

# Gefahrstoff Staub



# Warum Staubschutz, warum Explosionsschutz?

In vielen Industriezweigen werden pulver- und staubförmige Produkte verarbeitet oder entstehen während des Produktionsprozesses.

Da alle festen Stoffe Stäube bilden und diese sich auch mischen können, ist eine unendliche Vielzahl von Stäuben gegeben. Stäube sind feine Verteilungen fester Stoffe in der Luft, die durch mechanische Prozesse oder durch Verwirbelungen entstehen. Einteilungen sind daher sehr schwierig und es existieren dafür mehrere Möglichkeiten:

- nach der Größe der Staubpartikel *siehe Bild 1 - 4*
- nach der Herkunft *siehe Bild 5*
- nach der Belastung für den Menschen *siehe Bild 6 und 7*
- nach den physikalischen Eigenschaften *siehe Seite 13 "Gestis Stoffdatenbank"*

Unabhängig von der Einstufung als „Nutzstaub“ (Metallurgie, Farb- und Kunststoffherstellung, Pharmazie, Kosmetik) oder als Abfallstaub geht von allen Stäuben eine Gesundheitsgefährdung und von sehr vielen Stäuben darüber hinaus auch eine Brand- oder sogar eine Explosionsgefährdung aus. Beispielsweise ist eine 1mm dicke Schicht eines Holzstaubgemisches für eine Explosion ausreichend! *siehe Seite 8, Bild 12*

Diese Tatsachen, verbunden mit einem im Vergleich zum Gasexplosionsschutz noch gering ausgeprägtem Gefährdungsbewusstsein bei vielen Betroffenen, unterstreichen die Wichtigkeit des Themas Staubexplosionsschutz.



Bild 1 - 3, Einteilung nach Korngröße

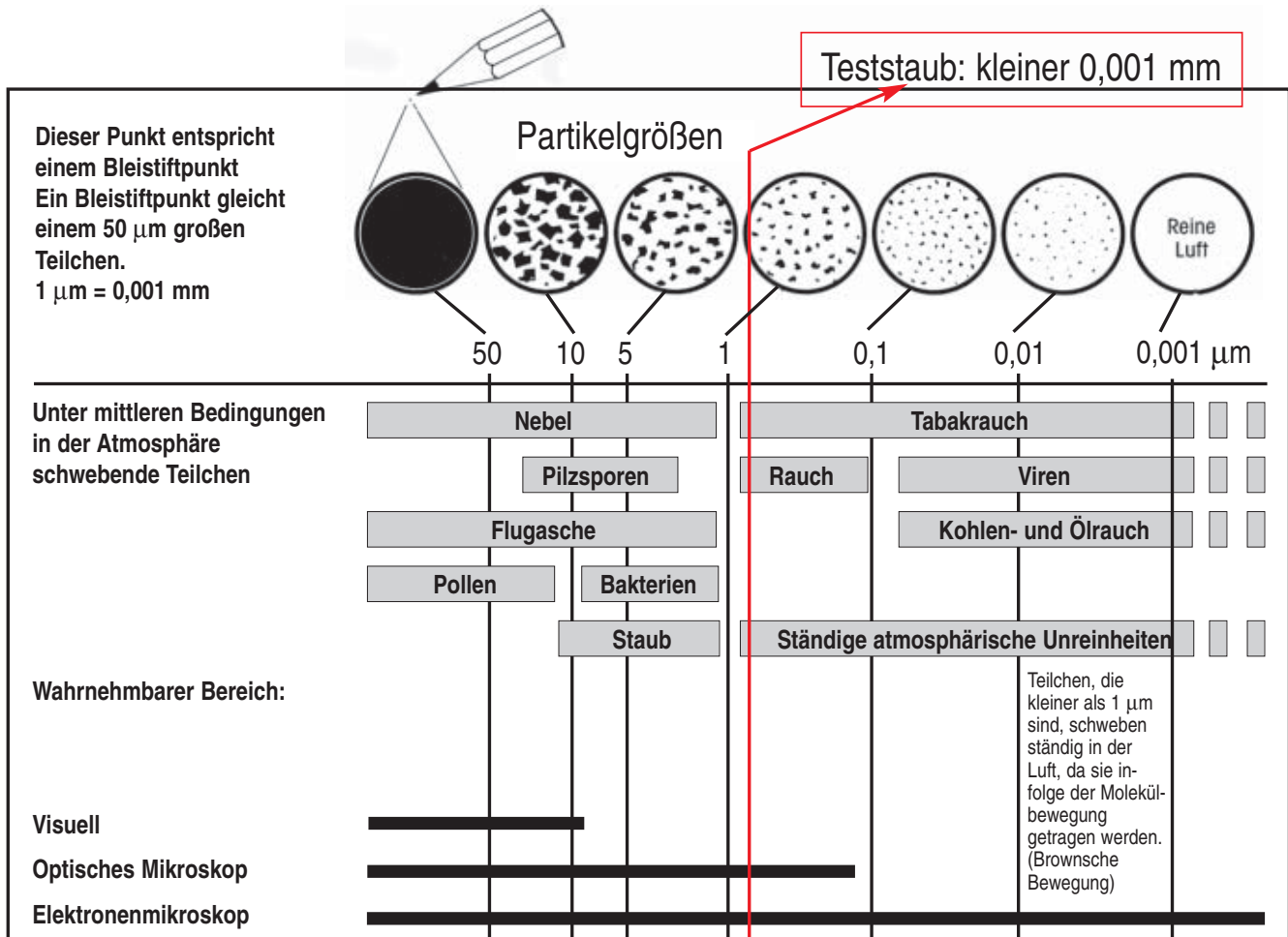
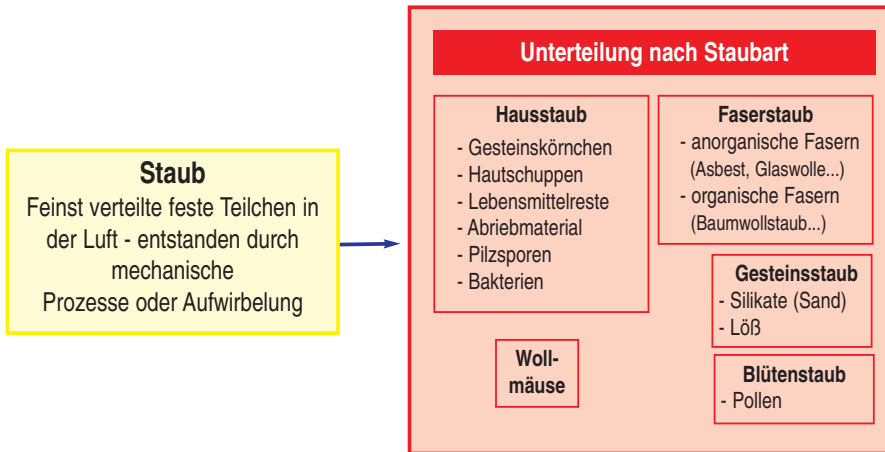


Bild 4, Einteilung nach Partikelgröße

# Einteilung des Staubs nach Partikelgröße



In be- und verarbeitenden Betrieben wird zwangsläufig auch Staub produziert. Grobstäube setzen sich schnell ab, Feinststäube jedoch schweben lange in der Luft, werden tief in die Lunge eingeatmet und dort deponiert. Staub kann daher auf Dauer die Gesundheit der Mitarbeiter am Arbeitsplatz beeinträchtigen. Die oberste Devise des Arbeits- und Gesundheitsschutzes muss auch für die Staubbelastung am Arbeitsplatz gelten.

Bild 5, Einteilung nach Herkunft

## E-Staub

Den Massenanteil aller im Atembereich vorhandenen Teilchen, der durch Mund und Nase eingeatmet wird, bezeichnet man als **einatembare Fraktion = E-Staub**.

Während kleinere Partikel (Durchmesser < 5 µm) fast vollständig eingeatmet werden, nimmt die Inhalierbarkeit zu größeren Partikeln hin ab (nichteinatembare Anteil).

Ein Anteil des E-Staubes wird aufgrund seiner geringen Korngröße als A-Staub bezeichnet.

## A-Staub

Unter der **alveolengängigen Fraktion (A-Staub)** versteht man den Teil des einatembaren Staubes, der so fein ist, dass er bis in die kleinsten Verzweigungen der Lunge, in die Alveolen (Lungenbläschen), vordringen kann und dort auch bleibt.

Für diese Teilchen lässt sich keine genaue Größe angeben, sondern lediglich eine Größenverteilung. Beschrieben wird dieser Bereich in der DIN EN 481.

Bild 6, A- und E-Staub

## Die Stäube werden vom Körper durch:

- Einatmen
- Verschlucken
- Hautresorption

aufgenommen

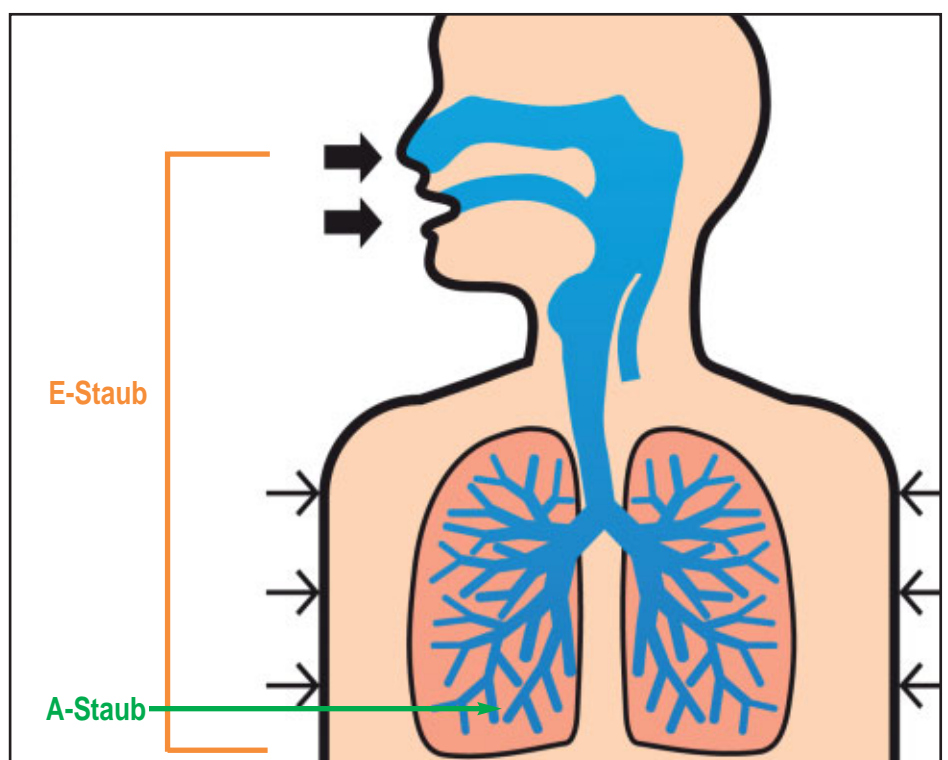


Bild 7, Aufnahme in den Körper

# Was wird gefordert?

Gesundheitsschutz und Arbeitssicherheit fordern die sichere Beseitigung von Stäuben durch Ab- bzw. Aufsaugen. Das Prüfverfahren und die Klassifizierungsaspekte haben sich durch den technischen Fortschritt im Zuge der Normerarbeitung geändert. In der Vergangenheit existierten beispielsweise fünf Verwendungskategorien, derzeitig nur noch drei Staubklassen. Das Vorhandensein von Geräten, die nach unterschiedlichen Prüfverfahren bewertet worden sind, ist für die Praxis verwirrend. Für den Betreiber oder auch für Aufsichtspersonen ist es durch die Kennzeichnung (L,M,H) eindeutig ersichtlich, welches Gerät für welche Staubklasse geeignet ist. Das **IFA (ehem. BGIA)** hat, um hier Klarheit zu schaffen, eine Tabelle entwickelt, in der, ausgehend von der bestimmungsgemäßen Eignung der Geräte, die Klassifizierung nach den verschiedenen Prüfgrundlagen dargestellt ist.

## Neue Staubklasseneinteilung für staubbeseitigende Maschinen

Geeignet für trockene, gesundheitsgefährliche, nicht brennbare Stäube	DIN EN 60335-2-69 Anh. AA	
	Staubklasse	Maximaler Durchlaßgrad
mit AGW > 1 [mgm <sup>-3</sup> ]	Mindestens <b>L</b> (M, H)	< 1%
mit AGW > 0,1 [mgm <sup>-3</sup> ]	Mindestens <b>M</b> (H)	< 0,1%
mit AGW < 0,1 [mgm <sup>-3</sup> ]	<b>H</b>	< 0,005%
krebserzeugende Gefahrstoffe gem. GefStoffV §11, TRGS 905, TRGS 906	<b>H</b>	< 0,005%
Asbest gemäß TRGS 519	<b>H + Eignung für Einsatz gemäß TRGS 519</b>	< 0,005%
Zusätzliche Eignung für brennbare Stäube aller Staubexplosionsklassen (ausgenommen Stäube mit extrem niedriger Mindestzündenergie ME < 1 mJ)	Mindestens <b>L</b> mit zusätzlich <b>Zone 22</b>	



Bild 8, Staubklasseneinteilung

1. Die Staubklassen **L**, **M**, und **H** beziehen sich auf das ganze Gerät.
2. Die entsprechende Zuordnung wird nach dem **AGW (Arbeitsplatz-Grenz-Wert)** ermittelt.
3. Nach Festlegung der Staubklasse wird durch den maximalen Durchlassgrad die **Filterkategorie** bestimmt:
  - Filterkategorie G:** Durchlassgrad ≤ 0,5% (Staubklasse **L**) - geprüft nach DIN EN 60335-2-69 Anh. AA
  - Filterkategorie C:** Durchlassgrad ≤ 0,1% (Staubklasse **M**) - geprüft nach DIN EN 60335-2-69 Anh. AA
  - Filterkategorie K1:** Durchlassgrad ≤ 0,005% (Staubklasse **H**) - geprüft nach DIN EN 60335-2-69 Anh. AA

Der Durchlassgrad wird mittels eines Teststaubs gemäß DIN EN 60335-2-69, Anh. AA, ermittelt.

# Gefahrstoff Staub sicher beseitigen

Durch **Absaugen**, Einsatz **EOB** (Entstauber **o**rts**v**eränderlicher **B**etrieb)



Bild 9, Absaugen, Einsatz EOB

- von Stäuben an der Entstehungsstelle mit einem Entstauber
- an allen stauberzeugenden Maschinen und Geräten bei der Materialbe- und verarbeitung
- Luftgeschwindigkeit im Schlauch mind. 20 m/sec.
- Überwachung des Luftvolumenstroms in der Absaugleitung mit Signalgebung

Durch **Aufsaugen**, Einsatz **IS** (Industriesauger)



Bild 10, Aufsaugen, Einsatz IS

- von abgelagerten Stäuben mit einem Industriesauger auf und in Maschinen und Produktionsanlagen, für Boden-, Großflächen-, Wand- und Höhenreinigung

# Brennbare Stäube in explosionsgefährdeten Bereichen

Explosionsgefahr besteht, wenn drei Voraussetzungen gleichzeitig gegeben sind:

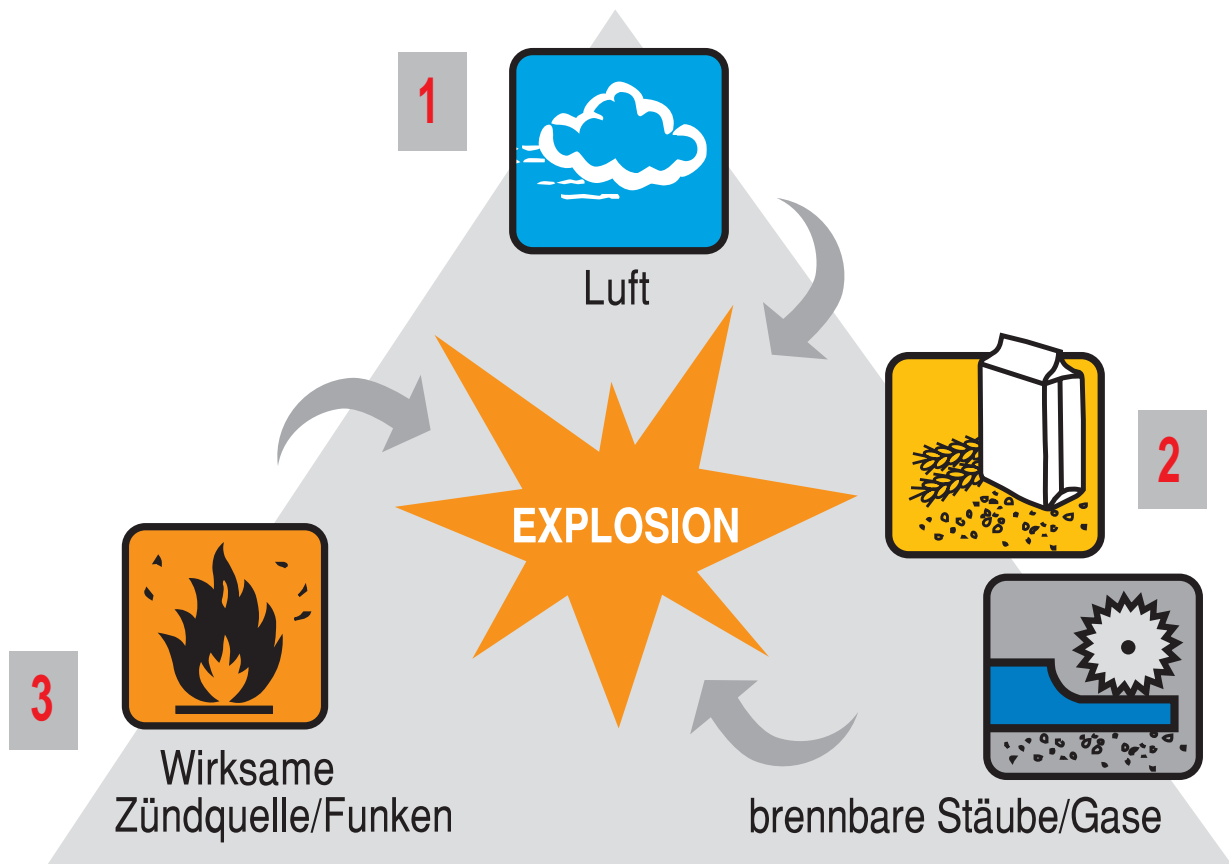


Bild 11, Voraussetzung für eine Explosion

Explosionsfähige Atmospheren können durch **brennbare Stäube (Staub-Ex)** oder durch **brennbare Gase oder Dämpfe (GasEx)** in Verbindung mit Luft entstehen.

Weiterhin muss eine wirksame Zündquelle vorhanden sein, die diese Atmosphère entzünden kann.

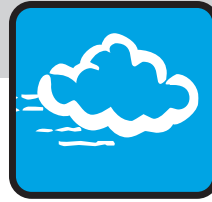
## Vermeidung von Explosionen

Wirksamer vorbeugender Explosionsschutz für nicht gesteuerte, nicht gewollte und deshalb oft mit verheerenden Folgen verbundene Explosionen, ist das Beseitigen einer der **drei Voraussetzungen**.

Unter der Voraussetzung, dass beim Einsatz eines geeigneten Industriesaugers keine Zündquellen eingesaugt werden, können brennbare Stäube gefahrlos aufgesaugt werden.

**Schutzmaßnahme:**  
Sicheres Vermeiden mindestens **EINER**  
der drei Voraussetzungen

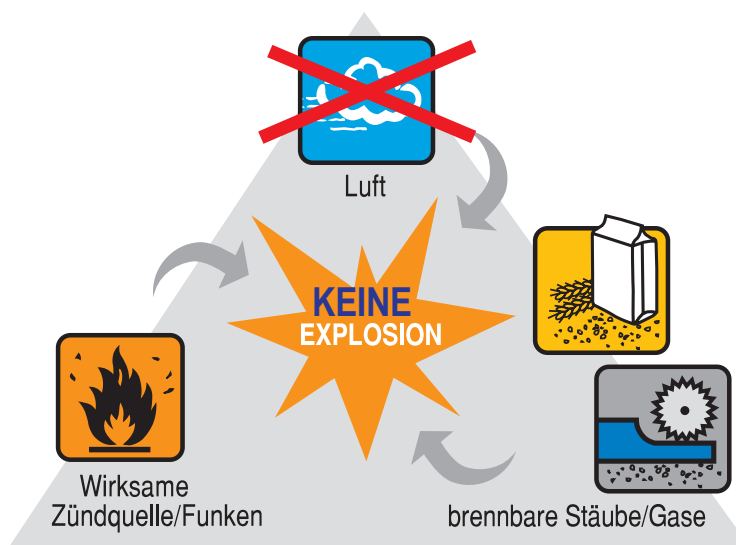
# Die drei Voraussetzungen



## 1 Luft/Sauerstoff

Die in der Luft vorhandene Menge Sauerstoff kann nur eine bestimmte Menge brennbaren Stoffs oxidieren. Ist der Anteil an brennbarem Stoff zu gering, so kann sich die Verbrennung nur mühsam fortpflanzen oder sie kommt zum Erliegen. Ähnlich sind die Verhältnisse, wenn der Anteil an brennbarem Stoff für den in der Luft verfügbaren Sauerstoff zu hoch ist.

### Kann das Vorhandensein der "Luft / Sauerstoff" verhindert werden?



**Ja,**

die Beseitigung der LUFT ist möglich.

**ABER** es ist mit sehr hohem konstruktiven Aufwand und hohem Kostenaufwand verbunden.

### Inertisierung

Die Inertisierung von Räumen bezeichnet den Vorgang, durch Zugabe von inerten Gasen oder Dämpfen den Luftsauerstoff oder reaktions- bzw. explosionsfähige Gase oder Gasgemische aus Räumen zu verdrängen. Bei der Inertisierung zum Brand- und Explosionsschutz (Beispiel Industrie: Chemikalienlager oder Produktionsanlagen) wird der Luftsauerstoff durch Zugabe von Inertgas (beispielsweise Argon, Stickstoff, Kohlendioxid) verdrängt, damit eine explosionsfähige Atmosphäre vermieden wird. Beim Brandschutz nennt man das auch Aktive Brandvermeidung durch Permanent-Inertisierung.

# Die drei Voraussetzungen



## 2 Brennbare Stäube/Gase

Brennbare Stoffe können gasförmig, flüssig oder fest sein.

Brennbare Feststoffe können in Form von Staub, Fasern oder Flusen mit dem Luftsauerstoff reagieren und verheerende Explosionen zur Folge haben.

Im Allgemeinen ist die zur Anregung der Explosion erforderliche Energie der Gemische mit Luft größer als bei den Gasen und Dämpfen. Einmal zur Verbrennung angeregt, erzeugt die durch die Verbrennungsreaktion freiwerdende Energie hohe Temperaturen und Drücke.

Neben den chemischen Eigenschaften des Feststoffes spielen Feinheit der Feststoffpartikel und ihre mit der Feinheit zunehmende Gesamtoberfläche eine wesentliche Rolle. (Siehe Bild 12)



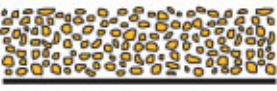

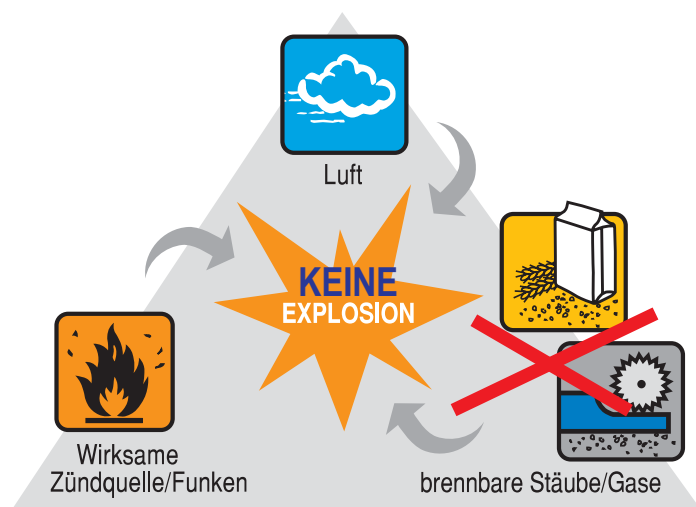
	Gesamte Oberfläche	Wirksame Zündquelle	Auswirkung
 Kompakter Holzwürfel...	6cm <sup>2</sup>	z.B. sehr starke Flamme	brennt nur sehr schwer
 ...in Späne zerteilt	ca. 600cm <sup>2</sup>	z.B. einfache Flamme	brennt sehr gut
 ... als Feinstaub abgelagert	je nach Korngröße ca. 6.000 bis 60.000cm <sup>2</sup>	z.B. Funke, heiße Oberflächen	Glimmbrand, offener Brand
 ... als Feinstaub aufgewirbelt	je nach Korngröße ca. 6.000 bis 60.000cm <sup>2</sup>	z.B. Funke, stat. Entladung, Zündquelle mit geringer Zündenergie	Verpuffung, Explosion

Bild 12, Brennverhalten eines Holzwürfels

### Ist das Beseitigen der "Brennbaren Stäube / Gase" möglich?



**Nein,** denn das Entstehen einer Staub-/Gas-explosiven Atmosphäre ist nicht auszuschließen.

**ABER,** die regelmäßige Beseitigung (Auf- oder Absaugung) der brennbaren Stäube mit einem geeigneten Sauger minimiert das Explosionsrisiko.



# Die drei Voraussetzungen



## 3 Wirksame Zündquellen

Im Zusammenhang mit technischen Einrichtungen sind eine Vielzahl von Zündquellen möglich:

**Heiße Oberflächen** treten als Ergebnis von Verlustleistungen auf, die beim Betrieb von Systemen und Komponenten im Normalbetrieb entstehen.

**Beispiele:** Spulen, Widerstände oder Lampen, erwärmte Betriebsmitteloberflächen, Bremsen oder heißgelaufene Lager.

**Mechanisch erzeugte Funken** treten z. B. bei Schleif- und Trenngeräten auf, die betriebsmäßig solche Funken erzeugen und sich im explosionsgefährdeten Bereich verbieten.

**Beispiele:** Rostige Hammer und Meißel in Verbindung mit Leichtmetallen, Metallgabeln von Staplern. (Reibfunken).

Elektrische Funken können auch durch **statische Elektrizität** auftreten. Die gespeicherte Energie kann sich als Funken entladen und so ebenso als Zündquelle wirken.

**Beispiele für das Entstehen einer statischen Ladung:** Transmissionsriemen aus Kunststoff, Gehäuse tragbarer Geräte, synthetische Kleidung, Abrollen von Papier oder Kunststofffolien, Kunststoff-Rohrsysteme, Reinigung von Geräten mit Kunststoffgehäusen.

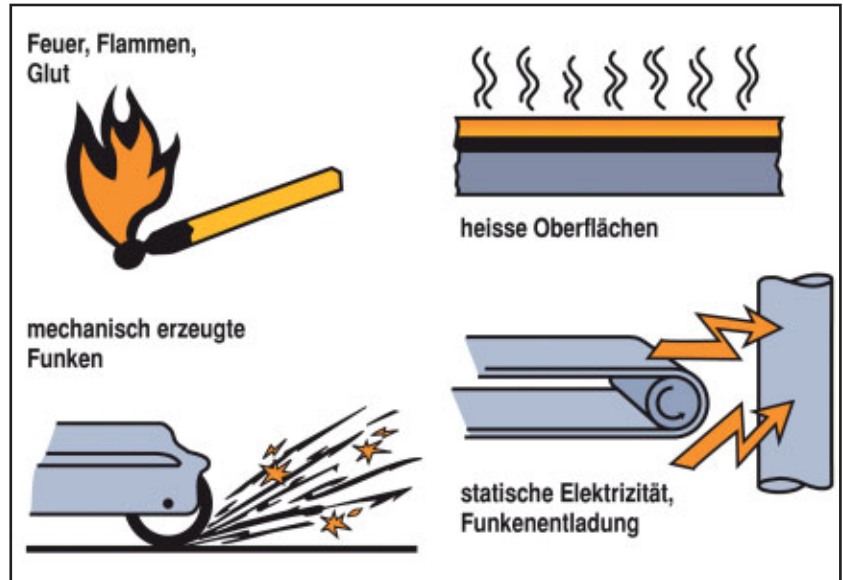
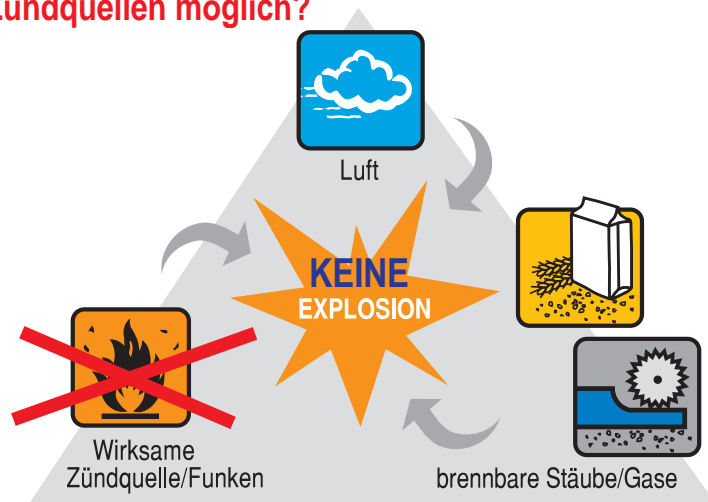


Bild 13, Zündquellen

## Ist das Vermeiden der Zündquellen möglich?



## NEIN, nicht prinzipiell

Fahrlässiger Umgang mit Zündquellen durch den Betreiber.

## ABER

explosionsschutzgeschützte RUWAC Sauger sind keine Zündquelle, da sie "zündquellenfrei" gebaut sind.



**Entstauber:**  
keine funkenerzeugenden Maschinen absaugen.



**Industriesauger:**  
NUR abgelagerte Stäube aufsaugen  
(Bodenreinigung)

# Explosionsgefährdete Bereiche

Grundlage für die Zulassung von Geräten für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen ist die europäische Richtlinie 94/9/EG. Ist ein Gerät explosionsgeschützt, darf es noch lange nicht überall eingesetzt werden. An Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen gibt die ATEX verschiedene Kategorien und Gefährdungspotentiale vor:

<b>Zone 0 / 20</b>	Bereiche, in denen explosionsfähige Atmosphäre ständig, langfristig oder häufig vorhanden ist. Die Geräte müssen selbst bei selten auftretenden Störungen die Sicherheit gewährleisten. Zwei unabhängige konstruktive Schutzmaßnahmen sind notwendig.
<b>Zone 1 / 21</b>	Bereiche, in denen explosionsfähige Atmosphäre gelegentlich auftritt. Selbst bei häufig auftretenden Gerätestörungen muss die Sicherheit gewährleistet sein.
<b>Zone 2 / 22</b>	Bereiche, in denen explosionsfähige Atmosphäre nur selten und während eines kurzen Zeitraumes auftritt. Die Geräte gewährleisten bei normalem Betrieb das erforderliche Maß an Sicherheit.

Bild 14, Definition der Zonen

<b>Gerätegruppe I (Bergbau - Grubengas)</b>			
Kategorie	Ausreichende Sicherheit		
<b>Kategorie M1</b>	Zwei gleichzeitig, voneinander unabhängig auftretende Fehler, dürfen die <b>sehr hohe Sicherheit</b> nicht beeinflussen		
<b>Kategorie M2</b>	Muss beim Auftreten von EX-Atmosphäre abgeschaltet werden		
<b>Gerätegruppe II (andere explosionsgefährdete Bereiche)</b>			
Kategorie	Atmosphäre G (Gas)	Atmosphäre D (Staub)	Ausreichende Sicherheit
<b>Kategorie 1</b>	<b>Zone 0</b>	<b>Zone 20</b>	<b>Zwei</b> gleichzeitig, voneinander unabhängig auftretende Fehler, dürfen die <b>sehr hohe Sicherheit</b> nicht beeinflussen.
<b>Kategorie 2</b>	<b>Zone 1</b>	<b>Zone 21</b>	<b>Ein</b> auftretender Fehler darf die <b>hohe Sicherheit</b> nicht beeinflussen
<b>Kategorie 3</b>	<b>Zone 2</b>	<b>Zone 22</b>	- bei störungsfreiem Betrieb - Normale Sicherheitsanforderungen

Bild 15, Definition der Gerätegruppen

## Beispiel für auftretende Fehler in **Zone 1, Zone 21**

Ein Industriesauger, ausgestattet mit **ableitfähigen Rädern** und **Stecker mit Schutzleiter**.

Ein Fehler: Die Räder stehen auf einem Kunststoffboden  
**Folge:** nicht mehr ableitend, **ABER** die Ableitfähigkeit ist nach wie vor gewährleistet durch den Schutzleiter.

Anderer Fehler: Der Schutzleiter ist unwirksam.  
**Folge:** Unterbrechung der Leitfähigkeit, **ABER** die Ableitfähigkeit ist nach wie vor gewährleistet durch ableitfähige Räder.

linie 94/9/EG (ATEX), die ab 30.06.2003 für alle EG-Mitgliedstaaten gilt.

ährdeten Bereichen werden verschieden hohe Anforderungen je nach Gefährdungspotenzial gestellt.

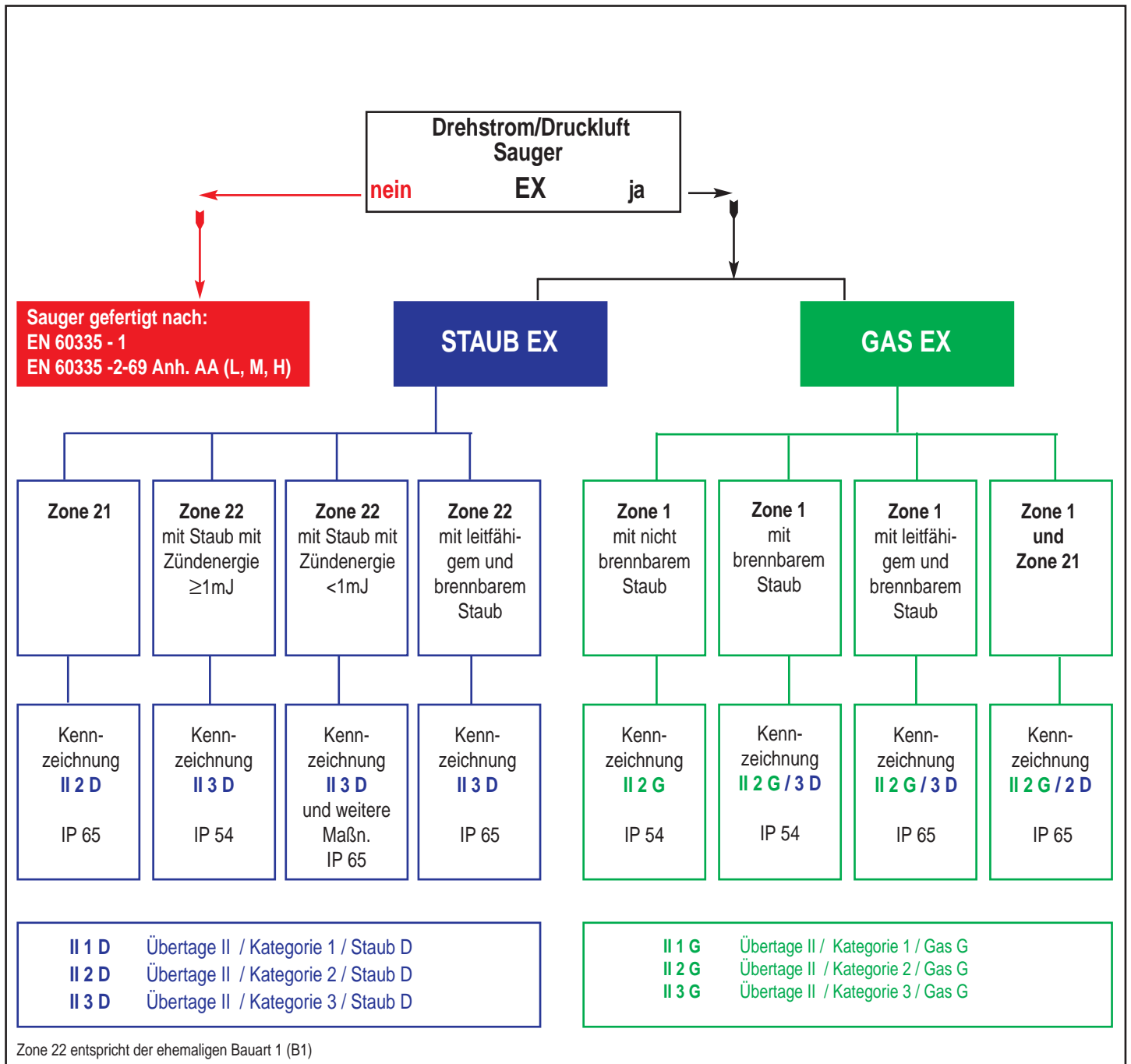


Bild 16, Systematik der Kennzeichnung nach ATEX

# Bedeutung und Nutzung der Zoneneinteilung im Ex-Bereich

Explosionsgefährdete Bereiche werden in Zonen eingeteilt. Diese Einteilung berücksichtigt das Auftreten der unterschiedlichen Gefahren durch explosionsfähige Atmosphären und ermöglicht einen Explosionsschutz, der den Verhältnissen sowohl aus sicherheitstechnischer Sicht als auch der Wirtschaftlichkeit entspricht. Für die Europäische Gemeinschaft ist die Zonendefinition in der Richtlinie 94/9/EG (erstmalig ATEX 95) einheitlich geregelt.

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

Aus dieser Einteilung ergibt sich der Umfang der zu ergreifenden Maßnahmen nach Anhang II Abschnitt A der Richtlinie 1999/92/EG in Verbindung mit Anhang I der Richtlinie 94/9/EG.

## WICHTIG!

Die  
Gefährlichkeit in  
den einzelnen  
Zonen ist  
absolut  
identisch.

Die Häufigkeit  
der Möglichkeit  
einer Explosion  
ist Grundlage  
für die  
Zoneneinteilung!

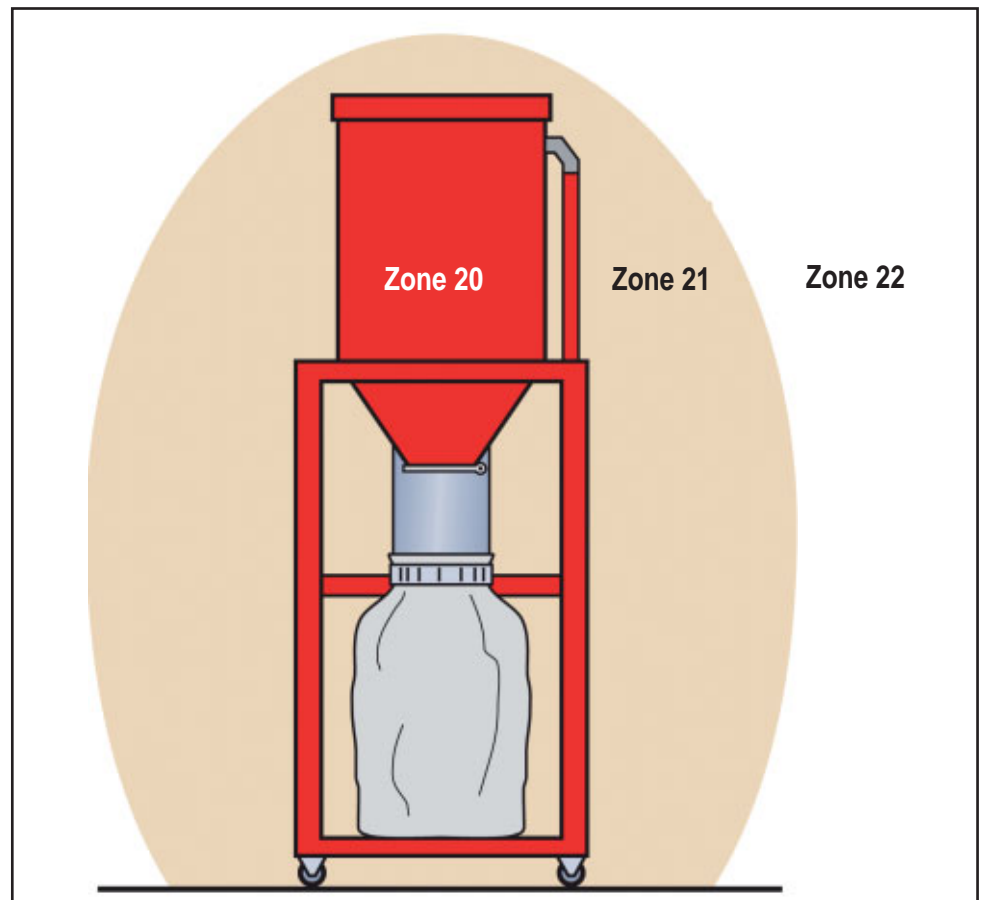


Bild 17, Zonen im Ex-Bereich

Beim Beseitigen von **abgelagertem, trockenem und brennbarem Sauggut** in EX-Bereichen muss man besondere Gefahrensituationen berücksichtigen.

## Explosionsgefährdete Bereiche (RL 1999/92/EG)

### Zone 20:

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

### Zone 21:

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

### Zone 22:

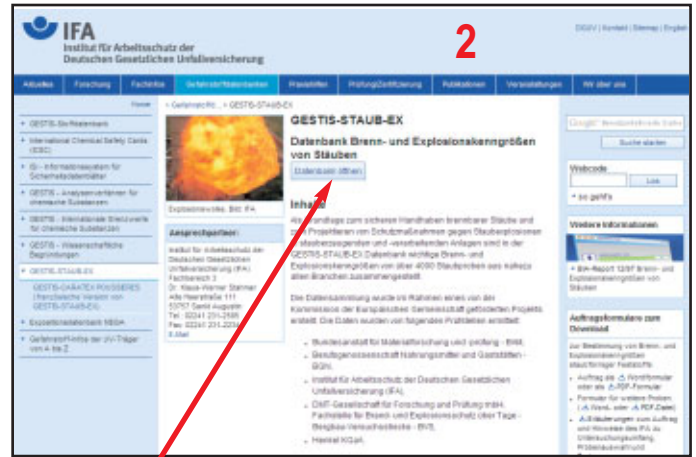
Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbarem Staub normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig auftritt.

# Wie erhalte ich Kenntnisse über “meinen” Stoff?

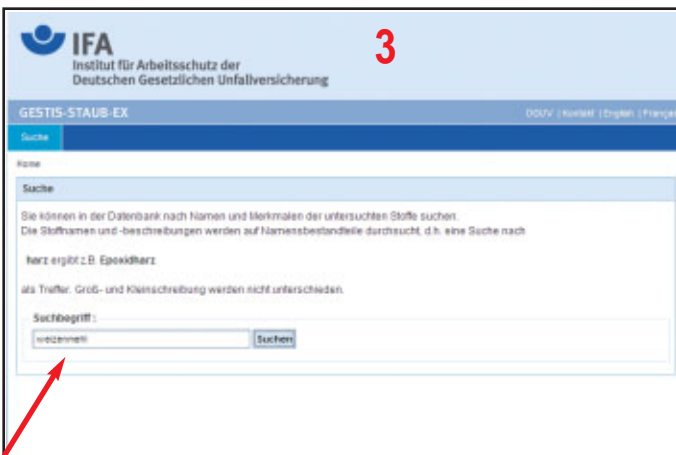
Die Gestis Stoffdatenbank enthält Informationen über den sicheren Umgang mit Gefahrstoffen und anderen chemischen Stoffen am Arbeitsplatz: [www.dguv.de/ifa/de/gestis/stoffdb/index.jsp](http://www.dguv.de/ifa/de/gestis/stoffdb/index.jsp)



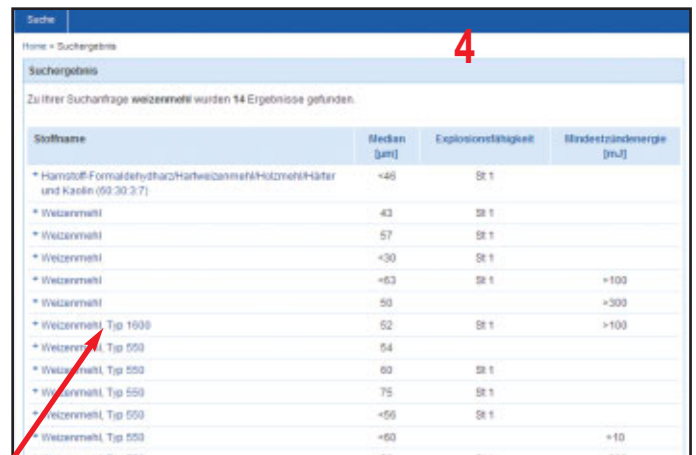
Zuerst klicken Sie auf den Menüpunkt “GESTIS STAUB-EX”...



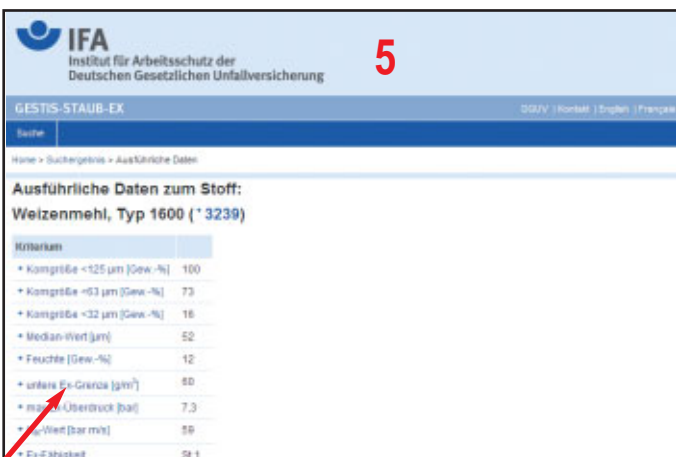
Auf der Seite der “GESTIS STAUB-EX” klicken Sie auf “Datenbank öffnen”...



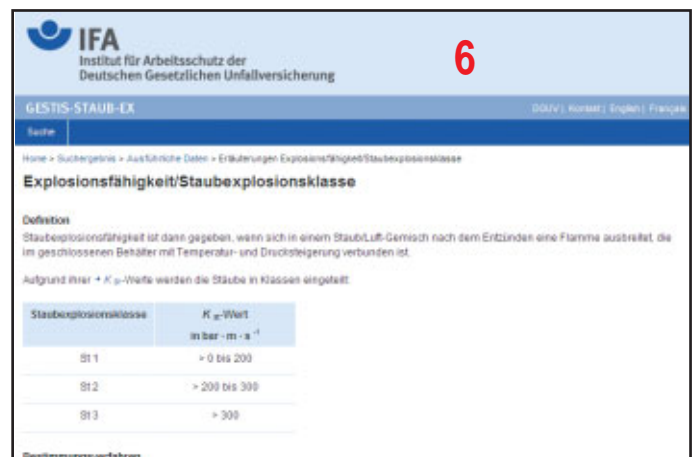
Nachdem sich das Fenster der Datenbank geöffnet hat, geben Sie hier Ihren Suchbegriff ein und klicken auf “suchen”. (Beispiel “Weizenmehl”)



Angezeigt werden dann die verschiedenen Stoffe (Mehle) mit Angaben über den Median, die Explosionsfähigkeit und die Mindestzündenergie. Klicken Sie auf einen Stoff...



...erfahren Sie Details wie Korngrößen, KST-Wert etc. zum Stoff. Klicken Sie auf einen der Begriffe (Beispiel “Exp-Fähigkeit”), erscheint die Seite mit ...



...Detailinformationen wie Staubexplosionsklassen.

# Unterschiedliche Ausführungen der Sauger nach ihrem Ein

Typ DS 1220 M, 2,6m<sup>2</sup>

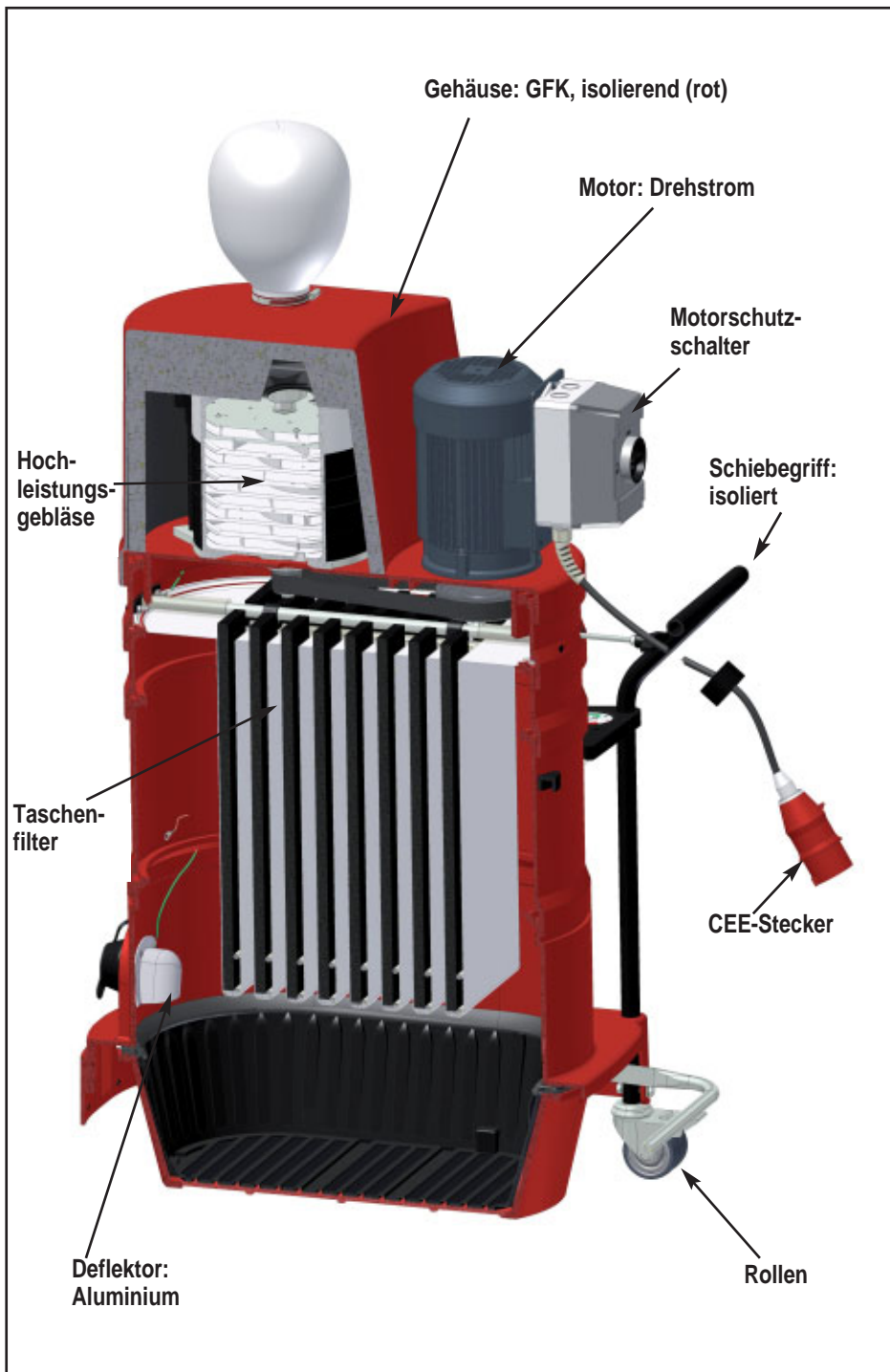


Bild 18, DS 1220 M

Typ DS 1220 M, 2,6m<sup>2</sup>, Zone 22,

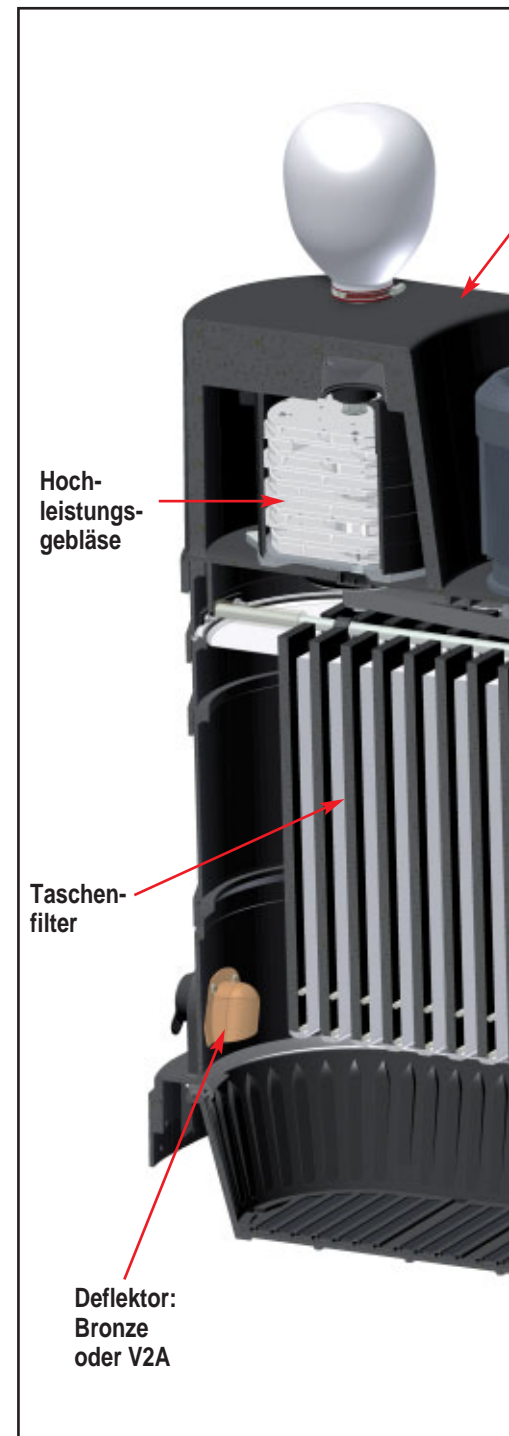
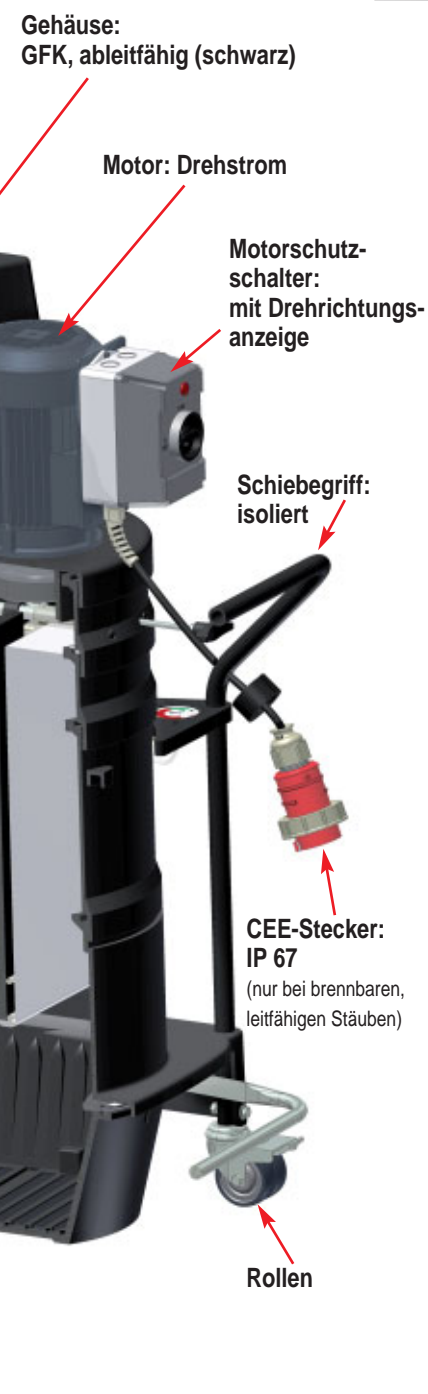


Bild 19, DS 1220 M, Staub-Ex

## StaubEx - II 3 D



## Typ DS 1220 M, 2,6m<sup>2</sup>, GasEx - II 2 G / II 3 D

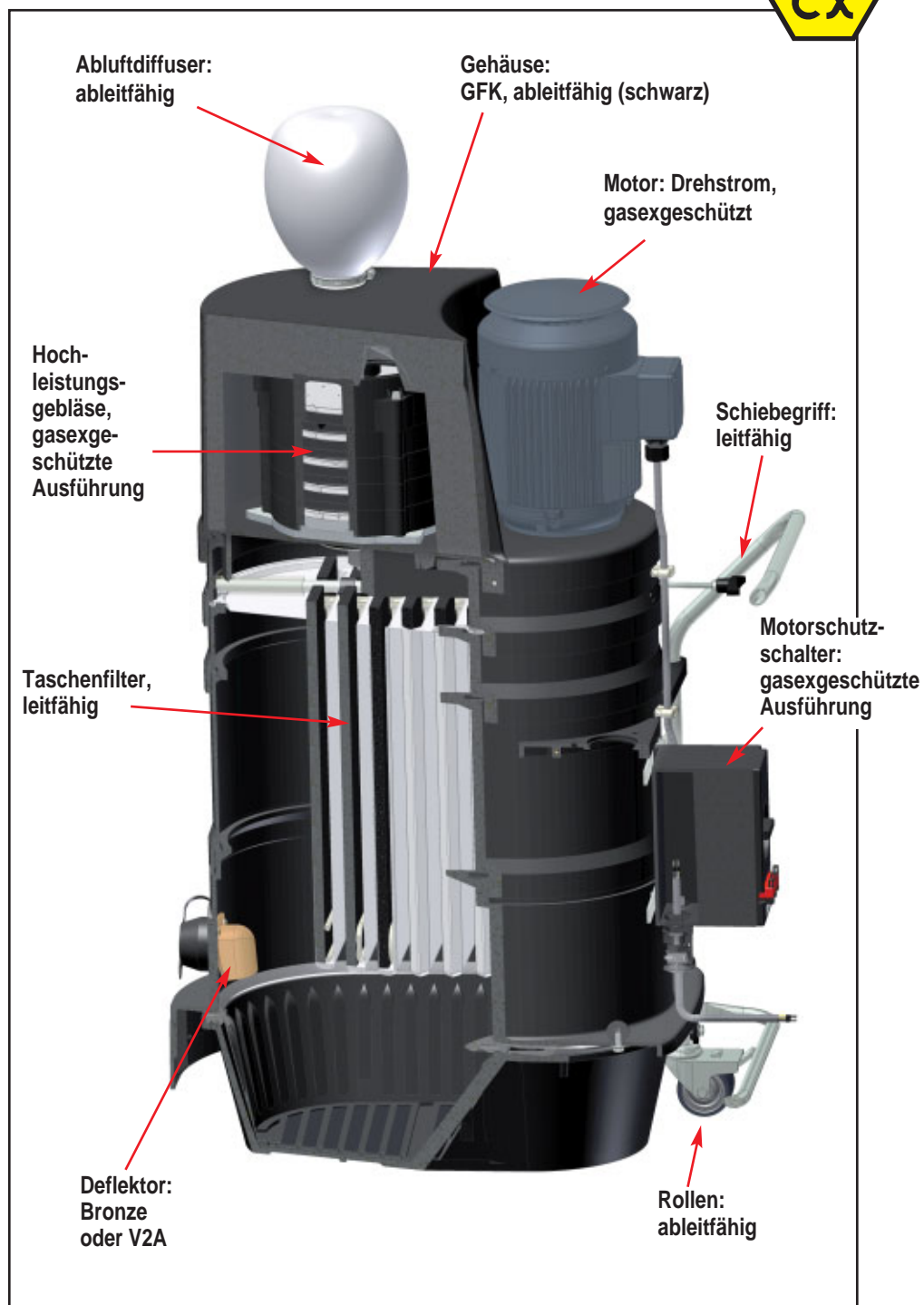


Bild 20, DS 1220 M, Gas-Ex

