 109* Aluminium
- BGR 204* Magnesium
- BGI 739-1* Holzstaub



*bisher s. <http://publikationen.dguv.de>

EMKG Modul Brand- und Explosionsgefährdung

8

Konzepttext mit ersten 5 SLF

Praxisbeispiele

Taschenscheibe (vergriffen)

Projektposter

Projektvortrag auf Englisch

Aktuelles zum Gefahrstoffrecht - September 2015



EMKG - Modul "Brand- und Explosionsgefährdung"

Für das Einfache Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe - Konzeptbeschreibung - Prototyp

Im betrieblichen Alltag sind immer mehr Anforderungen aus verschiedenen Rechts- und Organisationsbereichen umzusetzen, die die Arbeit erschweren. So gewinnt der gezielte Einsatz von Ressourcen immer mehr an Bedeutung. Zur strukturierten Bewertung von Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen bietet die BAuA seit 2005 mit der Handlungshilfe Einfaches Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe (EMKG) Unterstützung bei der Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen. Die EMKG Version 2.2 mit der bereits Maßnahmen für Gefährdungen durch Hautkontakt und das Einatmen von Gefahrstoffen abgeleitet werden können, wird nun durch ein weiteres Zusatzmodul ergänzt. In wenigen Schritten führt auch das neue EMKG - Modul "Brand- und Explosionsgefährdung" anhand von einfach zugänglichen Parametern zu vier Maßnahmenstufen, die durch sogenannte Schutzleitfäden konkretisiert werden. Mit Hilfe dieser können im Anschluss Maßnahmen zur Arbeitsplatzgestaltung abgeleitet werden. So bietet das EMKG nun auch Unterstützung bei der Beurteilung von Brand- und Explosionsgefährdungen, welche eine Forderung der Gefahrstoffverordnung ist.

Das zusätzliche EMKG-Modul wurde in einem transdisziplinären Untersuchungsansatz in der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) erstellt. Neben der praktischen Erprobung des Konzeptes in Betrieben wurde die Entwicklung durch eine begleitende Expertengruppe unterstützt. Bis zur Integration in die EMKG Version 3.0 und die Erstellung weiterer brand- und explosionschutzspezifischer Schutzleitfäden wird das Konzept mit ersten Schutzleitfäden für Tätigkeiten mit brennbaren Flüssigkeiten veröffentlicht.

EMKG-Praxisbeispiele:

- ☐ Mischen in einem Rührkessel (Feststoff): Brand- und Explosionsgefährdungen (Prototyp) (PDF-Datei, 345 KB) (Stand: November 2013)
- ☐ Mischen in einem Rührkessel (Feststoff): Brand- und Explosionsgefährdungen (Prototyp) (Powerpoint-Datei, 11 MB) (Stand: November 2013)
- ☐ Reinigung von Druckerwalzen (Flüssigkeit): Gefährdung durch Brand und Explosion (Prototyp) (PDF-Datei, 370 KB) (Stand: Januar 2014)
- ☐ Reinigung von Druckerwalzen (Flüssigkeit): Gefährdung durch Brand und Explosion (Prototyp) (Powerpoint-Datei, 3 MB) (Stand: Januar 2014)

Sie sind eingeladen, Ihre Erfahrungen mit der EMKG Arbeitsgruppe auszutauschen. Gerne können Sie dazu den anonymen Online-Fragebogen mit maximal 14 Fragen beantworten.

- ☑ Online-Umfrage zum EMKG Modul "Brand- und Explosionsgefährdung"

EMKG - Modul "Brand- und Explosionsgefährdung". Für das Einfache Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe - Konzeptbeschreibung - Prototyp

1. Auflage, Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 2012, 48 Seiten, Projektnummer: F 2265, Papier, PDF-Datei

- ☐ Link zum Volltext (PDF-Datei, 840 KB)

Signaturen der BAuA-Bibliothek:
EC110/88

DASA

<http://www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/Gd65.html>

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

www.baua.de/emkg

Hier können Sie sich für den kostenlosen EMKG-Infobrief registrieren. Sie erhalten Informationen über die allerneuesten Entwicklungen zum EMKG.



Dipl.-Ing. Iris Schweitzer-Karababa
Gruppe 4.6 „Gefahrstoffmanagement“
E-Mail: emkg-info@baua.bund.de