



Arbeitsgemeinschaft  
Wärmebehandlung + Werkstofftechnik e.V.

Fachausschuss 8: Sicherheit in Wärmebehandlungsbetrieben

# **Handlungshilfe für Härtereien bei der Gefährdungsbeurteilung**

## **Gefährdung durch Bildung von gefährlichen explosionsfähigen Atmosphären**

Erstversion Dez. 2005

Fachausschuss 8: Sicherheit in Wärmebehandlungsbetrieben

**Inhalt**

Grundsätzliches, Arbeitshinweise ..... 1

1. Rechtliche Grundlagen und Umsetzungsfristen ..... 2

    1.1. Es können keine gefährlichen explosionsfähigen Atmosphären vorliegen..... 2

    1.2. Es können gefährliche explosionsfähige Atmosphären vorliegen. .... 2

2. Explosionsschutz Realisierung ..... 2

3. Vorgehensweise bei der Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung von explosionsfähigen Atmosphären..... 3

4. Hinweise für die praktische Umsetzung in Härtereien..... 5

    4.1. Umsetzung ..... 5

    4.2. Störungen..... 5

    4.3. Bildung von explosionsfähigen Atmosphären trotz Schutzmaßnahmen ..... 6

    4.4. Umfeld ..... 6

    4.5. Arbeitshilfen ..... 6

Anhang:

1. Umsetzungsbeispiel - Durchstoßofen "Gefährdungsbeurteilung: Bildung von gefährlichen explosionsfähigen Atmosphären" ..... 7

2. Erläuterungen zum Explosionsschutz..... 10

    2.1. Kenngrößen, die für Explosionen von Bedeutung sind..... 10

    2.2. Zoneneinteilung..... 10

    2.3. Zündquellen und Schutzmaßnahmen ..... 12

    2.4. Anforderungen an elektrische Geräte ..... 12

    2.5. Organisatorische Maßnahmen..... 14

## Fachausschuss 8: Sicherheit in Wärmebehandlungsbetrieben

### **Grundsätzliches, Arbeitshinweise**

Die Mitglieder des FA8 der AWT haben sich unter anderem zur Aufgabe gemacht, den Betreibern von Wärmebehandlungsbetrieben Hilfen an die Hand zu geben, mit denen ein sicherer Organisationsablauf und sicheres Betreiben von Anlagen erreicht werden soll.

Sie soll helfen, den Sicherheitsstand abzufragen und ist durch den Betreiber an die betrieblichen Gegebenheiten anzupassen und zu ergänzen. Sicherlich sind für die einzelnen Wärmebehandlungsbetriebe nicht alle Punkte der Liste zutreffend; andererseits können Ergänzungen notwendig werden. Dazu ist für den verantwortlichen Ersteller eine ausreichende Sachkenntnis auf den einzelnen Gebieten Voraussetzung. Es wird nicht auszuschließen sein, dass in einigen Fällen externe Sachkundige Hilfestellung leisten müssen.

### **Die nachfolgende Arbeitshilfe erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.**

Diese Anleitung soll dazu beitragen, die Arbeits- und Produktionssicherheit in den Wärmebehandlungsbetrieben zu verbessern.

Zu allen Punkten ist die Betriebsanleitung des Anlagenherstellers zu beachten, weiterhin sind zu allen Punkten die Restrisiken zu beurteilen und zu prüfen ob Maßnahmen abzuleiten sind.

## Fachausschuss 8: Sicherheit in Wärmebehandlungsbetrieben

### 1. Rechtliche Grundlagen und Umsetzungsfristen

Auf Grund des Arbeitsschutzgesetzes (ArbSchG), der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV), der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) und der Arbeitstättenverordnung (ArbStättV) ist jeder Arbeitgeber zur Gefährdungsbeurteilung verpflichtet. Die Gefährdungsbeurteilung kann hinsichtlich explosionsfähiger Atmosphären folgende Ergebnisse haben:

- 1.1. Es können keine gefährlichen explosionsfähigen Atmosphären vorliegen.

Die Grundlagen für die Einschätzung sind in der Gefährdungsbeurteilung zu dokumentieren. Es muss kein Explosionsschutzdokument erstellt werden

- 1.2. Es können gefährliche explosionsfähige Atmosphären vorliegen.

Unabhängig von der Zahl der Beschäftigten ist dann ein Explosionsschutzdokument zu erarbeiten und auf dem letzten Stand zu halten. Für nach dem 03.10.2002 erstmalig in Betrieb genommene Arbeitsmittel und Arbeitsabläufe mit explosionsgefährdeten Bereichen muss ein Explosionsschutzdokument vor Aufnahme der Tätigkeit erstellt werden. Für vor dem 03.10.2002 in Betrieb genommene Anlagen und Einrichtungen mit explosionsgefährdeten Bereichen (Altanlagen) gibt es eine Übergangsfrist bis zum 31.12.2005. Die explosionsgefährdete Bereiche sind unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung in Ex-Zonen einzuteilen.

### 2. Explosionsschutz Realisierung

Der Explosionsschutz arbeitet grundsätzlich mit folgenden Prinzipien:

- Maßnahmen, welche eine Bildung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre verhindern oder einschränken (primärer Explosionsschutz)
- Maßnahmen, welche die Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre verhindern (sekundärer Explosionsschutz)
- Konstruktive Maßnahmen, welche die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken

## Fachausschuss 8: Sicherheit in Wärmebehandlungsbetrieben

**3. Vorgehensweise bei der Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung von explosionsfähigen Atmosphären**

Es empfiehlt sich hier eine systematische Vorgehensweise mit folgenden Schritten (siehe Abbildung 1) :

1. Die im Betrieb vorhandenen brennbaren Stoffe mit den zugehörigen „Explosionskenngrößen“ sind zu ermitteln. Sinnvoll ist hierbei die Dokumentation in einer Stoffliste. Dies kann auch im Gefahrstoffkataster geschehen, welches nach der Gefahrstoffverordnung geführt werden muss.
2. Die technischen sowie organisatorischen Maßnahmen zur Verhinderung der Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre sind zu erfassen und zu dokumentieren.
3. Aufgrund der ergriffenen Maßnahmen ist zu bewerten, ob und wie häufig sich eine explosionsfähige Atmosphäre bilden kann.
- 4a. **Es kann keine explosionsfähige Atmosphäre auftreten**  
Die Einteilung in Zonen kann entfallen. Ein spezielles Explosionsschutzdokument ist nicht zu erstellen. Die Gefährdungsbeurteilung sowie die ergriffenen Maßnahmen sind zu dokumentieren.
- 4b. **Es können explosionsfähige Atmosphären auftreten**  
Entsprechend der Auftrittshäufigkeit ist eine Einteilung in Explosionszonen (siehe Anhang) vorzunehmen.  
Anhand der Zoneneinteilung und den damit verbundenen Gefahren sind die Schutzmaßnahmen einzuleiten und zu überprüfen. Die Zoneneinteilung sowie die ergriffenen Maßnahmen sind im Explosionsschutzdokument zu dokumentieren. Weder die Form der Gefährdungsbeurteilung noch die des Explosionsschutzdokumentes ist vorgegeben. Als Beispiel kann hierzu das Muster „Gefährdungsbeurteilung: Bildung von gefährlichen explosionsfähigen Atmosphären“ der VMBG dienen.  
[www.bgmetallsued.de/downloads/explosionsschutz.doc](http://www.bgmetallsued.de/downloads/explosionsschutz.doc)

Fachausschuss 8: Sicherheit in Wärmebehandlungsbetrieben

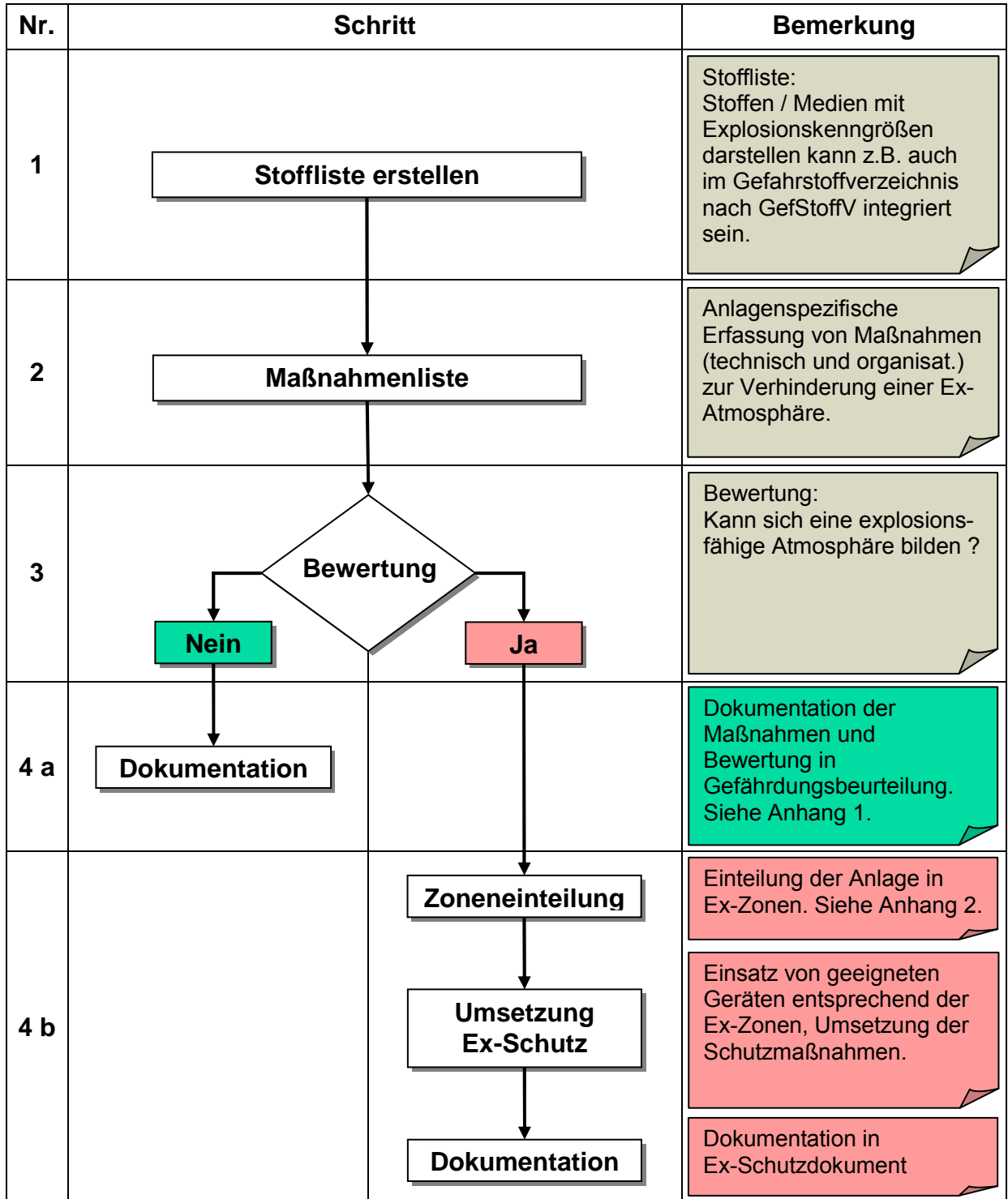


Abbildung 1

## Fachausschuss 8: Sicherheit in Wärmebehandlungsbetrieben

### 4. Hinweise für die praktische Umsetzung in Härtereien

Bei Härteöfen, die mit zündfähigen Gasen betrieben werden, sind Maßnahmen zur Verhinderung der Entzündung (sekundärer Explosionsschutz) aufgrund der Anlagentechnik und Umgebungsbedingungen (heiße Teile und Oberflächen, Zündflammen) nur eingeschränkt möglich bzw. sinnvoll. Deswegen wird normal bei Härteöfen die Anlagensicherheit über folgende Prinzipien des primären Explosionsschutzes gewährleistet:

1. An Stellen, wo sich brennbares Gas und Luft (Sauerstoff) vermischen können, wird Zündenergie bereitgestellt. Dies geschieht z.B. durch Zündflammen, Zündelektroden oder Überschreiten der Sicherheitstemperatur von 750°C. Eine Vermischung von Gas und Luft, somit die Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre, ist nicht mehr möglich. Das Gas verbrennt sofort kontrolliert (Ausbrennen des Ofens, Öffnen einer Schleuse). Wenn nun über Technik und Organisation sicher gewährleistet ist, dass an den Stellen eines Härteofens, an denen sich Gas und Luft mischen können, Zündenergie vorhanden ist, kann die Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre sicher ausgeschlossen werden.
2. Mit einem Inertgas (normal Stickstoff) wird bei einem Atmosphärenwechsel das brennbare Gas bzw. der Sauerstoff (Spülen des Ofens) verdrängt. Ist dieses mit einer ausreichenden Menge (min. 5-faches Ofenvolumen) sicher gewährleistet, kann ebenfalls die Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre sicher ausgeschlossen werden.

#### 4.1. Umsetzung

Die Umsetzung des primären Explosionsschutzes mittels technischer Schutzeinrichtungen kann von Ofen zu Ofen unterschiedlich sein. Die technischen Schutzeinrichtungen müssen durch Wartung, Instandhaltung und Prüfung in einem Zustand gehalten werden, in dem sie sicher die Bildung von gefährlichen explosionsfähigen Atmosphären verhindern. Dies gehört zu den organisatorischen Schutzmaßnahmen und ist Aufgabe des Betreibers. Anhaltspunkte für die Wartung, Instandhaltung und Prüfung der technischen Schutzmaßnahmen sind in der Betriebsanleitung des Herstellers zu finden. Ob die technischen Schutzeinrichtungen die Bildung von gefährlichen explosionsfähigen Atmosphären sicher verhindern muss vom Betreiber beurteilt werden. Eventuell sind ergänzende organisatorische Schutzmaßnahmen erforderlich.

#### 4.2. Störungen

Bei Störungen im Ofenbetrieb können manuelle Eingriffe der Ofenbediener erforderlich sein. Diese manuellen Eingriffe dürfen das technische Schutzkonzept in seiner Funktionsfähigkeit nicht beeinträchtigen. Eine gute Ausbildung der Ofenbediener, eine entsprechende Einweisung in Funktion und Abläufe der Ofenanlage sind hierfür unabdingbar. Für vorhersehbare Störungen können Betriebsanweisungen gute Dienste erweisen. Die Qualifikation der Ofenbediener sowie die mindestens einmal jährlich durchzuführenden Unterweisungen über die Gefährdungen am Arbeitsplatz sind Bestandteil der organisatorischen Schutzmaßnahmen. Dementsprechend sind sie zu planen, durchzuführen und zu dokumentieren.

## Fachausschuss 8: Sicherheit in Wärmebehandlungsbetrieben

### 4.3. Bildung von explosionsfähigen Atmosphären trotz Schutzmaßnahmen

Kann trotz der vorhandenen primären Explosionsschutzmaßnahmen sich eine explosionsfähige Atmosphäre in gefahrbringender Menge bilden, sind zusätzlich Maßnahmen des sekundären Explosionsschutzes zu ergreifen. Aus dem gefährdeten Bereich sind potentielle Zündquellen zu entfernen bzw. die Betriebsmittel in einer Ausführung entsprechend der ermittelten Ex-Zone zu wählen.

### 4.4. Umfeld

Bei der Ermittlung der Explosionsgefährdung darf nicht nur der Härteofen betrachtet werden, es sind auch die Nebenanlagen zu betrachten. So ist z.B. auch die Versorgung der Ofenanlage mit den Produktions- bzw. Heizgasen zu betrachten. Informationen zu der Gefährdung durch explosionsfähige Atmosphären und die Einteilung in Ex-Zonen sind normal von den Anlagenherstellern bzw. Gaslieferanten zu bekommen. Hier empfiehlt es sich auch, sich die dauerhafte Dichtheit von Gasleitungen und -anlagen schriftlich bestätigen zu lassen. Dem Betreiber obliegt dabei der Nachweis der Dichtheit durch Messungen (z.B. durch Gasversorger).

Eine Wärmebehandlungsanlage darf aufgrund ihrer diversen potentiellen Zündquellen nicht in einem Bereich aufgestellt werden, wo aufgrund existierender Anlagen eine Ex-Zone ausgewiesen ist.

### 4.5. Arbeitshilfen

Eine Hilfe bei der Auflistung der technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen, bietet das Dokument „Gefährdung an Ofenanlagen, Betrieb mit brennbaren Schutzgasen; Bauart Mehrzweckkammerofen“ des Fachausschusses 8 der Arbeitsgemeinschaft Wärmebehandlung und Werkstofftechnik e. V. (AWT).

Dieses Dokument ist eine Checkliste mit der unter anderem abgefragt wird, ob an den kritischen Stellen eines Mehrzweckkammerofens die Bildung von gefährlichen explosionsfähigen Atmosphären verhindert wird.

Des Weiteren gibt es eine Musterdokumentation der Gefährdungsbeurteilung von explosionsfähigen Atmosphären an einer Ofenanlage.

Beide Dokumente können im Internet unter:

[www.bgmetallsued.de/fachausschuss/SG\\_Haertereiphp](http://www.bgmetallsued.de/fachausschuss/SG_Haertereiphp)

oder

[www.awt-online.org](http://www.awt-online.org)

heruntergeladen werden.



Fachausschuss 8: Sicherheit in Wärmebehandlungsbetrieben

Anhang

1. Umsetzungsbeispiel - Durchstoßofen  
 "Gefährdungsbeurteilung: Bildung von gefährlichen explosionsfähigen Atmosphären"

**Gefährdungsbeurteilung: Bildung von gefährlichen explosionsfähigen Atmosphären**  
 nach §§ 5 und 6 ArbSchG in Verbindung mit § 6 BetrSichV

**Allgemeine Angaben**

<b>Firma:</b>	Mustermann
<b>Bezeichnung der Anlage, Hersteller, Typ, Baujahr</b>	Durchstoßanlage Fa. Kostnix Typ extraschnell, Baujahr 2000
<b>Verantwortlich für Wartung:</b>	Wartungsabteilung
<b>Täglicher Betrieb durch:</b>	Gruppenleiter, Ofenführer
<b>Beschreibung der technologischen Verfahren (einschließlich sicherheitsrelevanter Betriebsbedingungen, z. B. Druck, Temperatur)</b>	<b>Verfahren:</b> Einsatzhärten, Vergüten, Glühen, Carbonitrieren  1. Ofenanlage wird Strombeheizt 2. Anreicherungsgas ist Propan 3. Sicherheitsgas ist Stickstoff 4. Abschrecken im Ölbad 5. Anlassen
<b>Hinweis:</b>	Die Anlage steht in einem Bereich, in dem keine zündfähige Atmosphäre aufgrund anderer Anlagen vorhanden ist.

Zugehörige Dokumente und Organisationsanweisungen	Standort
- Gaslöschanlage (CO <sub>2</sub> - Löschanlage)	Löschanlage
- Betriebsanleitung	Wartung
<b>Prüfbescheinigungen sind vorhanden von:</b>	

**Eingesetzte brennbare bzw. explosionsfähige Stoffe:**

Stoff-Art	Bezeichnung des Stoffes	Einsatz	Explosionstechnische Kennzahlen (Sicherheitsdatenblatt)						
			Flamm-punkt	Zündtemperatur (T1-T6) °C	UEG %	OEG %	Dichte g/cm <sup>3</sup>	Dampfdruck hPa	Explosions-gruppe IIA, IIB, IIC
BF	xx Hartfix xx	Härteöl	195	-	0,6	10	0,866	-	-
BG	Propan	Anreicherungsgas	-	470	2,2	9,5	2,0	8,53	-
NG	Stickstoff	Sicherheitsgas	-	-	-	-	1,25	-	-
BG	Erdgas	Ofenbefeuerung	-	575-640	4	15	0,85	-	-
BF/BG	Methanol	Anreicherungsgas	11	455	5,5	44	0,79	128	-
BF/BG	Ammoniak	Anreicherungsgas	-	630	15	30	0,6-0,7	8,6 bar	-
BG	Wasserstoff	Anreicherungsgas	-	560	4	75	0,09	-	-
BG	CH <sub>4</sub> + N <sub>2</sub> = 20% CO + 40% H <sub>2</sub> + 40% N <sub>2</sub>	Kohlungsgas	-	560	5	75	0,79	-	-

BF = Brennbare Flüssigkeit    BG = Brennbares Gas    NG = Nicht brennbares Gas

**Sonstige eingesetzte Betriebsmittel:**

Waschmittel Vorwäscher: Blitzblank 0815 ⇨ nicht brennbar

*Ist der Einsatz weniger gefährlicher Ersatzstoffe möglich?*     ja     nein

Fachausschuss 8: Sicherheit in Wärmebehandlungsbetrieben

<b>Schutzmaßnahmen nach E 1.2 und 1.3 BGR 104</b>	
Verhinderung oder Einschränkung der Bildung explosionsfähiger Atmosphäre im Inneren von Apparaturen und in der Umgebung von Apparaturen	
<input checked="" type="checkbox"/> Konzentrationsbegrenzung ⇒ <input checked="" type="checkbox"/> unter UEG <input checked="" type="checkbox"/> über OEG	
Technische Schutzeinrichtungen siehe unten	
Explosionsbereich wird <input checked="" type="checkbox"/> nie <input type="checkbox"/> gelegentlich <input type="checkbox"/> selten <b>durchfahren</b>	
Atmosphärenwechsel beim Begasen :	Ausbrennen bei Ofentemperatur über 750°C
Atmosphärenwechsel beim Entgasen:	Spülen mit Inertgas 5-faches Ofenvolumen
Inertgas (Inertisierung/Schutzgas):	Stickstoff
Analyse der Gefährdung bei Störfällen:	- Siehe Checkliste „Gefährdungen an Ofenanlagen“ AWT Fachausschuss 8 <b>bearbeitete Version</b>
Organisatorische Maßnahmen bei Ausfall technischer Einrichtungen zur Gewährleistung o.g. Schutzmassnahmen:	- siehe Betriebsanweisung Betrieb, Störung, Wartung - Betriebsanleitung
Die Entstehung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphären ist möglich bei:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nur im nicht vorhergesehenen Störfall</li> <li>Fehlbedienung Ofenpersonal</li> </ul>

<b>Technische Schutzeinrichtungen:</b>	<b>Ja</b>	<b>Nein</b>
Flammenschleier + Überwachung	X	
Übertemperaturregler	X	
Regler für Schutzgasfreigabe (>750°C)	X	
Doppelte Magnetventile für brennbare Gase	X	
Doppelte Magnetventile für brennbare Flüssigkeiten (Ammoniak + Methanol)	X	
Stickstoffspülung	X	
Magnetventil für Stickstoffspülung ohne Strom offen	X	
Sicherheitsbrenner für Abfackelung	X	
Flammenrückschlagsicherung	X	
Alarm für Über- und Untertemperatur	X	
<b>Zusätzliche Sicherheiten bei neuen Anlagen (Altanlagen haben Bestandsschutz)</b>	<b>Ja</b>	<b>Nein</b>
Doppelte Magnetventile für brennbare Gase	x	

<b>Organisatorische Schutzmaßnahmen</b>	<b>Ja</b>	<b>Nein</b>
Regelmäßige Schulung und Unterweisung der Mitarbeiter	X	
Regelmäßige Wartung und Prüfung der technischen Schutzeinrichtungen	X	
Betriebsanweisung für Betrieb, Störung, Wartung	X	

<b>Handlungsbedarf</b>	<b>Bis wann</b>	<b>Durch wen</b>

<b>Schutzmaßnahmen nach E 2 BGR 104</b>
⇒ Verhinderung der Zündung der explosionsfähigen Atmosphäre
<input checked="" type="checkbox"/> <b>nicht zutreffend da keine Explosionsgefahr nach E1.2-1.4 BGR 104 durch technische Einrichtungen</b>

<b>Schutzmaßnahmen nach E 3 BGR 104</b>
⇒ Konstruktive Maßnahmen, welche die Explosionsauswirkung auf ein unbedenkliches Maß beschränken
<input checked="" type="checkbox"/> <b>nicht zutreffend da keine Explosionsgefahr nach E1.2-1.4 BGR 104 durch technische Einrichtungen</b>

Fachausschuss 8: Sicherheit in Wärmebehandlungsbetrieben

<b>Zoneneinteilung:</b> <input type="checkbox"/> Zone 0 <input type="checkbox"/> Zone 1 <input type="checkbox"/> Zone 2 <input checked="" type="checkbox"/> Keine Explosionsgefahr		
<input checked="" type="checkbox"/> nicht erforderlich		
<b>Maßnahmen</b>	<b>Bis wann</b>	<b>Durch wen</b>

Zoneneinteilung	Bereich, Anlagenteil
Zone 0	Kein Bereich
Zone 1	Kein Bereich
Zone 2	Kein Bereich
Keine Ex-Zone	Gesamte Anlage

Erstellt am: 30.02.05	Von: Peter Mustermann	Unterschrift:	Geprüft Von: Karl Mustermann	Am: 31.02.05	Unterschrift:
--------------------------	--------------------------	---------------	---------------------------------	-----------------	---------------

## Fachausschuss 8: Sicherheit in Wärmebehandlungsbetrieben

### 2. Erläuterungen zum Explosionsschutz

#### 2.1. Kenngrößen, die für Explosionen von Bedeutung sind

Die hier erläuterten Kenngrößen, können anhand der Sicherheitsdatenblätter der verwendeten Stoffe ermittelt werden.

Von Bedeutung sind:

- Untere Explosionsgrenze (UEG): Sie gibt die minimale Brennstoffkonzentration an, ab der eine Verbrennungsreaktion möglich ist
- Obere Explosionsgrenze (OEG): Sie charakterisiert die maximale Brennstoffkonzentration, bis zu der eine Verbrennungsreaktion ablaufen kann.
- Konzentrationsbereich zwischen UEG und OEG (Explosionsbereich): Eine Verbrennungsreaktion kann demzufolge nur dann auftreten, wenn die Brennstoffkonzentration innerhalb des Explosionsbereichs liegt
- Flammpunkt: Er stellt die Temperatur einer Flüssigkeit dar, bei der die Brennstoffkonzentration in der Dampfphase die UEG erreicht. Solange die Flüssigkeitstemperatur unter dem Flammpunkt liegt, kann eine Explosion nicht auftreten (Vorsicht: der Flammpunkt einer Mischung aus verschiedenen Flüssigkeiten kann tiefer liegen als der einer einzelnen Komponente)

Handelt es sich also um ein sehr mageres- (unter UEG) oder sehr fettes (über OEG) Gemisch oder liegt der Flammpunkt einer Flüssigkeit deutlich über den auftretenden Temperaturen, kann sich keine explosionsfähige Atmosphäre bilden.

- Zündtemperatur: Es ist die niedrigste Temperatur einer erhitzten Oberfläche, bei der das zündwilligste Gemisch gerade noch gezündet wird
- Mindestzündenergie: Sie ist die Energie eines Entladungsfunken, von dem das zündwilligste Gemisch gerade noch gezündet wird.

#### 2.2. Zoneneinteilung

Ist man anhand der zuvor beschriebenen Kenngrößen und der Anlagentechnik zum Schluss gekommen, dass die Maßnahmen des primären Explosionsschutzes nicht ausreichen um die Bildung von gefährlichen explosionsfähigen Atmosphären zu verhindern, ist eine Zoneneinteilung durchzuführen. Die Zoneneinteilung erfolgt anhand der Dauer und Wahrscheinlichkeit des Vorliegens von explosionsfähigen Atmosphären.

Für die Einteilung ist es sinnvoll einen Gebäudeplan bzw. Anlagenplan als Grundlage zu verwenden und darauf die Explosionszonen festzuhalten. Dabei gelten die in Tabelle 1 und 2 beschriebenen Kriterien.

Der Umfang der einzuleitenden Schutzmaßnahmen richtet sich dabei nach dieser Zoneneinteilung. In der Regel sind hier die Angaben aus Tabelle 3 zu berücksichtigen. Die dort gezeigte Tabelle gilt für alle Arten von Zündquellen. Speziell die Eignung elektrischer Geräte für die verschiedenen Zündquellen wird später näher beschrieben.

Da die Zoneneinteilung oftmals mit Schwierigkeiten verbunden ist, empfiehlt es sich hier auf technische Regeln, Merkblätter und Bespielsammlungen zurückzugreifen.

Fachausschuss 8: Sicherheit in Wärmebehandlungsbetrieben

Zone	Brennstoffart	Auftreten gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre, Existenzdauer
0 20	Gase, Dämpfe, Nebel Staubwolken	ständig, häufig, über längere Zeit
1 21	Gase, Dämpfe, Nebel Staubwolken	gelegentlich bei Normalbetrieb
2 22	Gase, Dämpfe, Nebel Staubwolken	im Normalbetrieb nicht zu erwarten; bei Abweichung davon, kurzzeitiges Auftreten möglich

Tabelle 1: Zoneneinteilung nach Häufigkeit und Dauer des Auftretens gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre [1]

Gefährdungsgrad	Intervall des Auftretens der Gemische (jähr.)	Intervall des Auftretens der Gemische (differenziert)	Verweilzeit der Gemische
Zone 0	Höher als bei Zone 1, z.B. über 1000 mal	Höher als bei Zone 1 z.B. über 3 mal/Tag	Länger als bei Zone 1
Zone 1	≥ 10 mal; < 1000 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

Tabelle 2: Orientierungstabelle zur Auftrittshäufigkeit

Zoneneinteilung	Zündquellen* müssen sicher vermieden werden bei:
0 oder 20	→ störungsfreier Betrieb (Normalbetrieb) → vorhersehbaren Störungen und → bei selten auftretenden Betriebsstörungen
1 oder 21	→ störungsfreiem Betrieb ( Normalbetrieb) und → vorhersehbaren Störungen
2 oder 22	→ störungsfreiem Betrieb (Normalbetrieb)

\* In den Zonen 20,21 und 22 ist zusätzlich die Entzündung von abgelagertem Staub zu berücksichtigen

Tabelle 3: Festlegung der Schutzmaßnahmen nach Zone und „Betriebszustand“

## Fachausschuss 8: Sicherheit in Wärmebehandlungsbetrieben

### 2.3. Zündquellen und Schutzmaßnahmen

Um geeignete Schutzmaßnahmen nach erfolgter Zoneneinteilung entwickeln zu können, ist die Kenntnis der verschiedenen Arten von Zündquellen und deren Wirkungsweise entscheidend.

Folgende Arten von Zündquellen werden unterschieden:

- Heiße Oberflächen  
Mögliche Schutzmaßnahmen wären hier z.B.: Verringerung von Drehzahlen, Temperaturüberwachung, Materialien mit hoher Wärmeleitung, Wärmeisolierung..
- Flammen oder heiße Gase  
Mögliche Schutzmaßnahmen wären hier z.B.: Brandmelder, Temperaturüberwachung, Rauchverbot..
- Statische Elektrizität  
Mögliche Schutzmaßnahmen sind technologisch bedingt (z.B. Erden um die Aufladung beim Trennprozess zu verhindern)
- Blitzschlag  
Hier gilt als Schutzmaßnahme eine Sicherung gegen Zündung bzw. eine Einhaltung der entsprechenden Blitzschutzklassen nach VDE 0185/24
- Mechanisch und elektrisch erzeugte Funken  
Hier besteht die Schutzmaßnahme in der Auswahl des geeigneten Arbeitsmittels.

### 2.4. Anforderungen an elektrische Geräte

Besonders häufig treten Explosionen durch mechanisch oder elektrisch erzeugte Funken auf. Als Schutzmaßnahme hat der Arbeitgeber hier sicherzustellen, dass nur geeignete Arbeitsmittel zur Verfügung gestellt werden. Geeignet bedeutet, dass die Arbeitsmittel den Anforderungen der Richtlinie 94/9/EG entsprechen müssen. Das heißt, dass hauptsächlich Geräte und Schutzsysteme der Gerätegruppe II zu verwenden sind. Gerätegruppe I wäre für grubengasführende Bauwerke einzusetzen. Entsprechend der Zoneneinteilung ist ferner die Gerätekategorie wie in Tabelle 4 dargestellt zu berücksichtigen. Für Gasatmosphären sind die Zonen 0,1 und 2 von Bedeutung. Die Zonen 20, 21 und 22 sind für Staubexplosionen.

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

Tabelle 4: Zuordnung von Sicherheitsniveaus bzw. Gerätekategorien zu Zonen (G steht für Gas und D für Staub)

Fachausschuss 8: Sicherheit in Wärmebehandlungsbetrieben

Eine Bestätigung des Herstellers zur Übereinstimmung mit der Richtlinie 94/9/EG und der entsprechenden Kategorieinteilung findet man am Gerät selbst bzw. in der Betriebsanleitung oder Konformitätserklärung. Das Beispiel einer solchen Gerätekennzeichnung zeigt Bild 1.

**94/9/EG – Kennzeichnung**

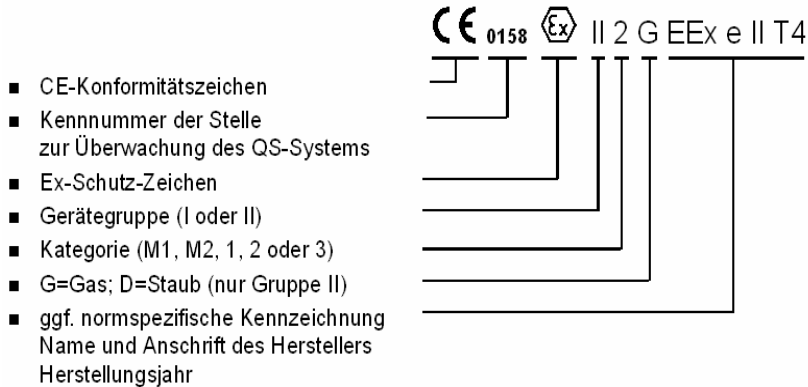


Bild 1: Beispiel der Kennzeichnung eines „EX – Geschützen“ Gerätes

Explosionssgeschützte Betriebsmittel älterer Bauart (bis 30.06.2003) sind unter anderem erkennbar durch das umrandete Zeichen „EX“. Zusätzlich mussten Elektromotoren sowohl in Zone 1 als auch in Zone 2 die Schutzart IP 44 aufweisen (Schutz vor Spritzwasser und Fremdkörpern bis 1mm). Leuchten, Klemmkästen und andere elektrische Betriebsmittel wie Schalter und Steckvorrichtungen etc., mussten in beiden Zonen mindestens in der Schutzart IP 54 (Spritzwasser- und Staubschutz) ausgeführt sein.

Neben der Auswahl der Gerätekategorie für die spezielle Zone muss der Betreiber auch die Zündbereitschaft des jeweiligen Brennstoffes berücksichtigen. Anhand der Zündtemperatur werden Gase und Dämpfe in Temperaturklassen eingeteilt und Grenzwerte für die Oberflächentemperatur von Arbeitsmitteln festgelegt (Tabelle 5).

Anhand der Mindestzündenergie erfolgt eine Einteilung in Explosionsgruppen (Tabelle 6).

Sowohl die Temperaturklasseneinteilung als auch die Explosionsgruppeneinteilung müssen bei der Geräteauswahl berücksichtigt werden und sind ebenfalls als Angabe auf dem Gerät bzw. in der Betriebsanleitung oder Konformitätserklärung zu finden.

Kann die Umgebungstemperatur unter  $-20^{\circ}\text{C}$  oder über  $+40^{\circ}\text{C}$  liegen, so sind speziell dafür geeignete Betriebsmittel auszuwählen. Diese sind mit „Ta“ oder „Tamb“ (dies steht für Umgebungstemperatur) und der Angabe des zulässigen Bereiches der Umgebungstemperatur gekennzeichnet. Ersatzweise kann auch das Symbol X angegeben sein, als Hinweis auf besondere in der Baumusterprüfbescheinigung angegebene Bedingungen.

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

Tabelle 5: Übersicht zur Temperaturklasseneinteilung

### Fachausschuss 8: Sicherheit in Wärmebehandlungsbetrieben

Untergruppe	Mindest-zündenergie [mJ]	Normspaltweite <sup>2</sup> [mm]	Mindest-zündstromverhältnis <sup>3</sup>	Stoffbeispiel
II A	>0,20	> 0,9	> 0,8	Propan, Benzine
II B	0,05 - 0,20	0,5 - 0,9	0,45 - 0,8	Ethylether, Ethylen
II C	< 0,05	< 0,5	< 0,45	Wasserstoff, Acetylen

Tabelle 6: Übersicht zur Explosionsgruppeneinteilung [3]

#### 2.5. Organisatorische Maßnahmen

Organisatorische Maßnahmen sind zu treffen, wo technische Maßnahmen alleine nicht den Explosionsschutz am Arbeitsplatz gewährleisten.

In der Praxis kommt es oft zu einer Kombination von technischem und organisatorischem Explosionsschutz. Dabei sind folgende Punkte zu berücksichtigen und gegebenenfalls anzuwenden:

- a. Erarbeitung von schriftlichen Betriebsanweisungen
- b. Unterweisung der Mitarbeiter
- c. Ausreichende Qualifikation der Beschäftigten
- d. Anwendung des Arbeitsfreigabesystems für gefährliche Arbeiten
- e. Durchführung von Instandhaltungsarbeiten
- f. Durchführung von Prüfungen und Überwachungen
- g. Kennzeichnung der explosionsgefährdeten Bereiche [4]

Speziell die Kennzeichnung verdeutlicht jeder Person das Betreten eines Bereiches in dem eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre in gefährdender Menge auftreten kann. Hierzu wird das in Bild 2 dargestellte Warnzeichen verwendet.



Bild 2: Warnzeichen für Explosionsgefahr