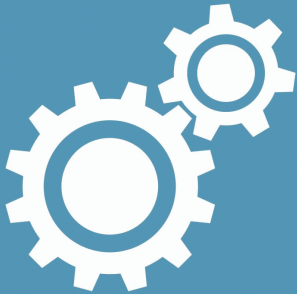


# Beispielsammlung

## „Staubexplosionsschutz an Maschinen und Apparaten“

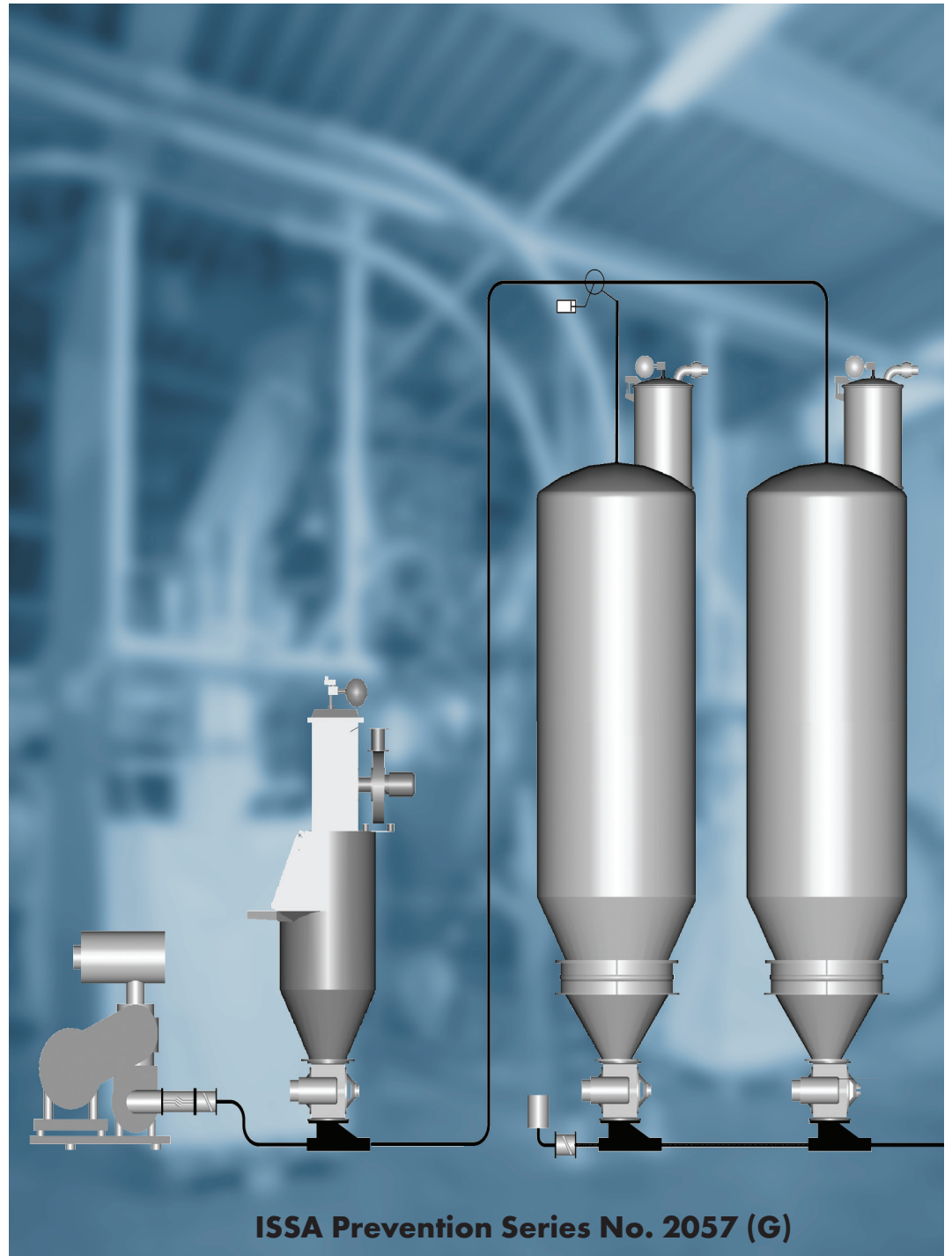
Teil 2: Stetigförderer, Übergabestellen und Empfangsbehälter



Internationale  
Sektion der IVSS  
für Maschinen- und  
Systemsicherheit  
Dynamostraße 7-11  
68165 Mannheim  
Deutschland



Internationale  
Sektion der IVSS  
für Prävention in der  
chemischen Industrie  
Kurfürsten Anlage 62  
69115 Heidelberg  
Deutschland



**ISSA Prevention Series No. 2057 (G)**

2014  
ISBN 978-92-843-7182-2  
ISSN 1015-8022



**issa**

INTERNATIONALE VEREINIGUNG FÜR SOZIALE SICHERHEIT | **IVSS**

*Sektion für Maschinen- und Systemsicherheit*



**issa**

INTERNATIONALE VEREINIGUNG FÜR SOZIALE SICHERHEIT | **IVSS**

*Sektion für Prävention in der chemischen Industrie*



issa

INTERNATIONALE VEREINIGUNG FÜR SOZIALE SICHERHEIT | **IVSS**

Die Internationale Vereinigung für soziale Sicherheit (IVSS) hat über 330 Mitglieder (Regierungsbehörden und Anstalten) in mehr als 155 Staaten, von denen sich die Hälfte mit der Arbeitssicherheit befassen. Sitz der IVSS ist Genf, beim Internationalen Arbeitsamt. Ihr Hauptziel ist die Förderung und der Ausbau der SOZIALEN SICHERHEIT in allen Teilen der Welt.

Zur Verbesserung der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes in den Betrieben wurde 1975 die



#### INTERNATIONALE SEKTION DER IVSS FÜR MASCHINEN- UND SYSTEMSICHERHEIT

gegründet. Sie behandelt Fragen zur Sicherheit von Maschinen, Anlagen und Systemen. Vorsitz und Sekretariat:

Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gastgewerbe (BGN),  
68165 Mannheim, Deutschland.

Zur Intensivierung der Arbeitssicherheit in den Betrieben ist seit 1970 für den Bereich der chemischen Industrie einschliesslich der Kunststoff-, Sprengstoff-, Mineralöl- und Gummiindustrie die



#### INTERNATIONALE SEKTION DER IVSS FÜR PRÄVENTION IN DER CHEMISCHEN INDUSTRIE

gebildet worden. Vorsitz und Sekretariat:

Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI),  
69115 Heidelberg, Deutschland.

# **Beispielsammlung zur Broschüre „Staubexplosionsschutz an Maschinen und Apparaten“**

Teil 2

Stetigförderer

(Pneumatische Stetigförderer, Band-, Ketten-,  
Schwing- und Schneckenförderer, Becherwerke),  
Übergabestellen und Empfangsbehälter

**Kompendium für die Praxis**

**Herausgeber**

Internationale Sektion für Maschinen- und Systemsicherheit der  
Internationalen Vereinigung für Soziale Sicherheit (IVSS)  
Dynamostraße 7-11  
68165 Mannheim  
Deutschland

Internationale Sektion für Prävention in der chemischen Industrie der  
Internationalen Vereinigung für Soziale Sicherheit (IVSS)  
Kurfürsten-Anlage 62  
69115 Heidelberg  
Deutschland

Die Internationale Vereinigung für Soziale Sicherheit (IVSS) hat sich zum Ziel gesetzt, durch fachlich orientierte Sektionen die Risiken, die in den verschiedenen Arbeitsbereichen wahrgenommen werden durch Informationsaustausch, Veröffentlichungen und Kolloquien aufzuzeigen, zu bewerten und Maßnahmen vorzuschlagen, durch die die Risiken und damit Arbeitsunfälle und Berufskrankheiten auf ein tragbares Maß reduziert werden können.

Die Vorstände der Sektionen „Prävention in der chemischen Industrie“ und „Maschinen- und Systemsicherheit“ der IVSS haben eine „Arbeitsgruppe Explosionsschutz“ eingesetzt, um den internationalen Erfahrungsaustausch unter Fachleuten zu fördern und für bestimmte Probleme gemeinsame Lösungen zu erarbeiten. Sie wollen auf diesem Weg einen Beitrag zu einem hohen und unter Industrieländern vergleichbaren Stand der Technik auf dem Gebiet leisten. Sie sind gewillt, ihr Wissen den industriell noch weniger entwickelten Ländern weiterzugeben.

Das Thema „Explosionssicherheit“ von Maschinen wird z. B. in der Europäischen Union in zwei Richtlinien behandelt, in der Maschinenrichtlinie (2006/42/EG) und in der Explosionsschutzrichtlinie ATEX (94/9/EG). In beiden Richtlinien werden grundlegende Anforderungen (ESR) festgelegt. Eine wesentliche Forderung beider Richtlinien ist es, Risikobeurteilungen durchzuführen. Sie sind die Grundlage für den Einsatz der Maschinen in den Betrieben. Dieser ist in einer weiteren Richtlinie geregelt, der ATEX 137 Richtlinie (1999/92/EG). Auch hier wird eine Risikobeurteilung gefordert.

Das Kompendium soll es den Verantwortlichen in den Betrieben erleichtern, das Explosionsrisiko bei der Auswahl und dem Betrieb, der in dieser Broschüre beschriebenen Anlagen und Maschinen in explosionsgefährdeten Bereichen abzuschätzen und die auf Grund der Risikobewertung abzuleitenden Schutzmaßnahmen zu treffen. Das Kompendium setzt sich aus mehreren Teilen zusammen. Der erste Teil befasst sich mit Mühlen, Brechern, Abscheidern und Siebmaschinen. Der hier vorliegende zweite Teil beschäftigt sich mit Stetigförderern, Übergabestellen und Empfangsbehältern.

Die Sektionen „Maschinen- und Systemsicherheit“ und „Prävention in der chemischen Industrie“ leisten so einen Beitrag zur Erhaltung und Weiterentwicklung eines hohen und vergleichbaren Standes der Technik. Dies wird auch über die aktive Mitarbeit von Mitgliedern ihrer Arbeitskreise in Ausschüssen der EU unterstützt.



.....  
Vorsitzender des Vorstands  
der Sektion  
Maschinen- und Systemsicherheit  
(Norbert Weis)



.....  
Vorsitzender des Vorstands  
der Sektion Prävention in der  
chemischen Industrie  
(Thomas Köhler)

# Arbeitsgruppe Explosionsschutz

## Autoren dieser Broschüre

### Vorsitz der Projektgruppe Beispielsammlung

Prof. Dr. Siegfried Radandt,  
Forschungsgesellschaft für angewandte Systemsicherheit und Arbeitsmedizin (FSA),  
Mannheim

### Autoren

Dr. A. Arnold, BGN, Mannheim .....	(D)
Dr. M. Glor, Swiss Process Safety Consulting GmbH, Allschwil.....	(CH)
M. Gehrke, BGN, Hannover .....	(D)
A. Harmanny, ISMA, Kontich .....	(B)
N. Jaeger, Syngenta, Basel.....	(CH)
Dr. Z. Kramar, SIQ, Ljubljana .....	(SI)
G. van Laar, Inburex Consulting GmbH, Hamm-Breda.....	(D/NL)
G. Nied, AZO GmbH + Co KG, Osterburken .....	(D)
Dr. R. J. Ott, ESCIS, Meggen.....	(CH)
Prof. Dr. S. Radandt, FSA, Mannheim.....	(D)
Dr. M. Scheid, BAM, Berlin.....	(D)
R. Siwek, FireEx Consultant GmbH, Kaiseraugst .....	(CH)

### Gestaltung und Grafik

Dr. A. Arnold, BGN, Mannheim .....	(D)
Dr. R. J. Ott, ESCIS, Meggen.....	(CH)
Dieter Settele, BGN, Mannheim .....	(D)

## Weitere Mitglieder der Arbeitsgruppe Explosionsschutz

M. Bloch, INRS, Paris.....	(F)
Ch. Bosshard, Suva, Luzern .....	(CH)
Dr. B. Dyrba, BG RCI, Heidelberg .....	(D)
Prof. Dr. A. Fiumara, Milano .....	(I)
Dr. M. Gschwind (Vorsitz), Suva, Luzern .....	(CH)
K. Kopia, AUVA, Wien .....	(A)
Dr. O. Losert, BG RCI, Heidelberg .....	(D)
F. Marc, INRS, Paris.....	(F)
Dr. G. Pellmont, Pellmont Explosionsschutz, Binningen/Basel .....	(CH)
F. Pera, ISPESL, Roma.....	(I)
B. Poga, BG RCI, Heidelberg .....	(D)
B. Sallé, INRS, Paris .....	(F)
Dr. K.-W. Stahmer, IFA, Sankt Augustin .....	(D)
M. von Arx, Suva, Luzern .....	(CH)
W. Witvoet, SABIC EuroPetroChemicals, Geleen.....	(NL)

<b>Vorwort</b> .....	<b>4</b>
<b>Arbeitsgruppe Explosionsschutz</b> .....	<b>6</b>
<b>Vorbemerkungen</b> .....	<b>8</b>
<b>6 Stetigförderer</b> .....	<b>13</b>
6.1 Pneumatische Fördersysteme .....	13
6.2 Mechanische Stetigförderer .....	18
6.2.1 Bandförderer .....	18
6.2.2 Kettenförderer .....	21
6.2.2.1 Trogkettenförderer .....	21
6.2.2.2 Rohrkettenförderer und aeromechanische Förderer .....	23
6.2.3 Schwingförderer .....	27
6.2.4 Schneckenförderer .....	28
6.2.5 Elevatoren .....	31
6.3 Übergabestellen und Empfangsbehälter .....	42
<b>1. - 5. Kapitel</b>	
Mühlen, Brecher, Mischer, Abscheider, Siebmaschinen	
Siehe Beispielsammlung Teil 1, ISSA-Prevention Series, No. 2057 (G)	
<b>Literatur</b> .....	<b>49</b>
<b>Bildnachweis</b> .....	<b>50</b>
<b>Schriftenreihe der IVSS (Explosionsschutz)</b> .....	<b>51</b>

# Vorbemerkungen

In den nachfolgenden Ausführungen sollen für verschiedene Maschinen und Anlagen typische Staubexplosionsgefahren und Schutzmaßnahmen aufgezeigt werden.

Dieser Teil ist eine Fortsetzung der Beispielsammlung Teil 1 („Mühlen, Brecher, Mischer, Abscheider, Siebmaschinen“) zur Broschüre „Staubexplosionsschutz an Maschinen und Apparaten“.

Wie in verschiedenen IVSS-Broschüren, insbesondere „Staubexplosionsschutz an Maschinen und Apparaten“ (IVSS, 1998, Mannheim, ISBN 92-843-7129-5), beschrieben, stehen vorbeugende und konstruktive Schutzmaßnahmen zur Verfügung, die als Einzelmaßnahme oder in Kombination angewendet werden können:

## Vorbeugende Schutzmaßnahmen

- Vermeiden explosionsfähiger Atmosphäre z. B. durch
  - Konzentrationsbegrenzung
  - Inertisierung
  - Anwendung von Vakuum
- Vermeiden von wirksamen Zündquellen

Bei der alleinigen Anwendung der vorbeugenden Schutzmaßnahme „Vermeiden von wirksamen Zündquellen“ muss gewährleistet sein, dass alle in Frage kommenden wirksamen Zündquellen zuverlässig vermieden werden. Diese Forderung ist umso schwieriger umzusetzen, je niedriger die Mindestzündenergie des vorliegenden Staubes ist und je komplexer die Anlage und die Prozesse sind. Bei der Verarbeitung von Produkten mit einer Mindestzündenergie (MZE) kleiner 10 mJ ist die Schutzmaßnahme „Vermeiden wirksamer Zündquellen“ als alleinige Schutzmaßnahme in der Praxis schwierig umzusetzen (siehe auch Ablaufschema in Abbildung 1). Zusätzlich muss beachtet werden, dass bei erhöhter Temperatur die Mindestzündenergie kleiner wird. Flankierend sind vorbeugende Schutzmaßnahmen „Vermeiden explosionsfähiger Atmosphäre“ oder „Konstruktive Schutzmaßnahmen“ vorzusehen. Für Produkte mit einer niedrigen Mindestzündenergie ist „Phlegmatisierung“ (Teilinertisierung) als weitere Maßnahme anwendbar. Durch eine Reduzierung der Sauerstoffkonzentration wird die Zündempfindlichkeit des Produktes verringert.



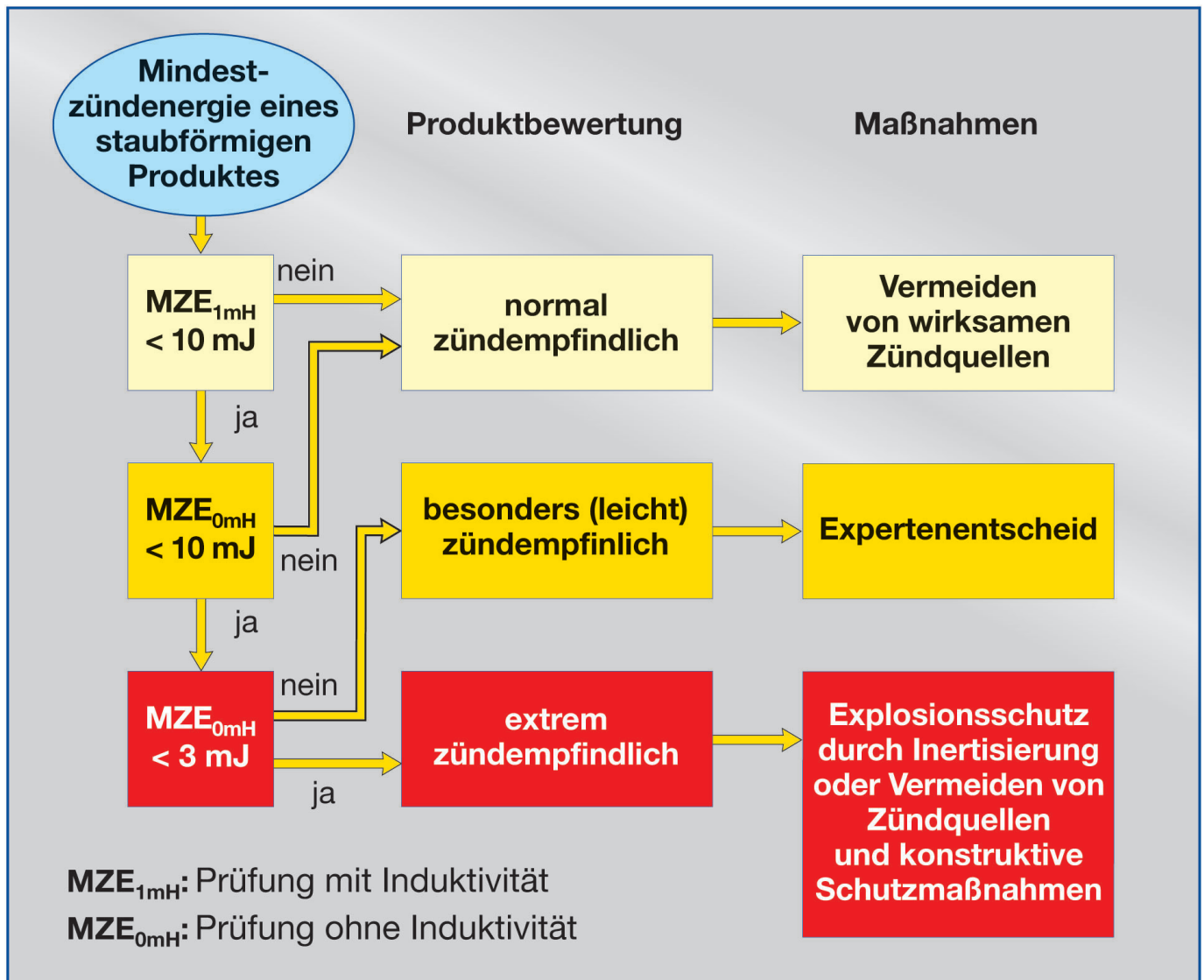


Abbildung 1: Schema zur Abschätzung von Schutzmaßnahmen in Abhängigkeit von der Mindestzündenergie (MZE) des verarbeiteten Produktes. Die Bestimmung der MZE erfolgt in der Regel zunächst mit einem zeitlich gedehnten elektrischen Entladungsfunken (mit Induktivität im Entladekreis). Ergibt sich dabei eine  $MZE_{1mH}$  unterhalb von 10 mJ wird die Messung ohne Induktivität ( $MZE_{0mH}$ ) im Entladekreis wiederholt. Konstruktive Schutzmaßnahmen können auch für Produkte mit einer MZE oberhalb von 10 mJ notwendig werden, wenn nicht alle Zündquellen mit hinreichender Sicherheit vermieden werden können.

## **Konstruktive Schutzmaßnahmen**

- Explosionsfeste Bauweise für den zu erwartenden Explosionsüberdruck in Kombination mit explosionstechnischer Entkopplung
- Explosionsfeste Bauweise in Verbindung mit Explosionsdruckentlastung und in Kombination mit explosionstechnischer Entkopplung
- Explosionsfeste Bauweise in Verbindung mit Explosionsunterdrückung und in Kombination mit explosionstechnischer Entkopplung

Die geeignete Auswahl von Maßnahmen kann nur unter Berücksichtigung der im Einzelfall vorliegenden anlagen- und staubspezifischen Randbedingungen und unter Berücksichtigung der Vor- und Nachteile bzw. der Anwendungsgrenzen der verschiedenen Maßnahmen erfolgen. Dabei sind die Explosionsrisiken zu ermitteln, einer Bewertung zu unterziehen (z. B. nach der europäischen Richtlinie 1999/92/EG) und angemessene Maßnahmen zu treffen.

Die Beispielsammlung zeigt Explosionsrisiken und Schutzmaßnahmen auf, erhebt aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit. In den Ausführungsbeispielen werden in der Praxis bewährte Lösungen aufgezeigt. Im Anwendungsfall müssen jedoch die jeweils vorliegenden Randbedingungen beachtet werden (z. B. Drucküberhöhung bei verbundenen Behältern, Verbot der Explosionsdruckentlastung bei toxischen Produkten, Überschreiten der bei Explosionsunterdrückung zulässigen maximalen Druckerhöhungsgeschwindigkeit).

Für chemisch instabile, schlagempfindliche Produkte oder hybride Gemische sind in jedem Fall besondere sicherheitstechnische Überlegungen anzustellen.

Die im Folgenden beschriebenen Maschinen und Anlagen müssen dem aktuellen Stand der Technik entsprechen. Insbesondere müssen Schutzsysteme, wie Zellenradschleusen, Berstscheiben und Explosionsunterdrückungsanlagen vor dem Einsatz geprüft werden, und z. B. in der EU durch notifizierte Prüfstellen zertifiziert werden. Sie müssen regelmäßig überprüft und/oder überwacht werden, um Risiken, die sich aus z. B. mangelnder Wartung ergeben, zu verhindern.

Die in dieser Broschüre beschriebenen Beispiele für Zoneneinteilungen innerhalb der unterschiedlichen Fördersysteme müssen im konkreten

Einzelfall vom Betreiber hinsichtlich der Übertragbarkeit auf seine Anlagen geprüft werden. Die tatsächlich vorzunehmende Zoneneinteilung hängt von vielen Randbedingungen ab (z. B. Fördergeschwindigkeit, Beladung, Produkteigenschaften).

Die Definitionen der Zonen sind in der IVSS-Broschüre „Praxishilfen zur Erstellung des Explosionsschutzdokumentes“ (IVSS, 2006, Mannheim, ISBN 92-843-7167-8) oder in der Richtlinie 1999/92/EG zu finden.

Bei den betrachteten Maschinen sind prinzipiell die 13 Zündquellen nach EN 1127-1 zu berücksichtigen.

Dies sind:

- 1. Heiße Oberflächen**
- 2. Flammen und heiße Gase**
- 3. Mechanisch erzeugte Funken**
- 4. Elektrische Anlagen**
5. Elektrische Ausgleichsströme, kathodischer Korrosionsschutz
- 6. Statische Elektrizität**
7. Blitzschlag
8. Elektromagnetische Wellen im Bereich der Frequenzen von  $10^4$  Hz bis  $3 \cdot 10^{12}$  Hz (Hochfrequenz)
9. Elektromagnetische Wellen im Bereich der Frequenzen von  $3 \cdot 10^{11}$  Hz bis  $3 \cdot 10^{15}$  Hz
10. Ionisierende Strahlung
11. Ultraschall
12. Adiabatische Kompression und Stoßwellen (strömende Gase)
- 13. Exotherme Reaktionen, einschließlich Selbstentzündung von Stäuben**

Die Praxis hat gezeigt, dass zum Vermeiden von Staubexplosionen die **fett geschriebenen** Zündquellen besonders relevant sind. In den nachfolgenden Beispielen wird aufgezeigt wie diese verhindert werden können.

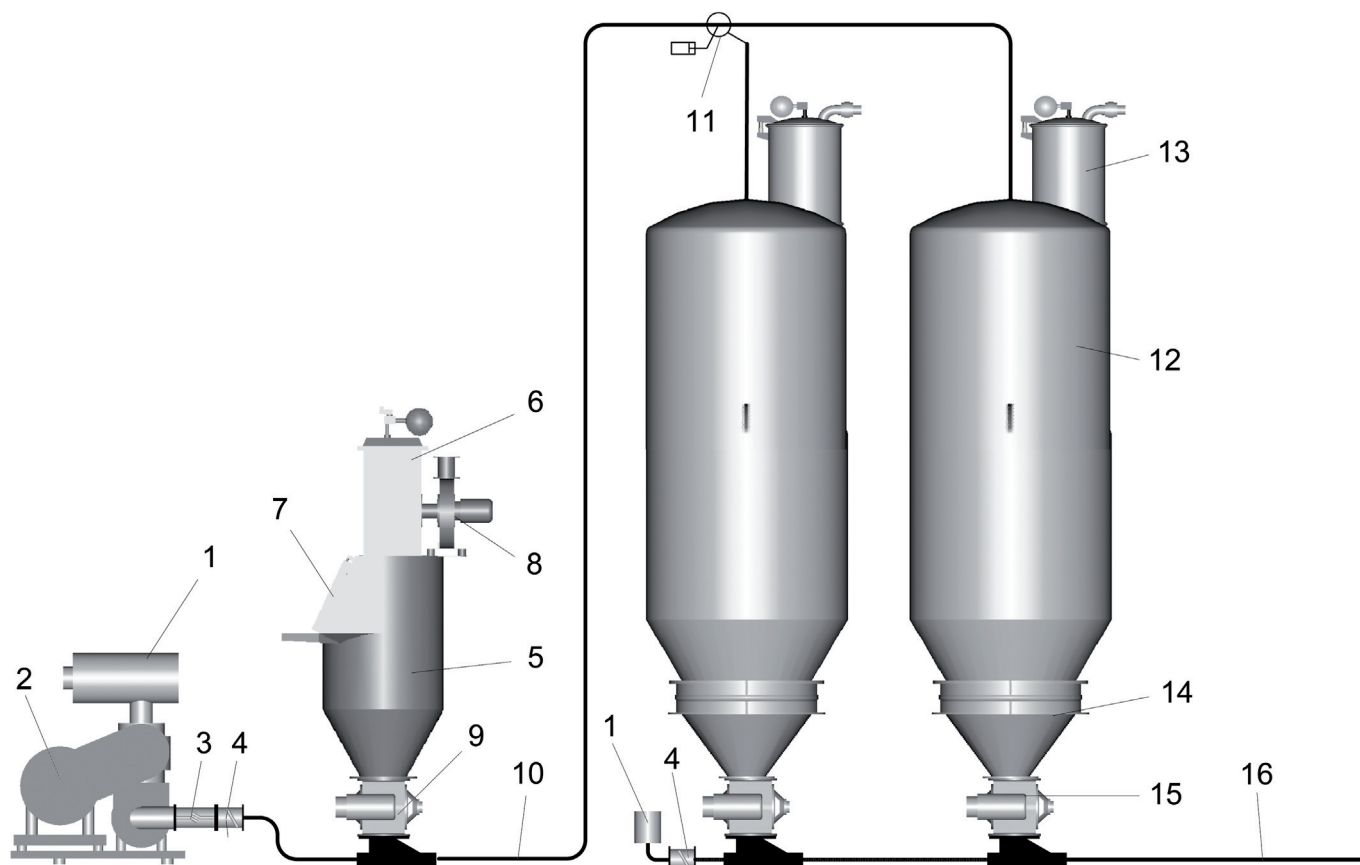
Hierzu werden die Zündquellen einzeln analysiert und dahingehend bewertet, ob diese wirksam sind, d. h. es wird geprüft, ob im Normalbetrieb (einschließlich An- und Abfahren), bei vorhersehbaren und bei selten auftretenden Störungen das Entstehen von wirksamen Zündquellen ausgeschlossen werden kann.

Im Einzelfall bewährte Schutzmaßnahmen werden aufgezeigt. Typische Beispiele werden beschrieben, jedoch muss immer darauf geachtet werden, dass jede Anlage in der Praxis davon abweichen kann, und daher die Maßnahmen entsprechend angepasst werden müssen.

## 6 Stetigförderer

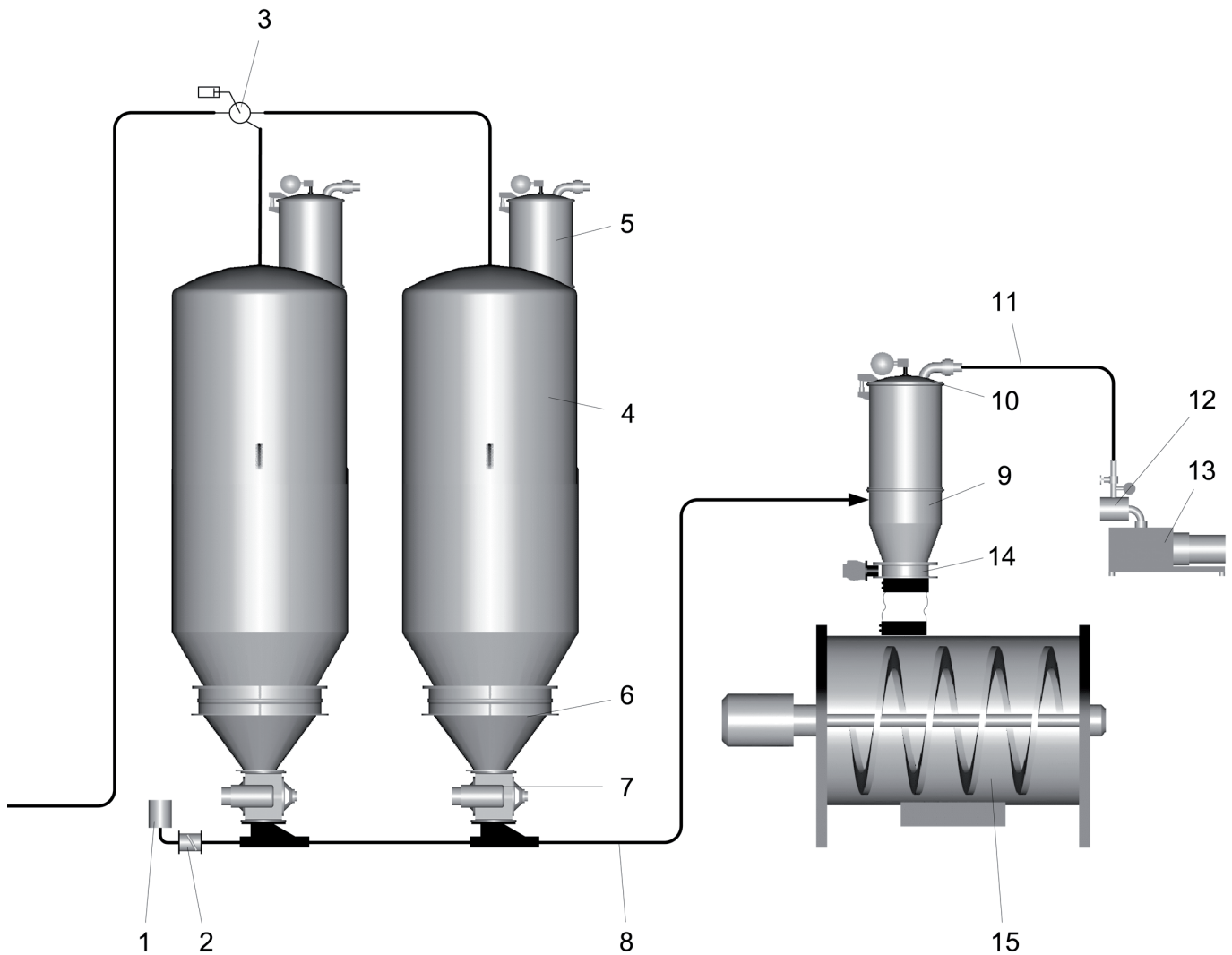
### 6.1 Pneumatische Fördersysteme

Ein pneumatisches Stetigfördersystem im Sinne dieser Broschüre besteht aus Produktaufgabe, Einschleusung, Druck- oder Vakuumerzeuger, Rohrleitungen und Empfangsbehälter. Bei den Systemen kann zwischen Druck- (Abbildung 2) und Saugfördersystemen (Abbildung 3) unterschieden werden.



- |                                  |                           |
|----------------------------------|---------------------------|
| 1 Ansaugfilter                   | 9 Austragschleuse         |
| 2 Verdichter/Gebläse             | 10 Förderleitung „Druck“  |
| 3 Funksperre                     | 11 Rohrweiche             |
| 4 Rückschlagklappe               | 12 Silo                   |
| 5 Einschütt-Trichter             | 13 Silo-Entlüftungsfilter |
| 6 Filter für Einfülltrichter     | 14 Austragsvorrichtung    |
| 7 Einfüllöffnung für das Produkt | 15 Austragschleuse        |
| 8 Ventilator für Besaugung       | 16 Saugförderleitung      |

Abbildung 2: Beispiel eines pneumatischen Druckfördersystems



- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| 1 Ansaugfilter          | 9 Filternder Abscheider |
| 2 Rückschlagklappe      | 10 Filter               |
| 3 Rohrweiche            | 11 Reinluftleitung      |
| 4 Silo                  | 12 Sekundärfilter       |
| 5 Silo-Entlüftungsfiler | 13 Vakuumpumpe          |
| 6 Austragsvorrichtung   | 14 Abschlussklappe      |
| 7 Austragsschleuse      | 15 Mischer              |
| 8 Saugförderleitung     |                         |

Abbildung 3: Beispiel eines pneumatischen Saugfördersystems

### Explosionsfähige Gemische in der Förderleitung

Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens explosionsfähiger Staub/Luft-Gemische in der Förderleitung ist abhängig von der Art des Förderzustandes, z. B. Flugförderung, Strähnenförderung, Pfropfenförderung (Impulsförderung), der Korngrößenverteilung und dem spezifischen Gewicht des geför-

erten Produktes (siehe auch Abbildungen 5 und 6). Bei grobem Material mit sehr geringem Staubanteil kleiner  $500 \mu\text{m}$  ist davon auszugehen, dass in Rohrleitungen kein explosionsfähiges Gemisch vorliegt. Es ist jedoch zu beachten, dass sich im Empfangsbehälter Feinstaub anreichern und dort zu einer Explosionsgefahr führen kann.

Beim An- und Abfahren muss mit explosionsfähigen Gemischen gerechnet werden. Im normalen Betriebszustand ist, insbesondere bei hoher Gutbeladung, die Konzentration der vorliegenden Staub/Luft-Gemische erfahrungsgemäss zu fett (obere Explosionsgrenze wird überschritten), um im Falle des Auftretens einer wirksamen Zündquelle das Staub-/Luft-Gemisch entzünden zu können. Eine beispielhafte Zonenzuordnung der unterschiedlichen Förderarten in Abhängigkeit von der Gutbeladung zeigt Abbildung 4.

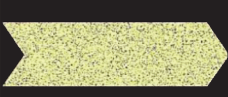

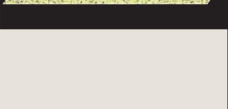

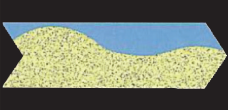

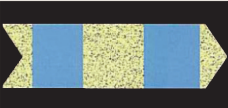

Fördersystem	Gutbeladung $R^* = \text{Verhältnis Produkt/Luft}$	Zone 20 21 22
 <b>Flugförderung</b> (kontinuierlich fördern)	$R > 10 \Rightarrow 8 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$	
 <b>Flugförderung</b> (diskontinuierlich fördern)	$R > 5 \Rightarrow 4 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ $R > 10 \Rightarrow 8 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$	
 <b>Strähnenförderung</b>	$R > 15 \Rightarrow 12 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$	
 <b>Dichtstromförderung</b>	$R > 20 \Rightarrow 16 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$	

Abbildung 4: Beispielhafte Zoneneinteilung in der Förderleitung für die Förderung eines brennbaren Staubes in Abhängigkeit von der Art der pneumatischen Förderung einschließlich An- und Abfahren. R ist der Gutbeladungsfaktor, der das Verhältnis von 1 kg Masse Fördergut zu 1 kg Masse des Förderluftstroms darstellt.

## Zündquellen und Schutzmaßnahmen

Bei pneumatischen Stetigförderern können folgende Zündquellen auftreten:

- Funkenentladungen durch elektrostatische Aufladung von nicht zuverlässig und dauerhaft geerdeten ( $R_E < 10^6 \Omega$ ) leitfähigen Förderrohren, Flanschen, Klappen und anderen Armaturen
- Gleitstielbüschelentladungen an isolierenden Beschichtungen mit einer Durchschlagsspannung größer als 4 kV im Inneren von leitfähigen Förderrohren oder Empfangsbehältern
- Gleitstielbüschelentladungen an isolierenden Produktablagerungen, welche beim Fördern von Produkten mit tiefem Schmelzpunkt oder unter erhöhter Temperatur durch Sinterungs- oder Schmelzprozesse im Inneren leitfähiger Förderrohre oder Empfangsbehältern auftreten können und eine Durchschlagsspannung größer als 4 kV aufweisen
- Gleitstielbüschelentladungen an isolierenden Förderrohren mit einer Durchschlagsspannung größer als 4 kV
- Mechanische Funken und/oder heiße Oberflächen in Druckerzeugern (z. B. Ventilatoren), welche im Produktstrom angeordnet sind
- Einfördern von wirksamen Zündquellen (z. B. Glimmnester) in die pneumatischen Stetigförderer
- Selbstentzündung; Erfahrungsgemäß ist durch den kurzen Kontakt mit der Förderluft keine signifikante Temperaturerhöhung der dispergierten Produkte zu erwarten. Bei sehr temperaturempfindlichen Produkten, kann jedoch die erhöhte Temperatur zur Selbstentzündung von Ablagerungen führen.
- Hohe Förderlufttemperatur kann aufgrund der Temperaturabhängigkeit der Zündempfindlichkeit zusätzliche Zündgefahren bewirken.

Mitgeförderte Fremdkörper können Reib- und Schlagfunken erzeugen. Im Allgemeinen besteht durch Reib- und Schlagfunken in der Förderleitung keine Zündgefahr.

Pneumatische Stetigförderer weisen bei den meisten Förderzuständen ein sehr geringes Staubexplosionsrisiko auf. Dies ist insbesondere auf die geringe Auftrittswahrscheinlichkeit explosionsfähiger Staub/Luft-Gemische und die Erniedrigung der Zündfähigkeit durch die Turbulenz zurückzuführen.



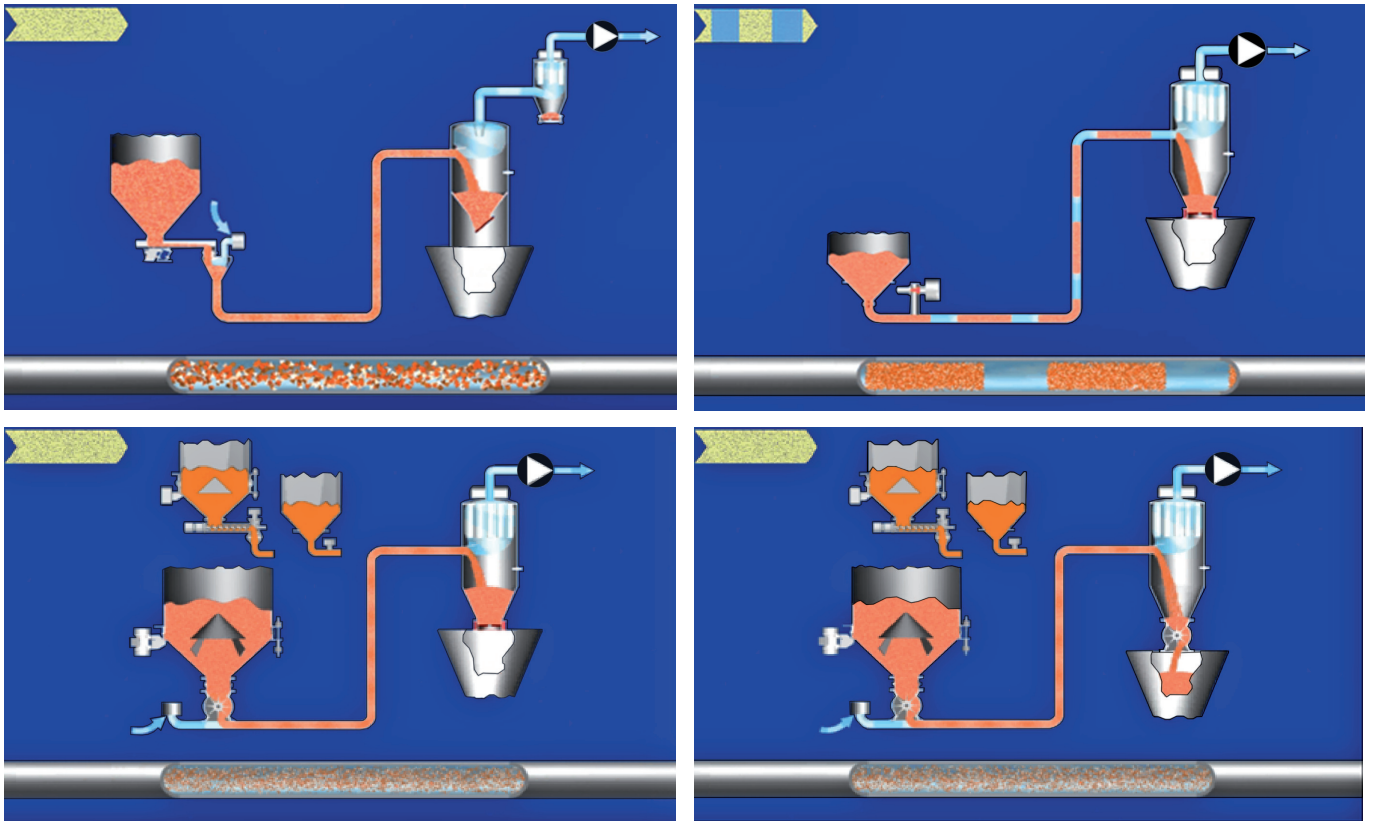


Abbildung 5: Pneumatische Saugförderanlagen als Flug- und Impulsförderung mit unterschiedlicher Produktaufgabe

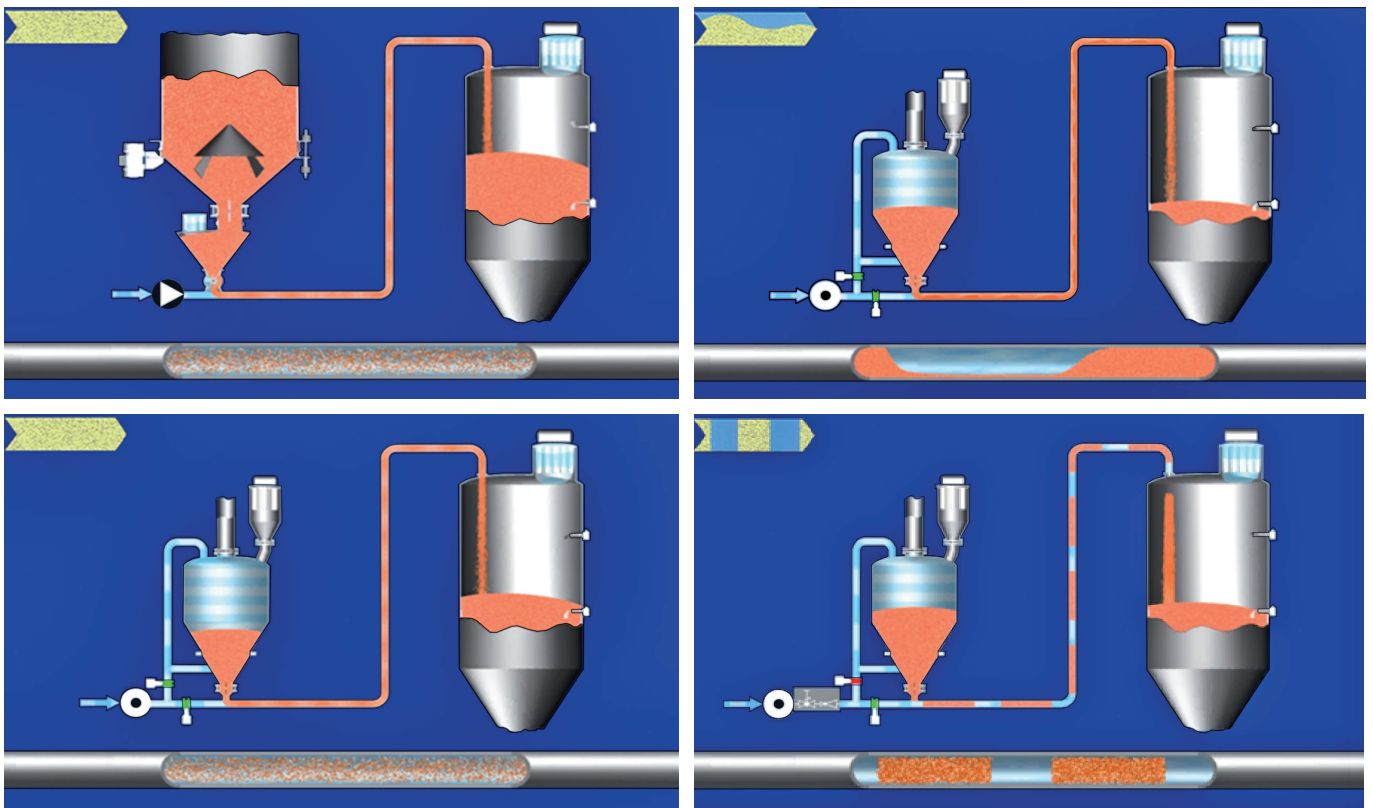


Abbildung 6: Pneumatische Druckförderanlagen als Flug-, Strahlen- und Impulsförderung mit unterschiedlicher Produktaufgabe

Glimmnester können durch pneumatische Förderleitungen übertragen werden. Dies führt erfahrungsgemäß nicht zu einer Entzündung in den Rohrleitungen, kann jedoch zu einer Entzündung eines explosionsfähigen Staub/Luft-Gemisches in den angeschlossenen Anlagenteilen führen. Durch zu hohe Prozesstemperaturen, können sich darüber hinaus in nachfolgenden Behältern Glimmnester bilden.

Über pneumatische Förderleitungen können Explosionen vom Ort der Entstehung in angeschlossene Anlagenteile übertragen werden. Dies ist nicht nur in, sondern auch entgegen der Förderrichtung möglich, selbst bei hohen Fördergeschwindigkeiten. Die Wahrscheinlichkeit einer Explosionsübertragung steigt mit sinkender Staubbeladung, somit sind sowohl An- und Abfahrvorgänge als auch Phasen mit stockendem oder fehlendem Produktfluss, am kritischsten zu bewerten. Der Einfluss des reduzierten Explosionsdruckes auf die Übertragungswahrscheinlichkeit ist gering. Das bedeutet, dass selbst für sehr niedrige reduzierte Explosionsdrücke mit einer Flammenübertragung gerechnet werden muss. Allerdings kommt es bei reduzierten Explosionsdrücken unterhalb von 0,3 bar nicht mehr zu einer signifikanten Vorkompression in den angeschlossenen Anlagenteilen.

Die Wahrscheinlichkeit einer Explosionsübertragung sinkt mit abnehmendem Förderrohrquerschnitt.

## **6.2 Mechanische Stetigförderer**

### **6.2.1 Bandförderer**

Bandförderer können in geschlossener oder offener Bauweise eingesetzt werden. Bei der Verwendung offener Förderer ist von einer stärkeren Verstaubung im Anlagenumfeld auszugehen. Bandförderer in geschlossener Bauweise haben ein höheres Risiko einer Explosionsübertragung.

Ebenfalls zu den Bandförderern werden sogenannte „Pipe-Conveyor“ gezählt, bei denen der mit Gut beladene Fördergurt rohrförmig um das Fördergut geschlossen wird. Das Fördergut wird dabei staubdicht eingeschlossen; der Transport kann so über mehrere Kilometer erfolgen.

Die Explosionsgefahr in Bandförderern ist im Allgemeinen als sehr gering anzusehen. Wie die Erfahrung gezeigt hat, stehen bei Bandförderern die Brandgefahr und damit der Brandschutz im Vordergrund. Aus Bränden resultieren jedoch Zündquellen für explosionsgefährdete Bereiche an den Übergabestellen oder durch aufgewirbelte Staubablagerungen. Brennende Teile, aber auch mitgeführte Glimmnester, können sehr schnell auch in angeschlossene Aggregate, z. B. Elevatoren, gefördert werden.

## **Explosionsfähige Gemische**

An Abwurf- und Übergabestellen ist für staubförmige Stoffe und grobe Produkte mit hohem Feinstaubanteil (z. B. ungereinigtes Getreide) gelegentlich mit explosionsfähiger Atmosphäre zu rechnen (Zone 21). Für die übrigen Bereiche ist davon auszugehen, dass explosionsfähige Atmosphäre normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig auftritt (Zone 22).

Bereiche in denen explosionsfähige Gemische auftreten, können z. B. durch

- Verringern des Staubanteils im Fördergut,
- Verringern der Fallhöhe,
- Erhöhen der Feuchte,
- Versprühen von staubbindenden Flüssigkeiten,
- wirksame Absaugung,
- Verzicht einer Rückführung des abgeschiedenen Feinstaubes auf die Bänder

verkleinert bzw. vermieden werden.

Darüber hinaus kommt es auch im Nahbereich der Abwurf- und Übergabestellen zu Staubablagerungen. Diese können z. B. durch

- Verringern der Bandgeschwindigkeit,
- Verwenden ableitfähiger Fördergurte,
- eine Bandreinigung

verringert werden.

## Zündquellen und Schutzmaßnahmen

Als Zündquellen an Bandförderern können auftreten:

- Festsitzende Rollen, die durch Reibung stark erhitzt werden
- Heiße Oberflächen durch festsitzende Lager
- Heiße Oberflächen durch Anlaufen oder Durchrutschen des Bandes
- Elektrostatische Entladungsvorgänge bei unzureichend geerdeten leitfähigen oder ableitfähigen Teilen, z. B. Förderbändern mit Metalleinlagen, isolierend gelagerten metallischen Umlenkrollen oder bei hochisolierenden Oberflächen

Schutzmaßnahmen zum Vermeiden wirksamer Zündquellen sind:

- Regelmäßige Wartung/Kontrolle der Lager
- Drehzahlüberwachung
- Schiefelaufüberwachung (insbesondere bei längeren Bändern)
- Temperaturüberwachung z. B. durch Sensorkabel (insbesondere bei eingehausten Bändern oder solchen, die nicht gut begangen werden können, bei denen also Defekte an den Rollen u. ä. nicht so einfach auffallen können, Abbildung 7)
- Glimmnestdetektion an den Übergabestellen zum Vermeiden der Übertragung von Glimmnestern
- Einsatz von Bändern aus leitfähigen oder ableitfähigen Materialien; Einhalten von maximal zulässigen Fördergeschwindigkeiten (IEC 60079-32-1 und EN 12882)
  - Alternativ können auch isolierende Bänder eingesetzt werden, bei denen eine elektrostatische Aufladung durch nicht zündwirksame Koronaentladungen auf ein ungefährliches Maß reduziert wird.
- Einsatz von Bändern aus schwerentflammbareren Materialien
- Zusätzlich Reinigung (Beseitigen von Staubablagerungen) bzw. wirksame Aspiration bei eingehausten Bereichen

Kann das Auftreten von explosionsfähigen Staub/Luft-Gemischen und wirksamen Zündquellen nicht mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden, sind konstruktive Explosionsschutzmaßnahmen erforderlich.

Zum Vermeiden einer Explosionsübertragung ist unter Umständen eine explosionstechnische Entkopplung notwendig. Diese kann z. B. über eine Löschmittelsperre oder durch eine mechanische Entkopplung mittels Fallrohr ausgeführt werden. Fallrohre stellen jedoch für Brände keine Entkopplung dar.

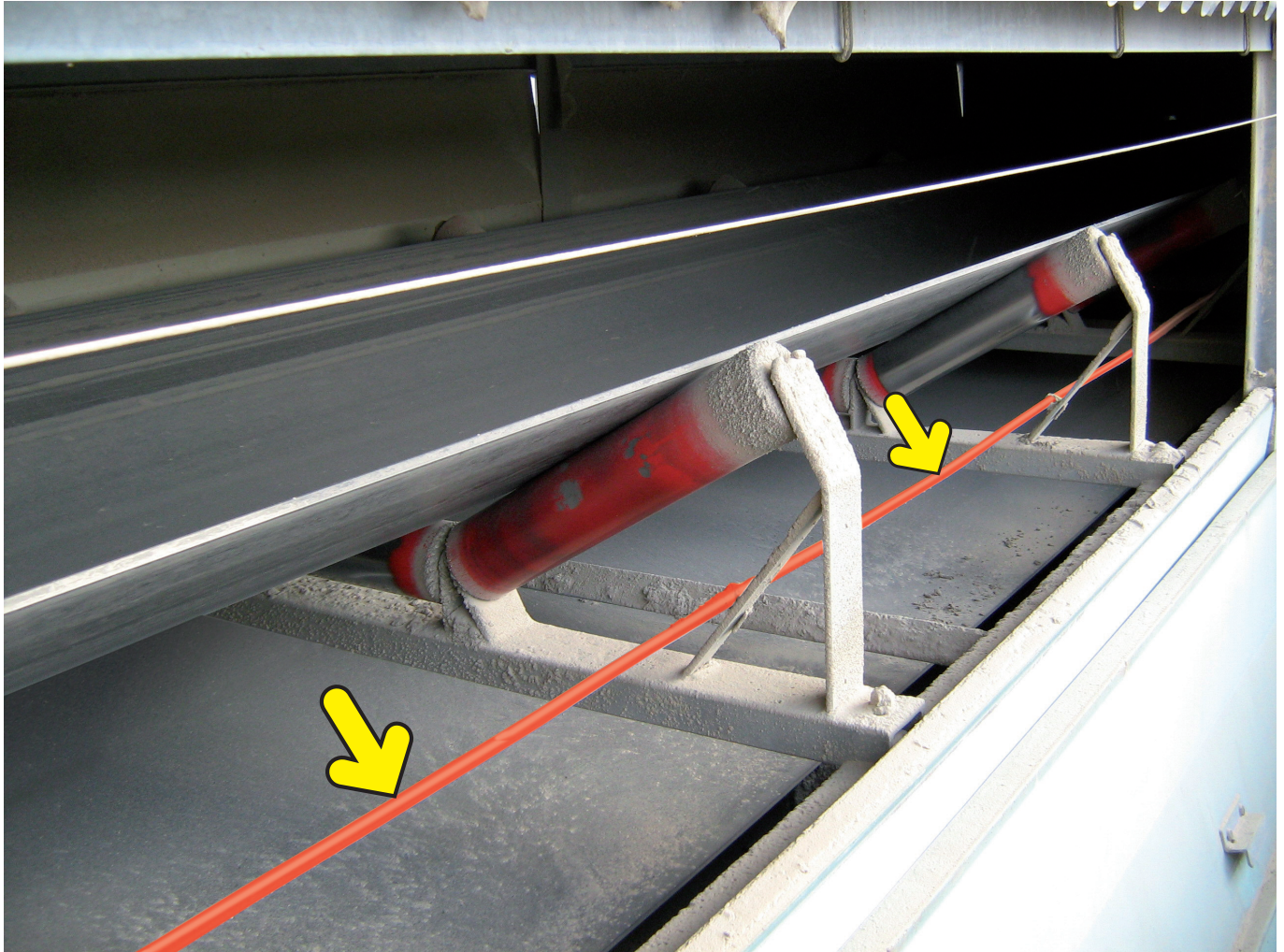


Abbildung 7: Einsatz eines Sensorkabels (Pfeile) zur Temperaturüberwachung; hierdurch können Defekte an den Rollen frühzeitig erkannt werden  
(Quelle: G.T.H. Getreide Terminal Hamburg GmbH & Co. KG)

## 6.2.2 Kettenförderer

### 6.2.2.1 Trogkettenförderer

Ein Trogkettenförderer besteht aus einer Antriebseinheit, einer endlosen in einem geschlossenen Trog umlaufenden Förderkette mit Mitnehmern (Kratzer) und einer Spannstation, die ein Spannen und Lockern der Förderkette ermöglicht (Abbildung 8).

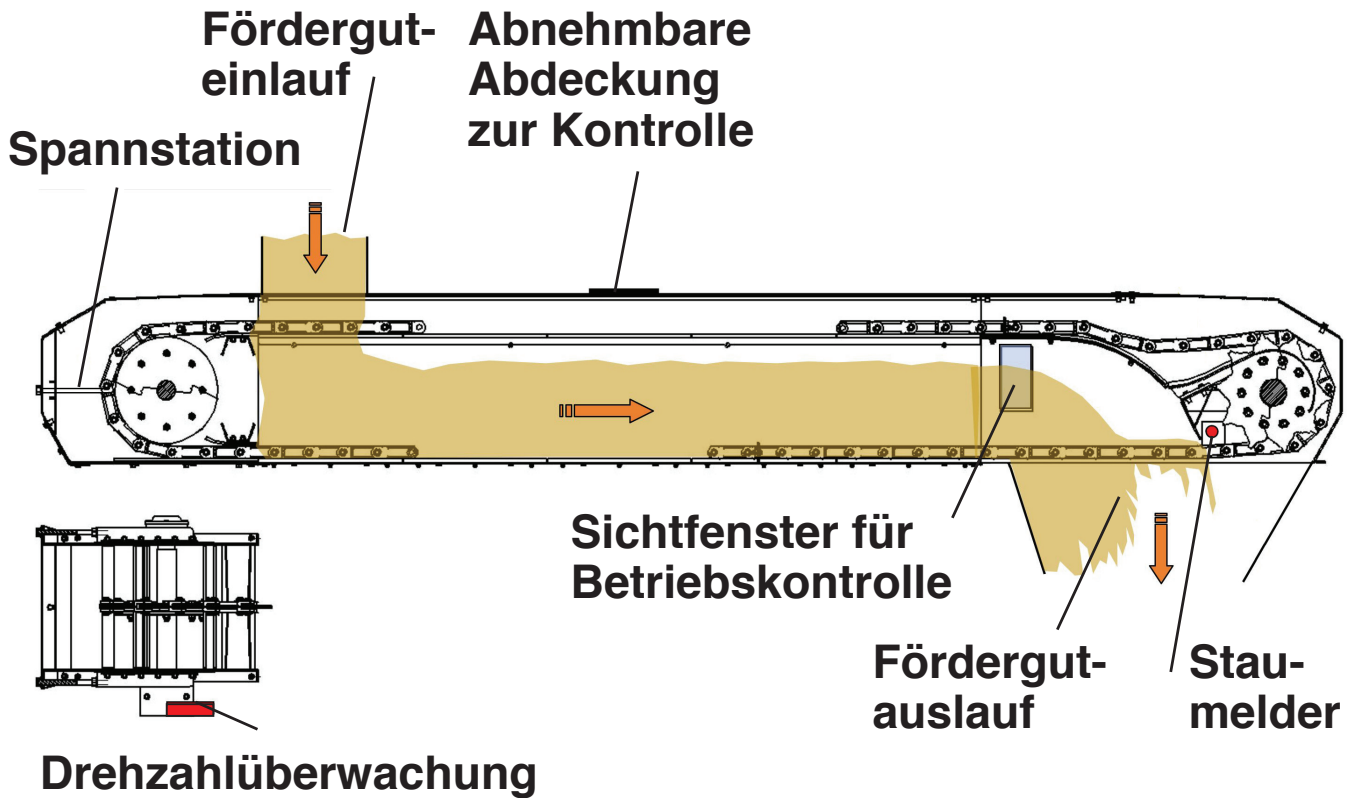


Abbildung 8: Schematische Darstellung eines Trogkettenförderers

## Explosionsfähige Gemische

Das Auftreten explosionsfähiger Staub/Luft-Gemische in Trogkettenförderern ist betriebsmäßig beim Fördern staubförmiger oder staubhaltiger Güter im unmittelbaren Bereich von Abwurf- oder Übergabestellen zu erwarten. Aufgrund der niedrigen und gleichmäßigen Transportgeschwindigkeit ist in Trogkettenförderern nur mit räumlich begrenztem Auftreten explosionsfähiger Atmosphäre zu rechnen.

An Abwurf- und Übergabestellen ist für staubförmige Stoffe und grobe Produkte mit hohem Feinstaubanteil (z. B. ungereinigtes Getreide) gelegentlich mit explosionsfähiger Atmosphäre zu rechnen (Zone 21). Für die übrigen Bereiche ist davon auszugehen, dass explosionsfähige Atmosphäre normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig auftritt (Zone 22). Dennoch kann es insbesondere bei geschlossener Bauweise zu einer Explosionsübertragung zwischen den angrenzenden Anlagenteilen über den Förderer kommen.

## Zündquellen und Schutzmaßnahmen

Als Zündquellen bei Trogkettenförderern können auftreten:

- Heiße Oberflächen am Lager des Antriebsteils
- Heiße Oberflächen und mechanische Funken
- Selbstentzündung von gestautem Produkt durch fortwährenden Eintrag von Energie durch die Förderkette
- Selbstentzündung von größeren über längere Zeit verweilenden Staubablagerungen durch mangelnde Reinigung
- Entladungen statischer Elektrizität

Schutzmaßnahmen zum Vermeiden wirksamer Zündquellen sind:

- Verwenden außenliegender Lager oder Lagertemperaturkontrolle
- Einhalten der Fördergeschwindigkeit von maximal  $v = 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- Einsatz von Staumeldern bzw. Schanzklappen
- Regelmäßige Reinigung im Bereich der Schanzklappen und Entfernen von Staubanbackungen und Ablagerungen
- Fertigung aus leitfähigen Materialien
- Erden aller leitfähigen und ableitfähigen Teile und regelmäßiges Überprüfen der Erdung; insbesondere bei Trogkettenförderern mit isolierenden Teilen oder Beschichtungen

### 6.2.2.2 Rohrkettenförderer und aeromechanische Förderer

Rohrkettenförderer bestehen aus Antriebstation, Spannstation, Rohrgehäuse und umlaufender Förderkette mit in gleichmäßigen Abständen angebrachten Mitnehmerscheiben, mit denen das Produkt in den Zwischenräumen schiebend gefördert wird (Abbildung 9). Die Förderkette läuft im staubdichten Rohrgehäuse, wobei die Mitnehmerscheiben einen geringen Abstand zur Rohrwandung besitzen. In die Förderstrecke können beliebig viele Aus- und auch Einläufe integriert werden. In der Regel sind die Förderrohre und die Mitnehmerscheiben (Guss, Edelstahl oder Kunststoff) rund, es gibt jedoch auch quadratische Ausführungen. Es können horizontale, vertikale und diagonale Förderwege bis zu einer Länge von ca. 60 m vollzogen werden. Die Förderleistung beträgt je nach Produkt und Förderer bis ca.  $70 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  bei einer Fördergeschwindigkeit von max. ca.  $0,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .



Abbildung 9:  
Prinzipskizze einer Rohrführung eines  
Rohrkettenförderers  
(Quelle: Schrage GmbH Anlagen-  
bau)

Aeromechanische Förderer (Abbildung 10), auch Scheiben- oder Tellerförderer genannt, sind den Rohrkettenförderern verwandt. Sie sind wie Rohrkettenförderer aufgebaut. Die Mitnehmerscheiben besitzen jedoch einen deutlich größeren Abstand zur Rohrwandung. Durch die Bewegung der Mitnehmerscheiben wird ein Luftstrom erzeugt, der zu einem Unterdruck auf der Rückseite der Mitnehmerscheiben führt. Durch diesen Unterdruck wird das Produkt mitgeführt.

Die Scheiben bestehen aus Kunststoff (z. B. Polyurethan), die Seile aus Stahl oder ebenfalls aus Kunststoff. Die Fördermengen betragen je nach Bauart, Fördergeschwindigkeit ca.  $4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  und Produkt bis zu  $50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ .





Abbildung 10: Einsatz eines aeromechanischen Förderers zur Beladung eines Silofahrzeuges  
(Quelle: Gough GmbH Sieb- und Fördertechnik)

### **Explosionsfähige Gemische**

Im Inneren von Rohrkettenförderern und aeromechanischen Förderern liegt bei vollständiger Befüllung erfahrungsgemäß keine Zone vor. Bei nicht vollständiger Befüllung ist abhängig vom Produkt gegebenenfalls eine Zone 22 anzusetzen. An Abwurf- und Übergabestellen ist mit explosionsfähiger Atmosphäre zu rechnen (in der Regel Zone 21).

## Zündquellen und Schutzmaßnahmen

Als Zündquellen an Rohrkettenförderern können auftreten:

- Mechanische Funken durch eingetragene Fremdkörper oder metallische Armierung der Mitnehmerscheiben
- Heiße Oberflächen durch heißlaufende Lager am Antrieb und ggf. an den Umlenkstationen sowie durch Reibung verursachte heiße Oberflächen im Inneren bei Geschwindigkeiten größer  $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- Elektrostatische Entladungsvorgänge bei isolierend gelagerten metallischen Umlenkrollen oder bei hoch isolierenden Oberflächen (Innenbeschichtung der Rohre, Kunststoffscheiben auf Metallkette)  
Die Höhe der Aufladung sinkt mit abnehmender Geschwindigkeit.
- Eingetragene Glimmnester

Die Explosionsgefahr ist im Allgemeinen als sehr gering anzusehen, da sich an den Abwurf- und Übergabestellen (Bildung explosionsfähiger Staub/Luft-Gemische) in der Regel keine Zündquellen befinden.

Schutzmaßnahmen zum Vermeiden wirksamer Zündquellen sind:

- Niedrige relative Geschwindigkeit von bewegten Teilen ( $v < 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ), dadurch keine zündfähigen mechanischen Funken und heiße Oberflächen
- Geringe Antriebsleistung, dadurch keine zündfähigen mechanischen Funken und heiße Oberflächen
- Leitfähige/ableitfähige Bauteile sind miteinander und mit Erde verbunden, dadurch keine elektrostatische Aufladung leitfähiger/ableitfähiger Bauteile
- Regelmäßige Wartung und Reinigung (Beseitigen von Staubablagerungen an Übergabestellen und ggf. Umlenkstationen)
- Betrachtung von nichtleitenden Bauteilen bei Förderung zündempfindlicher Produkte
- Vermeiden des Eintrags von Fremdkörpern und Glimmnestern

Rohrkettenförderer und aeromechanische Förderer können bei ausreichender Festigkeit die Übertragung einer Explosion aufgrund der vielen Mitnehmerscheiben und der Beladung verhindern, trotzdem können Rohrkettenförderer und aeromechanische Förderer nicht in allen Fällen als Entkopplungselement angesehen werden.

## 6.2.3 Schwingförderer

Bei Schwingförderern wird ein Fördertrog oder -rohr so in Schwingungen versetzt, dass durch die Massenträgheit des Fördergutes dieses transportiert wird. Der Fördertrog kann als rechteckige oder runde, offene oder als geschlossene Wanne ausgeführt sein. Schwingförderer mit Förderrohren werden bevorzugt für fettige oder bruchempfindliche Produkte eingesetzt.

Es kann zwischen Förderern unterschieden werden, die mit großer Amplitude bei niedriger Frequenz arbeiten und solchen, die mit kleiner Amplitude und hoher Frequenz (Vibrationsförderer) arbeiten.

Schwingförderer werden in der Regel als Dosierorgan und zur Vorklassifizierung eingesetzt. Ein solcher Schwingförderer mit einem runden Fördertrog ist in Abbildung 11 dargestellt.

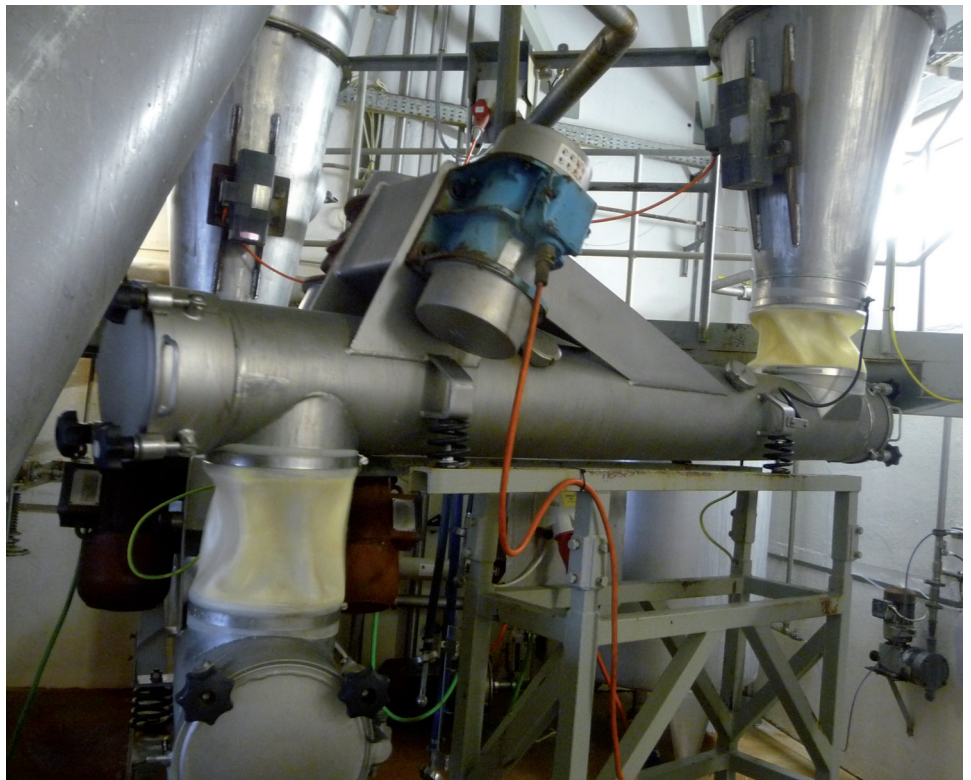


Abbildung 11:  
Schwingförderer  
(Quelle: Molda AG)

### Explosionsfähige Gemische

Im Inneren von Schwingförderern ist im Allgemeinen die Bildung explosionsfähiger Staub/Luft-Gemische nicht zu erwarten. An Aufgabe- und Abwurfstellen ist jedoch mit explosionsfähiger Atmosphäre zu rechnen. Bei gelegentlichem Auftreten von explosionsfähiger Atmosphäre sind diese Bereiche der Zone 21 zuzuordnen.

## **Zündquellen und Schutzmaßnahmen**

Als wirksame Zündquellen sind neben eingetragenen Zündquellen in der Regel nur Entladungen statischer Elektrizität anzusehen.

Gefährliche elektrostatische Entladungsvorgänge können vermieden werden, indem leitfähige oder ableitfähige Werkstoffe verwendet werden und alle (ab)leitfähigen Teile geerdet sind.

### **6.2.4 Schneckenförderer**

Schneckenförderer bestehen aus einer Schneckenwendel und einem die Wendel umgebenden Gehäuse (Abbildung 12). Der Antrieb erfolgt meist an der Schneckenwendel, kann jedoch auch am Gehäuse erfolgen. Der Durchmesser der Schneckenwendeln variiert von wenigen Millimetern bis hin zu einigen Metern. Schneckenförderer können als Rohr- oder als Trogschneckenförderer ausgeführt sein. Sie können in horizontaler, schräger oder in vertikaler Förderrichtung eingesetzt werden. Insbesondere vertikal angeordnete Schneckenförderer besitzen hohe Umfangsgeschwindigkeiten, sind also Schnellläufer, horizontal angeordnete Förderer sind meist Langsamläufer.

Neben Schneckenförderern mit starrer Schneckenwendel gibt es flexible Schneckenförderer mit biegsamen Schnecken oder Spiralen. Diese wurden ursprünglich für Granulate und Körner eingesetzt, mittlerweile aber auch für staubförmige Produkte.

Häufige Anwendungsgebiete liegen in der Dosierung und im Eintrag von Produkten in inertisierte Behälter, um den Lufteintrag in die Anlage gering zu halten.

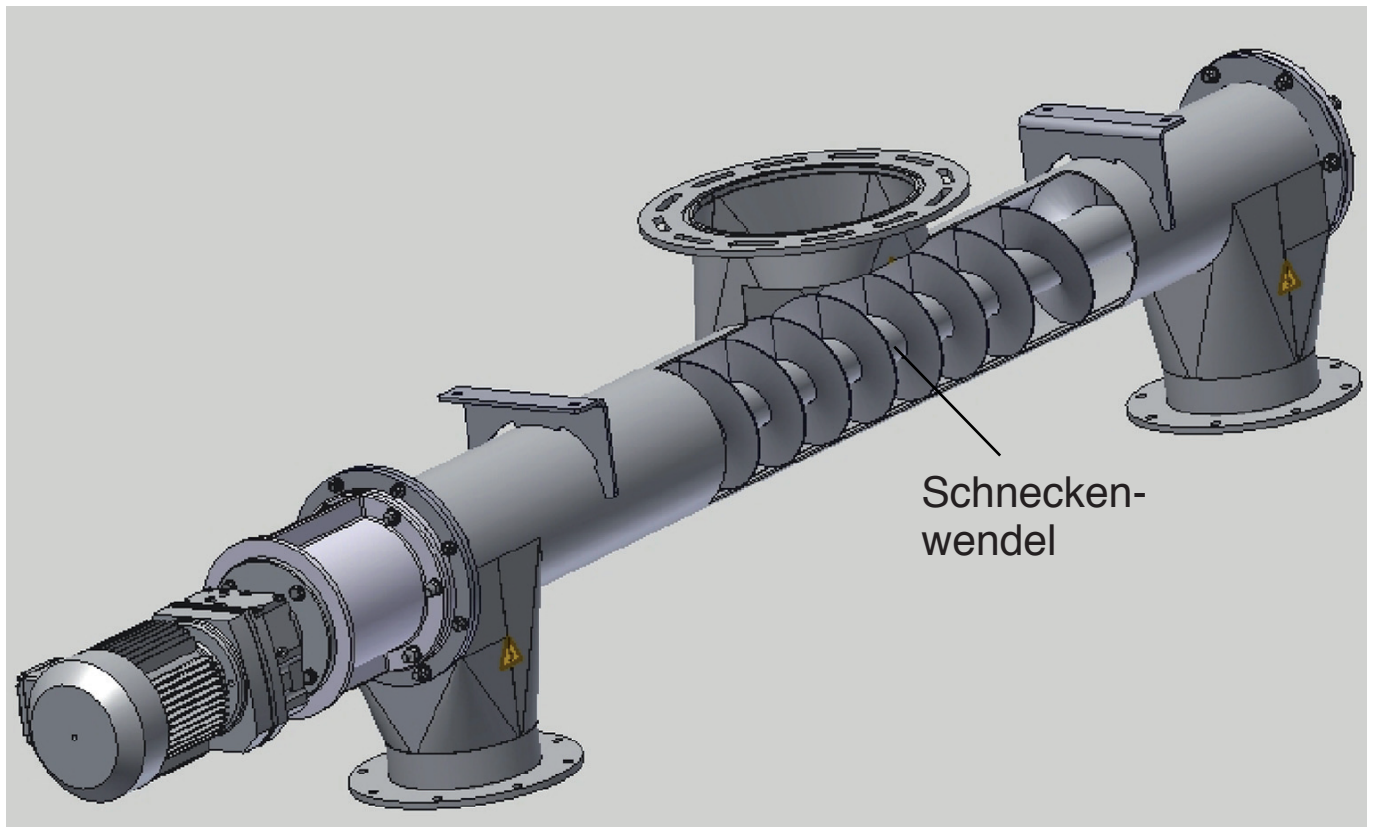


Abbildung 12: Prinzipbild eines reversierbaren Schneckenförderers  
(Quelle: AZO<sup>®</sup> GmbH + Co.KG)

### **Explosionsfähige Gemische**

Das Auftreten explosionsfähiger Staub/Luft-Gemische im Inneren von Schneckenförderern ist nicht auszuschließen, besonders bei schnelllaufenden Schnecken ( $v > 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ).

An Aufgabe- und Abwurfstellen ist mit explosionsfähiger Atmosphäre zu rechnen. Unter der Annahme, dass dies gelegentlich erfolgt, sind diese Bereiche der Zone 21 zuzuordnen. Für die übrigen Bereiche ist bei langsamlaufenden Schnecken davon auszugehen, dass explosionsfähige Atmosphäre normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig auftritt (Zone 22). Bei schnelllaufenden Schnecken ist von einer häufigeren Auftrittswahrscheinlichkeit von explosionsfähiger Atmosphäre auszugehen (Zone 20 oder 21).

## Zündquellen und Schutzmaßnahmen

Als Zündquellen sind insbesondere zu nennen:

- Heiße Oberflächen durch Reib- und Schleifvorgänge, vor allem bei Zwischenlagern
- Temperaturerhöhung durch Produktstau
- Elektrostatische Entladungsvorgänge

Das Auftreten wirksamer Zündquellen nimmt mit der Erhöhung der Umfangsgeschwindigkeit zu.

Schutzmaßnahmen zum Vermeiden wirksamer Zündquellen sind:

- Reduzieren der Umfangsgeschwindigkeit  
Erfahrungsgemäß ist bei Umfangsgeschwindigkeiten  $v < 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  nicht mit gefährlichen Reib- oder Schleifvorgängen zu rechnen.
- Temperaturüberwachung (z. B. EN 13463 Teil 6) oder Vermeiden von Innenlagern
- Vermeiden des Eintrags von Fremdkörpern
- Vermeiden von gefährlichen Produktstauungen, z. B. durch Überlastsicherung, durch Stauklappen oder größer werdende Schneckensteigung
- Vermeiden von gefährlichen elektrostatischen Aufladungen, z. B. durch Verwenden und Erden leitfähiger Werkstoffe und Erden ableitfähiger Teile
- Welle durchgängig mit Schneckenwendel verschweißen (kein Punktschweißen)

Bei schnelllaufenden Schnecken, z. B. zur Senkrechtförderung, muss grundsätzlich mit dem Auftreten wirksamer Zündquellen gerechnet werden. Dies gilt nicht, wenn durch entsprechende Materialpaarungen gefährliche heiße Oberflächen vermieden werden, z. B. durch den Einbau eines thermoplastischen Reibpartners oder aus nichtmetallischen Werkstoffen. Bei der Verwendung eines isolierenden Reibpartners können von dessen Oberfläche Entladungen statischer Elektrizität ausgehen. Als zündwirksam für Staub/Luft-Gemische sind hier nur Gleitstielbüschelentladungen einzu-

stufen. Überschreitet die Dicke des Reibpartners dauerhaft einen Wert von 10 mm, können solche Entladungen in der Regel nicht mehr auftreten.

Kann das Auftreten von explosionsfähigen Staub/Luft-Gemischen und von wirksamen Zündquellen nicht mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden, sind konstruktive Explosionsschutzmaßnahmen erforderlich.

Rohrschneckenförderer können, abhängig von der Bauart und der Druckfestigkeit, dazu geeignet sein, verschiedene Anlagenteile explosions-technisch zu entkoppeln. Trog-schnecken sind in der Regel hierfür nicht geeignet.

## 6.2.5 Elevatoren

Elevatoren dienen zum Transport von Schüttgütern zwischen unterschiedlichen Höhenniveaus (Abbildung 13).

Die wichtigsten in der Praxis verwendeten Typen sind:

- Becherelevatoren
- Z-Förderer (Winkelbecherwerke, Pendelbecherwerke)
- Wellkantenförderer



Abbildung 13: Kopf (links) und Fuß eines 15 m hohen Elevators zum Fördern von bis zu  $150 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$  Getreide.

## **Becherelevatoren**

Becherelevatoren sind Stetigförderer, in denen Schüttgüter in Bechern senkrecht aufwärts gefördert werden. Die Becher sind hierzu an Ketten oder Gurtbändern befestigt, welche in einem Schacht (Einfachsachtelevator) oder zwei Schächten (Doppelschachtelevator) umlaufen. Der Antrieb erfolgt im Kopf des Elevators durch eine Trommel (Gurtelelevator) oder ein Kettenrad (Kettenelevator). Die Kraftübertragung erfolgt somit durch Reibschluss bzw. Formschluss. Während Gurtelelevatoren meist für leichte und gut fließende Schüttgüter verwendet werden, kommen Kettenelevatoren meist für schwere Schüttgüter zum Einsatz. Üblicherweise werden Gurtelelevatoren mit größeren Geschwindigkeiten betrieben als Kettenelevatoren.

Das Beschicken der Becher im Elevatorfuß erfolgt durch Einschütten oder Schöpfen. Der Abwurf des Schüttgutes im Kopf des Elevators kann je nach Fördergeschwindigkeit durch Schwerkraft oder Fliehkraft erfolgen.

## **Z-Förderer**

Bei Z-Förderern wird das Schüttgut z-förmig horizontal, vertikal oder schräg und wieder horizontal gefördert. Die Produktaufgabe im horizontalen Fußteil erfolgt durch Abwurf über eine oder mehrere Aufgabestellen auf ein Becherband (Winkelbecherwerk) bzw. Pendelbecher (Pendelbecherwerk). Da beim Pendelbecherwerk die Becher einzeln aufgehängt und nicht miteinander verbunden sind, kann der Produktabwurf über mehrere Stellen im horizontalen Kopfteil des Förderers erfolgen.

## **Wellkantenförderer**

Bei Wellkantenförderern werden Schüttgüter auf einem ebenen Gurt mit einzelnen Kammern und seitlich gewellten Längsstegen wie beim Z-Förderer horizontal, vertikal oder schräg und wieder horizontal gefördert. Die Produktaufgabe erfolgt durch Abwurf von oben in die Taschen über eine oder mehrere Aufgabestellen. Der Abwurf erfolgt im horizontalen Kopfbereich an der oberen Umlenkrolle.

## **Explosionsfähige Gemische**

Bei Elevatoren hängt die Explosionsgefahr sehr stark von dem geförderten Schüttgut ab. Entscheidend sind hier die Feinheit des Schüttgutes bzw.



darin enthaltene Feinanteile und das Vermögen, Staub/Luft-Gemische zu bilden (Staubungsverhalten).

Insbesondere an Auf-, Übergabe- und Abwurfstellen ist damit zu rechnen, dass die Staubkonzentration eines brennbaren Staubes dessen untere Explosionsgrenze überschreitet. Im Fußbereich ist zudem mit einer Anreicherung von besonders feinem Staub zu rechnen. Dieser Staub kann wesentlich zündempfindlicher sein und heftiger reagieren als die Gesamtfraktion des im Elevator geförderten bzw. anfallenden Staubes.

Abhängig vom Feinanteil und vom Staubungsverhalten kann auch in den übrigen Bereichen des Elevators z. B. durch Aufwirbeln abgelagerten Staubes oder an den Schachtwänden und Einbauten anhaftenden Staubes die untere Explosionsgrenze überschritten werden. Bei der Gefährdungsbeurteilung sollten auch Leerlauf, An- und Abfahrvorgänge sowie Betriebsstörungen (Anschlagen der Becher an die Wandung) und Revisionen mit einbezogen werden. Insbesondere beim Betrieb ohne Beschickung kann es durch Herunterrieseln von Staub und Verwirbelung durch das umlaufende Becherwerk zu explosionsfähigen Staub/Luft-Gemischen kommen.

Bei groben Produkten mit geringem Feinstaubanteil z. B. gereinigtes Getreide ist eine Zone 21 festzulegen. Bei staubförmigen Produkten oder groben Produkten mit hohem Feinstaubanteil (z. B. ungereinigtes Getreide) liegt Zone 20 vor.

## **Zündquellen und Schutzmaßnahmen**

Als Zündquellen sind insbesondere zu nennen:

- Heiße Oberflächen durch Anlaufen des Gurtes, der Becher, der Gurt-scheiben am Gehäuse
- Durchrutschen des Gurtes
- Heißlaufen von Lagern
- Reib- und Schlagvorgänge durch eingetragene Fremdkörper
- Reib- und Schleiffunken durch Anschlagen von Bechern
- Elektrostatische Entladungsvorgänge bei unzureichend geerdeten leit-fähigen Teilen
- Aufreißen mitgeförderter Glimmnester beim Schöpfen oder Abwerfen des Produktes

Als Schutzmaßnahmen finden sowohl Vermeiden von wirksamen Zündquellen sowie konstruktive Maßnahmen und in Einzelfällen auch Inertisieren Verwendung.

Schutzmaßnahmen zum Vermeiden von wirksamen Zündquellen sind:

- Einbau von Drehzahlwächtern zur Überwachung der Drehzahl der Umlenkrolle (Abbildung 14)
- Einbau von Schiefelaufwächtern (Abbildung 14)
- Verwenden elektrostatisch ableitfähiger Gurte (siehe IEC 60079-32-1, EN 12882 und Kapitel 6.2.1, S. 19 dieser Broschüre). Ein Fördergurt ist ableitfähig, wenn die Oberflächenwiderstände der Ober- und Unterseite des Gurtes weniger als  $3 \cdot 10^8 \Omega$  betragen. Besteht der Gurt aus Schichten unterschiedlicher Materialien, wird er nur als ableitfähig betrachtet, solange der Durchgangswiderstand  $10^9 \Omega$  nicht überschreitet.
- Außenliegende Lager
- Überwachen der Lagertemperatur
- Verwenden von Kunststoffbechern
- Verzicht auf nichtleitfähige Beschichtungen zum Vermeiden von Gleitstielbüschelentladungen oder Begrenzung der elektrischen Durchschlagfestigkeit auf weniger als 4 kV
- Abstand zwischen bewegten und feststehenden Teilen erfahrungsgemäß größer 25 mm
- Begrenzen der Fördergeschwindigkeit (sofern möglich)

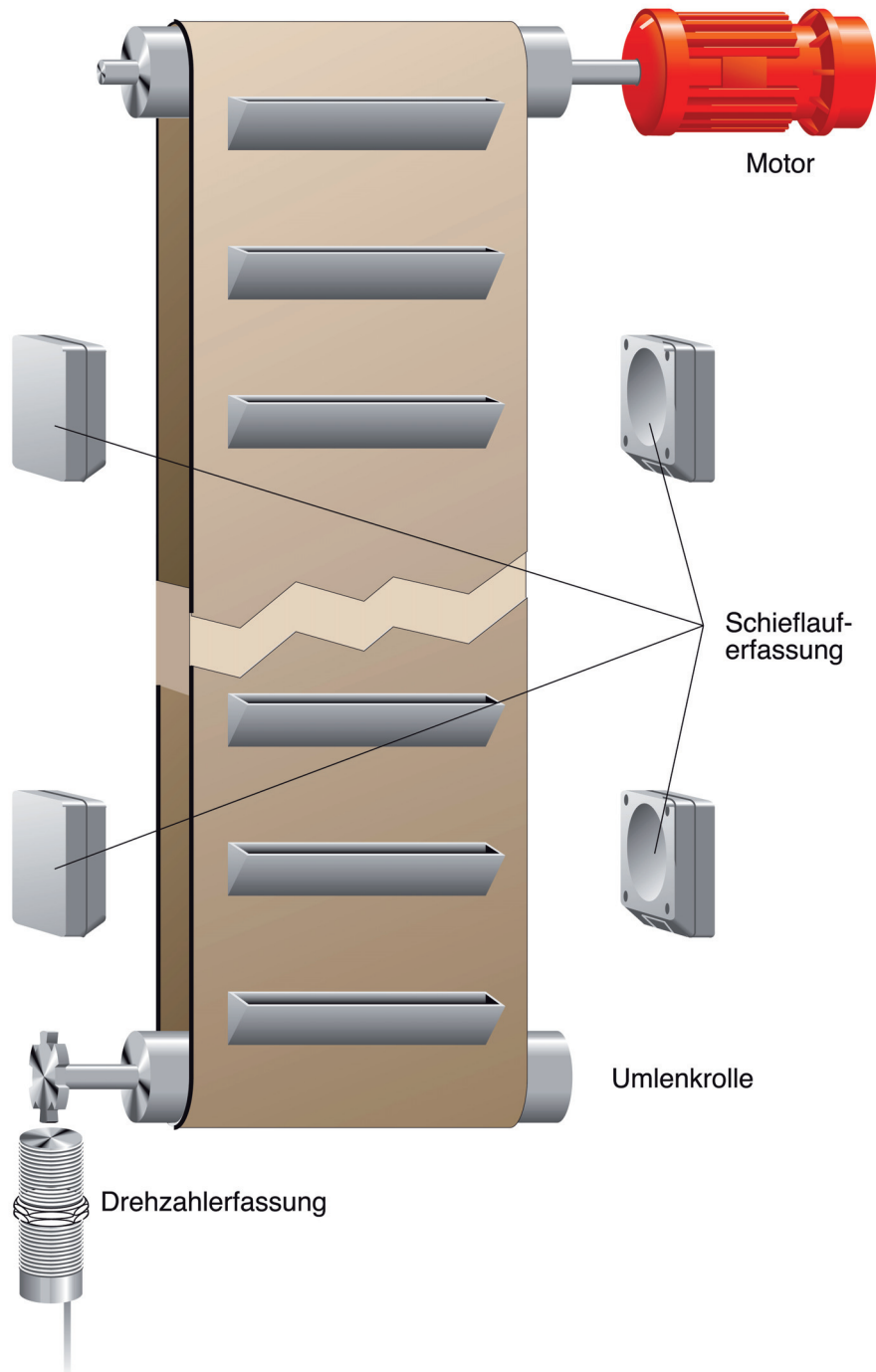


Abbildung 14: Schematische Darstellung einer Drehzahl- und Schlupfüberwachung an einem Elevator

Ob ein Elevator ausschließlich mit der Schutzmaßnahme Vermeiden von wirksamen Zündquellen gesichert werden kann, hängt von verschiedenen Randbedingungen ab.

Insbesondere sind dies:

- Sicherheitstechnische Kenngrößen des zu fördernden Schüttgutes (Mindestzündenergie, Zündtemperatur, Staubungsverhalten, siehe auch IVSS-Broschüre „Bestimmen der Brenn- und Explosionskenngrößen von Stäuben“, ISBN 92-843-7092-2, 1995, Mannheim)

- Bauweise und Betriebsbedingung des Becherwerkes (Fördergeschwindigkeit, Materialkombinationen, Fremdkörperabscheidung)
- Aufstellungsort (z. B. außerhalb des Gebäudes oder in Räumen, die durch besondere bauliche Maßnahmen geschützt sind), so dass eine Personengefährdung ausgeschlossen ist
- Anordnung innerhalb des Produktionsprozesses (z. B. als Annahmeelevator, vorgeschalteter Trocknungsprozess, vorgeschalteter Reinigungsprozess, vorgeschaltete Siebung)

Als konstruktive Maßnahmen finden Anwendung:

- Explosionsfeste Bauweise für den zu erwartenden Explosionsdruck
- Explosionsfeste Bauweise in Verbindung mit Explosionsdruckentlastung
- Explosionsfeste Bauweise in Verbindung mit Explosionsunterdrückung

Da innerhalb von Elevatoren mit explosionsfähigen Staub/Luft-Gemischen zu rechnen ist, spielen Elevatoren auch bei der Übertragung von Bränden und Explosionen eine besondere Rolle. Überlegungen zur explosionstechnischen Entkopplung (z. B. Einsatz von Zellenradschleusen, Löschmittelsperren, Produktvorlagen) sind deshalb in jedem Fall anzustellen.

Zur Auslegung der Explosionsdruckentlastung als konstruktive Schutzmaßnahme werden abhängig von der Festigkeit des Elevators und des  $K_{st}$ -Wertes des vorliegenden Staubes in Abbildung 15 Angaben gemacht, ob eine Druckentlastung im Elevator (Kopf, Fuß und in beiden Schächten) erfolgen muss, und falls ja, in welchen maximalen Abständen diese Druckentlastungen in den Elevatorschächten realisiert werden müssen.

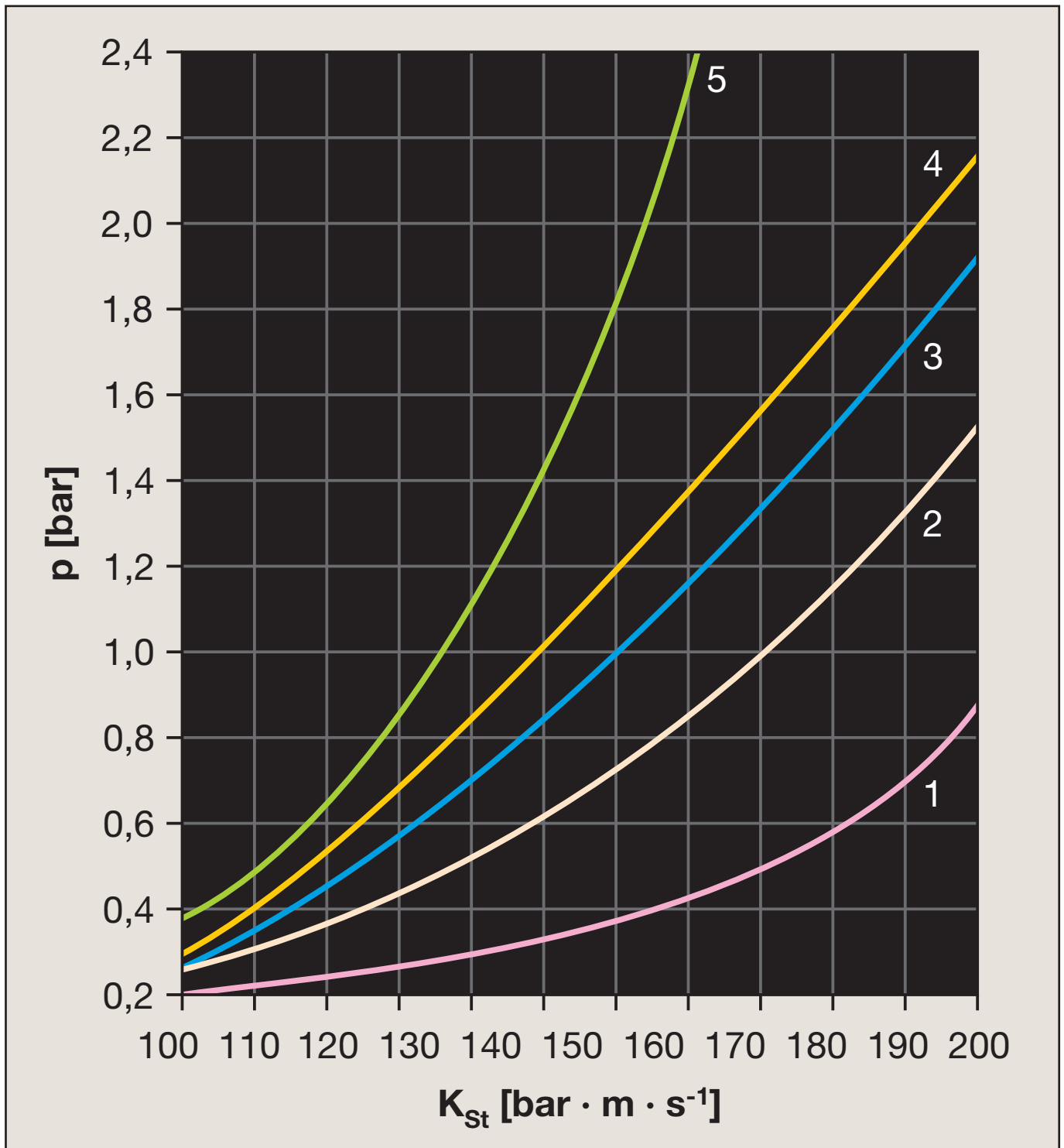


Abbildung 15: Notwendige Druckstoßfestigkeit von Becherelevatoren für verschiedene  $K_{St}$ -Werte und Anordnungen der Druckentlastungseinrichtungen. (1) Kopf und Fuß und Schächte 3 m Abstand, (2) Kopf und Fuß und Schächte 6 m Abstand, (3) Kopf und Schächte 3 m Abstand, (4) Kopf und Schächte 6 m Abstand, (5) Kopf und Schächte 12 m Abstand oder nur Kopf bei einer maximalen Schachtlänge von 12 m (Radandt, Roser, Vogl, FSA-Forschungsbericht, „Konstruktiver Explosionsschutz für Elevatoren“, F05-0701).

Die Angaben der Abbildung 15 gelten unter folgenden Voraussetzungen:

- Zündortlage im Elevator (kein Eintrag von Explosionen aus angeschlossenen Anlagenteilen)
- Organische Stäube
- Maximaler Explosionsüberdruck der Stäube  $p_{\max} \leq 10 \text{ bar}$
- Rechteckiger Schachtquerschnitt
- Freie Fläche bezogen auf den Schachtquerschnitt  $< 60 \%$
- Becherabstand  $\leq 280 \text{ mm}$  mit  $K_{\text{St}} \leq 150 \text{ bar} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
- Becherabstand  $\leq 140 \text{ mm}$  mit  $K_{\text{St}} \leq 210 \text{ bar} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
- Metallbecher
- Jede Druckentlastungsfläche  $\geq$  Schachtquerschnittsfläche
- Statischer Ansprechüberdruck der Druckentlastungseinrichtung  $p_{\text{stat}} \leq 0,1 \text{ bar}$
- Freie Explosionsdruckentlastung ohne Abblasrohre
- Druckentlastungsfähigkeit der Entlastungseinrichtung  $EF = 1$
- Keine Anordnung der Druckentlastungsöffnungen zwischen den Elevatorschächten
- Anordnung der Druckentlastungsöffnung auf dem Elevatorfuß zwischen den Elevatorschächten (nach oben gerichtet) oder alternativ seitlich am Elevatorfuß  
Sollte dies mangels ausreichendem Einbauplatz nicht möglich sein, so kann die Druckentlastung „Elevatorfuß“ auch im Förder- und Rücklaufschacht unmittelbar über dem Fuß angebracht werden (maximaler Abstand zwischen dem Elevatorfuß und Unterkante der Entlastungseinrichtung 0,3 m).

Abbildung 16 zeigt ein Beispiel für eine Auslegung entsprechend Abbildung 15.

Abbildung 16:

Schematische Darstellung der Lage der Druckentlastungsöffnungen am Beispiel eines Elevators mit einer Druckstoßfestigkeit von 0,7 bar für Schüttgüter mit einem  $K_{St}$ -Wert von  $150 \text{ bar} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

Werden Kunststoffbecher anstatt Metallbecher eingesetzt, müssen die Festigkeitswerte abhängig vom  $K_{St}$ -Wert der geförderten Produkte erhöht werden. Diese Erhöhung beträgt

- 20 %** bei Stäuben mit einem  $K_{St}$ -Wert unterhalb von  $100 \text{ bar} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
- 35 %** bei einem  $K_{St}$ -Wert von  $100 \text{ bar} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  bis  $150 \text{ bar} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
- 50 %** oberhalb von  $150 \text{ bar} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  bis maximal  $200 \text{ bar} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Soll alternativ zur Explosionsdruckentlastung eine Explosionsunterdrückung in Kombination mit einer explosionstechnischen Entkopplung eingesetzt werden, gibt Tabelle 1 orientierende Angaben zu Einbauabständen der Löschmittelsperren in den Elevatorschächten und zu Festigkeitsanforderungen an Becherelevatoren.

Die Angaben erfolgen in Abhängigkeit von der verwendeten Detektionsart (Druck- oder Flammendetektor). Bei den Druckdetektoren wird zusätzlich der Druckbereich berücksichtigt, bei dem die Auslösung der Löschmittelbehälter erfolgt.

Zur Aufnahme der Rückstoßkräfte, die beim Aktivieren der Löschmittelflaschen auftreten, ist auf eine ausreichende Festigkeit der Aufnahmevorrichtung und des Elevatorgehäuses zu achten. Die Festigkeitsanforderungen können in den Elevatorschächten nach den Löschmittelsperren von ( $p_{a1}$ ) auf ( $p_{a2}$ ) reduziert werden (Tabelle 1 und Abbildung 17).

Herstellerspezifische Abweichungen von diesen orientierenden Angabe sind möglich, wenn entsprechende Nachweise oder Erkenntnisse vorliegen.

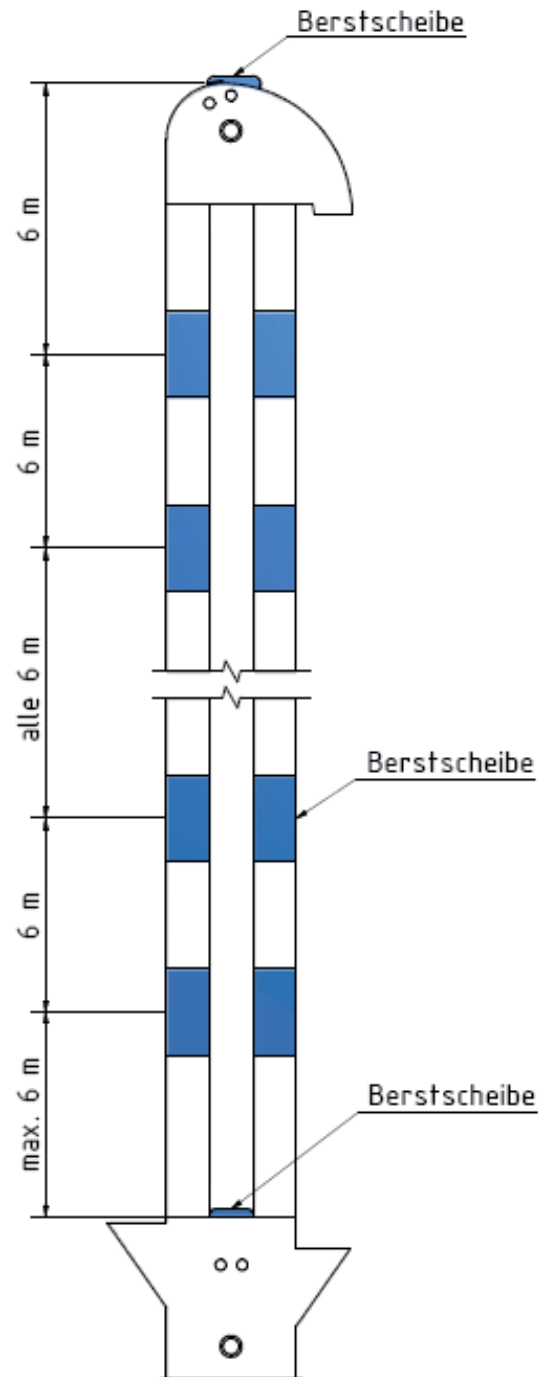


Tabelle 1: Orientierende Angaben zu Festigkeitsanforderungen für Becherelevatoren in Verbindung mit Explosionsunterdrückung und zum Einbauabstand der Löschmittelsperren.  
(Quelle: FSA e. V.)

Detektion	Einbauabstand	Mindest-Auslegungsüberdruck	Mindest-Auslegungsüberdruck	$K_{st}$ -Wert
	[m]	$p_{a1}$ [bar]	$p_{a2}$ [bar]	[bar · m · s <sup>-1</sup> ]
<b>Druckdetektion:</b> Explosionsüberdruck zum Zeitpunkt der Aktivierung der Löschmittelbehälter:				
$80 < p_{act} \leq 110$ mbar	8	1,5	1,2	$\leq 150$
$30 < p_{act} \leq 80$ mbar	6	1,0	0,7	$\leq 150$
$p_{act} \leq 30$ mbar	5	0,7	0,4	$\leq 150$
$80 < p_{act} \leq 110$ mbar	8	0,3	0,2	$\leq 100$
<b>Flammendetektion</b>	1,5	0,3	0,2	$\leq 150$
<b>Flammendetektion</b>	8	$\geq 0,1$	$\geq 0,1$	$\leq 100$
<b>Flammendetektion</b>	5	$\geq 1,0$	$\geq 0,5$	$> 150 \leq 200$

Die hier gemachten Angaben können unter folgenden Bedingungen angewandt werden:

- Becherelevator mit rechteckigen Elevatorschächten
- Metallbecher
- Allseitige Wandabstände der Becher  $\leq 70$  mm
- Becherabstände  $\leq 280$  mm



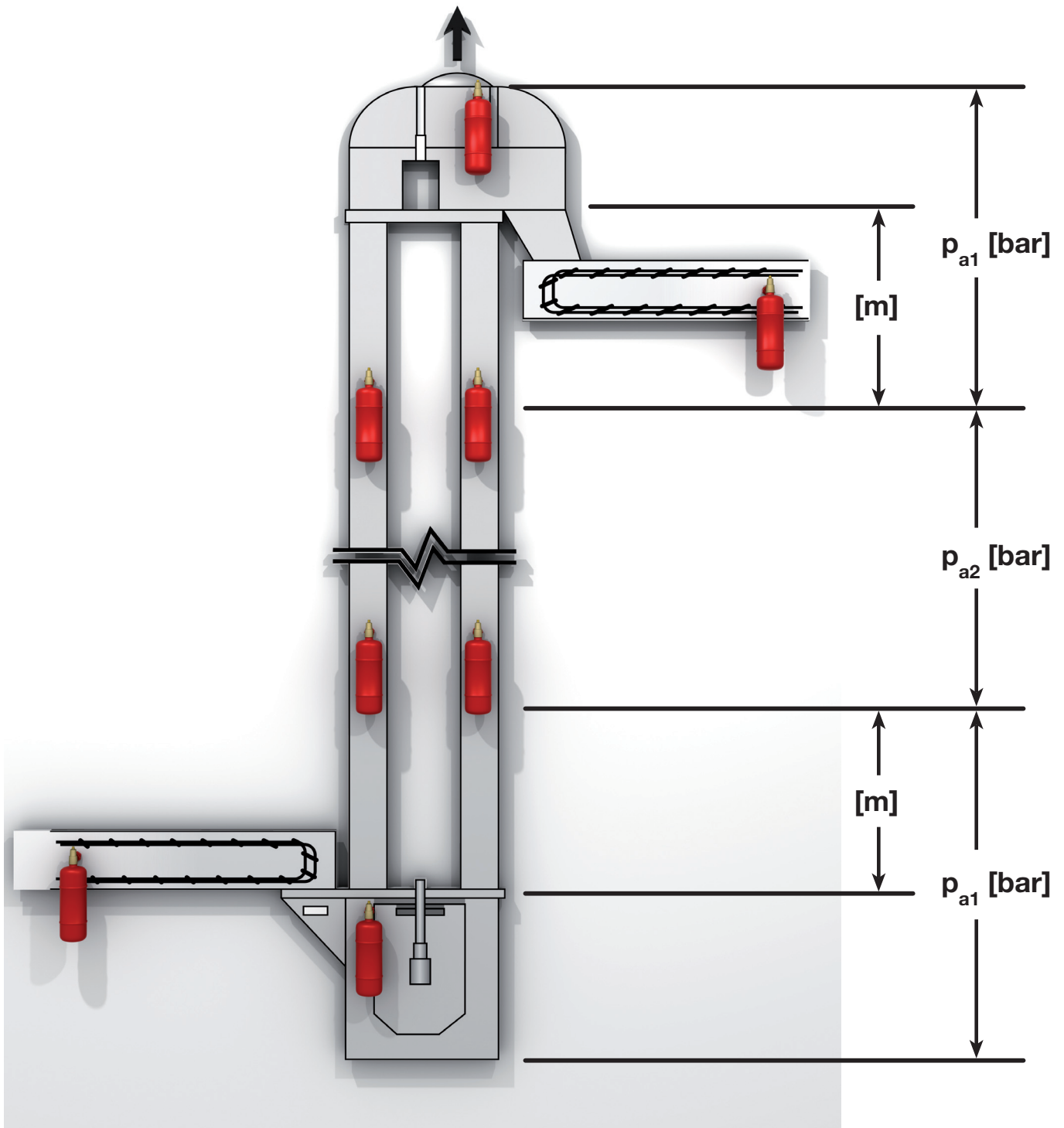


Abbildung 17: Orientierende Angaben zu Festigkeitsanforderungen für Becherelevatoren in Verbindung mit Explosionsunterdrückung und zum Einbauabstand der Löschmittelsperren (Tabelle 1)

Zum Erzielen einer optimalen Funktionssicherheit des Schutzsystems wird eine Kombination von Druck- und Flammendetektion empfohlen.

## 6.3 Übergabestellen und Empfangsbehälter

Eine Geamtanlage besteht oft aus unterschiedlichen Geräten, die durch Förderer miteinander verbunden sind. Deshalb sind für die Risikobeurteilung der Stetigförderer auch die vor- und nachgeschalteten Apparate zu berücksichtigen. Übergabestellen beeinflussen die Entstehung von explosionsfähigen Gemischen. Zündquellen können weiter transportiert werden und neue Zündquellen können entstehen.

Übergabestellen und Empfangsbehälter können sein:

- Sackaufgabestellen (FIBC oder Handaufgabe)
- Gebinde-Befüllung
- Pneumatische Förderabscheider  
(siehe Beispielsammlung Teil 1, Kap 4, S. 33)
- Vorlagebehälter auf Verpackungsmaschinen
- Vorlagebehälter für Mischer und Mühlen
- Vorlagebehälter für Reaktoren
- Zwischenbehälter zwischen 2 pneumatischen Förderanlagen
- Vorlagebehälter für Dosiergeräte
- Pufferbehälter zwischen 2 Förderelementen

Beispiele hierzu sind in den Abbildungen 18 bis 22 dargestellt.



Abbildung 18:  
FIBC Befüllung  
(Quelle: AZO® GmbH +  
Co. KG)

Abbildung 19:  
FIBC  
Entleerung  
(Quelle:  
AZO® GmbH +  
Co. KG)



Abbildung 20:  
Sackeinschütte mit  
Absaugung  
(Quelle:  
AZO® GmbH + Co. KG)



Abbildung 21:  
Empfangsbehälter einer  
pneumatischen För-  
derung. Von dort wird  
das Produkt mit einem  
Schneckenförderer dem  
Rührbehälter zugeführt  
(Quelle:  
AZO® GmbH + Co. KG)





Abbildung 22: Kompensator (Pfeil) zwischen Magnetabscheider und Siebmaschine  
(Quelle: AZO<sup>®</sup> GmbH + Co. KG)

## Explosionsfähige Gemische

An Abwurf- und Übergabestellen ist für staubförmige Stoffe und grobe Produkte mit hohem Feinstaubanteil (z. B. ungereinigtes Getreide) gelegentlich mit explosionsfähiger Atmosphäre zu rechnen (Zone 21). Beim Eintrag mit pneumatischer Förderung kann insbesondere bei kleinen Empfangsbehältern die Einteilung in Zone 20 notwendig sein.

Beim Eintrag von Schüttgütern in Behältern mit brennbaren Gasen und Dämpfen ist mit der Bildung von hybriden Gemischen zu rechnen. Hier ist eine besondere Risikobeurteilung erforderlich.

Beim Eintrag von Produkten in inertisierte Behälter ist zu beachten, dass mit dem Produktstrom Luft mitgeführt wird. Dies ist bei der Auslegung der Inertisierungsanlage zu berücksichtigen.

## Zündquellen und Schutzmaßnahmen

In der folgenden Zündquellenbewertung wird davon ausgegangen, dass im zu fördernden Produkt als auch im Empfangsbehälter keine brennbaren Gase und/oder Dämpfe vorhanden sind.

Als Zündquellen sind insbesondere zu nennen

- Eintrag von Zündquellen (z. B. Glimmnester)
- Elektrische Betriebsmittel/Geräte (z. B. Füllstandsmelder)
- Elektrostatische Entladungsvorgänge ausgehend von der Übergabestelle, vom Behälter oder vom Schüttgut

Schutzmaßnahmen zum Vermeiden wirksamer Zündquellen sind:

- Maßnahmen in den vorgeschalteten Anlagenteilen (siehe Beispielsammlung Teil 1 und Kapitel 6.1 und 6.2 dieser Broschüre)
- Maßnahmen an den Übergabestellen zum Vermeiden des Eintrags von Zündquellen (z. B. Funkenmelder mit Ausschleusung, Temperatursensoren mit Nothalt)
- Verwendung zugelassener elektrischer Betriebsmittel/Geräte
- Maßnahmen zum Vermeiden gefährlicher elektrostatischer Entladung:
  - Kompensatoren und flexible Verbindungen müssen zum Vermeiden gefährlicher elektrostatischer Aufladungen aus leitfähigem oder ableitfähigem Material gefertigt und zuverlässig dauerhaft geerdet sein ( $R_E < 10^6 \Omega$ ). Kurze Kompensatoren zur Verbindung zweier Maschinenteile im freien Fall (geringe Fallhöhe  $L/D = 2/1$ ) können in der Regel aus nichtleitfähigem Material gefertigt sein.
  - Verzicht auf nichtleitfähige Beschichtungen zum Vermeiden von Gleitstielbüschelentladungen oder Begrenzen der elektrischen Durchschlagfestigkeit auf weniger als 4 kV

Beim Verwenden von leitfähigen und geerdeten Empfangsbehältern ohne isolierende Innenbeschichtung muss nicht mit gefährlichen Entladungen ausgehend vom Empfangsbehälter gerechnet werden.

Ausgehend vom hochaufgeladenen Schüttgut können Schüttkegelentladungen auftreten (siehe „Statische Elektrizität, Zündgefahren und Schutzmaßnahmen“, IVSS, Heidelberg, 1995, ISBN 92-843-7091-4). Ob diese

zündwirksam sind hängt von vielen Einflussgrößen (z. B. Silodurchmesser, Teilchengrößenverteilung und Mindestzündenergie) ab. Liegt der spezifische Schüttgutwiderstand oberhalb  $10^{10} \Omega \cdot m$ , können Schüttkegelentladungen ausgehend vom Schüttgut selbst in einem leitfähigen geerdeten Behälter ohne isolierende Innenbeschichtungen nicht ausgeschlossen werden. Unterhalb von  $10^{10} \Omega \cdot m$  muss in einem leitfähigen geerdeten Behälter ohne isolierende Innenbeschichtungen nicht mit gefährlichen Entladungen ausgehend vom Schüttgut gerechnet werden.

Ist die Schutzmaßnahme Vermeiden wirksamer Zündquellen nicht allein ausreichend zur Verhinderung von Explosionen (z. B. bei Produkten mit niedriger MZE), so sind als konstruktive Schutzmaßnahmen u. U. Entkopplungen in den Förder- und Aspirationsleitungen vorzusehen, um eine Ausbreitung von Explosionen in andere Anlagenteile zu vermeiden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der umgebende Raum von Explosionsauswirkungen betroffen sein kann.

### **Pneumatische Verladung in mobile Silos (Silotainer)**

Bei der pneumatischen Verladung von Schüttgütern in Silotainer (Silofahrzeuge, Bahnwaggons oder Seecontainer) sind diese Silotainer Empfangsbehälter. Als Beispiel wird die Verladung in ein Silofahrzeug betrachtet.

Die Verladeeinrichtung besteht aus einem Schlauch, der über eine Kuppelung fest mit dem Silofahrzeug verbunden wird. Die Entlüftung erfolgt z. B. über einen Schlauch zu einem Abscheider.

Explosionsfähige Gemische können dabei im freien Volumen des Silofahrzeugs oberhalb der Schüttung entstehen und je nach Produkt auch über längere Zeit erhalten bleiben.

Als Zündquellen bei dieser Form der Silofahrzeug-Beladung können auftreten:

- Elektrostatische Entladungsvorgänge bei unzureichend geerdeten leitfähigen Teilen (besonders im Silofahrzeug)
- Elektrostatische Entladungsvorgänge bei hochisolierenden Oberflächen (sowohl im Silofahrzeug als auch im Schlauch)
- Glimmnester die bereits im Silofahrzeug vorliegen (aus der vorhergehenden Entladung), im Fahrzeug durch heiße Oberflächen gebildet oder in das Fahrzeug eingetragen werden.

Schutzmaßnahmen zum Vermeiden wirksamer Zündquellen sind:

- Verbinden des Silofahrzeugs mit einer Erdungseinrichtung an den Potenzialausgleich der Förderanlage
- Vermeiden von Produktablagerungen an den Auflockerungsvorrichtungen (Tuch, Sieb, Schlitzblech o. ä.) im Silofahrzeug sowie Entfernen von anfallendem Staub unterhalb der Auflockerungsvorrichtungen
- Vermeiden von Produktablagerungen aufgrund Kondensatbildung durch korrekte Temperatureinstellung (Kompressor/Druckluftkühler) und ggf. Verwenden eines Kondensattrockners
- Vermeiden heißer Oberflächen durch korrekte Temperatureinstellung (Kompressor/Druckluftkühler) und ggf. auch durch zeitlichen Abstand zur letzten Silofahrzeug-Entladung
- Vermeiden von zündwirksamen Gleitstielbüschelentladungen  
Es dürfen keine isolierenden Beschichtungen (z. B. Inliner, Lackierungen) mit einer Durchschlagsspannung grösser 4 kV im Inneren von Rohrleitungen und Empfangsbehältern vorhanden sein. Auch beim Fördern hochaufladbarer Produkte mit tiefem Schmelzpunkt oder unter erhöhter Temperatur dürfen keine Produktablagerungen durch Sinterungs- oder Schmelzprozesse auftreten, welche eine isolierende Schicht mit einer Durchschlagsspannung grösser 4 kV bilden.
- Auswahl geeigneter Förderschläuche



- EN 1127-1: Explosionsfähigen Atmosphären - Explosionsschutz - Teil 1: „Grundlagen und Methodik“
- EN 13463-6: Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen - Teil 6: Schutz durch Zündquellenüberwachung „b“
- IEC 60079-32-1: Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 32-1: Elektrostatische Gefährdungen, Leitfaden
- EN 12882: Fördergurte für allgemeine Anwendung - Elektrische und brandtechnische Sicherheitsanforderungen; Deutsche Fassung EN 12882:2008
- GESTIS-STAUB-EX Datenbank Brenn- und Explosionskenngrößen von Stäuben <http://www.dguv.de/ifa/de/gestis/expl/index.jsp>

# Bildnachweis

Besonderen Dank gebührt u.a. den nachstehend aufgeführten Firmen und Institutionen, welche das Bildmaterial und weitere Informationen zur Verfügung gestellt haben:

**AZO GmbH + Co. KG**

Rosenberger Str. 28, 74706 Osterburken

**Bühler GmbH**

Eichstätter Straße 49, 92339 Beilngries

**G.T.H. Getreide Terminal Hamburg GmbH & Co. KG**

Eversween 11, 21107 Hamburg

**Gough GmbH Sieb- und Fördertechnik**

Klemensstraße 7a, 78256 Steißlingen

**Molda AG**

Gartenstraße 13, 21368 Dahlenburg

**Schrage GmbH Anlagenbau**

Bahnhofstraße 40, 26452 Sande

# Schriftenreihe der IVSS (Explosionsschutz)

## IVSS Sektion für Maschinen- und Systemsicherheit

Staubexplosionsschutz an Maschinen und Apparaten

- Grundlagen (dt./engl.) (1998/2004)
- Beispielsammlung Teil 1: Mühlen, Brecher, Mischer, Abscheider, Siebmaschinen (dt./engl.) (2012/2013)
- Beispielsammlung Teil 2: Stetigförderer, Übergabestellen und Empfangsbehälter (dt.) (2014)

Explosionsunterdrückung (dt./engl./fr.) (1990)

Bestimmen der Brenn- und Explosionskenngrößen von Stäuben (dt./engl.) (1995)

Praxishilfen zur Erstellung des Explosionsschutzdokumentes (dt./engl./it.) (2006)

Bestelladresse: IVSS Sektion Maschinen- und Systemsicherheit  
Dynamostraße 7-11  
68165 MANNHEIM  
DEUTSCHLAND

## IVSS Sektion für Prävention in der chemischen Industrie

Sicherheit von Flüssiggasanlagen - Propan und Butan (dt./engl./fr./it./span.) (1992)

Statische Elektrizität - Zündgefahren und Schutzmaßnahmen (dt./engl./fr./it.)  
(1995/1996)

Schutz vor Explosionen durch brennbare Gase, Dämpfe oder Nebel im Gemisch mit  
Luft (dt./engl./it.) (1999/2000)

Schutz vor Staubexplosionen (dt./engl./it.) (2002)

Staubexplosionseignisse - Analysen von Staubexplosionen in Industrie und Ge-  
werbe - Ursachen, Lehren und Maßnahmen (dt./engl.) (2005)

Bestelladresse: IVSS Sektion Chemie  
Postfach 101480  
69004 HEIDELBERG  
DEUTSCHLAND





## DIE IVSS UND DIE VERHÜTUNG VON ARBEITSUNFÄLLEN UND BERUFSSKRANKHEITEN

Der Besondere Ausschuss für Prävention der IVSS setzt sich für die Verbreitung einer Präventionskultur sowie für die Bedeutung von Gesundheit und Sicherheit für erfolgreiche Betriebe und leistungsfähige Beschäftigte ein. Unter dem Gesichtspunkt, dass wir alle voneinander lernen können, bringt der Ausschuss Präventionsexperten aus verschiedenen Ländern zusammen, die in dreizehn internationale Sektionen mit speziellen Tätigkeitsbereichen gegliedert sind. Dies ist eine Plattform zum Erfahrungsaustausch und zur Diskussion sowie eine Quelle technischer Daten und gesetzlicher Informationen, die in zahlreichen Publikationen verbreitet werden. Die Treffen, Weltkongresse und Fachsymposien, die der Ausschuss oder eine Sektion organisieren, dienen als Multiplikatoren für Erfahrungsaustausch und für Präventionsansätze, die sich auch mit neuen Risiken befassen und an interdisziplinären praxisorientierten Lösungen arbeiten.

Die Prävention genoss immer schon eine hohe Priorität in der IVSS-Gesamtpolitik. Im Rahmen des IVSS-Tätigkeitsprogramms initiiert, koordiniert oder führt der Besondere Ausschuss internationale Tätigkeiten im Präventionsbereich durch, insbesondere in der Verhütung von Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten. Zudem positioniert sich der Besondere Ausschuss gegenüber wichtigen Präventionsthemen.

Die Internationalen Sektionen nehmen bei der Prävention eine Schlüsselstellung ein. Ihre Tätigkeit erlaubt eine Vertiefung von Fragen aus folgenden Wirtschaftssektoren und Gebieten: Landwirtschaft; Hoch- und Tiefbau; Elektrizität; chemische Industrie; Bergbau; Maschinen- und Systemsicherheit; Eisen- und Metallindustrie; Gesundheitswesen; Information; Forschung; Erziehung und Ausbildung. Jede Sektion ist ein Forum zum Austausch von Information in ihrem Tätigkeitsbereich. Alle Sektionen organisieren internationale Symposien, Expertentreffen und Rundtischgespräche. Die Sektionen richten Arbeitsgruppen ein, die internationale Events oder Dokumente zu bestimmten Themen vorbereiten. Außerdem beteiligen sich alle Sektionen aktiv an der Organisation des Weltkongresses für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit.

Weitere Informationen unter:

[www.issa.int](http://www.issa.int)

## DIE MITGLIEDER DER INTERNATIONALEN SEKTIONEN

Die Internationalen Sektionen sind finanziell unabhängig, haben eine dezentralisierte Struktur und ihre eigenen Mitgliedschaftsbedingungen (ordentliche und korrespondierende Mitglieder). Die ordentliche Mitgliedschaft steht IVSS-Mitgliedsinstitutionen und anderen nicht gewinnorientierten Organisationen offen; gewinnorientierte Einheiten und Experten mit Aktivitäten im Tätigkeitsbereich einer Sektion können als korrespondierende Mitglieder aufgenommen werden.

Weitere Informationen und Anmeldeformulare sind bei den einzelnen Sektionen erhältlich.



IVSS INTERNATIONALE SEKTION für PRÄVENTION in der LANDWIRTSCHAFT  
Bundesverband der Landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften (BLB)  
Weißensteinstraße 72  
34131 KASSEL-WILHELMSHÖHE  
Deutschland



IVSS INTERNATIONALE SEKTION für PRÄVENTION in der CHMISCHEN INDUSTRIE  
Berufsgenossenschaft Rohstoffe und Chemische Industrie (BG RCI)  
Kurfürsten Anlage 62  
69115 HEIDELBERG  
Deutschland



IVSS INTERNATIONALE SEKTION für PRÄVENTIONSKULTUR  
Korea Occupational Safety and Health Agency (KOSHA)  
34-4, Gusan-dong  
Incheon, 403-711  
Republik Korea



IVSS INTERNATIONALE SEKTION für PRÄVENTION in der BAUWIRTSCHAFT  
Caisse Régionale d'Assurance-Maladie d'Ile de France (CRAMIF)  
17-19, place de l'Argonne  
75019 PARIS  
Frankreich



IVSS INTERNATIONALE SEKTION für ERZIEHUNG und AUSBILDUNG zur PRÄVENTION  
Institut national de recherche et de sécurité (inrs)  
30, rue Olivier-Noyer  
75680 PARIS CEDEX 14  
Frankreich



IVSS INTERNATIONALE SEKTION für ELEKTRIZITÄT, GAS UND WASSER  
Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM)  
Gustav-Heinemann-Ufer 130  
50968 KÖLN  
Deutschland



IVSS INTERNATIONALE SEKTION für den ARBEITSSCHUTZ im GESUNDHEITSWESEN  
Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW)  
Pappelallee 35-37  
22089 HAMBURG  
Deutschland



IVSS INTERNATIONALE SEKTION für INFORMATION über PRÄVENTION  
Institut pour la Prévention, la Protection et le Bien-être au Travail (PREVENT)  
88, rue Gachard, Boîte 4  
1050 BRÜSSEL  
Belgien



IVSS INTERNATIONALE SEKTION in der EISEN- und METALLINDUSTRIE  
Allgemeine Unfallversicherungsanstalt (AUVA)  
Adalbert-Stifter-Straße 65  
1200 WIEN  
Österreich



IVSS INTERNATIONALE SEKTION für MASCHINEN- und SYSTEMSICHERHEIT  
Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gastgewerbe (BGN)  
Dynamostraße 7-11  
68165 MANNHEIM  
Deutschland



IVSS INTERNATIONALE SEKTION für PRÄVENTION im BERGBAU  
Berufsgenossenschaft Rohstoffe und Chemische Industrie (BG RCI) - Division Mining  
Hunscheidtstraße 18  
44789 BOCHUM  
Deutschland



IVSS INTERNATIONALE SEKTION für FORSCHUNG zur PRÄVENTION  
Institut national de recherche et de sécurité (inrs)  
30, rue Olivier-Noyer  
75680 PARIS CEDEX 14  
Frankreich



IVSS INTERNATIONALE SEKTION für TRANSPORT  
Berufsgenossenschaft für Transport und Verkehrswirtschaft (BG Verkehr)  
Ottenser Hauptstraße 54  
22765 HAMBURG  
Deutschland