



Staubexplosionsschutz – Stäube werden unterschätzt

THUBA – 20. Seminar für Ex-Sachverständige, Basel, 25.08.2026
Suva Bereich Chemie, Physik und Ergonomie, Markus von Arx

suva

1

Ein paar Ereignisse



Rolandmühle,
Bremen, 1979

Imperial Sugar Company,
Port Wentworth, Georgia, 2008
<http://www.csb.gov/>



Getreidesilo
Blaye, 1997



Gemeinsamkeit aller Ereignisse:
Sekundärexplosionen durch
Staubablagerungen

2

Warum passiert es trotzdem immer wieder ...

Jahr	Ereignis	Tragweite
1785	Lagergebäude Mehl	2 Verletzte
1913	Getreidemühle	33 Tote
1921	Kohlemine	75 Tote
1979	Getreide, Rolandmühle	14 Tote
1982	Gerstenmühle	12 Tote
1997	Blaye Getreidesilo	11 Tote
2008	Imperial Sugar	14 Tote
2015	Holzstaub	4 Tote
2024	Kartoffelstärke	3 Tote
...	...	

Aufgrund der Vielzahl von Ereignissen müsste das Bewusstsein vorhanden sein Und auch das Wissen, was zu tun wäre, ist längst bekannt.

- Warum passiert es trotzdem immer wieder:
- Offensichtlich wird sowohl
 - Die Bildung explosionsfähiger Atmosphäre
 - Und das Vorhandensein wirksamer Zündquellen unterschätzt.

Offensichtlich wird die Tragweite eines Ereignisses verdrängt.

Themen

- Grundlagen Explosionsschutz
- Bildung explosionsfähiger Atmosphäre
→ brennbare Stäube ↔ brennbare Gase/Dämpfe
- Ex-Zoneneinteilung
- Zündquellen – Beurteilung
- Konstruktive Explosionsschutzmassnahmen
- Herausforderungen

Voraussetzung für eine Staubexplosion



5

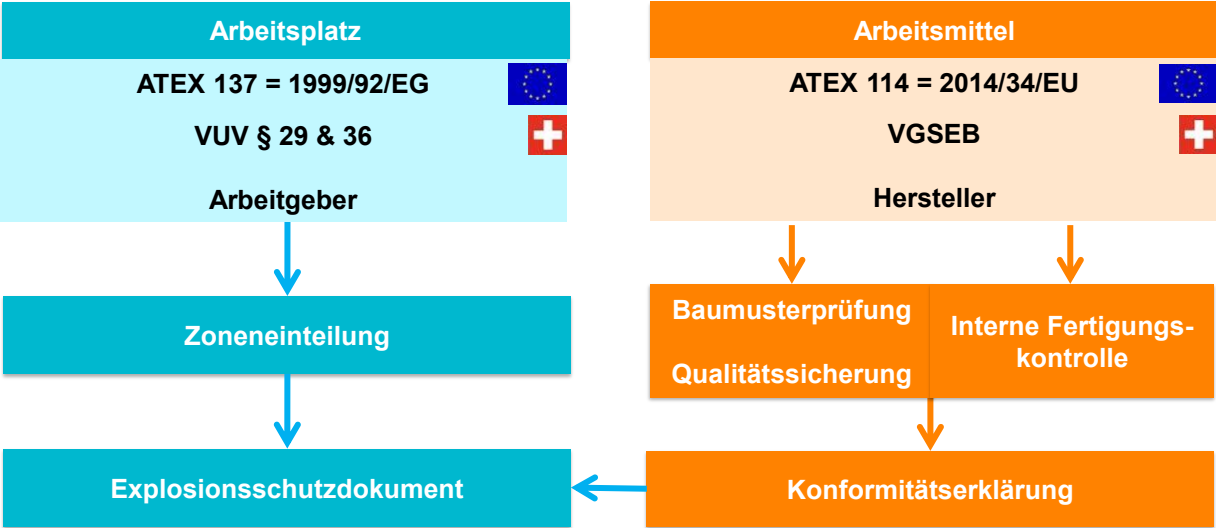
25.08.2026

Staubexplosion

suva

5

Explosionsschutzmassnahmen – rechtliche Grundlagen



VUV: Verordnung über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten

VGSEB: Verordnung über Geräte und Schutzsysteme zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen

6

25.08.2026

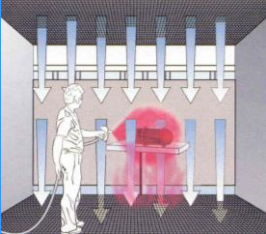
Staubexplosion

suva

6

Explosionsschutzmassnahmen – ATEX 137

Vorbeugend



Bildung explosionsfähiger Atmosphäre verhindern oder einschränken

Konstruktiv



Begrenzen der Explosionsauswirkungen auf ein unbedenkliches Mass

7 25.08.2026 Staubexplosion

suva

7

Explosionsschutz - Gefährdungsbeurteilung – explosionsfähige Atmosphäre



Brennbare Stoffe vorhanden?

- Gase
- Dämpfe
- Nebel
- **Stäube**

Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre?

Zündquellen sicher vermieden?

Heisse Oberflächen / Flammen / Glühnester / Mechanisch erzeugte Funken Elektrische Betriebsmittel / Statische Elektrizität / Blitzschlag / Chemische Reaktionen ...

Konstruktive Schutzmassnahmen:

- Berstscheiben / Berstklappen
- Explosionsunterdrückung usw.

Entkopplung mit:

- Flammensperren (Gase /Dämpfe)
- Zellradschleusen (Stäube) usw.

8 25.08.2026 Staubexplosion

suva

8

Kenngrößen brennbare Stoffe

Ex-Kenngrößen brennbare Stäube:

- Korngrösse (d(0.5)) & Korngrößenverteilung
- Brennzahl
- Untere Explosionsgrenze (UEG)
- Mindestzündenergie
- Staub-Ex-Kenngrößen (K_{St} + Klasse + p_{max})
- Selbstentzündungstemperatur (Staubwolke)
- Glimmtemperatur (Staubschicht)
- Mindestzündtemperatur (Warmlagerversuch)
- Explosionsgruppe (Gerätegruppe Staub, elektrische BM)

Ex-Kenngrößen Gase & Dämpfe:

- Flammpunkt (nicht bei Gasen)
- Untere Explosionsgrenze (UEG)
- Zündtemperatur
- Explosionsgruppe (Gerätegruppe Gas, elektrische BM)

Differenz zwischen brennbaren Stäuben ↔ brennbaren Gase / Dämpfe

Brennbare Stäube

- Sedimentation
- Schwierig absaugbar (Ablagerungen)
- Nur UEG bestimmbar
- i.d.R. hohe Zündenergien

Gase / Dämpfe

- Keine Entmischung
- Einfach absaugbar
- Eindeutige Ex-Grenzen
- Kleine Zündenergien

Explosionsschutz - Gefährdungsbeurteilung – Zündquellen



Brennbare Stoffe vorhanden?

- Gase
- Dämpfe
- Nebel
- **Stäube**

Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre?



Zündquellen sicher vermieden?

Heisse Oberflächen / Flammen / Glimmnester / Mechanisch erzeugte Funken Elektrische Betriebsmittel / Statische Elektrizität / Blitzschlag / Chemische Reaktionen ...



Konstruktive Schutzmassnahmen:

- Berstscheiben / Berstklappen
- Explosionsunterdrückung usw.

Entkopplung mit:

- Flammensperren (Gase /Dämpfe)
- Zellradschleusen (Stäube) usw.

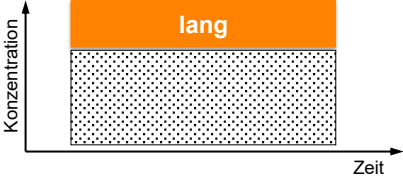
11 25.08.2026 Staubexplosion

suva

11

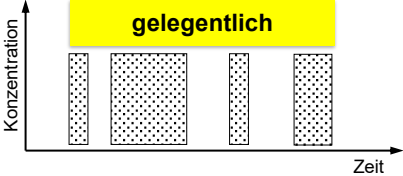
Ex-Zonen für Gase/Dämpfe/Nebel und Stäube – es gelten die gleichen Regeln

Bereich indem eine explosionsfähige Atmosphäre ständig, über lange Zeit oder häufig vorhanden ist



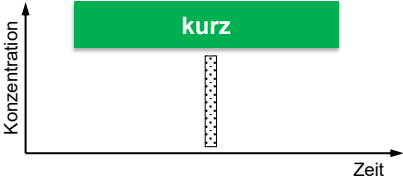
Zone 0 – Gase, Dämpfe, Nebel
Zone 20 – Stäube

Bereich in dem sich bei Normalbetrieb gelegentlich eine explosionsfähige Atmosphäre bilden kann



Zone 1 – Gase, Dämpfe, Nebel
Zone 21 – Stäube

Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine explosionsfähige Atmosphäre normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig auftritt.



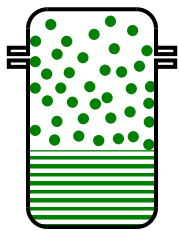
Zone 2 – Gase, Dämpfe, Nebel
Zone 22 – Stäube

12 25.08.2026 Staubexplosion

suva

12

Faustregeln: Im Innern von Behältern



Wenn die explosionsfähige Atmosphäre während mehrerer Stunden vorliegen kann:

- Gase und Dämpfe → Zone 0
- Stäube → Zone 20 / 21¹

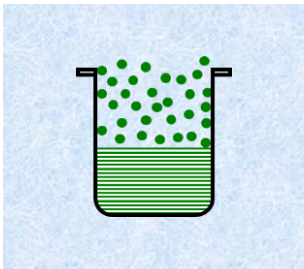
¹ Sedimentation von Stäuben berücksichtigen

13 25.08.2026 Staubexplosion

suva

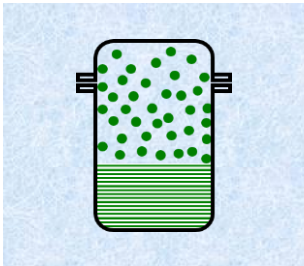
13

Faustregeln: Umfeld von Behältern



Offenes System:

- Gase und Dämpfe → Zone 1
- Stäube → Zone 22 (21)



Geschlossenes System

- Gase und Dämpfe → Zone 2
- Stäube → Zone NG¹

¹ Bei undichten System (führt zu Ablagerungen): Zone 22
- NG - nicht gefährdet
(k.g.e.A. - keine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre)

14 25.08.2026 Staubexplosion

suva

14

Beispiele wirksamer Zündquellen



- a) heiße Oberfläche
- b) Glimmnest
- c) elektrostatischer Funke
- d) Flamme
- e) elektrischer Funke
- f) Gewitterblitz
- g) mechanisch erzeugter Funke
- h) Kein Bild: Chemische Reaktion

Bemerkung:
Die Norm SN EN 1127-1 (Explosionsfähige Atmosphären - Explosionsschutz - Teil 1: Grundlagen und Methodik) listet abschliessend 13 Zündquellen auf.

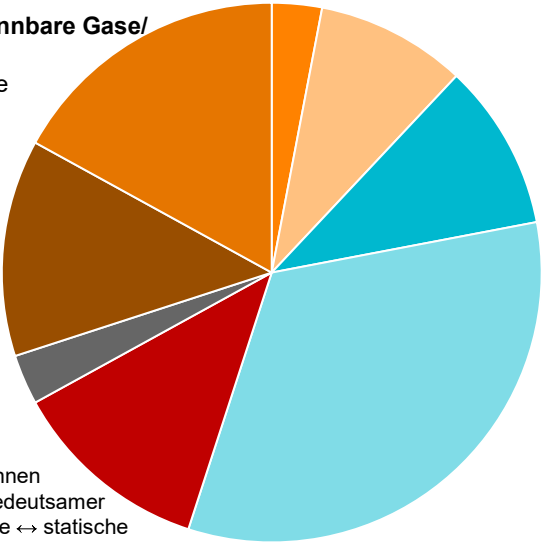
15 25.08.2026 Staubexplosion

suva

15

Explosionsereignisse – Häufigkeit wirksamer Zündquellen bei Staubexplosionen

Zum Vergleich (brennbare Gase/ Dämpfe):
Flammen, elektrische Betriebsmittel und statische Elektrizität sind in drei von vier Fällen die wirksame Zündquelle ...



- elektrische Betriebsmittel
- Statische Elektrizität
- Heisse Oberflächen
- mechanisch erzeugte Funken
- Flammen
- Divers
- Glimmnest
- Unbekannt

Wichtig: Je nach Art des brennbaren Staubes können einzelne Zündquellen bedeutsamer werden, z.B. (Kunststoffe ↔ statische Elektrizität)

16 25.08.2026 Staubexplosion

Quelle: Diverse Publikationen der deutschen Berufsgenossenschaften

suva

16

Produktionsablauf Nahrungsmittelindustrie



Anlieferung

Zwischen-
lagerung

Absaugung



Ablagerung



Verarbeitung



Abpacken

suva

17 25.08.2026 Staubexplosion

17

Ex-Zone und Zündquellen: Anlieferung und Zwischenlager



Achtung: Schnittstelle zwischen 2 Systemen:

- Silofahrzeug / Transporteur
- Anlagebesitzer

Ex-Zonen:

- Leitung: Ex-Zone 21
- Anlage innen: Ex-Zone 21
- Umgebung: Ex-Zone 22

Neben zonenfonformen Arbeitsmitteln und Vermeiden offener Flammen sind die folgenden Punkte zu beachten:

- Förderung brennbarer Stäube → Elektrostatik
- Enthält das Produkt Glimmnester? → Zündquelle
- Temperatur Förderventilatoren oder andere Antriebe → Könnte Staubschichten zünden (einzelne Stäube haben Zündtemperaturen um 200 °C) oder könnte zu Glimmnestbildung führen

suva

18 25.08.2026 Staubexplosion

18

Ex-Zone und Zündquellen: Produktionsanlage



Ex-Zonen:

- Leitung: Ex-Zone 20 oder 21
- Anlage innen: Ex-Zone 20 oder 21 (selten 22)
- Umgebung: je nach Situation
(Füllstellen Ex-Zone 21, Übergabestellen 22 usw.)

Neben zonenfonformen Arbeitsmitteln und Vermeiden offener Flammen sind die folgenden Punkte zu beachten:

- Förderung brennbarer Stäube → Elektrostatik
- Eintrag von Glimmnester → Zündquelle
- Antriebswellen, Rühr- oder Mischorgane → Heisse Oberflächen könnte Staubschichten zünden (einzelne Stäube haben Zündtemperaturen um 200 °C) oder könnte zu Glimmnestbildung führen
- (chemische Reaktion)

suva

19 25.08.2026 Staubexplosion

19

Ex-Zone und Zündquellen: Abpacken



Ex-Zonen:

- Leitung: Ex-Zone 20
- Anlage innen: Ex-Zone 20
- Umgebung: Ex-Zone 22

Neben zonenfonformen Arbeitsmitteln und Vermeiden offener Flammen sind die folgenden Punkte zu beachten:

- Förderung brennbarer Stäube → Elektrostatik
- Enthält das Produkt Glimmnester? → Zündquelle

suva

20 25.08.2026 Staubexplosion

20

Ex-Zone und Zündquellen: Absaugung und Filteranlage



Ex-Zonen:

- Leitung: je nach Situation
- Anlage innen: Ex-Zone 20 (evtl. 21)
- Umgebung: i.d.R. keine Ex-Zone (Unterdruck, Fortluft (nach Filter) wird meistens überwacht)

Neben zonenförmigen Arbeitsmitteln und Vermeiden offener Flammen sind die folgenden Punkte zu beachten:

- Förderung brennbarer Stäube → Elektrostatik
- Enthält das Produkt Glimmnester? → Zündquelle
- Enthält das Produkt metallische Fremtteile → Folge: mechanisch erzeugte Funken

21 25.08.2026 Staubexplosion

suva

21

Ablagerungen: ohne Explosionsschutz ...



22 25.08.2026 Staubexplosion

Imperial Sugar Company, 2008

suva

22

Welche Ex-Zone bei Ablagerungen

- Bei Ablagerungen: Ex-Zone 22
- Alle 13 möglichen Zündquellen insbesondere:
 - Heisse Oberflächen
 - Flammen
 - Glimmnester
 - Mechanisch erzeugte Funken
 - Elektrische Betriebsmittel
 - Statische Elektrizität
 - Blitzschlag
 - Chemische Reaktionen



suva

23 25.08.2026 Staubexplosion

23

Zusammenfassung: Zündquellenbetrachtung ist herausfordernd

- Heisse Oberflächen (Wärmestau durch Staubablagerungen, Reibung)
- Flammen
- Glimmnester (ausgelöst durch Funkenflug oder Selbstentzündung)
 - Ursache bei jedem 10. Explosionsereignis (alle Branchen)
- Mechanisch erzeugte Funken
- Elektrische Betriebsmittel
- Statische Elektrizität
 - Ursache bei jedem 10. Explosionsereignis (alle Branchen; Kunststoffindustrie sogar jedes 3. Ereignis!)
- Blitzschlag
- Chemische Reaktionen (→ Selbstentzündung)
 - Ursache bei jedem 15. Explosionsereignis (alle Branchen)
- Die weiteren Zündquellen (Strahlung, Ultraschall, usw.) sind situativ zu betrachten

suva

24 25.08.2026 Staubexplosion

24

Explosionsschutz – Gefährdungsbeurteilung – konstruktive Massnahmen

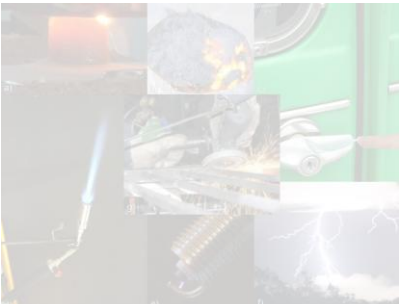


Brennbare Stoffe vorhanden?

- Gase
- Dämpfe
- Nebel
- **Stäube**

Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre?

2525.08.2026Staubexplosion



Zündquellen sicher vermeiden?

Heisse Oberflächen / Flammen / Glühnester / Mechanisch erzeugte Funken Elektrische Betriebsmittel / Statische Elektrizität / Blitzschlag / Chemische Reaktionen ...



Konstruktive Schutzmassnahmen:

- Berstscheiben / Berstklappen
- Explosionsunterdrückung usw.

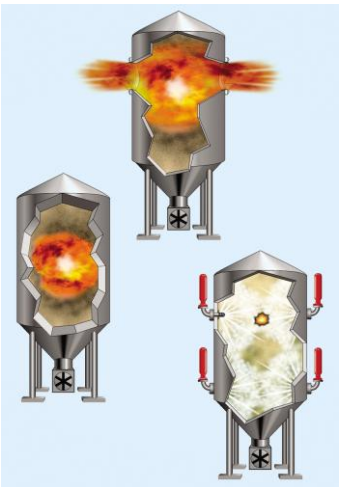
Entkopplung mit:

- Flammensperren (Gase /Dämpfe)
- Zellradschleusen (Stäube) usw.

suva

25

Konstruktiver Explosionsschutz



2625.08.2026Staubexplosion

Zitat Merkblatt Explosionsschutz (www.suva.ch/2153.d):
... Als alleinige Massnahme ist jedoch das Vermeiden von wirksamen Zündquellen in der Praxis im Allgemeinen nicht sicher genug. Deshalb sind häufig weitere Schutzmassnahmen erforderlich wie Inertisierung oder konstruktiver Explosionsschutz (z. B. Explosionsdruckentlastung). Das Vermeiden von Zündquellen als alleinige Schutzmassnahme ist in der Regel nur bei Stoffen mit hoher Mindestzündenergie anwendbar ...

- Beispiele konstruktiver Explosionsschutzmassnahmen:**
- Explosionsfeste Bauweise
 - Explosionsdruckentlastung
 - Explosionsunterdrückung
 - Explosionstechnische Entkopplung

suva

26

Es bleiben viele Herausforderungen

- Viele alte Anlagen (50-er und 60-er Jahre) Arbeitsmittel 2014/34/EU (94/9/EG)
- Keine Ex-Zonen definiert
- Einige Grossbetriebe haben – aufgrund von Neubauten oder Forderung aus Sicherheitsnachweis (Kontrolle elektrische BM) – Explosionsschutzkonzepte erstellt
- Für viele Anlagen ist aber weder ein Explosionsschutzdokument noch ein Explosionsschutzkonzept vorhanden
- Konstruktiver Explosionsschutz selten vorhanden und auch bei Umbauten schwer nachrüstbar

27 25.08.2026 Staubexplosion

suva

27

Was heisst dies für die Betreiber

- Betriebe beurteilen Staubexplosionsgefahr
- Ex-Zoneneinteilung über ganze Anlage
- Alte Arbeitsmittel werden bewertet (IP Schutzgrad, weitere wirksame Zündquellen usw.)
- Explosionsschutzdokument erstellt

28 25.08.2026 Staubexplosion

suva

28

Vor uns steht immer noch ein langer Weg



29

25.08.2026

Staubexplosion

suva