

DIN EN ISO 20024



ICS 27.190; 75.160.40

Einsprüche bis 2019-03-25

Entwurf**Biogene Festbrennstoffe –
Sicherer Umgang und Lagerung von Pellets aus biogenen Festbrennstoffen
in kommerziellen und industriellen Anwendungen (ISO/DIS 20024:2019);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 20024:2019**

Solid biofuels –

Safe handling and storage of solid biofuel pellets in commercial and industrial applications
(ISO/DIS 20024:2019);

German and English version prEN ISO 20024:2019

Biocombustibles solides –

Manipulation et stockage en toute sécurité des granulés de biocombustibles solides dans des
applications commerciales et industrielles (ISO/DIS 20024:2019);

Version allemande et anglaise prEN ISO 20024:2019

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2019-01-25 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs
besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nmp@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP), 10772 Berlin, Saatwinkler Damm 42/43, 13627 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 292 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 20024:2019) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 238 „Solid biofuels“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 335 „Biogene Festbrennstoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat von SIS (Schweden) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-05-82 AA „Biogene Festbrennstoffe“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 284	siehe	DIN EN ISO 284
ISO 340	siehe	DIN EN ISO 340
ISO/IEC 17020	siehe	DIN EN ISO/IEC 17020
ISO/IEC 17021-1	siehe	DIN EN ISO/IEC 17021-1
ISO/IEC 17025	siehe	DIN EN ISO/IEC 17025
ISO 17827-2	siehe	DIN EN ISO 17827-2
ISO 20023	siehe	DIN EN ISO 20023
ISO 45001	siehe	DIN ISO 45001
ISO/IEC 80079-20-2	siehe	DIN EN ISO/IEC 80079-20-2
IEC 60079-14	siehe	DIN EN 60079-14
IEC 60079-17	siehe	DIN EN 60079-17
IEC 60079-19	siehe	DIN EN 60079-19
IEC 61340-5-1	siehe	DIN EN 61340-5-1
IEC/TR 61340-5-2	siehe	DIN IEC/TR 61340-5-2

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60079-14, *Explosionsgefährdete Bereiche — Teil 14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen*

DIN EN 60079-17, *Explosionsgefährdete Bereiche — Teil 17: Prüfung und Instandhaltung elektrischer Anlagen*

DIN EN 60079-19, *Explosionsgefährdete Bereiche — Teil 19: Gerätereparatur, Überholung und Regenerierung*

DIN EN 61340-5-1, *Elektrostatik — Teil 5-1: Schutz von elektronischen Bauelementen gegen elektrostatische Phänomene — Allgemeine Anforderungen*

DIN EN ISO 284, *Fördergurte — Elektrische Leitfähigkeit — Spezifikation und Prüfverfahren*

DIN EN ISO 340, *Fördergurte — Brandverhalten unter Laborbedingungen — Anforderungen und Prüfung*

DIN EN ISO 17827-2, *Biogene Festbrennstoffe — Bestimmung der Partikelgrößenverteilung für unkomprimierte Brennstoffe — Teil 2: Vertikales Rüttelsiebverfahren mit Sieben mit einer Lochgröße von 3,15 mm und darunter*

DIN EN ISO 20023, *Biogene Festbrennstoffe — Sicherheit von Pellets aus biogenen Festbrennstoffen — Sicherer Umgang und Lagerung von Holzpellets in häuslichen- und anderen kleinen Feuerstätten*

DIN EN ISO/IEC 17020, *Konformitätsbewertung — Anforderungen an den Betrieb verschiedener Typen von Stellen, die Inspektionen durchführen*

DIN EN ISO/IEC 17021-1, *Konformitätsbewertung — Anforderungen an Stellen, die Managementsysteme auditieren und zertifizieren — Teil 1: Anforderungen*

DIN EN ISO/IEC 17025, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien*

DIN EN ISO/IEC 80079-20-2, *Explosionsfähige Atmosphären — Teil 20-2: Werkstoffeigenschaften — Prüfverfahren für brennbare Stäube*

DIN IEC/TR 61340-5-2, *Elektrostatik — Teil 5-2: Schutz von elektronischen Bauelementen gegen elektrostatische Phänomene — Benutzerhandbuch*

DIN ISO 45001, *Managementsysteme für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit — Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung*

— Leerseite —

Biogene Festbrennstoffe — Sicherer Umgang und Lagerung von Pellets aus biogenen Festbrennstoffen in kommerziellen und industriellen Anwendungen (ISO/DIS 20024:2019)

Biocombustibles solides — Manipulation et stockage en toute sécurité des granulés de biocombustibles solides dans des applications commerciales et industrielles (ISO/DIS 20024:2019)

Solid biofuels — Safe handling and storage of solid biofuel pellets in commercial and industrial applications (ISO/DIS 20024:2019)

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe: parallele Umfrage
Dokumentsprache: D

STD Version 2.9p

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Vorwort	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	8
3.1 Allgemeine Begriffe	9
3.2 Risikomanagement	10
3.3 Lagerung, Handhabung und Betrieb	13
3.4 Löschmittel, Löschsysteme und Erkennung	16
4 Einführung in die Anwendung dieses Dokuments	17
4.1 Allgemeine Informationen	17
4.2 Anwendbarkeit dieses Dokuments	17
5 Risikomanagement	18
5.1 Allgemeines	18
5.2 Einführung in den Risikomanagementprozess	20
5.2.1 Allgemeines	20
5.2.2 Festlegung des Umfangs	20
5.2.3 Ermittlung von Gefährdungen	20
5.2.4 Risikoeinschätzung	21
5.2.5 Risikobewertung	21
5.2.6 Risikominderung/-beherrschung	21
6 Anforderungen an Planung und (konstruktive) Ausführung	23
6.1 Allgemeines	23
6.2 Spezifische Risikobetrachtungen hinsichtlich der Handhabung von Pellets aus biogenen Festbrennstoffen	23
6.3 Risikobereiche	25
6.4 Allgemeine Anforderungen an und Empfehlungen für eine sichere Handhabung	26
7 Anforderungen an den sicheren Betrieb und die sichere Wartung	27
7.1 Allgemeines	27
7.2 Allgemeine Anforderungen an Betrieb, Wartung und Handbücher	27
7.3 Dokumentation von Betriebsanweisungen	28
7.4 Sicherheit während des Betriebs	29
7.4.1 Betrieb	29
7.4.2 Einrichtungspflege	30
7.4.3 Wartung	31
7.4.4 Leitlinien für Besucher/Auftragnehmer	32
7.5 Vorplanung von Notfallmaßnahmen	33
7.6 Risiken für das Personal	34
8 Fördersystem und Übergabestellen	34
8.1 Allgemeines	34
8.2 Erkennung	35
8.3 Vorbereitende Maßnahmen	36

8.3.1	Brandschutz.....	36
8.3.2	Explosionsschutz	37
8.4	Zusätzliche Informationen, Empfehlungen und Anforderungen in Bezug auf Auslegung und Schutz von Fördersystemen.....	38
8.4.1	Allgemeines	38
8.4.2	Erkennungssysteme	38
8.4.3	Brandschutz.....	38
8.4.4	Explosionsschutz	39
9	Silos.....	40
9.1	Allgemeines	40
9.2	Erkennung sowie Überwachung von Temperatur und Gas	40
9.3	Vorbereitende Maßnahmen	41
9.3.1	Brandschutz.....	41
9.3.2	Explosionsschutz	42
9.4	Zusätzliche Informationen, Empfehlungen und Anforderungen in Bezug auf Auslegung und Schutz von Silos	43
9.4.1	Allgemeines	43
9.4.2	Erkennungssysteme	43
9.4.3	Brandschutzsysteme	43
9.4.4	Explosionsschutz	47
10	Groß(raum)bunker.....	48
10.1	Allgemeines	48
10.2	Erkennung sowie Überwachung von Temperatur und Gas in Bunkern.....	49
10.3	Vorbereitende Maßnahmen	49
10.3.1	Brandschutz.....	49
10.3.2	Explosionsschutz	50
10.4	Zusätzliche Informationen, Empfehlungen und Anforderungen in Bezug auf Auslegung und Schutz von Bunkern.....	51
10.4.1	Allgemeines	51
10.4.2	Erkennungssysteme	51
10.4.3	Brandschutzsysteme	51
10.4.4	Explosionsschutz	53
11	Lagerhalle.....	54
11.1	Allgemeines	54
11.2	Erkennung.....	55
11.3	Vorbereitende Maßnahmen	55
11.3.1	Brandschutz.....	55
11.3.2	Explosionsschutz	56
11.4	Zusätzliche Informationen, Empfehlungen und Anforderungen in Bezug auf Auslegung und Schutz von Lagerhallen.....	56
11.4.1	Erkennungssysteme	56
11.4.2	Brandschutz.....	57
11.4.3	Explosionsschutz	58
Anhang A (informativ) Beschreibung der Lieferkette von Pellets aus biogenen Festbrennstoffen und allgemeine Sicherheitsrichtlinien für Grundoperationen.....		59
Anhang B (informativ) Selbsterhitzung und Ausgasung.....		76
Anhang C (informativ) Staub als eine Brand- und Explosionsgefahr sowie Risikominderung		83
Anhang D (informativ) Sicherheitsaspekte und Hinweise zum Umgang mit verschiedenen Notfallsituationen		103
Anhang E (informativ) Lüftung zur Kühlung von Massengut.....		121

Anhang F (informativ) Grundlegende Ausführung von Inertgas-Verteilungssystem und Einlassöffnungen	123
Anhang G (informativ) Beispiele für die Anordnung von verschiedenen Sensoren und Erkennungssystemen, die für den Bereich der biogenen Brennstoffpellets von Bedeutung sind.....	126
Anhang H (informativ) Beispiel für die Risikobeurteilung in einem gewerblichen, mittelgroßen Lager für Holzpellets	133
Literaturhinweise.....	143

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 20024:2019) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 238 „Solid biofuels“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 335 „Biogene Festbrennstoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat von SIS gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 20024:2019 wurde von CEN als prEN ISO 20024:2019 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Themen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Das für dieses Dokument verantwortliche Komitee ist ISO/TC 238, *Solid biofuels*.

Einleitung

Die Produktion, Lagerung, Handhabung sowie der Schüttguttransport und die Verwendung von biogenen Festbrennstoffen, insbesondere in Form von Pellets, verzeichnet weltweit ein kontinuierliches Wachstum.

Die Handhabung und Lagerung von biogenen Festbrennstoffen sowie deren physikalische Eigenschaften können zu Brand- und/oder Explosionsgefahr, jedoch auch zu Gesundheitsrisiken, zum Beispiel Vergiftung aufgrund der Exposition gegenüber Kohlenstoffmonoxid (CO), Erstickten durch Sauerstoffarmut und allergischen Reaktionen, führen.

Die Lagerung von Pellets birgt das Risiko von Verletzungen oder Todesfällen, somit müssen Sicherheitsmaßnahmen umgesetzt werden. Die Möglichkeit von Brand- oder Explosionsvorfällen ist ein klares Anzeichen dafür, dass die Sicherheit priorisiert werden muss; zum einen um die Sicherheit von Personen sicherzustellen, und zum anderen, weil Unterbrechungen in der Stromversorgung weitreichende Konsequenzen haben. Das Vertrauen des Marktes in biogene Festbrennstoffe als zuverlässige Energiequelle wird beeinträchtigt werden und es könnte zu finanziellen Verlusten aufgrund von Geschäftsunterbrechungen kommen. Auch die Sicherstellung einer ausreichenden Versicherungsdeckung kann zunehmend schwieriger werden.

Dieses Dokument bietet Unterstützung, Beratung und Anleitung für Anlageneigentümer, Logistikanbieter, Anbieter/Hersteller von Anlageteilen, Berater, Behörden und Versicherungsanbieter in Bezug auf die Beurteilung und Minderung von Risiken bei der Handhabung und Lagerung von Pellets aus biogenen Festbrennstoffen. Es wird eine allgemeine Anleitung zum Schutz der persönlichen Sicherheit und zu personenbezogenen Vorsichtsmaßnahmen nach allgemein anerkannten Anforderungen an die Arbeitssicherheit gegeben. Als Teil der Bestimmung und Beurteilung von Risiken für biogene Festbrennstoffe werden definierte Prüfverfahren und Normen erstellt oder müssen entwickelt werden. Jedoch werden die Eigenschaften von biogenen Festbrennstoffen aufgrund der Alterung und Qualitätsverluste während der Handhabung und Lagerung in den tatsächlichen Umgebungen beeinträchtigt. Aufgrund dieser Veränderung der Eigenschaften müssen Sicherheitszuschläge in Abhängigkeit von den tatsächlichen Analyseergebnissen festgelegt werden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument enthält die Grundsätze für und Anforderungen an den sicheren Umgang mit und die sichere Lagerung von Pellets aus biogenen Festbrennstoffen in kommerziellen und industriellen Anwendungen. Zur Bestimmung, welche Sicherheitsmaßnahmen in Betracht gezogen werden sollten, wird ein risikobasierter Ansatz angewendet.

Das vorliegende Dokument umfasst den Prozess der Handhabung und Lagerung von Pellets in den folgenden Anwendungen:

- in einer Anlage zur Pelletherstellung vom Ausgang der Kühleinheit bis zum Beladen für den Transport
- bei einem gewerblichen Vertreiber von der Annahmestelle bis zum Beladen für den Transport und
- bei einem industriellen Endverbraucher von der Annahmestelle bis zum Einbringen in den Prozess der Brennstoffvorbereitung oder Verbrennung.

Zwar wird das Ent- und Beladen von z. B. Behältern, Zügen oder Lastkraftwagen berücksichtigt, jedoch nicht die Sicherheitsaspekte nach dem Laden und der Transport selbst.

Das vorliegende Dokument enthält außerdem eine spezifische Anleitung zu Erkennungs- und Unterdrückungssystemen sowie vorbereitenden Maßnahmen, um sichere und wirksame Brandbekämpfungsmaßnahmen zu ermöglichen. Eine Anleitung zum Management von Brand- und Explosionsvorfällen ist ebenfalls festgelegt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 12100, *Safety of machinery — General principles for design — Risk assessment and risk reduction*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: unter <http://www.iso.org/obp>

3.1 Allgemeine Begriffe

3.1.1

brennbarer Staub

kleine Feststoffpartikel mit einer Nenngröße von 500 µm oder weniger, die mit Luft bei Atmosphärendruck und bei normalen Temperaturen ein explosionsfähiges Gemisch bilden können

Anmerkung 1 zum Begriff: Das schließt Staub und Grobstaub, wie in ISO 4225 definiert, ein.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Begriff „Feststoffpartikel“ bezieht sich auf Partikel in der Feststoffphase, schließt aber Hohlpartikel nicht aus.

[QUELLE: ISO/IEC 80079-20-2:2016]

3.1.2

Feingutanteil

Feinanteil

Feingut

kleine Partikel in einem Brennstoff, deren Größe unterhalb einer bestimmten zuvor festgelegten Größe, hier weniger als 3,15 mm, liegt

[QUELLE: ISO 16559:2014, 4.90, modifiziert — „üblicherweise“ wurde durch „hier“ ersetzt, um eine genaue Grenze anzugeben]

3.1.3

Zündquelle

Energiequelle, die verwendet wird, um das Brennen einzuleiten

[QUELLE: ISO 13943:2008, 4.189]

3.1.4

Produktsicherheitsdatenblatt

Spezifikationsblatt, in dem die physikalischen Aspekte, Eigenschaften sowie gesundheits- und sicherheitsbezogene Daten für ein Produkt festgelegt sind

3.1.5

Selbsterhitzung

exotherme Reaktion innerhalb eines Materials, die zu einem Temperaturanstieg im Material führt

[QUELLE: ISO 4880:1997]

3.1.6

Selbstentzündung

Entzündung infolge einer Selbsterhitzung

[QUELLE: ISO 4880:1997]

3.1.7

Schwelen

langsame Verbrennung eines Materials, ohne sichtbare Lichtaussendung, üblicherweise bemerkbar durch einen Temperaturanstieg und/oder durch Rauch

[QUELLE: ISO 4880:1997]

3.1.8

Pellets aus biogenen Festbrennstoffen

mit Additiven oder ohne Additive gepresster biogener Brennstoff aus holzartiger Biomasse, üblicherweise in zylindrischer Form, mit gebrochenen Enden, einer zufälligen Länge, typischerweise im Bereich von 5 mm bis 40 mm, und einem Durchmesser von bis zu 25 mm

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Rohmaterial für Holzpellets ist holzartige Biomasse nach ISO 17225-1, Tabelle 1. Die Pellets werden üblicherweise in einer Matrizenpresse hergestellt; der Gesamtgehalt an Wasser ist gewöhnlich geringer als 10 % der Masse auf der Bezugsbasis Feuchtmasse.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die als Ausgangsmaterial für die Herstellung von Pellets verwendete holzartige Biomasse wird nach den Vorgaben des Kunden auf eine bestimmte Größe gemahlen. Die Bestimmung der Partikelgrößenverteilung der Pelletbestandteile sollte nach ISO 17830 erfolgen.

Anmerkung 3 zum Begriff: Beruht auf der Definition von Holzpellets in ISO 16559:2014.

3.2 Risikomanagement

3.2.1

Unfall

Vorfall, der einen Todesfall, eine Krankheit, eine Verletzung oder einen anderen Schaden zu Folge hat

[QUELLE: ISO 21101:2014, 3.25]

3.2.2

Notfall

ernsthafte Situation, die unverzügliches Handeln erfordert

[QUELLE: ISO/TR 21102:2013, 2.8]

3.2.3

ausfallsicher

Benennung, die auf eine Ausrüstung oder ein System angewendet wird, die/das so ausgelegt ist, dass im Fall eines Ausfalls oder einer Fehlfunktion eines beliebigen Teils des Systems Geräte automatisch aktiviert werden, um die Sicherheit des Betriebs zu stabilisieren oder sicherzustellen

[QUELLE: ISO 13628-7:2005, 3.1.49]

3.2.4

Schaden

Verletzung oder Schädigung der Gesundheit von Menschen oder Schädigung von Gütern oder der Umwelt

[QUELLE: ISO/IEC Guide 51:2014, 3.1]

3.2.5

Gefährdung

potentielle Schadensquelle

[QUELLE: ISO/IEC Guide 51:2014, 3.2]

3.2.6

Gefährdungsereignis

Ereignis, durch das es zu einem Schaden kommen kann

[QUELLE: ISO/IEC Guide 51:2014, 3.3]

3.2.7

Gefährdungssituation

Zustand, in dem Menschen, Güter oder die Umwelt einer oder mehreren Gefährdungen ausgesetzt sind

[QUELLE: ISO/IEC Guide 51:2014, 3.4]

3.2.8

Vorfall

Ereignis oder Vorkommnis, durch das ein Schadensrisiko, einschließlich möglicher Risiken aufgrund von Scheren, Quetschen, Fallen, Stoß, Fangen, Feuer, elektrischem Schlag, Witterungseinflüssen usw., entstehen kann, jedoch nicht muss

[QUELLE: ISO/TS 25740-1:2011, 3.13]

3.2.9

sicherheitsbezogene Konstruktion

Maßnahmen zur Beseitigung von Gefährdungen und/oder zur Verminderung von Risiken durch Veränderung der Konstruktion oder der Betriebseigenschaften des Erzeugnisses bzw. Systems

[QUELLE: ISO/IEC Guide 51:2014, 3.5]

3.2.10

bestimmungsgemäße Verwendung

Verwendung in Übereinstimmung mit den Informationen, die mit einem Erzeugnis oder System bereitgestellt wurden, bzw., mangels derartiger Informationen, nach den allgemein üblichen Verwendungsmustern

[QUELLE: ISO/IEC Guide 51:2014, 3.6]

3.2.11

vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung

Verwendung eines Erzeugnisses oder eines Systems in einer Weise, die vom Lieferer nicht vorgesehen war, aber aus leicht vorhersehbarem menschlichem Verhalten resultieren kann

[QUELLE: ISO/IEC Guide 51:2014, 3.7, modifiziert — Anmerkung 1 zum Begriff und Anmerkung 2 zum Begriff wurden gestrichen]

3.2.12

Risiko

Kombination der Wahrscheinlichkeit eines Schadenseintritts und seines Schadensausmaßes

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Wahrscheinlichkeit eines Schadenseintritts schließt die Konfrontation mit einer Gefährdungssituation, das Auftreten eines Gefährdungsereignisses und die Möglichkeit zur Vermeidung bzw. Begrenzung des Schadens ein.

[QUELLE: ISO/IEC Guide 51:2014, 3.9]

3.2.13

Risikoanalyse

systematische Nutzung verfügbarer Informationen, um Gefährdungen zu identifizieren und Risiken einzuschätzen

[QUELLE: ISO/IEC Guide 51:2014, 3.10]

3.2.14

Risikobeurteilung

Gesamtheit des Verfahrens, das Risikoanalyse und Risikobewertung umfasst

[QUELLE: ISO/IEC Guide 51:2014, 3.11]

3.2.15

Risikobeherrschung

Entscheidungsfindungsprozess zum Management und/oder zur Minderung eines Risikos; dessen Umsetzung, Durchsetzung und gelegentlicher Neubewertung unter Nutzung der Ergebnisse der Risikobeurteilung als eine Eingabe

3.2.16

Risikokriterien

Vorgaben, anhand derer die Signifikanz eines Risikos bewertet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Risikokriterien beruhen auf den Zielsetzungen einer Organisation sowie auf dem externen und internen Kontext.

Anmerkung 2 zum Begriff: Risikokriterien können aus Normen, Gesetzen, Leitlinien und anderen Anforderungen abgeleitet werden.

[QUELLE: ISO/IEC Guide 73:2009, 3.3.1.3]

3.2.17

Risikoeinschätzung

Prozess der Zuordnung von Werten für die Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines Ereignisses und dessen Folgen

[QUELLE: ISO 13824:2009, 3.15]

3.2.18

Risikobewertung

auf der Risikoanalyse basierendes Verfahren, nach dem festgestellt wird, ob ein vertretbares Risiko überschritten wurde

[QUELLE: ISO/IEC Guide 51:2014, 3.12]

3.2.19

Risikomanagement

koordinierte Tätigkeiten zum Leiten und Lenken einer Organisation in Bezug auf das Risiko

[QUELLE: ISO/IEC Guide 73:2009, 2.1]

3.2.20

risikomindernde Maßnahme

Schutzmaßnahme

jede Handlung oder jedes Mittel zur Beseitigung von Gefährdungen und zur Verminderung von Risiken

[QUELLE: ISO/IEC Guide 51:2014, 3.13, modifiziert — das Beispiel wurde gestrichen]

3.2.21

Restrisiko

Risiko, das nach der Anwendung von Maßnahmen zur Risikominderung verbleibt

[QUELLE: ISO/IEC Guide 51:2014, 3.8]

3.2.22

Sicherheit

Freiheit von unvertretbarem Risiko

[QUELLE: ISO/IEC Guide 51:2014, 3.14]

3.2.23

signifikante Gefährdung

Gefährdung, die festgestellt wurde und die spezielle Maßnahmen erfordert, um das Risiko entsprechend dem Risikomanagement auszuschließen oder zu reduzieren

3.2.24

vertretbares Risiko

Risiko, das in einem bestimmten Zusammenhang nach den gültigen Wertvorstellungen der Gesellschaft akzeptiert wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Für die Anwendung dieses Dokuments werden im Englischen die Begriffe „acceptable risk“ und „tolerable risk“ als Synonym betrachtet.

[QUELLE: ISO/IEC Guide 51:2014, 3.15]

3.3 Lagerung, Handhabung und Betrieb

3.3.1

Brückenbildung

Prozess der Bildung stabiler Brücken bei einer Massengutlagerung von Feststoffen, die den Austrag des Materials verhindern

Anmerkung 1 zum Begriff: Brückenbildung kann zwei grundlegenden Kategorien zugeordnet werden: mechanische und kohäsive Brückenbildung. Die mechanische Brückenbildung liegt vor, wenn große Partikel mechanisch ineinandergreifen und ein Hindernis bilden, eine kohäsive Brücke tritt auf, wenn Partikeln durch die Einwirkungen von Feuchtigkeit, Feingutansammlung, Partikelform, Temperatur usw. miteinander verbunden sind.

Anmerkung 2 zum Begriff: Brückenbildung wird auch als Bogen- oder Gewölbebildung bezeichnet.

3.3.2

Massengut

Menge eines Materials, in welchem die Komponenten auf makroskopischer Ebene zunächst nicht unterscheidbar sind

[QUELLE: ISO 11648-1:2003, 3.1.1]

3.3.3

Bunker

Behälter, Aufnahmebehälter oder Kammer zur Lagerung von Brennstoff

Anmerkung 1 zum Begriff: Bunker ist eine allgemeine Benennung und kann verschiedene Anwendungen und Größen umfassen, vom kleinen Tiefbunker z. B. für die Lagerung von Pellets, bis zu großen Bunkern an Kraftwerken für die Brennstofflagerung, die sich vor dem Verbrennungssofen befindet. Viele Bunker haben die Form eines Zuführbehälters (Trichters).

3.3.4

Kernfluss

Materialfluss, der auf eine Säule beschränkt ist, die unmittelbar die vertikale Achse durch die Auslauföffnung umgibt und in der das Material an der Oberfläche in Richtung der sich nach unten bewegenden Säule gleitet

[QUELLE: ISO 1213-1:1993, 10.1.15]

3.3.5

Kaminfluss

Fluss, der bei Lagerung mit Schwerkraftnutzung auftritt, wenn sich Massengut von der Oberfläche des Materials ablöst und durch einen vertikalen Kanal ausläuft, der sich im Material im Behälter bildet, sobald Material von der Auslassöffnung entnommen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Material in der Umgebung der Behälterwände bleibt stationär.

Anmerkung 2 zum Begriff: Manchmal wird anstelle von Kaminfluss Kernfluss verwendet.

[QUELLE: ISO 15117-1:2004, 3.15, modifiziert — Anmerkung 2 zum Begriff wurde aufgenommen]

3.3.6

Vorratsbehälter

Zuführbehälter

Behälter für ein loses Massengut, wie z. B. Getreide, Gestein oder Schutt/Abfall, üblicherweise einer, der sich nach unten verjüngt und in der Lage ist, den Inhalt am Boden zu entleeren

3.3.7

Wartungshandbuch

Dokument, das ausführlich die Fachdisziplinen und Verfahrensweisen darlegt, die einzuhalten sind, um einen Ausrüstungsgegenstand, eine gesamte Maschine oder ein gesamtes System in gutem Betriebszustand zu halten

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Wartungshandbuch beschreibt ausführlich die regelmäßige Überprüfung und den Austausch von Teilen, die Art des Schmiermittels und Schutzprozesse sowie den Zeitraum zwischen den jeweiligen Überprüfungen. Es enthält Anweisungen zur Art und Weise der Ortung von Fehlern, Durchführung von Reparaturen und des Austauschs von Bauteilen. Es kann auch eine ausführliche Liste der Bauteile enthalten, die zusammen gehören, um die vollständige Einheit zu bilden, sowie deren Bestellnummern und erforderliche Menge, um je nach Bedarf den Kauf von Ersatzteilen zu unterstützen.

[QUELLE: ISO/TR 11065:1992, 385 — modifiziert: ein Teil der Definition wurde als Anmerkung 1 zum Begriff formuliert]

3.3.8

Massenfluss

Fluss, bei dem der gesamte Inhalt eines Behälters, Silos oder Bunkers in Bewegung ist, so dass eine weitgehend gleichmäßige Fließgeschwindigkeit über den gesamten Querschnitt des Materials vorliegt

[QUELLE: ISO 1213-1:1993, 10.1.14, modifiziert — (in Bunkern) wurde in der Benennung gestrichen, „Behälter, Silo oder“ hinzugefügt]

3.3.9

Betriebshandbuch

Bedienungsanleitung

Sammlung von Dokumenten, die Informationen enthalten, die notwendig sind, um das Personal mit dem Betrieb und der Wartung einer Anlage, eines Systems oder Ausrüstungsgegenstands vertraut zu machen

[QUELLE: ISO 26870:2009, 3.11, modifiziert — „und Wartungs-“ wurde in der Benennung gestrichen]

3.3.10

persönliche Schutzausrüstung

PSA

Ausrüstung, die Kleidung, Handschuhe, Helme, Schuhe und Gesichtsschutz enthalten kann, jedoch nicht darauf beschränkt ist

[QUELLE: ISO/TR 21808:2009, 2.1]

3.3.11

kraftbetriebene ortsveränderliche Fördereinrichtung

mit einer bestimmten Form des Eigenantriebs ausgestattete Einrichtung, üblicherweise unter direkter Kontrolle einer Bedienperson

Anmerkung 1 zum Begriff: Zu kraftbetriebenen ortsveränderlichen Fördereinrichtungen gehören Erdbaumaschinen (z. B. Walzen, Grader, Scraper, Skid-Steer-Lader), Radlader und Radladerausrüstung, Lastkraftwagen, Bagger, Fahrzeugkrane, Hubwerke/Aufzüge, Hubarbeitsbühnen, Betonverteilermasten, Greifstapler und Gabelstapler sowie Züge und Güterwagen.

3.3.12

Rattenlochbildung

Austrag von Material erfolgt nur in einem über der Auslauföffnung eines Silos, Bunkers oder Vorratsbehälter gebildeten Fließkanal

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Grund für eine Rattenlochbildung ist kohäsives Material, das dazu führt, dass das Material außerhalb des gebildeten Kanals nicht in diesen fließt, wodurch der Abfluss gestoppt wird, sobald der zentrale Fließkanal geleert ist.

Anmerkung 2 zum Begriff: Rattenlochbildung wird auch als Röhrenbildung bezeichnet.

Anmerkung 3 zum Begriff: Siehe auch Definition von Kaminfluss, 3.38.

3.3.13

SCBA

unabhängiges Atemschutzgerät

allgemeine Benennung für Atemschutzgeräte, die dafür ausgelegt sind, dass eine Versorgungsquelle für Luft, Sauerstoff oder Atemgas zum Verbrauch beim Atmen vom Gerätträger mitgeführt wird

[QUELLE: ISO 16972:2010, A.267]

3.3.14

Silo

Konstruktion zur Lagerung eines großen Volumens von Massengut

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Formulierung „loses Material“ wurde durch „Massengut“ ersetzt.

[QUELLE: ISO 6707-1:2014, 3.2.20]

3.3.15

Lagerhalle

Warenlager

Gebäude oder Konstruktion zur Lagerung, wie z. B. Luftfahrzeughallen, Garagen, Lagerhallen, Lagergebäude und Güterbahnhöfe

Anmerkung 1 zum Begriff: Gängige alternative Bezeichnungen für eine Lagerhalle zur Lagerung von Pellets sind „Flachlager“ und „A-Rahmen-Lager“.

[QUELLE: ISO/TR 16344:2012, 2.1.11.9, modifiziert — Anmerkung 1 zum Begriff wurde hinzugefügt]

3.4 Löschmittel, Löschsysteme und Erkennung

3.4.1

CAF

Druckluftschaum

homogener Schaum, erzeugt durch die Kombination von Wasser, Schaummittel und Luft oder Stickstoff unter Druck

[QUELLE: ISO 7076-5:2014, 3.5]

3.4.2

CAFS

Druckluftschaumanlage

Anlage, in der ein Schaummittel und Luft unter Druck kontinuierlich zum Wasser hinzugefügt werden, das von einer Feuerlöschpumpe abgegeben wird

[QUELLE: ISO 7076-6:2016, 3.5]

3.4.3

Verschäumungszahl

Verhältnis zwischen dem Schaumvolumen und dem Volumen der Schaummittellösung, aus der der Schaum erzeugt wurde

[QUELLE: ISO 7076-2:2012, 3.4]

3.4.4

Gaserkennungssystem

Gasspürsystem

System, das Räume in Bezug auf das Vorhandensein und die Konzentration relevanter Gase (z. B. entflammbare und toxische Gase, Sauerstoffkonzentration) überwacht und bei vorher festgelegten Konzentrationen einen Alarm und Steuervorgänge auslöst

[QUELLE: ISO 10418:2003, 3.1.20, modifiziert — auf einer Offshore-Anlage wurde gestrichen und „und toxische“ eingefügt]

3.4.5

Leichtschaum

Schaum mit einer Verschäumungszahl größer als 200

[QUELLE: ISO 7076-4:2016, 3.1]

3.4.6

Zündquellenerkennungssystem

System, das aus einem oder mehreren Geräten besteht, die in der Lage sind, das Vorhandensein von wirksamen Zündquellen oder warmem oder überhitztem Material nachzuweisen

Anmerkung 1 zum Begriff: Hochempfindlicher Detektor zum Erkennen von Funken, heißen oder glimmenden Partikeln z. B. in pneumatischen und mechanischen Fördersystemen.

4 Einführung in die Anwendung dieses Dokuments

4.1 Allgemeine Informationen

Der Zweck dieses Dokuments besteht in der Unterstützung von Konstrukteuren, Käufern von Handhabungssystemen und Betreibern entlang der Lieferketten von Pellets, um sicherzustellen, dass Sicherheitsrisiken und nachteilige Auswirkungen auf die Qualität der Pellets, die die Sicherheit beeinflussen können, vermieden werden. Zur Bestimmung, welche Sicherheitsmaßnahmen in Betracht gezogen werden sollten, wird ein risikobasierter Ansatz angewendet.

Die in diesem Dokument als verbindlich angeführten Anforderungen sind zusätzliche, für Holzpellets spezifische Anforderungen, die in das bestehende Sicherheitsmanagementsystem des Unternehmens aufgenommen werden müssen. Das grundlegende Sicherheitsmanagement muss, zusätzlich zu den Anforderungen dieses Dokuments, immer sämtlichen nationalen und regionalen Gesetzen und Vorschriften zur Sicherheit (der Arbeitnehmer) entsprechen.

Die Lieferkette umfasst Handhabung und Lagerung bei den Pelletherstellern, gewerblichen Vertreibern/Lagern und Endverbrauchern, was großtechnische industrielle Anwendungen (z. B. Kraftwerke), mittelgroße Heizkessel und Vertreter/Händler, die kleine Heizkessel für die private Nutzung beliefern, sein können. Die Lieferkette für biogene Brennstoffpellets kann den Transport auf dem Wasser, der Schiene oder der Straße einschließen. Der Transport als solcher wird durch das vorliegende Dokument nicht erfasst, da er durch andere Organisationen, z. B. Vereinte Nationen und IMO, reguliert wird.

Die Eigenschaften von Pellets können in Abhängigkeit von dem verwendeten Rohmaterial und angewendeten Produktionsprozess schwanken. Informationen über eine bestimmte Pelletmarke in Bezug auf qualitäts- und sicherheitsbezogene sowie gesundheitliche Aspekte während der Handhabung und Lagerung müssen dokumentiert werden und verfügbar sein.

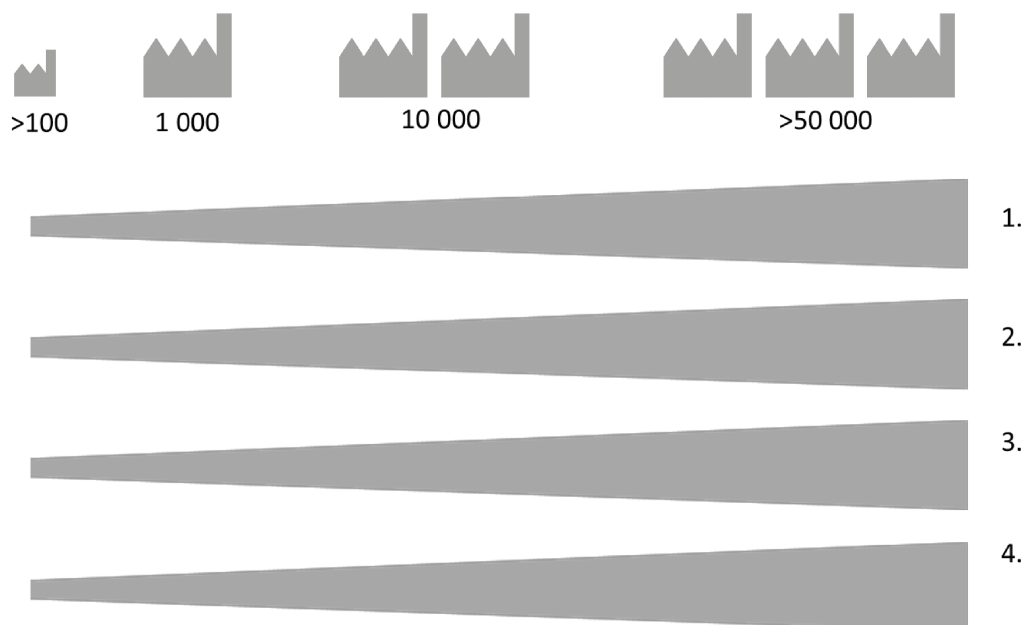
Der Schwerpunkt des vorliegenden Dokuments liegt sowohl auf der Planung/Auslegung als auch auf dem Betrieb. In Abschnitt 5 wird der allgemeine Risikomanagementprozess dargelegt, der zur Ermittlung möglicher Risiken und zur Beurteilung der Notwendigkeit von Maßnahmen zur Risikominderung/Risikobeherrschung für jede konkrete Anlage anzuwenden ist. In Abschnitt 6 bis Abschnitt 11 sind weiterführende ausführliche Angaben zu spezifischen Risiken und Gefährdungen, zum sicheren Betrieb und zur sicheren Wartung sowie spezifische Sicherheitsmaßnahmen für verschiedene Arten der Handhabung und Lagerung enthalten, die zu beachten sind.

Weiterführende Beschreibungen der Lieferkette von Pellets aus biogenen Festbrennstoffen und allgemeine Sicherheitsaspekte für Grundoperationen sind in Anhang A dargelegt.

4.2 Anwendbarkeit dieses Dokuments

Generell werden Anlagen beim Endverbraucher mit einer Lagerkapazität von < 100 t durch ISO 20023 erfasst. Die Lagerkapazität allein ist jedoch kein ausreichend guter Parameter um zu entscheiden, welche Sicherheitsmaßnahmen notwendig sind.

Ein kleiner Endverbraucher hat möglicherweise nur ein einzelnes Lager, das im Verlauf des Jahres in bestimmten Zeitabständen befüllt wird, während ein Händler oder größerer Endverbraucher möglicherweise über eine Reihe von Lagereinheiten unterschiedlicher Art und einen weitaus höheren Pelletumschlag im Verlauf des gesamten Jahres verfügt sowie komplexe Systeme zum Befüllen und Aufnehmen verwendet, wie in Bild 1 angeführt. Der gesamte Risikomanagementprozess ist daher unerlässlich, um relevante Sicherheitsmaßnahmen für jede einzelne Anlage sicherzustellen.



Legende

- 1 Lagerkapazität (t)
- 2 jährlicher Pelletumschlag
- 3 Komplexität der Handhabung vor Ort (z. B. Fördersysteme)
- 4 Relevanz von in diesem Dokument beschriebenen Sicherheitsmaßnahmen, Systemen/Anlageteilen

Bild 1 — Prinzipielle Darstellung der Relevanz dieses Dokuments als Funktion der Lagerkapazität (t), des Jahresumschlags und der Komplexität einer Anlage

5 Risikomanagement

5.1 Allgemeines

Um die Sicherheit bei der Handhabung und Lagerung von Pellets aus biogenen Festbrennstoffen zu verbessern, müssen sowohl die Planung als auch der Betrieb berücksichtigt werden. Die Sicherheit betrifft jeden, der verantwortlich oder den Gefährdungen ausgesetzt ist, die sich aus den Tätigkeiten innerhalb der Räumlichkeiten/des Geländes ergeben, hier beschränkt auf den Anwendungsbereich dieses Dokuments.

In Bezug auf festgestellte Gefahren sollte mindestens die folgende Hierarchie eingehalten werden:

1. Beseitigung/Ausschluss
2. Substitution
3. technische (Kontroll-)Maßnahmen
4. administrative (Kontroll-)Maßnahmen
5. Persönliche Schutzausrüstung (PSA)

Da der erste Punkt am wirksamsten ist, muss dieser Prozess sowohl während der Planung als auch während des Betriebs und der Wartung berücksichtigt werden, und vieles kann bereits während der Planung erreicht werden.

Für das Betriebsmanagement von Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit sollte das Modell „Planen-Durchführen-Prüfen-Handeln“ (en: Plan-Do-Check-Act, PDCA) nach ISO 45001 angewendet werden.

Ein wichtiger Teil dieser Prozesse, sowohl während der Planung als auch während des Betriebs, ist das Risikomanagement, das eine Reihe von Schritten und Teilschritten umfasst.

Für dieses Dokument sind die einzelnen Schritte, die befolgt und dokumentiert werden müssen, in Bild 2 dargestellt.

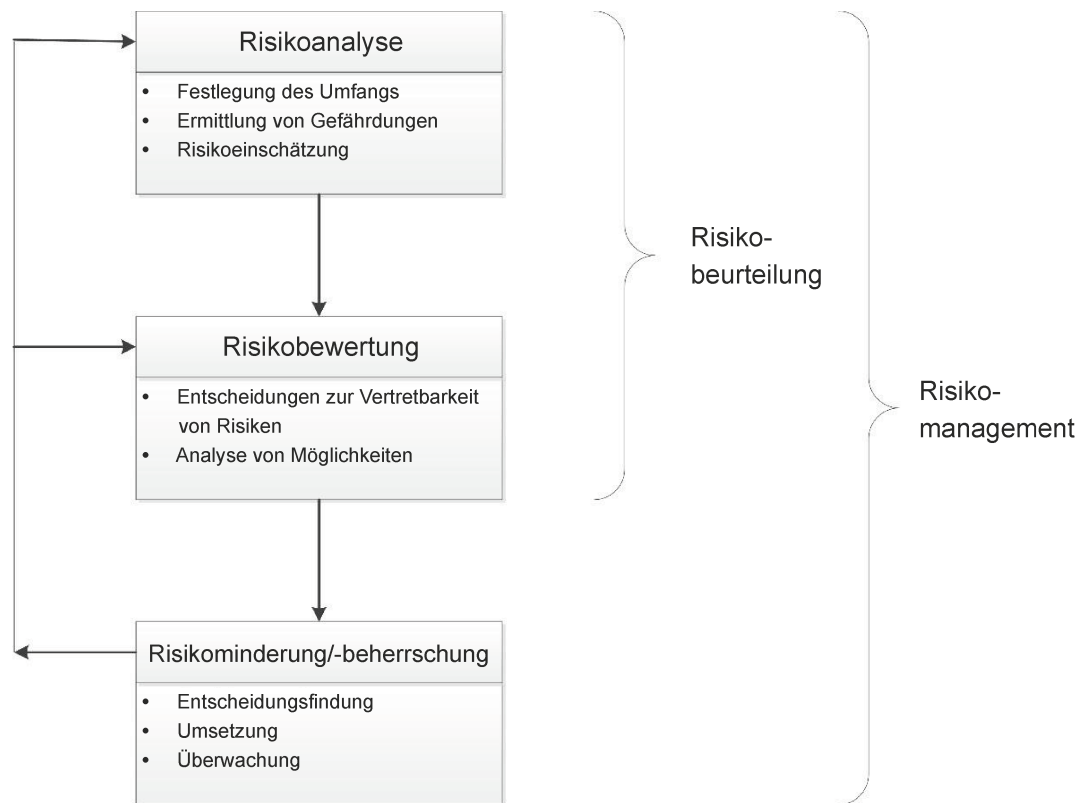


Bild 2 — Risikomanagement

Der Risikomanagementprozess umfasst eine Risikoanalyse und eine Risikobewertung, die die Grundlage für die Risikobeurteilung und dafür bilden, welche Maßnahmen zur Risikominderung/-beherrschung für die jeweilige konkrete Anlage erforderlich sind.

Die im Risikomanagementprozess zu berücksichtigenden und zu dokumentierenden Objekte, Probleme/Themen und Aspekte beziehen sich auf die allgemeine Planung und (konstruktive) Ausführung (Abschnitt 6) und die allgemeinen Betriebs- und Wartungsverfahren, einschließlich der Vorplanung von Notfallmaßnahmen (Abschnitt 7). Weitere spezifische Aspekte, die zu berücksichtigen sind, werden auch für Fördersysteme (Abschnitt 8), Silolagerung (Abschnitt 9), Bunker (Abschnitt 10) und Lagerhallenlagerung (Abschnitt 11) sowie in den zugehörigen Anhängen angegeben.

Die Dokumentation muss die eingeleiteten Maßnahmen beschreiben und begründen, aber auch Aspekte umfassen, die nicht als anwendbar oder relevant angesehen werden.

Die für den Risikomanagementprozess verantwortliche Person muss über die erforderlichen Kompetenzniveaus verfügen, um eine Brand- und Explosionsrisikobeurteilung durchzuführen; das erforderliche Kompetenzniveau sollte der Komplexität der zu bewertenden Anlage entsprechen, d. h.:

- gutes Verständnis von biogenen Festbrennstoffen;
- gutes Verständnis der Anlageteile und Prozesse, die zur Herstellung und entlang der Lieferkette von biogenen Brennstoffpellets angewendet werden;
- ein gutes Verständnis der brand(schutz)bezogenen Aspekte der Gebäudeleittechnik und -funktion sowie angemessen geschult und/oder erfahren in Brandsicherheits- und Brandschutzfragen;

- angemessene Kenntnis der nationalen Brandschutz- und Sicherheitsgesetzgebung und der Anforderungen anderer vollstreckender Behörden und Interessengruppen (d. h. Versicherer) sowie Kenntnis der einschlägigen nationalen und lokalen Vorschriften und Erfahrung mit der Anwendung;
- andere spezifische Kompetenzanforderungen, die durch eine nationale oder regionale Gesetzgebung geregelt sind.

5.2 Einführung in den Risikomanagementprozess

5.2.1 Allgemeines

Das Management von Risiken umfasst eine Reihe von Schritten und Teilschritten, wie in Bild 3 dargestellt. In 5.2.2 bis 5.2.6 sind verschiedene Teile des Risikomanagements festgelegt und beschrieben.

5.2.2 Festlegung des Umfangs

Bei der Durchführung einer Risikoanalyse ist es notwendig, den Umfang, d. h. das System, das in die Analyse einzubeziehen ist, festzulegen. Das schließt die Festlegung der Systemgrenzen und die Identifizierung von Anwender/Verbraucher, bestimmungsgemäßer Verwendung und vernünftigerweise vorhersehbarer Fehlanwendung ein. Annahmen und Beschränkungen sollten ebenfalls festgelegt werden. Technische, ökologische, organisatorische und andere für das Problem/System relevante Aspekte sollten einbezogen werden.

5.2.3 Ermittlung von Gefährdungen

Die Ermittlung von Gefährdungen umfasst eine systematische Überprüfung des untersuchten Systems, um die Art der vorliegenden inhärenten Gefährdungen zusammen mit der Art und Weise ihrer möglichen Erkennung zu ermitteln. Verschiedene Gefährdungen und Risikoquellen sollten ermittelt und die Art der von ihnen ausgehenden Gefährdung analysiert werden. Die Verfahren zur Ermittlung von Gefährdungen lassen sich im Wesentlichen in drei Kategorien einteilen:

1. vergleichende Verfahren (z. B. Checklisten, Gefährdungsindizes und Überprüfungen historischer Daten)
2. grundlegende Verfahren, die so strukturiert sind, dass sie eine Gruppe von Personen dazu anregen, Voraussicht in Verbindung mit ihrem Wissen auf die Aufgabe anzuwenden, Gefährdungen zu ermitteln (z. B. HAZOP-Studien und FMEA)
3. Techniken der induktiven Beweisführung (z. B. Ereignisbaum-Logikdiagramm)

Die Bedeutung der Risikoquellen muss durch eine erste Bewertung auf der Grundlage einer Konsequenzanalyse analysiert werden. Das Ziel dieser Analyse ist es zu entscheiden, ob:

- a) Maßnahmen eingeleitet werden sollten, um die Gefährdung zu beseitigen oder zu reduzieren,
- b) die Analyse aufgrund der Geringfügigkeit der Gefährdung abgebrochen werden kann,
- c) die Analyse mit einer Risikoeinschätzung fortgesetzt werden sollte.

Es gibt viele Faktoren, die das Risikomanagement beeinflussen, z. B. die Lagerkapazität, der jährliche Pelletumschlag und die Komplexität der Handhabung vor Ort sowie die Berücksichtigung aller Variablen, die für eine bestimmte Anlage gültig sein könnten. Zumindest die in Abschnitt 6 erwähnten Gefährdungen und die relevanten Teile von Abschnitt 8 bis Abschnitt 11 sind im Prozess der Gefährdungsermittlung zu berücksichtigen. In Abschnitt 7 sind Anforderungen an den sicheren Betrieb und die sichere Wartung enthalten, die ebenfalls berücksichtigt werden müssen.

5.2.4 Risikoeinschätzung

Bei der Risikoeinschätzung sollten die auslösenden Ereignisse oder Umstände, die Abfolge der bedenklichen Ereignisse, die mildernden Merkmale sowie die Art und Häufigkeit der möglichen nachteiligen Folgen der einzelnen Gefährdungen untersucht werden, um ein Maß für die Höhe des analysierten Risikos zu erhalten. Die Maßnahmen könnten sich auf Risiken für Mensch, Eigentum oder Umwelt beziehen und sollten einen Hinweis auf die mit den Schätzwerten verbundene Unsicherheit enthalten. Der Prozess der Risikoeinschätzung kann durch folgende Schritte beschrieben werden:

- a) Häufigkeitsanalyse, die zur Schätzung der Wahrscheinlichkeit jedes unerwünschten Ereignisses verwendet wird, das während der Phase der Gefährdungsermittlung festgestellt wurde. Zur Schätzung der Ereignishäufigkeiten werden üblicherweise drei verschiedene Ansätze angewendet: relevante historische Daten, Analyse- oder Simulationstechniken und gutachterliche Stellungnahme;
- b) die Konsequenzanalyse wird angewendet, um die voraussichtliche Auswirkung einzuschätzen, sollte das unerwünschte Ereignis eintreten;
- c) Risikoberechnungen, bei denen das Risiko in dem am besten geeigneten Ausdruck angegeben werden sollte, z. B.: Einzelrisiko, z. B. vorhergesagte Häufigkeit der Mortalität, graphische Darstellung der Häufigkeit in Abhängigkeit von der Konsequenz (F-N-Kurven), die statistisch erwartete Verlustrate in Bezug auf Unfälle, wirtschaftliche Verluste oder Umweltschäden, die Verteilung des Risikos eines bestimmten Schadenshöhe.

5.2.5 Risikobewertung

Nach Abschluss der Risikoeinschätzung muss eine Risikobewertung nach ISO 12100 durchgeführt werden, um zu bestimmen, ob eine Risikominderung erforderlich ist. Wenn eine Risikominderung erforderlich ist, müssen geeignete Maßnahmen ausgewählt und angewendet werden.

5.2.6 Risikominderung/-beherrschung

Auf der Grundlage der Risikobewertung sollten Maßnahmen eingeleitet werden, um ein vertretbares Risikoniveau zu erreichen. Wenn Gefährdungen oder Gefährdungssituationen mit mehreren Risiken ermittelt wurden, sollte sorgfältig darauf geachtet werden, dass vermieden wird, dass Maßnahmen zur Risikominderung, die zur Minderung eines Risikos gewählt wurden, zu einem anderen, nicht vertretbaren Risiko führen. Die Risikominderung kann in Maßnahmen unterteilt werden, die während der Planung bzw. während der Nutzungsphase eingeleitet werden. Die Maßnahmen wiederum sind in verschiedene Schritte oder Teile zu unterteilen und in der spezifischen Reihenfolge einzuleiten:

- Maßnahmen zu Risikominderung während der Planung:
 - sicherheitsbezogene Konstruktion
 - trennende und nicht trennende Schutzeinrichtungen
 - Informationen/Anweisung zur Nutzung
- Risikominderung während der Nutzungsphase
 - ergänzende (nicht trennende) Schutzeinrichtungen
 - Schulung
 - Arbeitsorganisation, Anwendung von Anlageteilen und Überwachung
 - persönliche Schutzausrüstung

In Bild 3 ist der Prozess des Risikomanagements mit dem iterativen Verfahren von Risikominderung und, falls zutreffend, Risikobeurteilung, dargestellt.

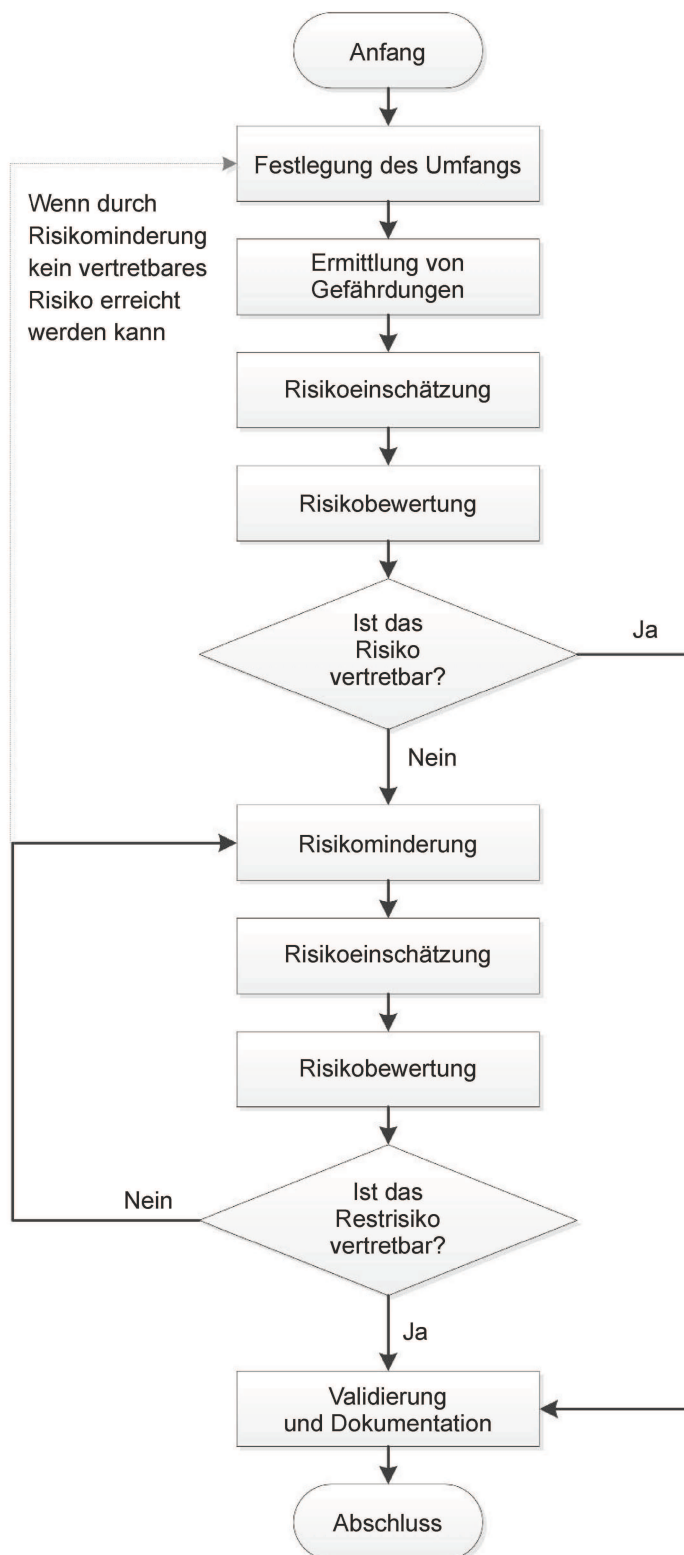


**Bild 3 — Iteratives Verfahren von Risikobeurteilung und Risikominderung
(nach ISO/IEC Guide 51:2014)**

Ein Beispiel einer Risikobeurteilung für ein gewerbliches, mittelgroßes Lager für Holzpellets mit verhältnismäßig geringer Komplexität ist in Anhang H dargestellt.

6 Anforderungen an Planung und (konstruktive) Ausführung

6.1 Allgemeines

In diesem Abschnitt werden die Anforderungen an die allgemeine Planung und Ausführung beschrieben, während zusätzliche Anforderungen für spezifische Objekte in Abschnitt 8 bis Abschnitt 11 beschrieben werden.

Anforderungen an den sicheren Betrieb und die sichere Wartung sind in Abschnitt 7 beschrieben.

6.2 Spezifische Risikobetrachtungen hinsichtlich der Handhabung von Pellets aus biogenen Festbrennstoffen

Die folgenden Gefährdungsbedingungen sind bei allen Vorgängen mit Pellets aus biogenen Festbrennstoffen während Produktion, Handhabung, Transport und Lagerung weit verbreitet und müssen während des Risikomanagementprozesses als Minimum betrachtet werden: Staubexplosion, Brand, Gasexplosionen, Ausgasen toxischer Gase, Bereiche mit niedrigen Sauerstoffkonzentrationen, hohe Wände aus Pellets in Lagereinrichtungen, die (als Lawine) auf Personal und ortsveränderliche Fördereinrichtungen einstürzen. Die wichtigsten Gefährdungen der Qualität und des Wertes der Pellets sind: physikalischer Abbau (z. B. Zerfall), Verunreinigung durch Wasser, Luftfeuchte, Fremdbestandteile. Nur die qualitätsbezogenen Gefährdungen, die in direktem Zusammenhang mit der Sicherheit stehen, werden in diesem Dokument näher erläutert.

Die Anlageteile und die Anlage müssen so gebaut werden, dass die Risiken minimiert werden. Alle Aspekte einer Anlage müssen, soweit wie möglich, dem Grundsatz der Ausfallsicherheit (Fail-Safe-Prinzip) folgen, was bedeutet, dass ein einzelner Ausfall keinen katastrophalen Folgeausfall bedingen darf.

ANMERKUNG Dies kann durch Verriegelung, Reservestromversorgung, Abladung von Materialien durch Schwerkraft usw. erreicht werden.

Das Gerät sollte die Pellets nicht zerstören und das Material vor Witterungseinflüssen schützen und von Zündquellen fernhalten.

Planung und Ausführung von Anlagen (einschließlich Inbetriebnahme und Übergabe) sowie betriebliche und vorbeugende Wartung und Instandsetzung sowie Notfallverfahren müssen so beschaffen sein, dass die mit Folgendem verbundene Aussetzung gegenüber einem Risiko minimiert wird:

a) Brennbarer oder explosionsfähiger Staub

Pellets aus biogenen Festbrennstoffen enthalten immer einen geringen Prozentsatz an Feingut, von dem ein Anteil sehr feiner Staub ist, der leicht in die Luft gelangt. Staub mit einer Partikelgröße kleiner 500 µm ist explosiv, wenn er in ausreichend hoher Konzentration vorliegt und in Kontakt mit einer Zündquelle kommt (siehe 6.2 h nachstehend). Der gesamte Holzstaub muss bis zum Beweis des Gegenteiles, zum Beispiel durch geeignete und repräsentative Prüfung, als brennbar angesehen werden. Feinstaub, der bei der Handhabung erzeugt wird, neigt dazu, sich auf ebenen Oberflächen in Schichten auf Balken, Motorgehäusen, Schränken, Geländern, Böden, Lampenschirmen usw. abzusetzen. Die Zündtemperatur für Staub in Schichten ist vergleichsweise niedrig, was bedeutet, dass die Zündung von Staub in Schichten viel wahrscheinlicher ist als von in der Luft aufgewirbeltem Staub [siehe auch 6.2 b)]. Alle Bereiche eines Arbeitsablaufs, der die Handhabung oder Lagerung von Pellets aus biogenen Festbrennstoffen einschließt, in denen explosionsfähiger Staub oder explosionsfähige Gase vorhanden sein können, sind in Risikozonen einzuteilen und einzustufen, wobei nationale oder regionale Vorschriften (z. B. ATEX-Richtlinien, NFPA-Normen) eingehalten werden müssen. (Siehe Anhang C.)

b) Selbsterhitzung

Pellets aus biogenen Festbrennstoffen und zugehöriger Staub neigen zur Selbsterhitzung während der Lagerung, insbesondere verhältnismäßig kurz nach der Herstellung oder bei erhöhtem Wassergehalt (z. B. aufgrund des Eindringens von Wasser) und erhöhter Umgebungstemperatur. Die Erwärmung kann in Abhängigkeit von der Qualität der Pellets erheblich sein und sich in einigen Fällen zu einem Schwelen entwickeln, das eine Feuerlöschmaßnahme und eine Notentleerung erfordert. Die Temperaturüberwachung der Oberfläche und im Inneren des gelagerten Massenguts ist wichtig, um Hinweise auf eine Selbsterhitzung zu erhalten. Messungen von CO direkt über der Oberfläche des Massenguts könnten zusätzliche Informationen liefern. Möglichkeiten für eine Notentleerung müssen in Betracht gezogen werden.

Es sollte auch beachtet werden, dass Staubschichten von Holzpellets auf einer warmen Oberfläche einen Selbsterhitzungsprozess einleiten und dadurch eine Zündung auch unterhalb der festgelegten Mindestzündtemperatur (MIT) einer Staubschicht verursachen können (siehe Anhang C).

c) Gefahr des Staubauswurfs in die Umwelt und der Exposition von Arbeitnehmern und anderen Personen in der Nähe der Anlage

Die Menge und der Charakter von Feinstaub, der in der Luft aufgewirbelt wird, stellt beim Einatmen ein Gesundheitsrisiko dar und einige Holzstaubarten sind möglicherweise krebserzeugend (NTP, 2016). Maßnahmen zur Kontrolle des Staubauswurfs müssen während der Entwurfsphase geplant und umgesetzt werden.

d) Gefährdung von Bedienpersonen durch Ersticken oder Vergiftung

Pellets aus biogenen Festbrennstoffen setzen Gase, wie z. B. Kohlenstoffmonoxid (CO) und Kohlenstoffdioxid (CO₂), in Kombination mit einer schnellen Sauerstoffverminderung frei. Kleine Mengen an Methan und Wasserstoff sowie übel riechenden Kohlenwasserstoffen werden ebenfalls freigesetzt (siehe 7.5 und D.2).

e) Lawine

Pellets aus biogenen Festbrennstoffen weisen im Allgemeinen eine hohe Fließfähigkeit ähnlich wie Getreide auf, können unter bestimmten Umständen jedoch hohe Pelletwände oder Brücken- und Rattenlochbildung verursachen, wenn sie in Silos oder Bunkern mit bodenseitiger Schwerkraftbeschickung gelagert werden. Wenn ein Lagerbehälter während des Entladevorgangs betreten wird, kann dies leicht zu Versinken oder Verschüttung führen. Lebensrettung mit Rettungsleine und „Kofferdamm“ (eine Barriere zur Verhinderung der Verschüttung von Personal durch Pellets) ist in solchen Fällen eine der wenigen Möglichkeiten, Leben zu retten.

f) Maschinenausstattung

Maschinen mit beweglichen Teilen (beim Normalbetrieb und im Fall einer Fehlfunktion) können ein erhebliches Risiko für Personenschäden darstellen, und es müssen geeignete risikomindernde Schutzmaßnahmen in Betracht gezogen werden. Die Anforderungen von ISO 12100 (Sicherheit von Maschinen) sowie alle nationalen oder regionalen Vorschriften müssen erfüllt werden.

g) Bewegungen von Fahrzeugen

Das Bewegen von Fahrzeugen im Normalbetrieb, insbesondere jedoch im Fall z. B. einer Notentleerung eines Lagers aufgrund von Selbsterhitzung oder Brand, kann mit einem erheblichen Risiko für Personenschäden einhergehen. Die Hauptrisikofaktoren sind die vielen in Betrieb befindlichen Fahrzeuge (z. B. Radlader, Lastkraftwagen), verminderte Sicht durch Rauch, verminderte Sicht durch Fahrer, die SCBA-Ausrüstung einsetzen. Geeignete risikomindernde Maßnahmen müssen in Betracht gezogen werden.

h) Brandgefahr

Sowohl Pellets als auch trockener Holzstaub stellen eine Brandgefahr da und Zündquellen müssen vermieden werden. Auf dem Weg der Pellets gibt es eine Reihe potentieller Zündquellen, die bei der Einstufung der Risikozonen berücksichtigt werden müssen (siehe 6.2 a) und Anhang C). Diese Zündquellen können im Normalbetrieb und/oder im Fall einer Fehlfunktion vorhanden sein und müssen bei der Planung und Inbetriebnahme, aber auch während des Betriebs berücksichtigt werden:

- 1) Heiße Oberflächen (z. B. Lampenschirme, Lampenkolben, überhitzte Kugellager und Motorgehäuse, Trockner, überhitzte Rollen (Tragrollen) und Führungsrollen, Auslassstutzen (Auspuffrohre) in beweglichen Geräten)
- 2) Selbsterhitzung (exotherme Reaktionen) (sowohl bei der Lagerung von Massengut als auch bei Staubablagerungen auf erhitzten Oberflächen)
- 3) Flammen, heiße Gase und heiße Partikel (einschließlich z. B. Feuer von außen, Arbeiten unter hohen Temperaturen während der Wartung, Transport von schwelendem Material, Gas aus Fahrzeugabgassystemen)
- 4) Mechanisch erzeugte Funken (Reibung, Abrieb, Stoß)
- 5) elektrische Betriebsmittel
- 6) elektrischer Ableitstrom
- 7) Statische Elektrizität (z. B. Funkenentladung, Gleitstielbüschelentladung)
- 8) Blitzschlag

6.3 Risikobereiche

Es gibt mehrere typische Bereiche, in denen die Pellets aus biogenen Festbrennstoffen entlang der Handhabungskette gefährliche Bedingungen für das Personal verursachen oder einer Qualitätsminderung (die die Sicherheit beeinflussen könnte) unterliegen können.

Nachstehend sind einige Beispiele für Bereiche (aber nicht beschränkt darauf) aufgeführt, in denen diese Risiken zu finden sind:

- a) Schiffsladeräume, Treppenhäuser, geschlossene Lager, geschlossene Räume (Erstickung, Umhüllung)
- b) Entlade- und Transportsystem für Pellets (Schiffsentlader, Zugentlader, Übergabestellen, Fördersysteme usw.)
- c) Lagereinrichtungen (Selbsterhitzung, Ausgasen, Sauerstoffarmut, explosionsfähige Atmosphäre)
- d) Kraftbetriebsene ortsveränderliche Fördereinrichtungen (Brand und Explosion, Personenschäden)

Im Zusammenhang mit der Pelletqualität muss der Konstrukteur den Entwurf beurteilen, um Folgendes zu ermitteln:

- a) Stellen, an denen Verunreinigungen, z. B. in Form von Niederschlag, oder Fremdbestandteile in die Pellets eingetragen werden können (bei der Handhabung und Lagerung),
- b) Stellen, an denen die Pellets Stößen oder Zerfall unterliegen,
- c) Stellen, an denen eine Entmischung auftreten kann, was dazu führt, dass Feingut abgetrennt oder konzentriert wird.

Für jeden dieser Punkte muss der Konstrukteur eine Beurteilung des wahrscheinlichen Ausmaßes der Auswirkung auf die Qualität vornehmen, wenn dies für die Sicherheit von Bedeutung sein kann, und geeignete Maßnahmen einführen, um sicherzustellen, dass die Qualität nicht auf ein für den Ladungseigentümer unannehmbares Maß reduziert wird.

Zu den wichtigsten Stellen, an denen diese Risiken üblicherweise auftreten, gehören:

- 1) Offener Schiffsladeraum (Verunreinigung durch Niederschlag)
- 2) Schiffsentlader (Abbau durch Stöße und Zerkleinerung)
- 3) Förderband-Übergabestellen (Abbau durch Stöße, übermäßige Fallhöhe)
- 4) Zuführungssysteme, wie z. B. Förderschnecken, Schleppkettenförderer (Abbau durch Druck oder Abrieb)
- 5) Aufnahme durch Fördereinrichtungen, wie z. B. Frontlader und Lastkraftwagen, die über Holzpellets fahren und zu Abbau und Verunreinigung führen

6.4 Allgemeine Anforderungen an und Empfehlungen für eine sichere Handhabung

Die Auslegung von Anlagen und Anlageteilen sowie die betriebsbezogenen Leitlinien für die Durchführung (siehe Abschnitt 7) können das Risiko gefährlicher Bedingungen während der Handhabung und Lagerung von Pellets aus biogenen Festbrennstoffen beseitigen oder minimieren. Nachstehend werden einige allgemeine Aspekte von Bedeutung aufgeführt, während spezifischere Aspekte, die sich auf bestimmte Objekte (Fördereinrichtungen, Silos, Bunker und Lagerhallen) beziehen, in Abschnitt 8 bis Abschnitt 11 dargelegt werden.

- a) Allgemeine Überlegungen zu Planung und Ausführung sollten die Erzeugung und Ablagerung von Staub, Materialansammlung usw. vermeiden.
 - i) Balken, Vorsprünge und Konstruktionen, die nicht regelmäßig gereinigt werden können und sich innerhalb von Gebäuden für die Handhabung und Lagerung von biogenen Brennstoffpellets befinden, müssen mit einer Abdeckung mit einem spitzen oberen Winkel von $< 60^\circ$ versehen sein, um Staubansammlungen abzulenken.
 - ii) „Toträume“, die eine Staubansammlung ermöglichen, müssen minimiert werden. Balkenträger sind mit Blech abzudecken oder mit Materialien wie Styropor zu füllen, um Staubansammlungen an Flanschen zu verhindern.
 - iii) Stellen möglicher Ablagerungen oder Ansammlungen müssen leicht zugänglich sein.
 - iv) In Bereichen mit gefährlichen Anlageteilen werden Warnschilder und Warnsysteme installiert.
- b) Prozesse, die Staub erzeugen, können durch folgende Maßnahmen vermieden werden:
 - i) Verwendung von geschlossenen Förderstrecken, geschlossenen Übergabestellen und/oder Entstaubungsanlagen
 - ii) Minimierung der Anzahl der Übergabestellen und ihrer Fallhöhen und/oder Auswirkungen auf Pellets
- c) Zugänglichkeit für regelmäßige Inspektionen
- d) Zugänglichkeit für die Einrichtungspflege

- e) Zugänglichkeit für die Brandbekämpfung
- f) Zugänglichkeit/Möglichkeit für eine Notentleerung des Lagers
- g) Während der Planungs- und Bauphase der Anlage sollten vorbereitende Maßnahmen in Betracht gezogen werden, um eine Brandverhütung zu erreichen oder, da sie wichtig sein könnten, um die Folgen eines Brand-/Explosionsvorfalls zu verringern (hinsichtlich weiterführender Einzelheiten siehe Abschnitt 8 bis Abschnitt 11).
- h) Systeme zur Explosionsdruckentlastung verringern das Risiko der Übertragung einer Explosion und eines Brandes entlang eines Förderers und sekundärer Explosionen in angeschlossenen Geräten. Die Druckentlastung sollte vorzugsweise ins Freie erfolgen (hinsichtlich weiterführender Einzelheiten siehe Abschnitt 8 bis Abschnitt 11).
- i) Bereiche, in denen Staub bei der Handhabung aufgewirbelt wird und das Auftreten explosionsfähiger Staub-Luft-Gemische nicht vollständig vermieden werden kann, müssen in Übereinstimmung mit den nationalen und regionalen Rechtsvorschriften in Risikozonen/-bereiche eingeteilt werden. Innerhalb der Zonen darf nur Ausrüstung (elektrische oder mechanische) angewendet werden, die für die jeweilige Zone zugelassen ist (siehe Anhang C).
- j) Sämtliche ermittelten Risikozonen/-bereiche müssen durch Zeichen und Warnsymbole eindeutig identifiziert werden.
- k) Elektrische Betriebsmittel und Blitzschutz. Es dürfen keine Halogen- oder andere Beleuchtungskörper mit heißen Oberflächen verwendet werden. Die Gehäuse elektrischer Geräte müssen in Bezug auf den Personenschutz, den Schutz gegen Fremdkörper und Eindringen von Wasser sowie Explosionsschutz nach nationaler/regionaler Gesetzgebung ordnungsgemäß klassifiziert sein.
- l) Gefahr der Ansammlung von Gasen aufgrund von Ausgasung oder von Pyrolysegasen (CO, CO₂) an Orten, die an Lagereinrichtungen angrenzen (z. B. Büros, Aufenthaltsräume und Besprechungsräume), insbesondere bei Selbsterhitzung oder Brandsituationen.

Weiterführende Informationen über die mit Staub verbundenen Risiken sind in Anhang C enthalten und einige Hinweise zum Umgang mit Notfallsituationen (z. B. Selbsterhitzung, Brand) sind in Anhang D zusammengefasst.

7 Anforderungen an den sicheren Betrieb und die sichere Wartung

7.1 Allgemeines

Die folgenden Anforderungen müssen Teil von Betriebs- und Wartungshandbüchern werden.

7.2 Allgemeine Anforderungen an Betrieb, Wartung und Handbücher

Der Betrieb und die Wartung einer Anlage müssen so organisiert sein, dass gefährliche Situationen vermieden werden, und falls Notfallsituationen eintreten, müssen Anweisungen für die Evakuierung und Erste Hilfe vorhanden sein, wie im Falle von Verletzungen vorzugehen ist, und Abschaltverfahren zur Minimierung von Schäden. Typische Situationen, von denen aus der Vergangenheit bekannt ist, dass sie Verletzungen und sogar Todesfälle verursachen, sind das Betreten geschlossener Räume, in Maschinen eingeklemmte Gliedmaßen und Kleidung, elektrischer Schlag, Kontakt mit heißen Oberflächen, Stolpern über Trümmer usw.

Um derartige Vorfälle zu vermeiden, muss der Arbeitgeber sicherstellen, dass jeder Arbeitnehmer eine angemessene Schulung zum Arbeitsschutz erhält, insbesondere in Form von Informationen und Anweisungen, die für seinen Arbeitsplatz oder seine Tätigkeit spezifisch sind:

- bei der Einstellung;
- im Fall einer Versetzung oder eines Wechsels der Tätigkeit;
- im Fall der Einführung neuer Arbeitsmittel oder einer Änderung der Ausrüstung;
- im Fall der Einführung einer neuen Technologie.

Die Schulung muss angepasst werden, um neue oder veränderte Risiken zu berücksichtigen, und bei Bedarf regelmäßig wiederholt werden.

Das Personal sollte regelmäßig über die Risiken informiert werden, die im Zusammenhang mit geschlossenen Räumen stehen, und über persönliche Gasdetektoren verfügen, die sowohl den CO- als auch den Sauerstoffgehalt (O₂) messen, da unter normalen Betriebsbedingungen eine Exposition gegenüber hohen/niedrigen Konzentrationen auftreten kann.

Während des Betriebs und der Wartung ist es wichtig, strenge Regeln sowohl für die mechanische als auch die elektrische Verriegelung von Maschinen anzuwenden, bevor z. B. Hindernisse beseitigt oder andere Wartungsarbeiten durchgeführt werden. Diese Regeln müssen auch die Sperrung von Brand-/Explosionsmelde- und -löschanlagen umfassen und sicherstellen, dass sie vor Beginn eines beliebigen Arbeitsablaufs wieder aktiviert werden.

7.3 Dokumentation von Betriebsanweisungen

Die folgenden Dokumente müssen in einer Anlage zusammengestellt werden, die Pellets aus biogenen Festbrennstoffen handhabt und lagert, und gegebenenfalls verfügbar sein und auf dem neuesten Stand gehalten werden.

a) Verfahren und Leitlinien

- tägliche Abläufe, einschließlich Anfahr- und Abschalttroutinen
- Notfallverfahren
- Verfahren der Einrichtungspflege
- Überblick über die Schulung des Bedienpersonals
- Arbeitssicherheitsrichtlinien von lokalen/nationalen Behörden
- Anforderungen an Protokollierung und Berichterstattung (Betriebsbedingungen, Vorfälle/anormale Bedingungen, Unfälle)
- Berichtsstruktur der Organisation
- sicheres Verhalten

b) Wartungshandbuch

- vorbeugende Wartungsrouitinen (z. B. regelmäßige Kontrolle von Lagern)
- Instandsetzungsrouitinen (z. B. Zugang zu entscheidenden Ersatzteilen, um einen schnellen Austausch zu ermöglichen)

c) Sicherheitsrichtlinien für Besucher und Auftragnehmer, die vor Ort arbeiten (z. B. Orientierungspläne, Regeln für das Betreten von geschlossenen Räumen, Verriegelung von Maschinen)

d) Eigenschaften der durch eine beliebige Anlage hergestellten oder gehandhabten Pellets aus biogenen Festbrennstoffen (Produktsicherheitsdatenblatt):

- Identifikation
- Gefährdungsermittlung
- Zusammensetzung
- Physikalische Eigenschaften
- Chemische Eigenschaften
- Eigenschaften in Verbindung mit der Selbsterhitzung
- Eigenschaften in Verbindung mit Ausgasung und Sauerstoffarmut
- Sicherheitstechnische Kenngrößen von Staub (siehe Anhang C)
- Toxikologische Angaben

Beispiele für spezifische Aspekte, die während des normalen Betriebs zu berücksichtigen und in die Dokumentation/Handbücher aufzunehmen sind, werden in 7.4 beschrieben, während Aspekte von Notfallverfahren in 7.5 behandelt werden.

7.4 Sicherheit während des Betriebs

7.4.1 Betrieb

Es muss eine regelmäßige Sichtprüfung des gesamten Handhabungssystems durchgeführt werden, um Staubansammlungen, verschüttetes Material oder Anzeichen für eine Fehlfunktion oder beschädigte Anlageteile zu erkennen, die eine Wartung erfordern. Der Einsatz einer IR-Handkamera wird empfohlen, da dies die Möglichkeiten zur Erkennung von erhitztem Material/erhitzten Anlageteilen erhöht.

Die Lagerzeit wird begrenzt und so weit wie möglich wird das First-In-First-Out-Prinzip angewendet. Es ist zu versuchen, eine Mischung von Brennstoffen unterschiedlicher Art, Qualität und mit unterschiedlichem Wassergehalt zu vermeiden, um eine geschichtete Erwärmung in Grenzschichten aufgrund von Staubgehalt, Partikelgröße usw. zu vermeiden.

Nach Durchführung der erforderlichen Sicherheitsvorkehrungen müssen regelmäßig Sichtprüfungen der gelagerten Pellets durchgeführt werden, d. h. unter Beachtung jeglicher Neigung zur Dampf Bildung. Derartige Prüfungen müssen auch bei Einlagerung des gelieferten Brennstoffs erfolgen.

Bei Lagern mit einer voraussichtlichen Lagerzeit von mehr als 3 bis 4 Wochen ohne Umsetzungsvorgänge sollte eine Kontrolle der Eigenschaften der eingelagerten Pellets in Betracht gezogen werden, z. B. Neigung zur Selbsterhitzung.

ANMERKUNG Ein Verfahren zur Bestimmung der Neigung zur Selbsterhitzung wird entwickelt und die Norm wird derzeit in ISO/TC 238/WG 7 erarbeitet. Stufe zum Zeitpunkt der Veröffentlichung ISO/CD 20049:2016.

Es sollte eine regelmäßige Überwachung der gelagerten Pellets unter Anwendung von Temperatur- und/oder Gasetektoren/Gasspürsystemen erfolgen (siehe Anhang G). Da die Lagereinrichtungen und Lagerbedingungen stark variieren können, ist die Überwachung der Änderungsrate der Massenguttemperatur (und/oder der Gaskonzentration) oft wichtiger als ein bestimmter Schwellenwert, da eine anormal steigende Änderungsrate eine Form von veränderten Bedingungen und ein mögliches Problem anzeigt.

Bei Zwischenlagern, bei denen wöchentlich eine Umlagerung in den Bestand oder die Aufnahme erfolgt, wird eine Temperaturüberwachung der bewegten Pellets (am Ein- und/oder Auslass) empfohlen.

Daher ist es unerlässlich, einen guten Überblick über die normalen Bedingungen zu behalten, um mehr über das konkrete Lager zu erfahren und die Möglichkeit zu haben, jede anormale Situation frühzeitig zu erkennen. In einer derartigen Situation müssen geeignete Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden, z. B. Entfernung, Inertisierung oder Kühlung des Brennstoffs (hinsichtlich weiterführender Hinweise siehe Anhang D). Nach dem Entleeren muss das Lager vor dem erneuten Befüllen von Pellets und Staub gereinigt werden. Zwischenlager müssen regelmäßig geleert und gereinigt werden, um einer Ansammlung von Staub vorzubeugen.

Bei der Handhabung und Lagerung von Pellets in Säcken oder Bigbags auf Paletten besteht das Hauptrisiko in der Stabilität, insbesondere wenn die Paletten auf Höhe gestapelt werden. Eine Beschädigung einer Palette auf niedriger Ebene kann zum Zusammenbruch des gesamten Palettenstapels führen und bringt das Risiko von Personenschäden mit sich.

Protokolllisten von relevanten Maßnahmen im Zusammenhang mit den Betriebs- und der Berichterstattungsroutinen bei beliebigen Vorfällen, einschließlich Folgemaßnahmen, sind zu führen und fortlaufend zu aktualisieren.

7.4.2 Einrichtungspflege

Staubansammlungen stellen sowohl eine erhebliche Explosionsgefahr (siehe Anhang C) als auch ein Gesundheitsrisiko dar, und es müssen technische/organisatorische Maßnahmen eingeleitet werden, um eine Exposition des Personals gegenüber Staub zu vermeiden. Deshalb muss eine Routine zur Überprüfung der Staubverteilung/-ansammlung eingeführt werden. Zur regelmäßigen Entfernung des Staubs muss ein Reinigungsplan aufbewahrt und geführt werden; er muss auf der Häufigkeit der Reinigung oder der maximalen Staubschicht beruhen.

Eine Staubschicht von mehr als 0,5 mm bis 1 mm im Allgemeinen oder eine Staubschicht von mehr als 3 mm, die mehr als 5 % eines bestimmten Arbeitsbereichs bedeckt, gilt als potentiell gefährliche Bedingung für eine Staubexplosion.

ANMERKUNG 1 Es hat sich als erfolgreich erwiesen, potentielle Ablagerungsbereiche farblich zu markieren, und wenn die farbige Markierung nicht mehr sichtbar ist, ist es ein Hinweis darauf, dass die Reinigung unverzüglich erfolgen sollte (VGB, 2013).

ANMERKUNG 2 Ein „bestimmter Arbeitsbereich“ wird als ein Bereich des Arbeitsplatzes betrachtet, dessen Grenzen durch die verschiedenen physischen Strukturen um ihn herum definiert sind, die den Bereich umschließen, einschließen oder unterteilen können. Diese Strukturen können Wände, Böden, Decken, Prozessausrüstung oder eine beliebige Kombination davon umfassen, die bewirken, dass der Arbeitsbereich innerhalb der Anlage entweder ganz oder teilweise umschlossen, eingeschlossen oder unterteilt wird. Je größer das Ausmaß der Begrenzung, Umschließung oder Einschließung in einem Bereich, in dem sich Staub angesammelt hat, desto größer ist die Gefahr, dass eine Explosion auftreten kann.

Größere Wandoberflächen mit rauer Oberflächentextur können mit antistatischem Glanzlack lackiert werden, um Staubansammlungen zu vermeiden und die Entstehung elektrostatischer Aufladung zu minimieren.

Staubsauger müssen für den Einsatz in explosionsfähigen Atmosphären nach nationalen und regionalen Vorschriften zertifiziert sein. Aufgrund des Risikos Staub aufzuwirbeln darf die Reinigung nicht mit Druckluft oder Hochdruckreinigern durchgeführt werden.

Feinstaub erzeugt ein Gesundheitsrisiko. Eine Exposition kann eine Ursache für Asthma, Auswirkungen auf die Haut und Augen und krebserzeugend sein. Personal, das regelmäßig Staub ausgesetzt ist, d. h. das im Bereich der Einrichtungspflege und Wartung arbeitet, muss Zugang zu Atemschutzausrüstung haben und diese muss gegebenenfalls getragen werden.

7.4.3 Wartung

Ein Wartungsplan für alle wichtigen mechanischen Anlageteile, z. B. Förderer, Ventile, verschiedene Überwachungsgeräte, Brandmelde- und Brandschutzeinrichtungen, ist zu führen und zu aktualisieren.

ANMERKUNG 1 Geräte, die nach spezifischen Normen oder Rechtsvorschriften zertifiziert sind, sollten entsprechend den Empfehlungen von Lieferanten, der Gesetzgebung und dem aktuellen Wartungsplan gewartet und inspiziert werden, um einen sicheren Betrieb sicherzustellen.

Um das Eindringen von Niederschlägen in die Lager zu vermeiden, muss die Gebäudehülle ordnungsgemäß ausgeführt sein und regelmäßig auf Mängel untersucht werden. Regenrinnen sollten ebenfalls regelmäßig überprüft werden, um eine einwandfreie Funktion sicherzustellen, da eine Verstopfung zum Eindringen von Wasser in das Gebäude führen kann.

Die vorbeugende Wartungsroutine muss die Überprüfung der Erdung der Gehäuse von Motoren, Lüftern und anderen leitfähigen Gegenständen umfassen. Der Widerstand gegen Erde oder zwischen Gegenständen muss $< 1 \text{ M}\Omega$ sein. Ein leitfähiger Gegenstand kann durch einen direkten Strompfad zur Erde oder durch Verbinden mit einem anderen leitfähigen Gegenstand, der bereits mit der Erde verbunden ist, geerdet werden. Einige Gegenstände sind aufgrund ihres Kontakts mit der Erde inhärent verbunden oder geerdet.

Arbeitsplätze in explosionsgefährdeten Bereichen sind vor Arbeitsbeginn durch eine qualifizierte Person zu überprüfen und erst nach Anwendung des entsprechenden Freigabeverfahrens zu öffnen.

Systeme in explosionsgefährdeten Bereichen sind durch eine qualifizierte Person vor der Aktivierung und wiederholt in regelmäßigen Abständen zu überprüfen.

Wenn explosionsfähige Staub/Luft-Gemische durch ständiges oder gelegentliches Inertisieren eines geschlossenen Systems vermieden werden, muss eine ergänzende Risikobeurteilung durchgeführt werden, die das zusätzliche Risiko für sauerstoffarme Bereiche für das Bedienungs- und Wartungspersonal einschließt.

Das Entleeren und Reinigen bestimmter Anlageteile (z. B. das Betreiben bestimmter Förderer ohne Material, das Entleeren und Reinigen eines Lagers) muss vor einem längeren betrieblichen Stillstand oder Wartungszeitraum erfolgen.

Arbeiten unter hohen Temperaturen (Schweißen, Schneiden, Löten, Bearbeiten mit Hochgeschwindigkeitswerkzeugen und andere Arbeiten in Verbindung mit Hitze oder Funken) dürfen nur nach schriftlicher Genehmigung durch eine autorisierte Person in der Anlage durchgeführt werden. Vor Beginn der Arbeiten sollten die notwendigen Vorkehrungen getroffen werden, um jegliches brennbares Material im Arbeitsbereich zu entfernen. Feuerlöschanlagen müssen verfügbar und einsatzbereit sein und die Arbeiten müssen von einer oder mehreren Brandschutzkräften überwacht werden. Das Sperren von Brand-/Explosionsmeldeanlagen kann erforderlich sein, um eine Aktivierung zu vermeiden. Die Genehmigungsverfahren

müssen auch sicherstellen, dass die Anlage vor dem erneuten Beginn eines beliebigen Arbeitsablaufs wieder aktiviert wird.

Geschlossene Pelletlager (insbesondere Silos und Bunker) dürfen erst dann zur Reparatur oder Wartung betreten werden, wenn durch spezifische Messungen bestätigt wurde, dass die Gaskonzentrationen von O₂ und CO einen sicheren Zugang ermöglichen (D.2.1). Die Arbeiten müssen immer in Begleitung einer zweiten Person durchgeführt werden, die als zusätzliche Sicherheitsvorkehrung außerhalb des Gefahrenbereichs verbleibt, und mit einem an der betretenden Person befestigten Sicherheitsseil. Die Begleitperson sollte stets im Augenkontakt oder mindestens im Sprechkontakt mit der Person im Lager sein.

ANMERKUNG 2 Es können nationale und regionale Anforderungen an die Schulung und Zertifizierung von Personal vorliegen, das Arbeiten unter hohen Temperaturen ausführt.

7.4.4 Leitlinien für Besucher/Auftragnehmer

7.4.4.1 Leitlinien für Auftragnehmer

Das Personal des Auftragnehmers muss über die Regeln in Bezug auf Folgendes informiert werden:

- Tragen von persönlicher Schutzausrüstung (PSA) (Helm, Schutzbrille, Lärmschutz, Schutzschuhe, reflektierende Kleidung, Atemschutzausrüstung oder beliebige andere spezifische, für die Anlage zutreffende PSA),
- Bereiche mit spezifischen Gefährdungen,
- Betreten enger (geschlossener) Räume. Eine besondere Genehmigung, Ausbildung und Schulung sind erforderlich, ebenso wie der Einsatz von mobilen Gasetektoren, mindestens für O₂ und CO, und die Begleitung einer zweiten Person außerhalb des Eingangs zum engen Raum,
- Tätigkeiten, die Arbeiten unter hohen Temperaturen einschließen. Eine besondere Genehmigung, Ausbildung und Schulung sind erforderlich, ebenso wie die Begleitung durch eine mit einem Feuerlöschgerät ausgestattete Brandschutzkraft,
- Maßnahmen im Falle eines Brandes oder einer anderen Notfallsituation, Evakuierungswege und Lage des „Sammelplatzes“,
- alle anderen spezifischen, die Anlage betreffenden Sicherheitsbetrachtungen.

Der (Die) Auftragnehmer muss (müssen) die Informationen sowohl mündlich als auch in schriftlicher Form erhalten und dies mit einer Unterschrift bestätigen.

7.4.4.2 Leitlinien für Besucher

Den Besuchern ist es nicht gestattet, beliebige Betriebsbereiche der Anlage ohne die Begleitung eines Mitarbeiters zu betreten, der sicherstellt, dass die Besucher keine gefährlichen Bereiche betreten. Vor dem Betreten der Betriebsbereiche müssen alle Besucher darüber informiert werden, dass sie immer mit der Begleitperson zusammen bleiben und deren Hinweise befolgen. Alle Besucher müssen mindestens einen Helm, reflektierende Kleidung, eine Schutzbrille, aber auch Lärmschutz oder andere für den Besuch als notwendig erachtete PSA tragen.

7.5 Vorplanung von Notfallmaßnahmen

Gegebenenfalls müssen Vorplanung und Erstellung von Checklisten in Zusammenarbeit zwischen dem Betreiber und den Feuerwehr- und Rettungsdiensten erfolgen, um mögliche Szenarien abzudecken. Typische Vorfälle, die beachtet werden müssen, sind:

- Aktivierung von Zündquellenerkennungssystemen im Fördersystem,
- Branderkennung im Fördersystem,
- angezeigte Selbsterhitzung in einem Lager,
- bestätigter Brand im Lager,
- Aktivierung eines beliebigen Explosionsschutzsystems in der Anlage,
- Rettung von Menschen aus engen Räumen.

Die Brandvorbeugungsplanung muss Folgendes enthalten:

- Struktur der Notfallorganisation mit Kontaktdaten (z. B. Mobiltelefonnummer, private Telefonnummer) sowohl zu allen beteiligten internen Mitarbeitern als auch zu externen Schlüsselpersonen (Feuerwehr- und Rettungsdienste, Lieferanten von Inertgas und zugehöriger Ausrüstung, Frachtunternehmen, Gesundheits- und Umweltbehörden usw.)
- Eine allgemeine Risikobeurteilung und Sicherheitsregeln für verschiedene erwartete Vorfallszenarien und mindestens die sechs vorstehend angeführten Szenarien.
- Verfahren zur Art der Durchführung einer aktualisierten Risikobeurteilung vor Ort, die sich auf das spezifische Objekt und Vorfallszenario bezieht.
- Sofortmaßnahmen (vorzugsweise als Checkliste), um das Risiko für das betroffene Personal zu minimieren (siehe nachstehend) und die Folgen des Vorfalls zu verringern.
- Notwendigkeit von Warnschildern und Warnsystemen, Ausrüstung zur Absperrung bestimmter Bereiche.
- Erwartete Dauer eines Brand- (oder Explosions-)Vorfalls und diesbezügliche Maßnahmen (kleinere Vorfälle können während einiger Stunden bearbeitet werden, während ein Brand in einem Silo mehrere Tage oder sogar Wochen dauern kann).
- Vorbereitungen, Ausrüstung und Routinen für die Notentleerung eines Lagers bei angezeigter Selbsterhitzung oder Brand.
- Verfahren für die Notabschaltung für bestimmte Anlageteile.
- Anweisungen zur Handhabung von Löschmitteln und verunreinigtem Material.
- Ausbildung und Schulung von Personal hinsichtlich verschiedener Vorfallszenarien (einschließlich des Bedienpersonals, Feuerwehr- und Rettungspersonals und, falls zutreffend, Hauptlieferanten von Löschanlagen/-mitteln).
- Routinen für eine regelmäßige Aktualisierung der Notfallverfahren.
- Regelmäßiges Überprüfen und Auffüllen der Erste-Hilfe-Materialien.

Weitere Einzelheiten, die bei den Vorplanungsarbeiten für verschiedene Anlageteile/Standorte aufzunehmen/zu berücksichtigen sind, werden ebenfalls in Abschnitt 8 bis Abschnitt 11 aufgeführt, und eine allgemeine Anleitung zum Umgang mit verschiedenen Notfallsituationen ist in Anhang D enthalten.

Das Vorplanungsdokument muss auch die notwendigen Zeichnungen und Fotos der Anlage enthalten, um zu veranschaulichen, wo verschiedene Brandschutzsysteme installiert sind, die ID-Nummern verschiedener Sensoren, die Lage der Wasserhydranten mit Informationen zu maximalem Durchfluss und Druck, Rettungswege und Notausgänge innerhalb von Gebäuden und entlang von Fördersystemen, ausführliche Konstruktionszeichnungen bestimmter Anlageteile usw.

7.6 Risiken für das Personal

Die folgenden Risiken für Personenschäden müssen sowohl bei der Vorplanung verschiedener möglicher Notfallsituationen als auch während eines laufenden Notfallbetriebs berücksichtigt werden, sind jedoch nicht darauf beschränkt:

- Exposition gegenüber toxischen Gasen (z. B. hohen Konzentrationen von CO als Folge von Ausgasung oder einer Selbsterhitzung/Brandsituation);
- Bereiche mit geringer O₂-Konzentration;
- Verwendung von Inertgas bei der Inertisierung/Brandkämpfung (Erstickung, Ausgesetztsein gegenüber kaltem verflüssigtem Gas);
- Auswirkungen von Explosionen (sowohl Staub- als auch Gasexplosionen betrachtend), Verletzungen durch den Betrieb von Explosionsdruckentlastungsöffnungen oder durch Bauteile, die durch die Explosion weggeschleudert wurden, Risiken und Auswirkungen von sekundären Explosionen;
- schnelle Ausbreitung von Bränden und Explosionen in engen Räumen, wie z. B. Fördertunnel/-strecken und Zugangsgänge, insbesondere, wenn sie eine steile Neigung aufweisen;
- Brandrauchdurchzündung (Rauchgasexplosion) (z. B. beim Öffnen eines Silos mit anhaltendem Schwelbrand);
- Arbeiten in engen Räumen und das Risiko des Versinkens oder der Verschüttung von Personen;
- Instabilität der Konstruktion (z. B. Konstruktion für Steigförderer, Einsturz von Silos) während eines Brandes;
- Arbeiten in Höhen.

Abgesehen von den aufgeführten Überlegungen muss die Risikoanalyse auch alle nationalen oder regionalen Rechtsvorschriften berücksichtigen, die relevant sein könnten.

8 Fördersystem und Übergabestellen

8.1 Allgemeines

Typische Brandursachen, insbesondere in Fördersystemen (A.4.3), sind oft heiße Oberflächen (z. B. Überlastung, unzureichende Schmierung, beschädigte Tragrollen, Führungsrollen, innenliegende Kugellager, überhitztes Elektromotorgehäuse, überhitzte Bremsen, Gurtschlupf, Versatz/Schieflaufen von Gurten, Reibung der Gurte, hohe Geschwindigkeit, Reibung gegen Materialablagerungen) oder Funkenbildung (z. B. hohe Geschwindigkeit (Relativgeschwindigkeit > 1 m/s), ungeeignete Abstimmung von Materialien, fehlender oder unzureichender Potentialausgleich, der Funkenbildung aufgrund von elektrostatischer

Ladung verursacht, Fehler in elektrischen Geräten und Betriebsmitteln, Fremdbestandteile). Diese Besonderheiten müssen in die Risikobeurteilung einbezogen werden.

In 8.2 und 8.3 werden spezifischere Aspekte aufgeführt, die während des Risikomanagementprozesses (Abschnitt 5 und Abschnitt 6) mindestens berücksichtigt und dokumentiert und als mögliche Maßnahmen zur Risikominderung/Risikobeherrschung, sofern dies als relevant oder notwendig erachtet wird, während der Planungs- und Bauphase des Fördersystems der Anlage umgesetzt werden müssen. Wenn die Risikobeurteilung darauf hinweist, dass eine bestimmte Maßnahme bei der Auslegung umgesetzt werden sollte, sind in 8.4 weiterführende Informationen, Empfehlungen und Anforderungen angeführt.

8.2 Erkennung

Die folgenden Maßnahmen zur Risikominderung/Risikobeherrschung müssen in Betracht gezogen werden:

- Temperaturüberwachungssystem für eingehendes Material, um ungewöhnlich warme Pellets (d. h. Pellets mit einer Temperatur, die die erfahrungsgemäß im Normalbetrieb vorliegenden Temperaturen überschreitet) zu erkennen,
- Zündquellenerkennungssystem für eingehendes Material und an Übergabestellen, um heißes oder glühendes Material auf dem Fördersystem zu erkennen (8.3.1),
- Bewegungsmelder zur Erkennung von Gurtschlupf, Gurtverlangsamung oder blockiertem Förderer, z. B. durch Materialansammlung oder Verstopfung an Übergabestellen,
- Messung der Stromaufnahme zur Erkennung einer Überlast im Antrieb,
- Sensoren zur Erkennung von Gurtschieflauf,
- Bewegungsmelder (z. B. Schwingungsaufnehmer) zur Erkennung von mangelhaften Lagern in Antriebsteilen, Rollen usw.,
- Temperaturüberwachungssystem zur Feststellung heißer Lager in Antriebsteilen, Rollen usw.,
- Rauchmeldeanlage entlang des Förderers,
- Erkennungssysteme entlang des Fördersystems zur Erkennung von offenem Feuer (z. B. lineare Temperaturfühlerkabel, Flammenwächter usw.),
- Videoüberwachung von Bereichen, die nicht regelmäßig von Personal besucht werden,
- Verriegelung des (der) ausgewählten Erkennungssystems (Erkennungssysteme), um den Förderer bei Bedingungen, die zu einem Brandvorfall führen könnten, sicher abzuschalten (8.4.2),
- Aktivierung einer sicheren Verfahrensweise, um zu verhindern, dass das Material einem Lager zugeführt wird.

Bei der Auswahl des Erkennungssystems sollte die Möglichkeit der Wartung und Prüfung während des Betriebs berücksichtigt werden. Bei der Auswahl des Erkennungssystems müssen auch die Zündkriterien des transportierten Materials berücksichtigt werden. (Einige weitere Informationen zu verschiedenen Überwachungs- und Erkennungssystemen sind in Anhang G angeführt.)

8.3 Vorbereitende Maßnahmen

8.3.1 Brandschutz

Die folgenden Maßnahmen zur Risikominderung/Risikobeherrschung müssen in Betracht gezogen werden:

- Verbot des Parkens von Fahrzeugen und Lagerung von brennbarem Material unter Förderern.
- Verwendung von feuerbeständigen und ableitfähigen Gurten (Kat. 2B oder Kat. 4A nach ISO 340 und ISO 284).
- Möglichkeiten für Sichtprüfung, Einrichtungspflege und Wartung sowie manuelle Brandbekämpfung.
- Zugänglichkeit zu allen installierten Sprinkler-/Sprühdüsen, Brandmeldern für Inspektion und Wartung über geeignete Luken, alternativ durch einfaches Entfernen der Düse/des Detektors für Inspektion und Wartung auf der Außenseite des Förderers.
- Zündquellenerkennungssystem, das an Übergabestellen an ein schnell aktivierendes Wassereinspritzsystem angeschlossen ist.
- Möglichkeiten des Materialauswurfs im Fall der Feststellung von ungewöhnlich warmem, heißem oder glühendem Material auf dem Förderer an Übergabestellen in ein Silo oder Flachlager.
- Vorbereitung zur Entleerung des Fördersystems bei ungeplantem Stillstand.
- Schutz von in Innenräumen befindlichen abgedeckten Förderern durch eine automatische Sprinkleranlage oder Feinsprüh-Löschanlage.
- Sprinklerschutz von im Freien befindlichen Förderern, die vollständig geschlossen oder teilweise offen sind, aus nicht brennbarem Material bestehen und aufgeständert über dem Boden sind.
- Eine Sprühwasser-Löschanlage in Förderstrecken mit einer steilen Neigung oder für ähnliche Bedingungen, bei denen die Ausbreitung des Feuers schneller sein kann als der Betrieb von herkömmlichen automatischen Sprinklern.
- Eine Sprühwasser-Löschanlage in Bereichen, in denen aufgrund hoher Werte, ungewöhnlichen Potentials für schwere Verluste oder hoher Häufigkeit von Bränden eine schnelle Reaktion oder sofortige Kühlung großer Flächen erwünscht ist.
- Neben einer Sprühwasser-Löschanlage die Unterteilung großer Förderstrecken in Kombination mit einer Brandlüftung, um das Risiko einer schnellen Brandausbreitung zu verringern.
- Verriegelung von Förderern zur sicheren automatischen Abschaltung bei Wasserdurchfluss am Sprinkler oder Branderkennung (8.4.2).
- Ortsfeste Standrohrsysteme mit Anschlüssen für die Nutzung des Feuerwehr- und Rettungsdienstes zur zusätzlichen oder endgültigen Brandbekämpfung.
- Zugangs-/Fluchtmöglichkeiten mindestens an beiden Enden des Fördersystems für das Bedien- und Feuerwehrpersonal.
- In allen Teilen eines abgedeckten Systems/abgedeckter Strecken installierte Notbeleuchtung.
- Warn-/Alarmsysteme (Licht/Ton), die an geeigneten Stellen in allen Teilen des Systems verfügbar sind, um eine frühzeitige Evakuierung sicherzustellen.

- Drucktasten zur manuellen Auslösung des Feueralarms sowie an geeigneten Stellen verfügbare Löschschlauchhaspeln und/oder Feuerlöscher.
- Für die Notentleerung sind getrennte Förderer zu nutzen (8.4.3).

8.3.2 Explosionsschutz

Die folgenden Maßnahmen zur Risikominderung/Risikobeherrschung müssen in Betracht gezogen werden:

Das Risiko von Explosionen ergibt sich vorwiegend aus der Erzeugung von Staub. Da Maßnahmen zur Verhinderung und Minimierung der Folgen von Staub- und Gasexplosionen häufig durch nationale und regionale Rechtsvorschriften geregelt sind, ist es wichtig, diese bestehenden Regeln einzuhalten. Wenn sie nicht mit diesen Rechtsvorschriften in Konflikt stehen und auf einer Einstufung der Risikobereiche beruhen (siehe Anhang C), müssen die folgenden Explosionsschutzmaßnahmen beachtet werden.

- Ausführung des Fördersystems zur Verringerung der Erzeugung von Staub (8.4.4).
- Verwendung von abgedeckten Förderkonstruktionen, die so ausgelegt sind, dass sie die Staubausbreitung, die Ansammlung von Staub im Inneren der Konstruktion minimieren, und der Anschluss von Übergabestellen an ein Staubsammelsystem.
- Zertifizierte Explosionsschutzeinrichtungen, die so installiert sind, dass sie der Einstufung des explosionsgefährdeten Bereichs entlang des Fördersystems entsprechen, basierend auf allen Betriebsbedingungen, einschließlich Start/Stop der Anlageteile und Wartung.
- Geschlossene/abgedeckte Förderer, einschließlich z. B. Staubabsaugsystemen, die mit Explosionsdruckentlastungssystemen ausgestattet sind, als Teil der Maßnahmen zur Begrenzung des Explosionsüberdrucks, um umherfliegende Teile zu vermeiden.
- Art, Größe und Lage von Explosionsdruckentlastungsöffnungen, die so ausgelegt sind, dass sie eine wirksame Druckentlastung sicherstellen und dem Risiko von Personenschäden vorbeugen, wenn sie aktiviert sind.
- Die Druckentlastung von einer Explosion wird aus dem Gebäude geleitet oder es werden zertifizierte Einrichtungen zur flammenlosen Explosionsdruckentlastung in Innenräumen eingesetzt (8.4.4).
- Explosions-Entkopplungssysteme (als Ergänzung oder Alternative zu Explosionsdruckentlastungsöffnungen), um die Übertragung einer Explosion und eines Brandes entlang eines Förderers, die zu sekundären Explosionen in angeschlossenen Anlageteilen führen könnte, zu verhindern.
- Explosions-Unterdrückungssysteme (als Ergänzung oder Alternative zu Explosionsdruckentlastungsöffnungen oder Explosions-Entkopplungssystemen).
- Explosionsgeschützte Ausführung (als Ergänzung oder Alternative zu anderen Explosionsschutzmaßnahmen).
- Verriegelung von Förderern zur automatischen Abschaltung bei Explosionserkennung (8.4.1).
- Reinigung von Staubablagerungen mit einer geeigneten Staubsauganlage, die für den Einsatz in explosionsfähigen Atmosphären zertifiziert ist, oder durch Anwendung eines Niederdruck-Wasserreinigungssystems. (8.4.4).
- Spezifische Betrachtung des Risikos bei Staubexplosionen und geeignete relevante Explosionsschutzmaßnahmen für Förderer, die zur Notentleerung vorgesehen sind.

8.4 Zusätzliche Informationen, Empfehlungen und Anforderungen in Bezug auf Auslegung und Schutz von Fördersystemen

8.4.1 Allgemeines

Wenn im Rahmen des Risikobeurteilungsprozesses festgestellt wurde, dass eine in 8.2 und 8.3 beschriebene spezifische Maßnahme zur Risikominderung/-beherrschung einbezogen werden muss, stellt dieser Abschnitt zusätzliche Informationen, Empfehlungen und Anforderungen bereit.

8.4.2 Erkennungssysteme

Ein Zündquellenerkennungssystem für eingehendes Material und an Übergabestellen, um heißes oder glühendes Material auf dem Fördersystem zu erkennen, kann auch an ein schnell aktivierendes Wassereinspritzsystem und/oder Materialauswurfsystem angeschlossen werden (8.4.3).

Zündquellenerkennungssysteme sollten verriegelt werden, um den Förderer bei Bedingungen, die zu einem Brandvorfall führen könnten, sicher abzuschalten. Die Abschaltsequenz sollte alle am angehaltenen Förderer mitwirkenden Transportsysteme einschließen. Die Abschaltsequenz sollte außerdem so ausgelegt werden, dass die Brandgefahr durch den Stillstand selbst nicht erhöht wird.

Temperaturüberwachungssysteme zur Feststellung heißer Lager in Antriebsteilen, Rollen usw. können erhalten werden, indem lineare Temperaturfühlerkabel angewendet werden oder, wenn die Lager des Förderers nicht eingeschlossen sind, durch Einsatz einer IR-Kamera.

Ein Erkennungssystem entlang des Fördersystems zur Erkennung von offenem Feuer (z. B. lineare Temperaturfühlerkabel, Flammenwächter usw.) ist von besonderer Bedeutung für große, abgedeckte Förderer. Bei bestimmten Anwendungen kann ein Erkennungssystem durch eine automatische Sprinkleranlage ersetzt werden (siehe 8.4.3).

8.4.3 Brandschutz

An bestimmten Stellen, z. B. vor dem Abladen in ein Silo, sollte die Aktivierung eines Erkennungssystems auch eine sichere Möglichkeit aktivieren, um zu verhindern, dass das Material in das Silo eingebracht wird, z. B. durch die Gestaltung einer sicheren Art der Zuführung des Materials zu einem Abbruch oder einer sicheren Seitenkippe (siehe 8.3.1). In Abhängigkeit von der physischen Anordnung und dem Materialfluss kann es zweckmäßig sein, die Richtung eines Förderers umzukehren, um das verworfene Material zu entsorgen. Förderer, die verworfenes Material transportieren, sollten vor dem Abschalten leerlaufen.

Offene Förderer in Innenräumen benötigen möglicherweise kein spezielles Sprinklerschutzsystem, wenn das Gebäude durch eine an der Decke montierte automatische Sprinkleranlage geschützt ist, die dafür ausgelegt ist, auch das Fördersystem abzudecken.

Sichtprüfung, Einrichtungspflege und Wartung sowie manuelle Brandbekämpfung können ermöglicht werden, z. B. indem sie von beiden Seiten zugänglich gemacht, bei Steigförderern Laufstege auf beiden Seiten hinzugefügt und Staubsauganlagen installiert werden.

Bei wiederholten Aktivierungen eines Zündquellenerkennungssystems sollte das System das Fördersystem abschalten.

Bei kaltem Klima, in dem Gefrieren auftreten könnte, muss eine Trocken-Anlage oder eine vorgesteuerte Anlage als Alternative zur automatischen Sprinkleranlage in Betracht gezogen werden. Bei einer Trocken-Anlage muss die Füllzeit berücksichtigt werden.

Sprühwasser-Löschanlagen, die zum Schutz von Förderstrecken mit steiler Neigung vorgesehen sind, bei denen eine schnelle Brandausbreitung erwartet werden kann oder ein Potential für schwere Verluste oder

eine hohe Brandhäufigkeit besteht, müssen das gesamte Bandsystem einschließlich des Unterbandes abdecken. Die Füllzeit für eine Trocken-Anlage muss berücksichtigt werden.

Ortsfeste Standrohrsysteme mit Anschlüssen für die Nutzung des Feuerwehr- und Rettungsdienstes müssen an geeigneten Stellen entlang des gesamten Fördersystems über Anschlüsse für Löschschläuche verfügen.

Wenn ein Zündquellenerkennungssystem mit Löschsystem installiert ist, sollte die manuelle Aktivierung des Löschsystems über Drucktasten an geeigneten Stellen in Betracht gezogen werden. Auch eine manuelle Aktivierung des Systems sollte zu einer sicheren Abschaltsequenz des Fördersystems, wie in 8.4.2 beschrieben, führen.

Die für die Notentleerung zu verwendenden Förderer müssen für eine Beanspruchung durch den Transport von heißem und schwelendem Material ausgelegt und zugänglich sein, um eine Sichtkontrolle und eine manuelle Wasseraufbringung zu ermöglichen, oder mit einem geeigneten Zündquellen-/Branderkennungssystem in Kombination mit einem ortsfesten Wasseraufbringungssystem ausgestattet sein, um das auf den Förderer entladene schwelende Material zu löschen. Ein getrennter Förderer für die Notentleerung sollte in Betracht gezogen werden, wenn mehrere Lagereinheiten zum Entladen an dem normalen Förderer angeschlossen sind.

ANMERKUNG Hinsichtlich weiterführender Einzelheiten zur Ausführung von Sprinklern für den Schutz von Förderern siehe z. B. FM Global Data sheet 7-11 (FM Global, 2015) oder NFPA 15.

8.4.4 Explosionsschutz

Das Fördersystem sollte so konstruiert sein, dass die Erzeugung von Staub verringert wird, indem die Anzahl der Übergabestellen und ihre Fallhöhen minimiert werden.

Förderkonstruktionen sollten abgedeckt werden, um die Staubausbreitung zu minimieren, und so konstruiert sein, dass die Ansammlung von Staub im Inneren der Konstruktion minimiert wird. Übergabestellen sollten an ein Staubsammelsystem oder gleichwertige Maßnahmen angeschlossen sein, um den Staubausschlag zu verringern.

Alle entlang des Fördersystems installierten Anlageteile müssen entsprechend der Einstufung des explosionsgefährdeten Bereichs zertifiziert sein. Die Einstufung der Risikobereiche muss auf allen Betriebsbedingungen, einschließlich Start/Stop der Anlageteile und Wartung, beruhen.

Geschlossene/abgedeckte Förderer, einschließlich z. B. Staubabsaugsystemen, sollten als Teil der Maßnahmen zur Begrenzung des Explosionsüberdrucks und um umherfliegende Teile zu vermeiden mit Explosionsdruckentlastungssystemen ausgestattet sein.

Die Art, Größe und Lage von Explosionsdruckentlastungsöffnungen sollten so gewählt werden, dass sie eine wirksame Druckentlastung sicherstellen und dem Risiko von Personenschäden vorbeugen, wenn sie aktiviert sind, z. B. den Durchgang vor der Öffnung verhindern und/oder mit einer Flammendurchschlagsicherung an der Öffnung.

Wenn sich die Förderer in Innenräumen befinden, sollte die Druckentlastung von einer Explosion aus dem Gebäude geleitet werden oder es werden zertifizierte Einrichtungen zur flammenlosen Explosionsdruckentlastung in Innenräumen eingesetzt. In derartigen Fällen muss die Tragfähigkeit des Bauwerks berücksichtigt werden.

Reinigung von Staubablagerungen sollte mit einer geeigneten Staubsauganlage, die für den Einsatz in explosionsfähigen Atmosphären zertifiziert ist, oder durch Anwendung eines Niederdruck-Wasserreinigungssystems erfolgen. Druckluft oder Hochdruck-Wasserreinigungssysteme dürfen nicht eingesetzt werden.

Fördersysteme für die Notentleerung bedürfen besonderer Aufmerksamkeit in Bezug auf die Brand- und Explosionsgefahr, da das ausgetragene Material schwelendes Material enthält, das zu offenen Flammen führen kann, wenn das Material der Luft ausgesetzt ist.

9 Silos

9.1 Allgemeines

Typische Ursachen für einen Brand in Silolagern für Pellets stehen oft im Zusammenhang mit Folgendem:

1. Selbsterhitzung (siehe Anhang B) der Pellets.
2. Über das Fördersystem in das Silo eingebrachtes heißes Material.
3. Mechanisches Versagen z. B. der Entleerungseinrichtung am Boden des Silos.

Explosionen im Silo-Kopfraum können ein Ergebnis von Folgendem sein:

1. schwelendem Material, das über ein Fördersystem in das Silo eingebracht wird und eine Staubwolke entzünden kann, die beim Befüllen im Silo erzeugt wurde,
2. die Folge einer Primärexplosion im Fördersystem, die eine Sekundärexplosion im Silo bewirkt,
3. Schwelbrand im Silo, der hohe Konzentrationen von brennbaren Gasen (CO, unverbrannte Kohlenwasserstoffe) erzeugt, was zu einer Gasexplosion führt.

In 9.2 und 9.3 werden spezifischere Aspekte aufgeführt, die während des Risikomanagementprozesses (siehe Abschnitt 5 und Abschnitt 6) mindestens berücksichtigt und als mögliche Maßnahmen zur Risikominderung/Risikobeherrschung, sofern dies als relevant oder notwendig erachtet wird, während der Planungs- und Bauphase des Silolagers umgesetzt werden müssen. Wenn die Risikobeurteilung darauf hinweist, dass eine bestimmte Maßnahme bei der Auslegung umgesetzt werden sollte, sind in 9.4 weiterführende Informationen, Empfehlungen und Anforderungen angeführt. Leitlinien zum Umgang mit verschiedenen Notfallsituationen sind in Anhang D enthalten.

9.2 Erkennung sowie Überwachung von Temperatur und Gas

Die folgenden Maßnahmen zur Risikominderung/Risikobeherrschung müssen in Betracht gezogen werden:

- Ein Zündquellenerkennungssystem an Übergabestellen, um warmes, heißes oder glühendes Material entlang des zuführenden Fördersystems zu erkennen.
- Ein Zündquellenerkennungssystem, das den Pelletstrom in das Silo überwacht (9.3.1.1).
- Überwachung der Gaszusammensetzung oder Gaskonzentration im Silo-Kopfraum und in der Nähe des Entleerungsauslasses.
- Überwachung von Temperaturen innerhalb des Massenguts mit am Silodach hängenden Temperaturfühlerkabeln.
- Ein Zündquellenerkennungssystem, das den Pelletstrom aus der Entleerungsöffnung des Silos überwacht, um warmes, heißes oder glühendes Material im Rahmen der Kontrolle des auf das Fördersystem ausgetragenen Materials zu erkennen (siehe 9.3.1.1).
- Videoüberwachung von Bereichen, die nicht regelmäßig von Personal besucht werden.

Einige weitere Informationen zu verschiedenen Überwachungs- und Erkennungssystemen sind in Anhang G angeführt.

9.3 Vorbereitende Maßnahmen

9.3.1 Brandschutz

9.3.1.1 Allgemeine Auslegung eines Silos

Die folgenden Maßnahmen zur Risikominderung/Risikobeherrschung müssen in Betracht gezogen werden:

- Ein Mindestabstand zwischen einzelnen Silos und angrenzenden Gebäuden, um eine gute Zugänglichkeit und Möglichkeiten für Vorbereitungen zur Notentleerung im Brandfall sicherzustellen.
- Luftdichtigkeit des allgemeinen Siloaufbaus, um den Eintrag von Luft in das Massengut zu begrenzen, jedoch auch, um den Austritt von Inertgas im Fall eines Löschvorgangs zu minimieren.
- Innerer Aufbau des Silos (z. B. Stahlbalken im Dach), um eine Ansammlung von Staub zu verhindern.
- Dachkonstruktion, um der Belastung durch am Dach angebrachte Temperaturfühlerkabel standzuhalten und die Kondensation von Wasser zu minimieren, die zu dem Risiko führt, dass Wasser in die Pellets fällt.
- Material der Deckschicht des Fußbodens zur Minimierung des Risikos der Funkenbildung bei ortsveränderlichen Fördereinrichtungen.
- Minimierung des Risikos der Brücken- und Rattenlochbildung.
- Einbau von nominell luftdichten Ventilen sowohl am Einlass als auch am Entleerungsauslass.
- Geschlossene und abgedichtete Türen, Öffnungen, Luken, insbesondere unterhalb des maximalen Füllstands angeordnet, um die Möglichkeit eines unbeabsichtigten Lufteintrags zu minimieren.
- Verhinderung eines Rückströmens von Gasen oder einer Rückzündung in das Silo von einem direkt an ein Silo angeschlossenen Ofen.
- Möglichkeit zum Schließen von Lüftungssystemen auf Grundlage freier Konvektion oder Abschalten und Schließen von Zwangsbelüftungssystemen im Brandfall.
- Anordnung eines freien Falls der Pellets an einer geeigneten Stelle, sowohl vor dem Siloeinlass als auch nach dem Entleerungsauslass, um die Installation von Zündquellendetektoren zu ermöglichen, vorzugsweise in Kombination entweder mit einem schnell aktivierenden Wassereinspritzsystem oder einer schnell reagierenden Materialauswurfvorrichtung.
- Anordnung und Routinen zur Minderung der Erzeugung von Staub durch den Aufprall von Pellets, die von der Oberseite des Silos fallen.
- Vorrichtungen für die Notentleerung, die für die Handhabung von ausgetragenen heißem/schwelendem/brennendem Material ausgelegt sind.
- Verfügbarer spezieller Lagerbereich für die Handhabung des ausgetragenen heißen/schwelenden/brennenden Materials.

9.3.1.2 Inertgassystem zur Brandunterdrückung/-verhütung

Die folgenden Maßnahmen zur Risikominderung/Risikobeherrschung müssen in Betracht gezogen werden:

- Ortsfestes Inertgas-Verteilungssystem am Boden des Silos für die Inertisierung des Massenguts (siehe 9.4.2.2).
- Einbau eines Druck-/Vakuum-Entlüftungsventils (oder einer anderen gleichartigen Vorrichtung) mit einer Entlüftungsleistung, die der Gasdurchflussmenge entspricht, die während des Inertisierungsvorgangs des Silos verwendet wird.
- Ortsfestes Inertgas-Verteilungssystem zum Schutz des Silo-Kopfraums. CO₂ sollte aufgrund der Explosionsgefahr nicht als Löschmittel genutzt werden, siehe D.2.2.2.
- Anordnung von festen Gasentnahmeleitungen vom Silo-Kopfraum zu einem sicheren Ort, an dem sich Gasanalysegeräte während einer Brandsituation befinden können.
- In der Silodecke montierte ortsfeste Sprühwasser-/Schaum-/Druckluftschaum(CAF)-Löschanlage zum Schutz des Silokopfraums im Falle eines offenen Feuers.
- Ortsfeste Standrohrsysteme mit Anschlüssen für die Nutzung durch den Feuerwehr- und Rettungsdienst zur zusätzlichen oder endgültigen Brandbekämpfung.
- Einleiten von Inertgas zur Verringerung der Sauerstoffkonzentration im Silo zur Brandverhütung.
- Zwangsbelüftungssystem zur Regelung der Temperatur des Massengutes (Anhang E).

ANMERKUNG Die Verwendung großer Mengen an Wasser führt zum Quellen der Pellets und kann aufgrund der erzeugten Kräfte die gesamte Silokonstruktion gefährden, siehe Anhang D.

9.3.2 Explosionsschutz

Während des Normalbetriebs ist die Explosionsgefahr vorwiegend mit Staubexplosionen verbunden. Das könnte z. B. durch eingehendes schwelendes Material bedingt sein, das die Staubwolke entzündet, die beim freien Fall in das Silo erzeugt wurde. Bei einer Schwelbrandsituation im Silo, z. B. hervorgerufen durch Selbsterhitzung, besteht ein erhebliches Risiko einer Gasansammlung (z. B. CO und unverbrannte Kohlenwasserstoffe), die zu einer Gasexplosion führen kann.

Zusätzlich zu den in 8.3.2 erwähnten Explosionsschutzmaßnahmen müssen die folgenden zusätzlichen Maßnahmen zur Risikominderung/Risikobeherrschung in Betracht gezogen werden:

- Anlageteile, die an einem Silo in einem als Risiko eingestuften Bereich installiert sind, sind entsprechend der Explosionsrisikoeinstufung des jeweiligen Bereichs/Anlageteils zu zertifizieren.
- Explosionsdruckentlastungsvorrichtung an der Silokonstruktion, um zu verhindern, dass der Explosionsdruck den maximalen Auslegungsdruck für die gesamte Silokonstruktion überschreitet.
- Vorbereitungen zum Abdichten der Entlüftungsöffnungen nach der Druckentlastung, um den Lufteintrag und Verlust an Inertgas während des Inertisierungsvorgangs des Silos zu auf ein Mindestmaß zu begrenzen.

9.4 Zusätzliche Informationen, Empfehlungen und Anforderungen in Bezug auf Auslegung und Schutz von Silos

9.4.1 Allgemeines

Wenn im Rahmen des Risikobeurteilungsprozesses festgestellt wurde, dass eine in 9.2 und 9.3 beschriebene spezifische Maßnahme zur Risikominderung/-beherrschung einbezogen werden muss, stellt dieser Abschnitt zusätzliche Informationen, Empfehlungen und Anforderungen bereit.

9.4.2 Erkennungssysteme

Die Überwachung der Pelletmasse in einem Silo könnte durch Überwachung der Gaszusammensetzung mit einem Gasspürsystem oder der Gaskonzentration mit CO/CO₂-Detektoren erfolgen. Die Messungen sollten im Silo-Kopfraum und vorzugsweise auch in der Nähe des Entleerungsauslasses erfolgen.

Bei der Überwachung der Temperatur innerhalb des Massenguts durch am Silodach hängende Temperaturfühlerkabel sollte der vertikale Abstand der einzelnen Temperaturfühler an jedem Kabel 3 m nicht überschreiten. Die Anzahl der Fühlerkabel und der Abstand zwischen den einzelnen Kabeln sollten auf den konkreten Bedingungen beruhen, z. B. Silodurchmesser, Aufbau des Silodaches, Dauer der Lagerung.

ANMERKUNG 1 Die Gestaltung des Daches sollte so sein, dass es der Belastung durch am Dach angebrachte Temperaturfühlerkabel standhält.

ANMERKUNG 2 Die Fühlerkabel können am Siloboden angebracht (mit einer Verbindung mit Sollbruchstelle) oder auf andere Weise befestigt werden, um die Kabel beim Befüllen in ihrer vertikalen Position zu halten.

9.4.3 Brandschutzsysteme

9.4.3.1 Allgemeine Auslegung

Der allgemeine Siloaufbau (Wand, Dach, Verbindung zwischen der Wand und dem Dach, Verbindung zwischen der Wand und dem Silofundament) muss möglichst luftdicht sein, um den Lufteintrag in das Massengut zu begrenzen, jedoch auch, um den Austritt von Inertgas im Fall eines Löschvorgangs zu minimieren.

Das Silo ist so auszuführen, dass das Risiko einer Brücken- und Rattenlochbildung minimiert wird.

Sowohl der Siloeinlass als auch der Entleerungsauslass sollten mit nominell luftdichten Ventilen ausgestattet sein. Das Einlassventil sollte im Falle einer Branderkennung im Zufuhrfördersystem automatisch schließen, um die Ausbreitung eines externen Brandes in das Silo zu verhindern. Sowohl das Einlass- als auch das Auslassventil sollten im Fall einer Branderkennung am Entleerungsauslass automatisch schließen.

Türen, Öffnungen, Luken, insbesondere unterhalb des maximalen Füllstands angeordnete, müssen geschlossen und abgedichtet werden, um die Möglichkeit eines unbeabsichtigten Lufteintrags zu minimieren, der zu örtlich begrenzter Selbsterhitzung und Entzündung führen könnte.

Die Belüftung des Silo-Kopfraumes, entweder auf freier Konvektion oder Zwangsbelüftung beruhend, muss im Brandfall geschlossen oder ausgeschaltet und geschlossen werden können. Die Ventile sollten nominell luftdicht und aus der Ferne steuerbar sein. Wird das Silo durch freie Konvektion über einen Ringspalt zwischen Silowand und Dach belüftet, sollte eine Vorrichtung installiert werden, die es ermöglicht, den Spalt zu schließen.

Wenn das Silo mit einem Lüftungssystem zur Kühlung des Massengutes ausgestattet ist, muss auch dieses System abschaltbar sein und Luftein- und -auslässe müssen geschlossen und abgedichtet werden können (siehe auch 9.3.1.6).

Wenn das Silo direkt an einen Ofen angeschlossen ist, müssen geeignete Maßnahmen zur Verhinderung eines Rückströmens von Gasen oder einer Rückzündung aufgrund von Unterdruck, der durch ein Zwangsbelüftungssystem hervorgerufen wird, in Betracht gezogen werden.

Wenn das Lüftungssystem ausgeschaltet und geschlossen ist, muss ein Druck-/Vakuum-Entlüftungsventil (oder eine andere gleichartige Vorrichtung) mit einer Entlüftungsleistung vorhanden sein, die der Gasdurchflussmenge entspricht, die während des Inertisierungsvorgangs des Silos verwendet wird.

Um die Installation eines Zündquellendetektors zu ermöglichen, sowohl am Siloeinlass als auch am Entleerungsauslass des Silos, sollten Schurren so angeordnet sein, dass die Pellets frei fallen. Die Schurren sollten sich zwischen dem Förderer für eingehendes Material und der Siloöffnung oder an einer geeigneten Stelle vor dem Siloeinlass als auch zwischen der Entleerungsöffnung und Abzugsförderer oder an einer geeigneten Stelle nach dem Siloausslass befinden. Das ermöglicht die Installation der Zündquellendetektoren in Kombination mit entweder

- einem schnell aktivierenden Wassereinspritzsystem oder
- einer schnell reagierenden Materialauswurfvorrichtung (das Ausschussmaterial sollte dann in einen sicheren Sammelbereich geleitet werden).

Als Alternative zu einem Freifall-Auslass kann die Drosselspeisung als Entleerungsmechanismus verwendet werden, der kein freies Fallen (Stauberzeugung) einschließt. Die Temperaturüberwachung kann durch Oberflächenmessung und anschließende Zündquellenerkennung erfolgen.

Zur Minderung der Erzeugung von Staub durch den Aufprall von Pellets, die von der Oberseite des Silos fallen, wird empfohlen, ein Silo nicht vollständig zu entleeren, ausgenommen zur Reinigung. Der Aufprall von Pellet, die aus geringer Höhe auf Pellets fallen, ist wesentlich geringer als bei Pellets, die auf Beton- oder Stahlausleger fallen. Es gibt auch so genannte „Bohnenleitern“, „Getreideleitern“ oder „Füllrohre“, die in der Mitte von Silos angeordnet sind und eine Rutsche oder Stufenlawine von oben nach unten bilden (A.5.2).

Vorbereitungen zur Notentleerung sollten durch Installation eines getrennten Fördersystems erfolgen, das für die Handhabung von ausgetragenen heißem/schwelendem/brennendem Material ausgelegt ist. Das ist von besonderer Bedeutung, wenn mehrere Silos durch nur ein Fördersystem bedient werden. (Siehe nachstehend angeführte Anmerkung.) Wenn das normale Abzugsfördersystem verwendet werden muss, muss dieses mit einem verstärkten Brandschutz ausgestattet sein (8.3.1).

Ein spezieller Lagerbereich muss für die Handhabung des ausgetragenen heißen/schwelenden/brennenden Materials verfügbar sein. Der Standort sollte unter Berücksichtigung der möglichen Risiken für nahegelegene Objekte, angrenzende Tätigkeiten, vorherrschende Windrichtungen usw. sorgfältig ausgewählt werden. Der Lagerbereich sollte Möglichkeiten zum Sammeln von Löschmitteln enthalten.

ANMERKUNG Es gibt viele Beispiele für Silobrüände, bei denen das Fehlen von Notentleerungsvorbereitungen große Probleme beim kontrollierten Entleeren des Silos verursacht hat, und in mehreren Fällen hat das zu einem vollständigen Verlust sowohl der Pellets als auch des Silos geführt. Die Komplexität und die Probleme nehmen zu, wenn nur ein Förderer für mehrere Silos verwendet wird, da ein Risiko der Brandausbreitung besteht. Der Zugang zum Förderer wird für das Feuerwehrpersonal ebenfalls schwieriger, wenn sich das Fördersystem in einem Durchlass unterhalb des (der) Silos befindet. Eine separate Entleerungsmöglichkeit von jedem Silo wird daher dringend empfohlen.

9.4.3.2 Inertgassystem für Massengut

Das ortsfeste Inertgas-Verteilungssystem muss am Boden des Silos für die Inertisierung des Massenguts installiert sein. Die Anzahl der Gasverteilungseinlässe und die Auslegung der Rohranordnung müssen auf der Querschnittsfläche des Silos beruhen.

Die Gasversorgung und das Gasverteilungssystem sollten so ausgelegt sein, dass sie eine Durchflussmenge von mindestens 5 kg/m^2 (Siloquerschnittsfläche) je Stunde bereitstellen. Bei der Durchfluss- und Druckberechnung sollte davon ausgegangen werden, dass das Silo mit Pellets gefüllt ist, die die niedrigste erwartete Durchlässigkeit aufweisen.

Die Einlassöffnung/Verbindung zum Gasverteilungssystem muss abgedichtet sein, wenn sie nicht in Betrieb ist, um einen Eintrag von Luft/Feuchtigkeit in das Silo zu vermeiden.

Das Gasverteilungssystem muss während der Wartung des Silos mit Wasser gespült werden können und daher eine Neigung zur Abflussstelle aufweisen.

Die Gasinjektionsöffnungen/-düsen am Siloboden müssen so ausgelegt sein, dass ein Blockieren oder Verstopfen des Massenguts verhindert wird.

Die Druckentlastungsöffnung/das Druckentlastungsventil muss im Silo-Kopfraum angeordnet und so ausgelegt sein, dass ein Gasstrom abgeführt werden kann, der dem eingeleiteten Inertgasstrom entspricht. Die Öffnung sollte als Rückschlagventil ausgelegt sein, das das Ausströmen von Gas ermöglicht, indem das Einströmen von Luft/Sauerstoff verhindert wird, es sei denn, es wird ein erheblicher Unterdruck im Inneren des Silos erreicht (z. B. aufgrund eines schnellen Temperaturabfalls).

Die Anordnung von festen Gasentnahmeleitungen vom Silo-Kopfraum zu einem sicheren Ort während einer Brandsituation sollte in Betracht gezogen werden, da dies eine Möglichkeit bietet, den Inertisierungs- und Brandunterdrückungsprozess zu überwachen. Das Messgerät sollte vorzugsweise in der Lage sein, O_2 und CO/CO_2 (%-Skala) zu messen.

9.4.3.3 Inertgassystem für den Silo-Kopfraum

Die Rohrleitungen und Gaseinlässe für das Inertgasverteilungssystem sollten sich im oberen Teil der Silowand befinden, um eine Beschädigung des Rohrsystems im Falle einer Explosion zu vermeiden. Die Anzahl der Einlässe sollte auf der Querschnittsfläche des Silos beruhen und das Maß des Gaseinlasses sollte eine niedrige Eintrittsgeschwindigkeit sicherstellen, um Staubbildung zu vermeiden. CO_2 darf nicht als Löschmittel genutzt werden (siehe Anmerkung 1).

Die Gasversorgung und das Gasverteilungssystem sollten so ausgelegt sein, dass sie eine Durchflussmenge von mindestens 1 kg/m^2 bis 3 kg/m^2 (Siloquerschnittsfläche) je Stunde bereitstellen.

Die Gasinjektionsöffnungen/-düsen am Silo-Kopfraum müssen so weit wie möglich von der Druckentlastungsöffnung entfernt sein (siehe 9.3.1.2), um den Inertgasverlust so weit wie möglich zu verringern. Die Öffnungen/Düsen müssen so angeordnet sein, dass sie bei maximalem Füllstand nicht vom Massengut bedeckt sind, und so ausgelegt sein, dass sie nicht durch Staub blockiert werden oder verstopfen.

Eine in der Silodecke montierte ortsfeste Sprühwasser-/Schaum-/Druckluftschaum(CAF)-Löschanlage als eine Ergänzung zum Inertgassystem zum Schutz des Silokopfraums im Falle eines offenen Feuers. Ein solches System ist insbesondere in Silos mit großem Durchmesser oder mit Explosionsdruckentlastungsöffnungen ausgestatteten Silos von Bedeutung, die nach einer Explosion möglicherweise nur sehr schwer wirksam abzudichten sind, was es schwierig oder sogar unmöglich macht, eine Löschwirkung nur mit Inertgas zu erzielen. Die Verwendung einer Schaum-Löschanlage mit hoher Qualität des expandierten Schaums (z. B. aufgegeben als CAF) reduziert den Einsatz von Wasser und liefert eine Schaumdecke auf der Oberseite des Materials, was den Eintrag von Sauerstoff in das Massengut verringert (siehe Anmerkung 2).

Aufgrund des Risikos einer Gas-/Staubexplosion wird die manuelle Schaumaufgabe nicht empfohlen, da Luft durch die Öffnungen eingeleitet wird. Wenn ein manuelles Aufgeben des Schaums erforderlich ist, müssen die Öffnungen so angeordnet werden, dass der Schaum so aufgegeben werden kann, dass er eine gleichmäßige Schicht bildet, die die gesamte obere Schicht der Pellets im Silo bedeckt. Die Öffnungen müssen so ausgelegt sein, dass der Eintrag von Luft soweit wie möglich begrenzt wird.

Ein ortsfestes Standrohrsystem mit Anschlüssen für die Nutzung durch den Feuerwehr- und Rettungsdienst zur zusätzlichen oder endgültigen Brandbekämpfung sollte in Betracht gezogen werden. Das Rohrsystem sollte an geeigneten Stellen an den Zugangsbühnen am Silodach über Anschlüsse für Löschschläuche verfügen. Zugangs-/Fluchtwege für das Feuerwehrpersonal müssen in Betracht gezogen werden.

ANMERKUNG 1 Die Verwendung von CO₂ als Löschmittel wird nicht empfohlen, da der Silo-Kopfraum aufgrund der Erzeugung von Pyrolysegasen voraussichtlich eine explosionsfähige Atmosphäre aufweist. Es ist bekannt, dass durch die Entladung von CO₂ eine elektrostatische Ladung erzeugt wird, die einen Funken erzeugen und eine Explosion innerhalb des Silo-Kopfraums verursachen kann (siehe D.2.2.2).

ANMERKUNG 2 Die Verwendung großer Mengen an Wasser führt zum Quellen der Pellets und kann aufgrund der erzeugten Kräfte die gesamte Silokonstruktion gefährden, siehe Anhang D.

9.4.3.4 Inertgassystem zur Brandverhütung

Wenn ein erhöhtes Risiko für Selbsterhitzung und Selbstentzündung besteht und/oder dass die Folgen einer Brandsituation unannehmbar sind, sollte die Einleitung von Inertgas zur Verringerung der Sauerstoffkonzentration im Silo in Betracht gezogen werden.

Die Inertgasversorgung muss an das Gasverteilungssystem am Boden des Silos angeschlossen sein (siehe 9.4.2.2) und eine Kapazität aufweisen, die ausreichend groß ist, um die Sauerstoffkonzentration im Massengut unter etwa 10 % zu halten.

Als Alternative zur Verwendung von Flüssigstickstoff zur Erzeugung von Stickstoffgas (siehe 9.4.2.5) könnte ein Stickstoffgasgenerator installiert werden, der üblicherweise ein Gemisch aus etwa 95 % Stickstoff und 5 % Sauerstoff erzeugt. Auch hier sollte die Kapazität ausreichend groß sein, um die Sauerstoffkonzentration unter 10 % zu halten (siehe Anmerkung 1 und Anmerkung 2).

Um die erforderliche Kapazität von Stickstoff, insbesondere für Silos mit großem Durchmesser, zu begrenzen, könnte das Gasverteilungssystem in mehrere Abschnitte unterteilt werden, wobei das Gas mehrere Stunden lang auf einen Abschnitt aufgebracht wird, bevor zum nächsten Abschnitt gewechselt wird, usw.

Zur Sicherstellung der Systemleistung ist ein Gasanalysator zu verwenden, der die Sauerstoffkonzentration im Silo-Kopfraum misst. Ein mobiler Gasanalysator könnte verwendet werden, wenn die Messhäufigkeit dadurch sichergestellt wird, dass er Teil der Betriebsabläufe ist.

ANMERKUNG 1 Es wird erwartet, dass eine Sauerstoffkonzentration von 10 % zur Vorbeugung ausreichend ist, während eine Sauerstoffkonzentration von höchstens 5 % im Silo-Kopfraum das Ziel bei einer Brandbekämpfung sein sollte.

ANMERKUNG 2 In EN 16750:2017 ist möglicherweise eine weiterführende Anleitung enthalten.

9.4.3.5 Inertgasversorgung

Die Inertgasversorgung für das Schutz-/Inertisierungssystem des Massenguts und/oder des Kopfraums sollte auf einer der folgenden Möglichkeiten beruhen:

- a) einem mobilen Tank mit flüssigem Stickstoff für das Inertgas in Kombination mit einer mobilen Verdampfungseinheit, die in einer Notfallsituation an die Gasverteilungssysteme (Boden und Kopfraum) angeschlossen ist,
- b) einem anlagenseitigen ortsfesten Tank mit flüssigem Stickstoff und einer ortsfesten Verdampfungseinheit,
- c) einem Inertgaserzeugungssystem, das an die Gasverteilungssysteme angeschlossen ist (begrenzte Kapazität und zu hoher Sauerstoffgehalt im Gas könnten ein Problem für Löschvorgänge sein).