

l a u a :

Bundesanstalt für Arbeitsschutz  
und Arbeitsmedizin

l a u a :

# 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 1mm 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 - Mai 2015

## Sicherheitstechnische Kenngrößen abgelag. 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 - Mai 2015



## Sicherheitstechnische Kenngrößen aufgewirbelter Stäube

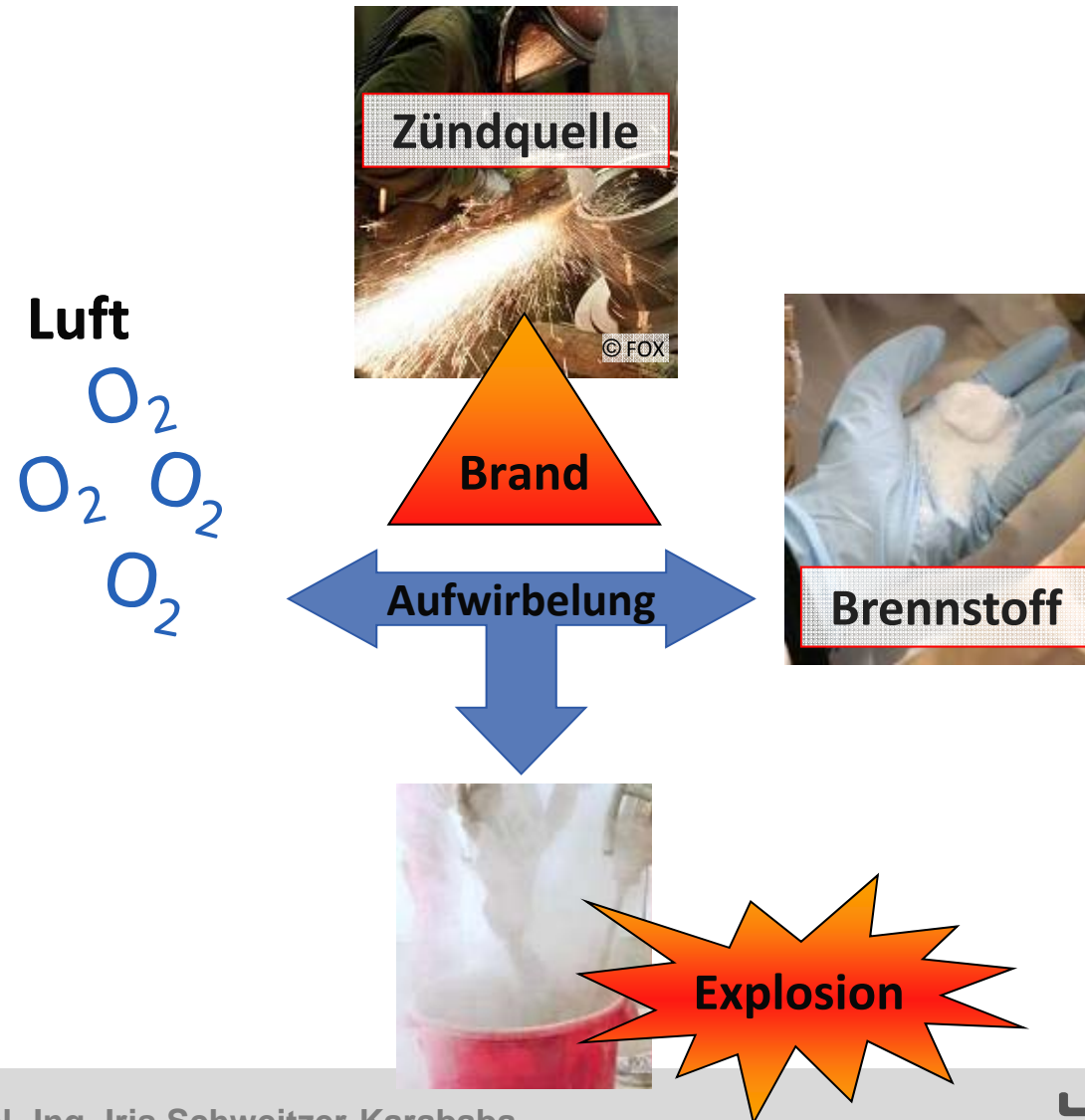
2

Kenngröße	Aussage
Untere Explosionsgrenze (UEG)	Diese beginnen bei ca. $15\text{g/m}^3$ und können bis zu $2000\text{g/m}^3$ betragen. Die Staubwolken sind folglich immer Blickdicht.
Sauerstoffgrenzkonzentration	Entscheidend für die Maßnahme Inertisierung.
Mindestzündenergie	Stäube mit einer MZE unter $10\text{mJ}$ 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  $15\text{mg}/\text{m}^3$ )
- **Lüftungsbedingungen**
- **Anwendungsdauer**
- **Häufigkeit der Tätigkeit**
- **Luftfeuchtigkeit**

Aktuelles zum Gefahrstoffrecht - Mai 2015





- 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 Schutzleitfaden 110 Maßnahmen stufe 1 Organisations- und Hygienemaßnahmen "Einatmen" Mindeststandards

### Einrichten und Betreiben der Arbeitsstätte

- Belastungen durch benutzte Verfahren oder Arbeitsmethoden, wenn möglich, verhindern.
- Eine Abzugseinheit für die Reinigung der Augen und der Haut ist vorhanden.
- Schonende Reinigungsmittel und Ernährungsmittel sind verfügbar.
- Pausenbereiche oder Pausenküchen 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 Getränke und Verpackungen, die keine Herstellerkennzeichnung tragen, sind nach TRGS 201 gekennzeichnet. Ebenso sind Abfallbehälter und Rohrlösungen gekennzeichnet.
- Es liegen Sicherheitsdatenblätter vor und diese sind für die Beschäftigten zugänglich.
- Ein Gefahrstoffkennzeichen wird geführt, bei der Einführung neuer Gefahrstoffe ergänzt und spätestens beim Eingang neuer Sicherheitstechnischer Unterlagen.
- Es ist sichergestellt, dass Änderungen von Geräten, Vorrichtungen, Technischen Regeln, Arbeitsplatzgrenzwerten und Einstufungen bekannt werden (z.B. durch TRGS-Newsletter, Informationen der Berufsgenossenschaften, Länder, Industrieverbände, Innungen und Handwerkskammern sowie durch Fachzeitschriften).

### Arbeitsorganisation

- Es werden nur vom Arbeitgeber vorgesehene Gefahrstoffe verwendet.
- Die Zahl der belasteten 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. Versprühensteiliges Verfüllen).
- Emissionarme Verwendungsformen werden bevorzugt verwendet (z.B. streuen 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 zur Verwechslung mit Lebensmittel-Räumen können.

## 2 Schutzleitfaden 240 Maßnahmen stufe 2 Staubarbeitsplätze (Grundsätze) Emissionsmindernde Maßnahmen

### Beschaffung, erste Inbetriebnahme und Betreiben von Erfassungseinrichtungen

- Folgende Punkte werden berücksichtigt und den Anbietern mitgeteilt, z.B.:
  - Einsatzort, Art und Anzahl der Arbeitsplätze, Umgebungsbedingungen
  - Gefahrstoffverhalten, mögliche Entstehungsprodukte
  - Arbeitsplatzgrenzwerte, ggf. andere Beurteilungsmaßstäbe
  - Angaben zum Brand- und Explosionschutz
  - Angaben zur Luftströmung
- 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 abgezogene Gefahrstoffe beständig sind.
  - Wartungsöffnungen leicht und gefahrlos zugänglich sind.
  - Lüftungsleitungen in ausreichender Höhe über Arbeitsplätzen und Verkehrswegen angebracht und befestigt sind.
  - Anlagen, Maschinen und Schutzmaßnahmen leicht zu reinigen sind.
  - Gitter, Maschendraht oder Prüflinien verhindern, dass unerwünschte Teile in die Absaugung gelangen.
  - die abgezogene Luft an einem sicheren Ort abgeführt wird (nicht in die Nähe von Türen, Fenstern und Lüftungsauslässen).
  - die abgezogene Luft durch ausreichende Zufuhr ersetzt wird.
  - in Abhängigkeit von den laufenden Begebenheiten eine mechanische Zufuhr erforderlich sein kann.
  - Absaugungen von brennbaren und explosionsfähigen Gefahrstoffen aus leitfähigen oder elektrostatisch ableitbaren Materialien hergestellt und geerdet sind.
  - Druck aus Entstehungseinrichtungen in ungefährliche Bereiche oder nach außen abgebaut 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 Abnahmeprüfung und Arbeitsplatzmessung.)
- Die Abstimmung auf die Tätigkeit wird durch eine frühe Einbeziehung der betroffenen Mitarbeiter sichergestellt.
- Bedienungsanleitung und schriftliche Herstellerinformationen sind vorhanden und werden vor Inbetriebnahme, Reinigung und Wartungsarbeiten von Arbeitnehmern beachtet.
- Vor der ersten Inbetriebnahme wird unter Berücksichtigung der Anforderungen und anhand der Herstellerangaben in einer Abnahmeprüfung geprüft, ob:
  - Sicherheit (z.B. Vibrationsschutz, Luftgeschwindigkeit) eingehalten sind.
  - Schutzmaßnahmen funktionieren.
  - die Arbeitsplatzgrenzwerte eingehalten sind.
- Die Prüfung auf Funktionsfähigkeit auf Grundlage der Abnahmeprüfung wird von einer befähigten Person mindestens jährlich durchgeführt und bei wesentlichen Änderungen wiederholt.
- Die Ergebnisse der Prüfungen, Mängel, Mängelbeseitigung werden protokolliert und durch Unternehmensleitung bestätigt. Das Ergebnis der letzten Prüfung wird mindestens bis zur nächsten Kontrolle aufbewahrt.
- Die Luftdruckverhältnisse sind regelmäßig über eine Verriegelung oder zumindest über eine Warnvorrichtung.
- Es besteht die Möglichkeit, die Arbeitskleidung getrennt von der Staubkleidung 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**

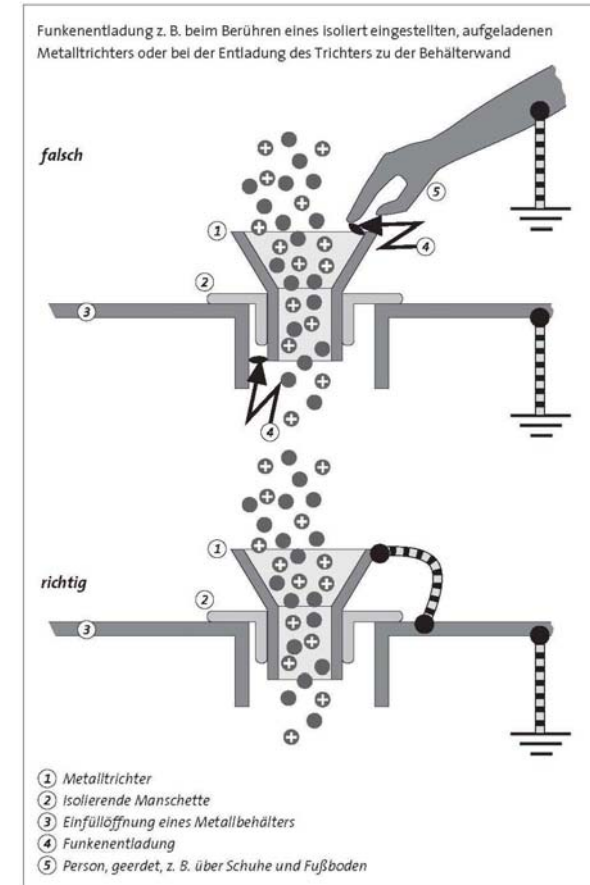
Bauart Flansch wird Haube vorgezogen

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

Aktuelles zum Gefahrstoffrecht - Mai 2015



Aus TRBS 2153 Beispiel 10: Funkenentladungen an einem isolierenden Metalltrichter



# Beispiele für Ex-Zonen für Stäube

5

- 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-Abkipfstellen
- 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-Abkipfstellen, 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 des Explosionsschutzdokuments (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 - Mai 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

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



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

**[www.baua.de/emkg](http://www.baua.de/emkg)**

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

Aktuelles zum Gefahrstoffrecht - Mai 2015



**Dipl.-Ing. Iris Schweitzer-Karababa**  
**Gruppe 4.6 „Gefahrstoffmanagement“**  
**E-Mail: [emkg-info@baua.bund.de](mailto:emkg-info@baua.bund.de)**