

# „Vermeiden wirksamer Zündquellen“ wie wird das in der Praxis umgesetzt?

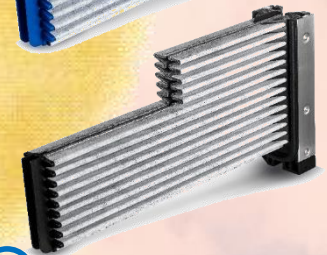
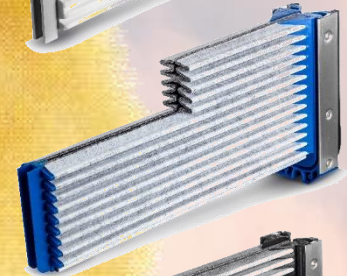
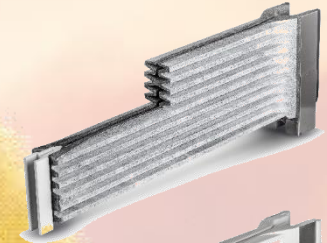
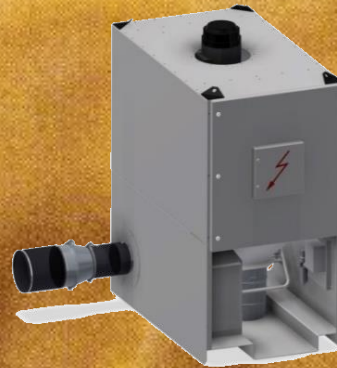
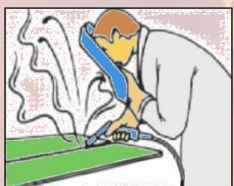
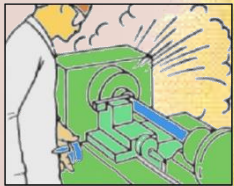
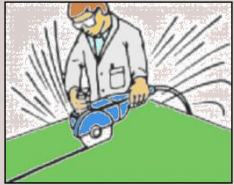
---

**SOLIDS**

**29. März 2023, Dortmund**

**Dipl.-Ing. Klaus Rabenstein  
Herding GmbH Filtertechnik**

# Herding GmbH Filtertechnik



**Herding®**  
**Sinterlamellenfilter**

# Klaus Rabenstein



geboren 1966

Studium Werkstofftechnik, Nürnberg  
als Dipl.-Ing 1990 absolviert

Herding GmbH Filtertechnik seit 1991

- Forschung/Entwicklung
- Vertrieb
- Entwicklung filtertechnischer Unterstützung
- Brandschutz
- Explosionsschutz
- Schulungen/Workshops
  
- VDMA Vorsitzender AK Entstaubungstechnik
- befähigte Person - Explosionsgefährdung  
gemäß BetrSichV Anhang 2, Abschnitt 3, 3.3

vorbeugende Explosionsschutzmaßnahmen

13x Zündquellen

2x Gruppen der Zündquellen

4x Herkunft der Zündquellen

Zündquellen-/ Zündgefahrenanalyse

Beispiel: heiße Oberfläche

# Gefahendreieck



# Vorbeugende Massnahmen

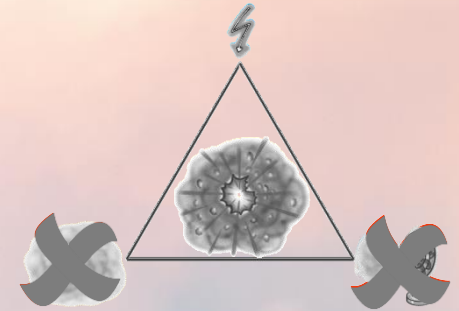


„...  
die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Explosionsereignisses  
zu reduzieren

...“

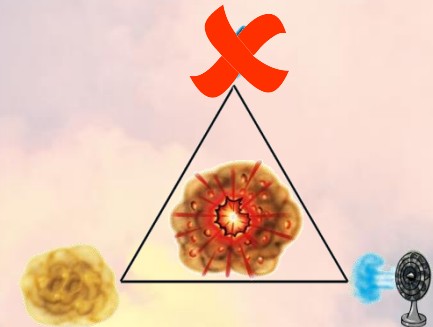
**vorbeugende, primäre Maßnahme**

„... Vermeiden explosionsfähiger Atmosphäre ...“



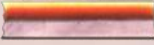



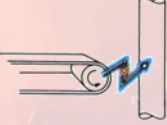



**vorbeugende, sekundäre Maßnahme**

„... Vermeiden wirksamer Zündquellen ...“



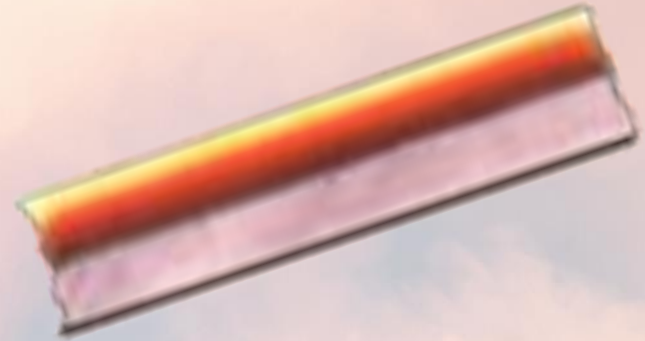
# Zündquellen



- Heiße Oberflächen 
- Flammen und heiße Gase / heiße Partikel 
- Mechanisch erzeugte Funken 
- Elektrische Betriebsmittel 
- Elektrische Ausgleichsströme
- Statische Elektrizität 
- Blitzschlag 
- Elektromagnetische Felder und Wellen 
- Ionisierende Strahlung, Ultraschall
- Adiabatische Kompression
- chemische Reaktion 



# Zündquellen

- Heiße Oberflächen
- Flammen und heiße Gase / heiße Partikel
- Mechanisch erzeugte Funken
- Elektrische Betriebsmittel
- Elektrische Ausgleichsströme
- Statische Elektrizität
- Blitzschlag
- Elektromagnetische Felder und Wellen
- Ionisierende Strahlung, Ultraschall
- Adiabatische Kompression
- chemische Reaktion






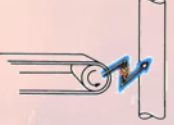





# Zündquellen

- Heiße Oberflächen 
- Flammen und heiße Gase / heiße Partikel 
- Mechanisch erzeugte Funken 
- Elektrische Betriebsmittel 
- Elektrische Ausgleichsströme 
- Statische Elektrizität 
- Blitzschlag 
- Elektromagnetische Felder und Wellen 
- Ionisierende Strahlung, Ultraschall
- Adiabatische Kompression
- chemische Reaktion 



# Zündquellen




- Heiße Oberflächen 
- Flammen und heiße Gase / heiße Partikel 
- Mechanisch erzeugte Funken 
- Elektrische Betriebsmittel 
- Elektrische Ausgleichsströme
- Statische Elektrizität 
- Blitzschlag 
- Elektromagnetische Felder und Wellen 
- Ionisierende Strahlung, Ultraschall
- Adiabatische Kompression
- chemische Reaktion 

nicht-  
elektrische  
Funken

elektrische  
Funken

... Funken

# Zündquellen





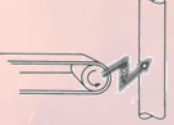



- Heiße Oberflächen 
- Flammen und heiße Gase / heiße Partikel 
- Mechanisch erzeugte Funken 
- Elektrische Betriebsmittel 
- Elektrische Ausgleichsströme
- Statische Elektrizität 
- Blitzschlag 
- Elektromagnetische Felder und Wellen 
- Ionisierende Strahlung, Ultraschall
- Adiabatische Kompression
- chemische Reaktion 

nicht-  
elektrische  
Funken

elektrische  
Funken


# Zündquellen



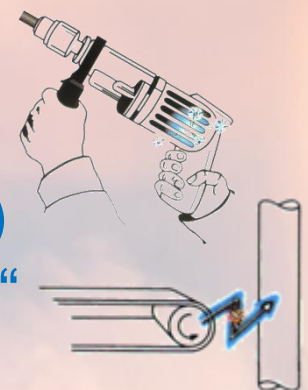
- Heiße Oberflächen 
- Flammen und heiße Gase / heiße Partikel 
- Mechanisch erzeugte Funken 
- Elektrische Betriebsmittel 
- Elektrische Ausgleichsströme
- Statische Elektrizität 
- Blitzschlag 
- Elektromagnetische Felder und Wellen 
- Ionisierende Strahlung, Ultraschall
- Adiabatische Kompression
- chemische Reaktion 

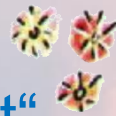


# Zündquellen

→ heiße Oberfläche  
(eines Bauteils, Betriebsmittels)   
„räumlich an das Bauteil/Betriebsmittel gebunden“  
→ Ort der Entstehung = Ort der Entzündung

→ elektrische Funken  
(elektrisches Betriebsmittels, Statische Entladung)  
„räumlich an das Bauteil/Betriebsmittel gebunden“  
→ Ort der Entstehung = Ort der Entzündung



→ mechanische Funken (mechanischer Prozess)  
heiße Partikel (thermischer Prozess)   
„Materialtransport“ - „Energietransport“  
→ Ort der Entstehung ≠ Ort der Entzündung



# Zündquellenanalyse

## - Filteranlage

### - von Extern eingetragene Zündquellen

z.B. Funken, heiße Partikel aus dem abzusaugenden Prozess

### - geräteeigene Zündquellen

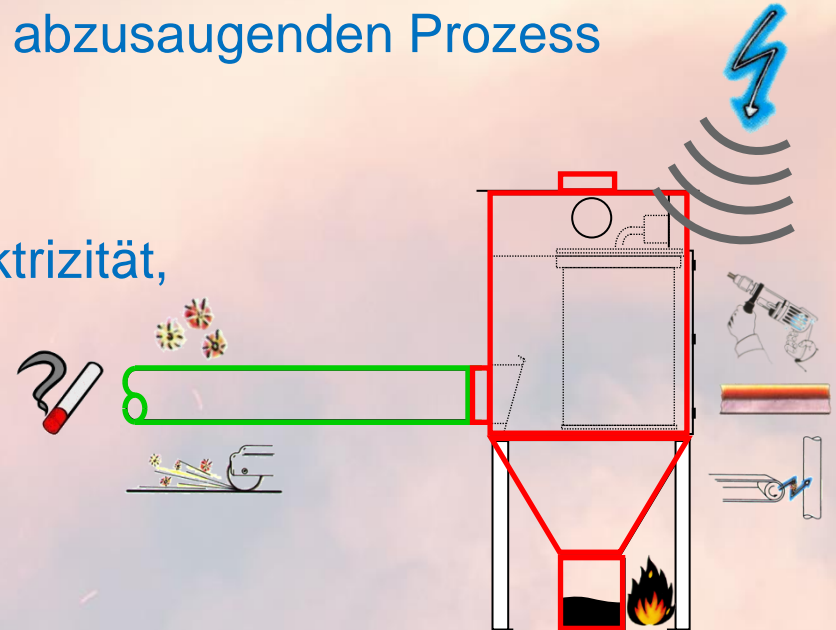
z.B. heiße Oberfläche, statische Elektrizität, elektrische Betriebsmittel

### - staubeigene Zündquellen

z.B. chemische Reaktion

### - von Extern einwirkende Zündquellen

z.B. Blitzschlag, Elektromagnetische Felder und Wellen, Ionisierende Strahlung, Ultraschall, Adiabatische Kompression



# Zündquellen- und Zündgefahrenanalyse



## Zündquellenanalyse

welche Zündquellen liegen vor ?  
→ **potentielle Zündquellen**



## Zündgefahrenanalyse

welche der potentiellen Zündquellen sind zündwirksam für die explosionsfähige Atmosphäre?  
Vergleich des Energieinhalts der Zündquelle mit den Kenngrößen der Staubwolke  
→ **wirksame Zündquelle**



## Aufgabe

können diese wirksamen Zündquellen durch Anwendung vorbeugender, sekundärer Schutzmaßnahmen erfolgreich ausgeschlossen werden? → „**Zündquellenfreiheit**“

# Zündquellen- und Zündgefahrenanalyse

„... Vergleich des Energieinhalts der Zündquelle mit der Mindestzündenergie des Staub/Luft-Gemisches ...“

## Mindestzündenergie MZE

Geringste Energie für die Entzündung einer Staubwolke

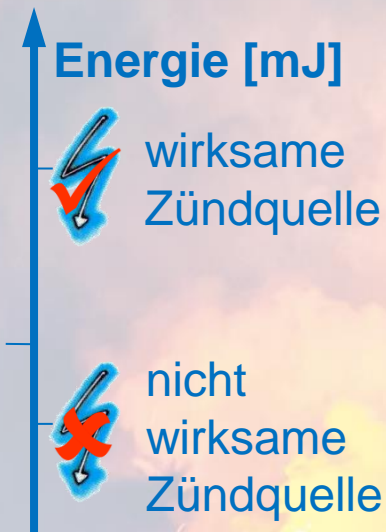
> 10 mJ normal zündempfindlich

< 10 mJ besonders zündempfindlich

< 3 mJ extrem zündempfindlich

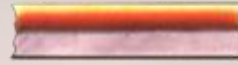


„welche Energie muss die Zündquelle haben, damit die explosionsfähige Atmosphäre gezündet, bzw. nicht gezündet wird“





# Heiße Oberflächen



ind-ex.info

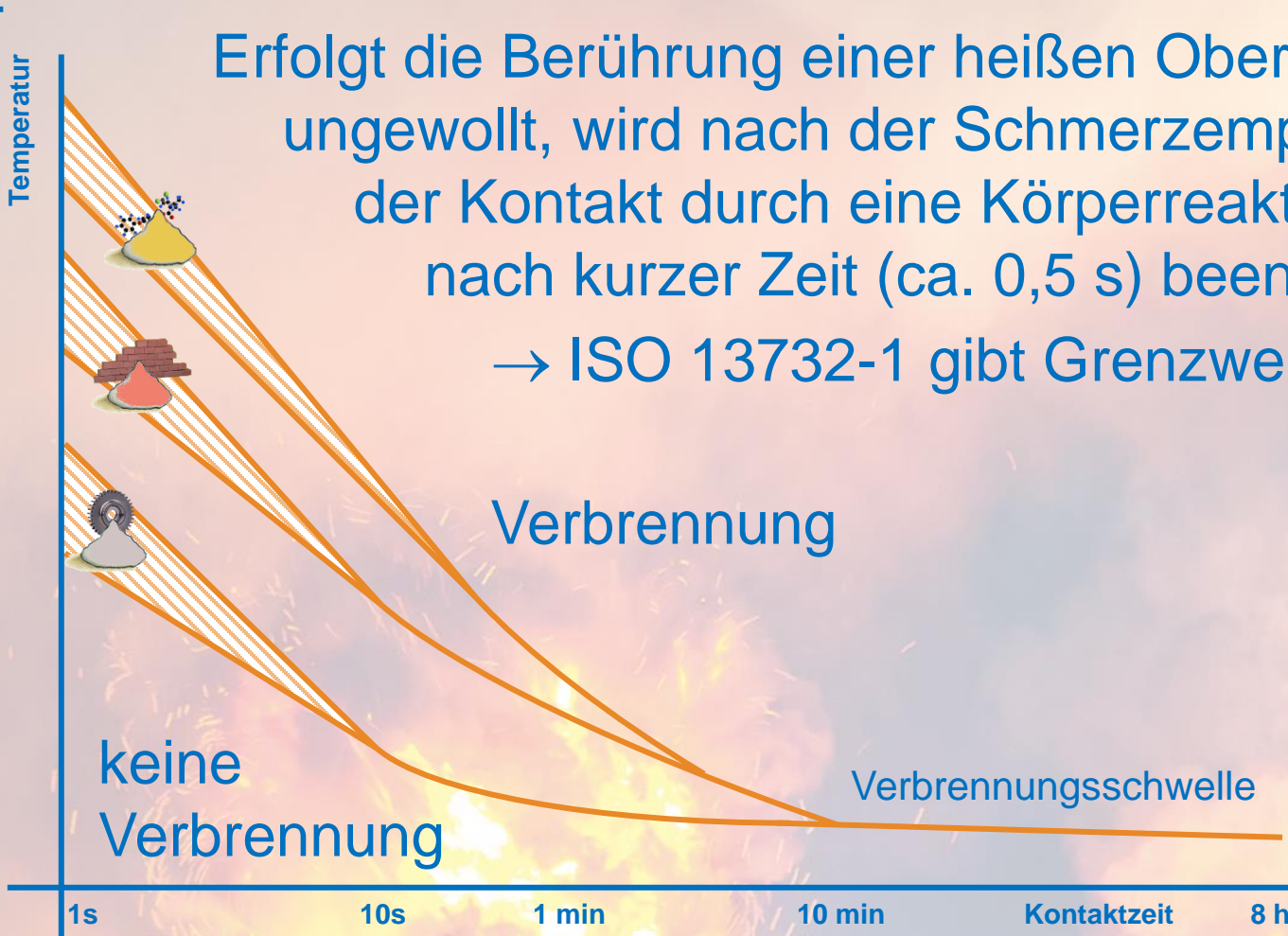
## Entstehung

Erfolgt die Berührung einer heißen Oberfläche ungewollt, wird nach der Schmerzempfindung der Kontakt durch eine Körperreaktion nach kurzer Zeit (ca. 0,5 s) beendet  
→ ISO 13732-1 gibt Grenzwerte an

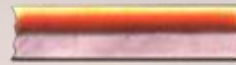
Verbrennung

keine  
Verbrennung

Verbrennungsschwelle



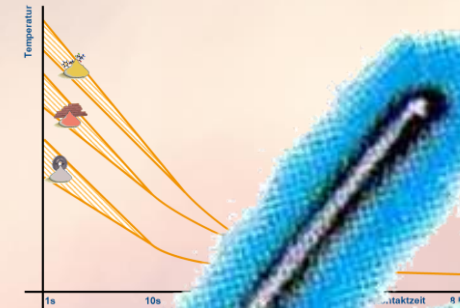
# Heiße Oberflächen



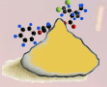


ind-ex.info

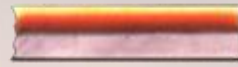
## Entstehung

Verbrennungsschwelle  
in Abhängigkeit von der Kontaktzeit  
und dem Material des Bauteils



Material	Verbrennungsschwelle			
	0,5 s	1 min	1 h	1 h
unbeschichtet	67 - 73	51		43
 90 µm Pulverlack	78 - 84	51	48	43
100 µm Lack	89 - 95	51		43
 Keramik, Glas, Stein	84 - 90	56		43
Kunststoffe	91 - 99	60		43
 Holz	128-155	60		43

# Heiße Oberflächen

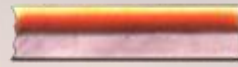


## Entstehung

- **bestimmungsgemäße Verwendung**
  - betriebsbedingte Temperatur von Bauteilen
- **Störung, Fehler** (nicht bestimmungsgemäße Verwendung)
  - mechanische Betriebsmittel bei einem Lagerschaden
  - elektrische Betriebsmittel bei Überlast
  - Temperaturentwicklung in Bauteilen aufgrund großer elektromagnetischer Strahlung

heiße Oberflächen sind räumlich an das erwärmte Bauteil gebunden





## Zündgefahrenanalyse

„...“

wann hat ein Bauteile eine Temperatur,  
die als heiße Oberfläche bezeichnet wird?



„...“

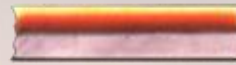
wann hat ein Bauteile eine heiße Oberfläche  
die ein Zündquelle ist?



„...“

eine Zündquelle für eine  
explosionsfähige Atmosphäre

# Heiße Oberflächen



## Zündgefahrenanalyse - Staubschicht -

T [°C]



DEUTSCHE NORM		Oktober 2014
	DIN EN 60079-17 (VDE 0165-10-1)	

max. Oberflächentemperatur  $T_{max}$   
(elektrischer) Betriebsmittel

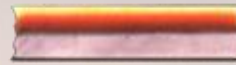
bei einer Staubschicht:

$$T_{max} = T_{5mm} - 75K$$

$$T_{max} = 210^{\circ}C - 75K$$

$$T_{max} \approx 135^{\circ}C$$

# Heiße Oberflächen



## Zündgefahrenanalyse - Staubwolke -

T [°C]



DEUTSCHE NORM		Oktober 2014
	DIN EN 60079-17 (VDE 0165-10-1)	

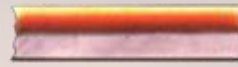
max. Oberflächentemperatur  $T_{\max}$   
(elektrischer) Betriebsmittel

bei einer Staubwolke:

$$T_{\max} = 2/3 T_{\text{Staub}}$$

$$T_{\max} = 2/3 \cdot 310^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\max} \approx 200^{\circ}\text{C}$$



## Schutzmaßnahmen

max. Oberflächentemperatur (elektrischer) Betriebsmittel bei:

- abgelagertem Staub: 135 °C
- aufgewirbeltem Staub: 200 °C

die maximale Oberflächentemperatur  $T_{\max}$  von 135 °C ist bei der Projektierung von (elektrischen) Betriebsmitteln zu berücksichtigen

# Zusammenfassung



Zündquellen (Art und Herkunft)

Zündquellenanalyse (potenzielle Zündquellen)

Zündgefahrenanalyse (wirksame Zündquellen)

zündquellenfreie Ausführung  
als vorbeugende, sekundäre Schutzmaßnahme

„... um die Eintrittswahrscheinlichkeit eines  
eines Explosionsereignisses zu reduzieren

Grundlage: sicherheitstechnische Kenngrößen



Messe SOLIDS Dortmund



# Halle 5

# Stand H17-5