RHEINBRAUN BRENNSTOFF

Sicherheitstechnische Empfehlungen für den Einsatz von Braunkohlenbriketts in Industrieanlagen

Stand: Mai 2004

Herausgeber: Rheinbraun Brennstoff GmbH,
Abteilung Industrievertrieb
Ludwigstraße, 50224 Frechen
Telefon: 0221/480-22274

RWE GROUP

Mit den vorliegenden "Sicherheitstechnischen Empfehlungen" sollen die Verwender von Braunkohlenbriketts über die Eigenschaften dieses Brennstoffes und die Maßnahmen, die bei Transport und Lagerung zu beachten sind, informiert werden. Die Empfehlungen basieren auf den einschlägigen Vorschriften für Bau und Betrieb von Kohlenstaubanlagen und wurden gemeinsam mit der EXAM-Fachstelle für Explosionsschutz – Bergbau-Versuchsstrecke, Bochum, erarbeitet.

Darüber hinaus stützen sich diese Empfehlungen auf eine langjährige eigene Betriebserfahrung im Umgang mit Braunkohlenbriketts sowie auf die bei zahlreichen Anwendern gesammelten Erkenntnisse.

Vervielfältigung und Weitergabe, auch auszugsweise,
ist nur gestattet, wenn auf die Urheberrechte der
Rheinbraun Brennstoff GmbH ausdrücklich hingewiesen wird.

1 Produktbeschreibung 4

2 Allgemeine Sicherheitsaspekte 6

2.1 Allgemeines 6

2.2 Sicherheitstechnische Kenngrößen 7

3 Hinweise auf rechtliche Rahmenbedingungen 9

3.1 Formale Betreiberpflichten 9

3.2 Vorschriften für den Bau und Betrieb von Brikettanlagen 10

3.3 Vorschriften für den Transport von Braunkohlenbriketts 12

4 Empfehlungen für den Bau und Betrieb von Brikettanlagen aus der Sicht des Brand- und Explosionsschutzes 13

4.1 Allgemeines 13

4.2 Technische Schutzmaßnahmen 13

4.3 Organisatorische Schutzmaßnahmen 23

5 Beispiel für die Anlagenausführung (Abbildung 6) 26

5.1 Entladung/Förderung zum Bunker 26

5.2 Bunker 26

1 Produktbeschreibung

Zur Herstellung von Braunkohlenbrikett wird die grubenfeuchte und stückige Rohbraunkohle (Wassergehalt ca. 54 Gew.-%) in den Veredlungsbetrieben zunächst zerkleinert und auf einen Wassergehalt von ca. 19 Gew.-% getrocknet. Die so aufbereitete Braunkohle wird anschließend in Brikettpressen ohne Zugabe von Bindemitteln zu 3"-Braunkohlenbrikett verpresst.

Braunkohlenbriketts haben aufgrund ihres hohen Gehaltes an flüchtigen Bestandteilen eine hohe Reaktivität, brennen leicht an und verbrennen umweltfreundlich.

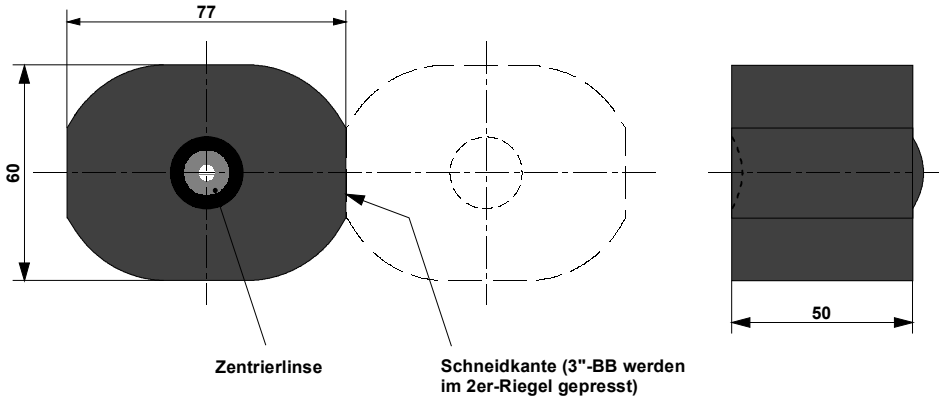


Abbildung 1: 3“ Braunkohlenbrikett

Gegenüber anderen Kohlensorten zeichnet sich die rheinische Braunkohle durch folgende Eigenschaften aus:

- niedriger Schwefelgehalt
- niedriger Aschegehalt
- Einbindung des Schwefels in die basische Asche bei der Verbrennung ca. 50 %
- hohe Reaktivität (niedriger Zündpunkt)

Tabelle 1: Analysenanhaltswerte von 3"-Braunkohlenbrikett ab Lieferwerk

Maße	mm	ca. 77 x 60 x 50
Druckfestigkeit	N/mm²	≥ 15,0
Schüttdichte	kg/m³	ca. 740

Kurzanalyse (Jahresmittel)		
Wassergehalt	Gew.-%	19,0
Aschegehalt	Gew.-%	3,5
Flüchtige Bestandteile	Gew.-%	42,0
Fixer Kohlenstoff	Gew.-%	35,5
Heizwert (Hu)	kJ/kg	19.800
	kcal/kg	(4.750)

Elementaranalyse (Jahresmittel)		
Kohlenstoff	Gew.-%	53,6
Wasserstoff	Gew.-%	3,9
Sauerstoff	Gew.-%	19,2
Stickstoff	Gew.-%	0,6
Schwefel	Gew.-%	0,35

Oxidanalyse der Asche (Jahresmittel)		
SiO_2	Gew.-%	7,0
Fe_2O_3	Gew.-%	15,0
Al_2O_3	Gew.-%	5,0
SO_3	Gew.-%	16,0
CaO	Gew.-%	35,0
MgO	Gew.-%	16,0
K_2O	Gew.-%	1,0
Na_2O	Gew.-%	5,0

Ascheschmelzverhalten (Jahresmittel)			
Sintertemperatur	°C	≥	900
Erweichungstemperatur	°C	≥	1.100
Fließtemperatur	°C	≥	1.250

2 Allgemeine Sicherheitsaspekte

2.1 Allgemeines

Wie beim Umgang mit anderen Brennstoffen sind beim Einsatz von Braunkohlenbriketts in industriellen Feuerungsanlagen eine Reihe von produktspezifischen Sicherheitsanforderungen einzuhalten.

Hauptzielrichtung der empfohlenen Maßnahmen ist der vorbeugende Brand- und Explosionsschutz. Hierdurch wird die Entstehung von Zündquellen verhindert . Zu diesen Maßnahmen gehört auch die Vermeidung von Staubablagerungen in der Anlage und die Minimierung von Staubaufwirbelungen z. B. an Übergabestellen. Dabei ist zu beachten, dass Braunkohlenbrikett ein grobstückiger Brennstoff ist , der abriebempfindlich reagiert. Dies bedeutet, dass beim mechanischen Umschlag Gruß und Abrieb in einem weiten Körngungsband entsteht.

Da beim Umschlag von Braunkohlenbrikett aus diesem Grund die Entstehung von explosionsfähigen Staub/Luftgemischen nicht vollständig ausgeschlossen werden kann, sind gemäß Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) für die jeweilige Anlage, ausgehend von der Häufigkeit und der Dauer des Auftretens einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre, explosionsgefährdete Bereiche festzulegen und in Zonen zu unterteilen. Art und Umfang der in diesen Zonen zu beachtenden Anforderungen orientieren sich an den Explosionsschutz-Regeln mit Beispielsammlung (EX-RL).

Bereiche, in denen gefährliche explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbaren Staub ständig, über lange Zeiträume oder häufig vorhanden ist, werden der Zone 20 zugeordnet. Dies betrifft in der Regel nur das Innere Staub/Luft-Gemisch führender Behälter und Apparate. Diese Zone ist hier nur der vollständigkeit halber erwähnt. Sie kommt in Brikettanlagen i. d. R. nicht vor. Ausnahmen können sich bei Komponenten von Absauganlagen ergeben, z. B. die kontinuierliche Dosierung aus dem Sammelbehälter einer Absaugeanlage.

Bereiche, in denen sich bei Normalbetrieb gelegentlich eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbaren Staub bilden kann, werden der Zone 21 zugeordnet. Hierzu zählen:

- Lagersilos, soweit sie **nicht** zeitlich überwiegend befüllt werden,
- Umschlagbereiche von Dosier- und Fördereinrichtungen mit häufigen Transport- bzw. Befüllvorgängen.

Bereiche, in denen bei Normalbetrieb eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbaren Staub normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig auftritt, werden der Zone 22 zugeordnet. Hiervon kann, abhängig von der Staubdichtheit der Apparaturen und den organisatorischen Maßnahmen zur

Staubbeseitigung, der Außenbereich der Brikettanlage inkl. Entladebereich, die außenliegenden Bereiche von Förderaggregaten wie Dosierung und Förderung, sowie die Einhausung dieser Anlagen in einem festzulegenden Umkreis betroffen sein. Für typische Brikettanlagen gilt z. B.:

Dichtheit der Anlage nicht an allen Stellen gewährleistet (z. B. Undichtheiten an Wellendurchführungen), Ablagerungen von Staub trotz Maßnahmen zur Staubbeseitigung im Nahbereich der Freisetzungsquelle möglich.	Zone 22 (Ausdehnung nach Einzelfall)
Staubablagerungen sind aufgrund der Vielzahl möglicher Freisetzungsquellen und/oder der Sedimentationseigenschaft des Staubes trotz Maßnahmen zur Staubbeseitigung im gesamten Raum gegeben.	Zone 22 (gesamter Raum)
Aufstellung wie in o. g. Fällen, jedoch im Freien	Infolge Witterung i.d.R. keine Zone

Die hieraus abzuleitenden notwendigen technischen und organisatorischen Maßnahmen werden nachstehend näher beschrieben.

2.2 Sicherheitstechnische Kenngrößen

Die Vorschriften zur Bestimmung sicherheitstechnischer Kenngrößen sind auf stückige Brikett vielfach i. A. nicht anwendbar bzw nicht zutreffend. Produktbedingt ist allerdings das Entstehen von Brikettgruß und –abrieb, z. T. mit Feinanteil, unvermeidbar.

Bei sachgemäßer Anwendung dieser sicherheitstechnischen Empfehlungen können gefährliche explosionsfähige Atmosphären im Bereich der Brikettförderung vermieden werden. Allerdings wird zum Beispiel in evtl. vorhandenen Absauganlagen und Grußaushaltungen ausschließlich feinkörniger Brikettgruß und –abrieb gefördert, so dass in diesen Anlagenteilen die nachfolgend genannten sicherheitstechnischen Kenngrößen zu berücksichtigen sind:

Medianwert (Staubfraktion < 500 µm)	***µm***	**60**

Kenngrößen von abgelagertem Brikettstaub

Brennverhalten Prüftemperatur 100° C	BZ 4

Leicht entzündlich		nein
Glimmtemperatur	°C	240
Exotherme Zersetzung		nein
Schlagempfindlichkeit		nein

Kenngrößen von aufgewirbeltem Brikettstaub

Staubexplosionsklasse		St 1
Max. Explosionsüberdruck	bar	9
K_{ST} -Wert	bar m/s	150
untere Explosionsgrenze	g/m³	40
Mindestzündenergie	mJ	>185/<245
Zündtemperatur	°C	450
Sauerstoffgrenzkonz. zur Explosionsvermeidung	Vol.-%	12
Spezifischer elektrischer Widerstand *	Ω m	$1{,}4 \cdot 10^{11}$

* Braunkohlenstaub gilt als nicht leitfähig.

3 Hinweise auf rechtliche Rahmenbedingungen

3.1 Formale Betreiberpflichten

Vor Aufnahme der Arbeiten zum Betrieb einer Anlage für Braunkohlenbriketts müssen die allgemeinen Arbeitgeberpflichten nach dem Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG), der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV), der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) und den Allgemeinen Vorschriften der Berufsgenossenschaften (BGV A1) erfüllt sein. Die allgemeinen Pflichten werden als bekannt vorausgesetzt und nachfolgend nicht weiter behandelt.

Für den Brand- und Explosionsschutz wird insbesondere auf die Erfüllung folgender formaler Betreiberpflichten nach BetrSichV hingewiesen:

- Erstellung einer Gefährdungsbeurteilung nach § 3 BetrSichV unter Berücksichtigung von §§ 4-5 ArbSchG und § 16 GefStoffV.
- Treten in der Anlage abriebbedingte Staubablagerungen und -aufwirbelungen auf, ist im Zuge der o. g. Gefährdungsbeurteilung auch die Bildung gefährlicher explosionsfähiger Staubatmosphäre zu beurteilen nach:

  1. Häufigkeit und Dauer ihres Auftretens,
  2. Wahrscheinlichkeit von Vorhandensein, Aktivierung und Wirksamwerden von Zündquellen,
  3. Ausmaß der zu erwartenden Explosionsauswirkungen.

  Zudem sind die ggf. resultierenden explosionsgefährdeten Bereiche in Zonen nach § 5 BetrSichV einzuteilen und es ist ein Explosionsschutzdokuments nach § 6 BetrSichV zu erstellen. Das Explosionsschutzdokument sollte dann insbesondere Angaben zu den ermittelten Explosionsgefährdungen, zur Zoneneinteilung, zu den Explosionsschutzmaßnahmen unter Beachtung der Mindestvorschriften nach Anhang 4 der Verordnung und zur Koordinierung enthalten. Bei Anlagen, die vor dem 3. Oktober 2002 erstmalig in Betrieb genommen wurden, ist das Explosionsschutzdokument bis zum 31.12.2005 zu erstellen.

3.2 Vorschriften für den Bau und Betrieb von Brikettanlagen

Spezielle Vorschriften für den Bau und Betrieb von Brikettanlagen gibt es nicht. Zur Klärung einzelner Fragestellungen können die folgenden Vorschriften herangezogen werden:

BGV C 12 [1)]: „Unfallverhütungsvorschrift Silos und Bunker“
Diese Unfallverhütungsvorschrift gilt für ortsfeste Silos und Bunker, in denen u. a. Brennstoffe, aber nicht Kohlenstaub (hier BGV C 15 [2]), zu Feuerungszwecken gelagert werden. Es werden Hinweise für den Bau, Ausführung und Betrieb dieser Anlagen gegeben. Daneben werden Hinweise auf die Vermeidung und Bekämpfung von Bränden sowie Verhaltensmaßnahmen bei Reparaturen, Montagen, Bau- und Renovierungsarbeiten an Silos oder an Bunkern gegeben.

VDI-Richtlinie 2263 (einschl. Bl. 1 - 4)
„Staubbrände und Staubexplosionen“
Gefahren - Beurteilung - Schutzmaßnahmen
Die Richtlinie definiert in kurzer Form Begriffe, die im Zusammenhang mit Staubbränden und Staubexplosionen verwendet werden. Die Gefahren, die durch brennbare Stäube entstehen können, werden dargestellt und Maßnahmen zur Vermeidung und Beherrschung von Staubbränden und Staubexplosionen erläutert. Außerdem werden die Untersuchungsmethoden zur Ermittlung sicherheitstechnischer Kenngrößen von Stäuben beschrieben.

Bei Brikettanlagen dient die Anwendung dieser Richtlinie insbesondere zur Vermeidung von Glimmbränden. Darüber hinaus sind Gesichtspunkte enthalten, die bei der Betriebsführung beachtet werden sollten.

VDI-Richtlinie 3673 Blatt 1, Ausgabe 2002
„Druckentlastung von Staubexplosionen“
Die Richtlinie beschreibt Druckentlastungseinrichtungen als eine Möglichkeit, die Auswirkungen von Staubexplosionen zu mildern, und gibt Hinweise für die Auswahl und die Dimensionierung derartiger Einrichtungen.

[1] ehemals VBG 112
[2] ehemals VBG 3

BGR104[3]

„Regeln für das Vermeiden der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung (Explosionsschutz-Regeln - EX-RL))“

Die Explosionsschutz-Regeln mit Beispielsammlung gelten für die Beurteilung der Explosionsgefahren beim Umgang mit Stoffen, die gefährliche explosionsfähige Atmosphäre bilden können, sowie für die Auswahl und Durchführung von Schutzmaßnahmen zur Vermeidung dieser Gefahren.

BGR 132[4]

„Richtlinien für die Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen - Richtlinien »Statische Elektrizität«“

Die Richtlinien finden Anwendung für die Beurteilung und die Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen in explosionsgefährdeten Bereichen und beim Umgang mit explosionsfähigen Arbeitsstoffen.

GefStoffV

„Gefahrstoffverordnung“
Zweck dieser Verordnung ist es, den Menschen vor arbeitsbedingten und sonstigen Gesundheitsgefahren sowie die Umwelt vor Schädigungen zu schützen. Brikettgruß und -abrieb können explosionsfähige Staub / Luftgemische bilden und fallen daher in den Geltungsbereich der Gefahrstoffverordnung.

BetrSichV

„Betriebssicherheitsverordnung“

Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit,
über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes. Zu den überwachungsbedürftigen Anlagen zählen auch Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen, die Geräte, Schutzsysteme oder Sicherheits-, Kontroll- oder Regelvorrichtungen im Sinne der Richtlinie 94/9/EG sind oder beinhalten.
Mit Berücksichtigung der BetrSichV wird auch die Richtlinie 1999/92/EG erfüllt.

[3] ehemals ZH 1/10
[4] ehemals ZH 1/200

ArbSchG

„Arbeitsschutzgesetz“

Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit. Das Gesetz gilt in allen Tätigkeitsbereichen und bildet auch die Grundlage für die allgemeinen Arbeitgeberpflichten zum betrieblichen Umgang mit Braunkohlenbrikett

Richtlinie 94/9/EG

„Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen“

Die Richtlinie gilt für das Inverkehrbringen von Geräten, Schutzsystemen, Komponenten und Vorrichtungen für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen und richtet sich in erster Linie an Hersteller. Sie definiert die grundlegenden Sicherheitsanforderungen und die Konformitätsbewertungsverfahren. Für den Betreiber von Anlagen mit Braunkohlenbriketts kann die Richtlinie ggf. bei der Auswahl und Beschaffung von Geräten und Schutzsystemen von Interesse sein.

Leitfaden zur Erstellung eines Explosionsschutzdokumentes beim Einsatz von Braunkohleprodukten

In Zusammenarbeit mit der EXAM-Fachstelle für Explosionsschutz – Bergbau-Versuchsstrecke, Bochum, wurde eine Arbeitshilfe zur Erstellung des nach Betriebssicherheitsverordnung erforderlichen Explosionsschutzdokumentes erarbeitet.

3.3 Vorschriften für den Transport von Braunkohlenbriketts

Der Transport von Braunkohlenbriketts ist ohne besondere Sicherheitsvorkehrungen über Schiene und Straße möglich. Spezielle Vorschriften für den Transport von Braunkohlenbriketts gibt es nicht.

4 Empfehlungen für den Bau und Betrieb von Brikettanlagen aus der Sicht des Brand- und Explosionsschutzes

4.1 Allgemeines

Braunkohlenbriketts sind grobstückige Brennstoffe, die abriebempfindlich sind. Bei Umschlag, Förderung und Lagerung der Braunkohlenbriketts ist an markanten Abwurf- und Übergabestellen innerhalb einer Bekohlungsanlage mit dem Auftreten von Staub-Luft-Gemischen zu rechnen. Weiterhin ist die Eigenschaft frischer Braunkohlenbriketts zu beachten, an der Oberfläche Sauerstoff anzulagern. Bei dieser Reaktion wird Wärme frei, die in der Regel wieder an die Umgebung abgeleitet wird. Kommt es jedoch innerhalb einer Brikettschüttung zu einem Wärmestau bei gleichzeitigem ständigem Angebot von Sauerstoff, tritt eine allmähliche Temperaturerhöhung der Braunkohlenbriketts ein, die im ungünstigsten Fall bis zur Selbstentzündung führen kann.

4.2 Technische Schutzmaßnahmen

4.2.1 Bunkeranlagen

4.2.1.1 Bunker bzw. Silos werden in Stahlblech oder Betonbauweise nach rein statischen Gesichtspunkten in geschlossener Bauform ausgeführt.

4.2.1.2 Gleitflächen sollten eine Neigung von mindestens 45° aufweisen.

4.2.1.3 Entstehende Eckenwinkel sollten mindestens mit 45° Eckenneigung ausgeführt werden; kantige Ecken möglichst auskehlen.

4.2.1.4 Der Bunkerinnenraum ist glattflächig und ohne Ablagerungsmöglichkeiten für Abrieb auszuführen.

4.2.1.5 Für 3"-Briketts sind Bunkerausträge und Schurren mindestens 600 x 600 mm auszuführen.

4.2.1.6 Bei großen Bunkerhöhen ist der Einsatz von Gleitrinnen oder Wendelrutschen zur Verminderung von Abriebbildung bei der Bunkerbeschickung zu empfehlen (Neigungswinkel $\geq 45°$).

4.2.1.7 Dicht schließende Schieber an Bunkerein- und Bunkeraustrag (evtl. zusätzliche Nadelschieber) zur Vermeidung von unkontrolliertem Lufteintritt anbringen.

4.2.1.8 Füllstandsmessung (z. B. kapazitiv) sowie Min-Max-Anzeige vorsehen. Bei der Anordnung der Sonden Schüttkegel der Briketts von 45° beachten.

4.2.1.9 Max-Sonde gegen die vorgeschalteten Förderorgane verriegeln. Die Max-Sonde muss so angebracht werden, dass alle vorgeschalteten Förderorgane leerfahren können. Bei Mehrbunkerbetrieb ist diese Bedingung entsprechend vorzusehen.

4.2.1.10 Einstiegmöglichkeit (Mannloch) auf der Bunkerdecke vorsehen.

4.2.1.11 Schaumlöschstutzen mit Verschlussklappe auf der Bunkerdecke anbringen und alle Zuleitungen an eine gefahrlos und gut zugängliche Stelle herunterführen (siehe auch 4.2.2.11).

4.2.1.12 Zur periodischen Kontrolle gefüllter Bunker auf mögliche Schwelbrände bei Anlagenstillstand und während des Betriebes ist ein Schnüffelanschluss an der Bunkerdecke zu installieren. Der Schnüffelanschluss ist an einen gefahrlos erreichbaren Ort an den Bunkerfuß zu legen. In diesem Fall muss die Schnüffelleitung einen ausreichenden Querschnitt besitzen (min. 2"). Weiterhin ist ein Lüfter zur Ansaugung und ein Verschlussventil vorzusehen.

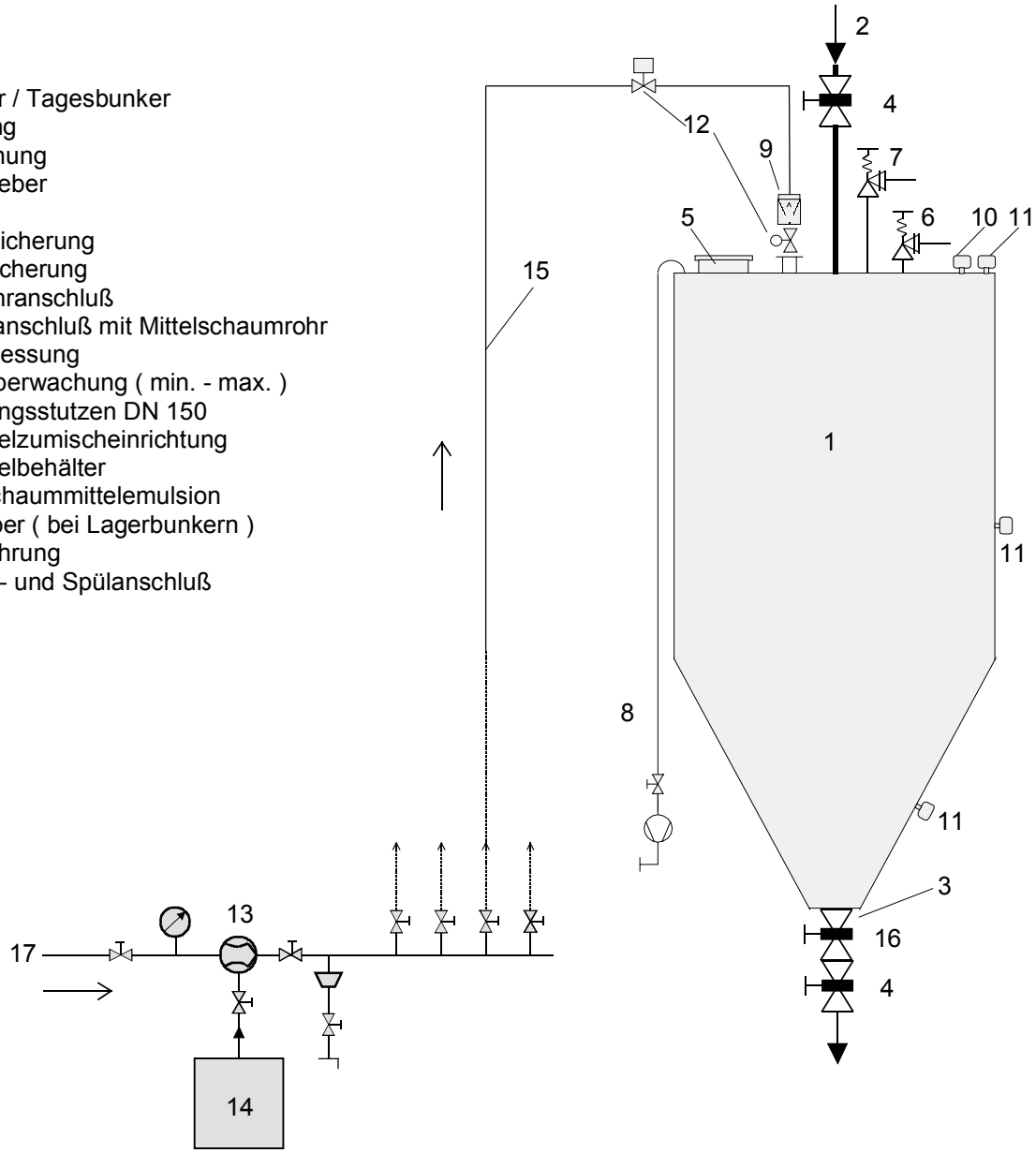
Lüfter und Verschlussventil müssen elektrisch verriegelt sein.

4.2.1.13 Zum Druckausgleich bei Temperaturschwankungen und Füllstandsänderungen Unterdruck- und Überdrucksicherungen an geeigneter Stelle anbringen.

4.2.1.14 Besonderer Korrosions- und Verschleißschutz ist im Bunkerinnenraum nicht erforderlich.

Abbildung 2: Bunker für Braunkohlenbrikett

1 Lagerbunker / Tagesbunker
2 Einfüllöffnung
3 Austragsöffnung
4 Absperrschieber
5 Mannloch
6 Unterdrucksicherung
7 Überdrucksicherung
8 Schnüffelrohranschluß
9 Löschmittelanschluß mit Mittelschaumrohr
10 Füllstandsmessung
11 Füllstandsüberwachung (min. - max.)
12 Beschäumungsstutzen DN 150
13 Schaummittelzumischeinrichtung
14 Schaummittelbehälter
15 Wasser - Schaummittelemulsion
16 Nadelschieber (bei Lagerbunkern)
17 Wasserzuführung
18 Entleerungs- und Spülanschluß



4.2.1.15 Bei Kesselbunkern ist vor dem Schichthöhenregler eine Wasserbedüsung zur Verhinderung von Rückbränden zu installieren.

4.2.1.16 Armaturen und Verschlüsse am Bunker sind gegen das unkontrollierte Eintreten von Luft dicht auszuführen.

4.2.1.17 Für die Einlagerung von Briketts in verschraubten Bunkeranlagen muss die Luftdichtigkeit der Verschraubungen und Blechübergänge ständig

gewährleistet sein, um auftretende Luftströmungen sicher ausschließen zu können. Verschweißte Bunkeranlagen sind vorzuziehen.

4.2.2 Dosier- und Fördereinrichtungen

4.2.2.1 Nur solche Förderer verwenden, die einen schonenden Transport der Briketts gewährleisten. Einzusetzen sind z. B.:

- Vibrationsrohre mit Magnetantrieb oder Umwuchtantrieb als Bunkeraustrags- und Dosiereinrichtung.
- Muldengurtförderer für Steigungen bis 18°
- Muldengurtförderer mit Stollen für Steigungen bis 28°
- Schnecken nur bei dosierter Aufgabe zur Waagerechtförderung. Schneckendurchmesser für 3"-Briketts mindestens 600 mm; Ausführung ohne Zwischenlagerung.
- Trogkettenförderer zur Waagerechtförderung
- Gurttaschenförderer oder Becherwerke zur Senkrechtförderung bei dosierter Aufgabe
- Wellkantengurtförderer als Steilförderer und als S-Förderer mit dosierter Aufgabe.

4.2.2.2 Möglichst wenige Übergabestellen zwischen den Förderorganen vorsehen, um die Entstehung von Abrieb zu minimieren. Dabei Fallhöhen der Briketts kleiner 0,5 m anstreben. Übergaben müssen so ausgeführt werden, dass Briketts auf dem anschließenden Förderer nicht verspringen können.

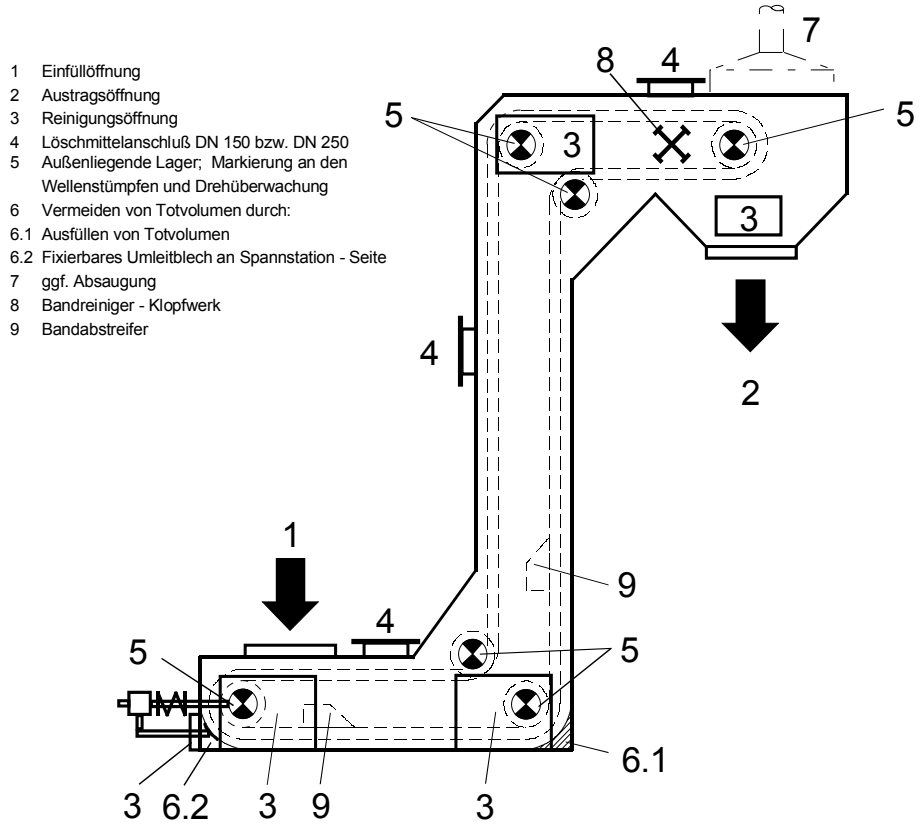
Die Fördergeschwindigkeit sollte kleiner 1 m/s sein.

4.2.2.3 Alle Fördereinrichtungen staubdicht kapseln, um Ablagerungen von Feinstabrieb außerhalb der Fördereinrichtungen zu vermeiden.

4.2.2.4 Ablagerungsmöglichkeiten für Abrieb im Gehäuse der Förderer durch glattflächige Bauweise vermeiden, dabei möglichst wenig Totvolumen anstreben. Insbesondere bei Flexowellgurtförderern können, besonders an unzugänglichen, waagerechten Stellen, langsam laufende Abriebsammelbänder ($V \approx 2$ - 5 cm/min) eingesetzt werden. Die Ablagerungen werden an zentraler Stelle gesammelt, periodisch entfernt und/oder dem Gutstrom zurückgegeben.

Bei Trogkettenförderern ist darauf zu achten, dass evtl. Austragsschieber im Untertrum bündig eingebaut werden, um Ablagerungen zu vermeiden.

Abbildung 3. Senkrechtförderer



4.2.2.5 Zusätzlich können im Bereich von Übergabestellen Staubemissionen und Abriebablagerungen durch Absaugungen vermindert werden.

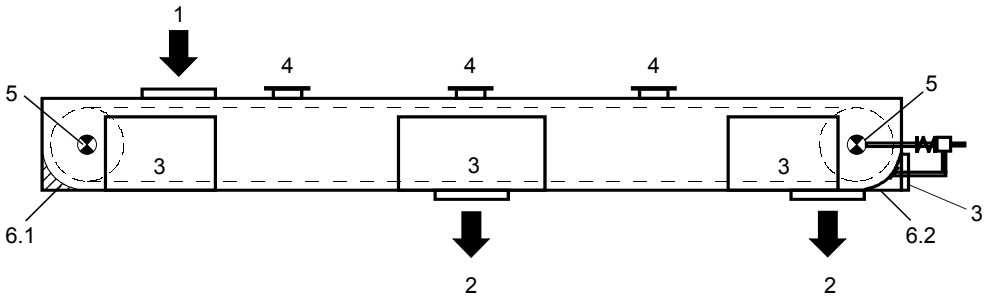
4.2.2.6 Nach Möglichkeit nur Fördereinrichtungen mit außen liegenden Lagern, Markierungen an den Wellenstümpfen sowie gut zugänglichen Schmierstellen einsetzen.

4.2.2.7 Drehzahlüberwachung der Antriebs- und Umlenkwellen sowie Tragrollen installieren.

4.2.2.8 Schieflaufwächter zur Überwachung der Förderbänder einsetzen, um Temperaturerhöhungen durch Reibung der Bänder an Gehäusewänden zu vermeiden.

4.2.2.9 Kontroll- und Reinigungsöffnungen am Fußteil von Senkrechtförderern, an Übergabestellen sowie in geeigneten Abständen an gekapselten Horizontalförderern vorsehen.

Abbildung 4: Horizontalförderer



1 Einfüllöffnung
2 Austragsöffnung
3 Reinigungsöffnung
4 Löschmittelanschluß DN 150 bzw. DN 250
5 Außenliegende Lager; Markierung an den Wellenstümpfen und ggf. Drehüberwachung
6 Vermeiden von Totvolumen durch z.B.:
6.1 Ausfüllen von Totvolumen
6.2 Fixierbares Umleitblech an Spannstation - Seite

4.2.2.10 Fördereinrichtungen bis zum Bunkereintragsschieber so miteinander verriegeln, dass der Schieber geschlossen ist, wenn nicht gefördert wird.

4.2.2.11 Einen oder mehrere Löschmittelanschlüsse pro Förderer für Mittelschaum (Verschäumung ca.1 : 150 bzw. 1 : 75 mit Absperrklappe)oder Wasser mit Netzmittel je nach Länge des Förderers an geeigneter Stelle anbringen (Feuerlöschstutzen min. Storz C DIN 14307),. Empfehlenswert ist es, eine zentrale Löscheinrichtung an gefahrloser und gut zugänglicher Stelle zu allen Löschmittelanschlüssen zu installieren (s. Beispiel Abbildung 5).

4.2.2.12 Feste Schurren sollten einen Neigungswinkel von mindestens 45° aufweisen. Es ist darauf zu achten, dass keine hervorstehenden Kanten oder Einbauten in den Förderstrom hineinragen.

4.2.2.13 Zur Minimierung von Lagerstellen bei Wellkantengurtförderern in z. B. S-Bauform ist der Einsatz von Scheibenrädern bei Umlenkungen vorzuziehen.

4.2.2.14 Bei Fördergurtmaterialien ist ein mittlerer Oberflächenwiderstand von $\leq 3 \times 10^8$ Ohm zur Verminderung von elektrostatischen Aufladungen einzuhalten.

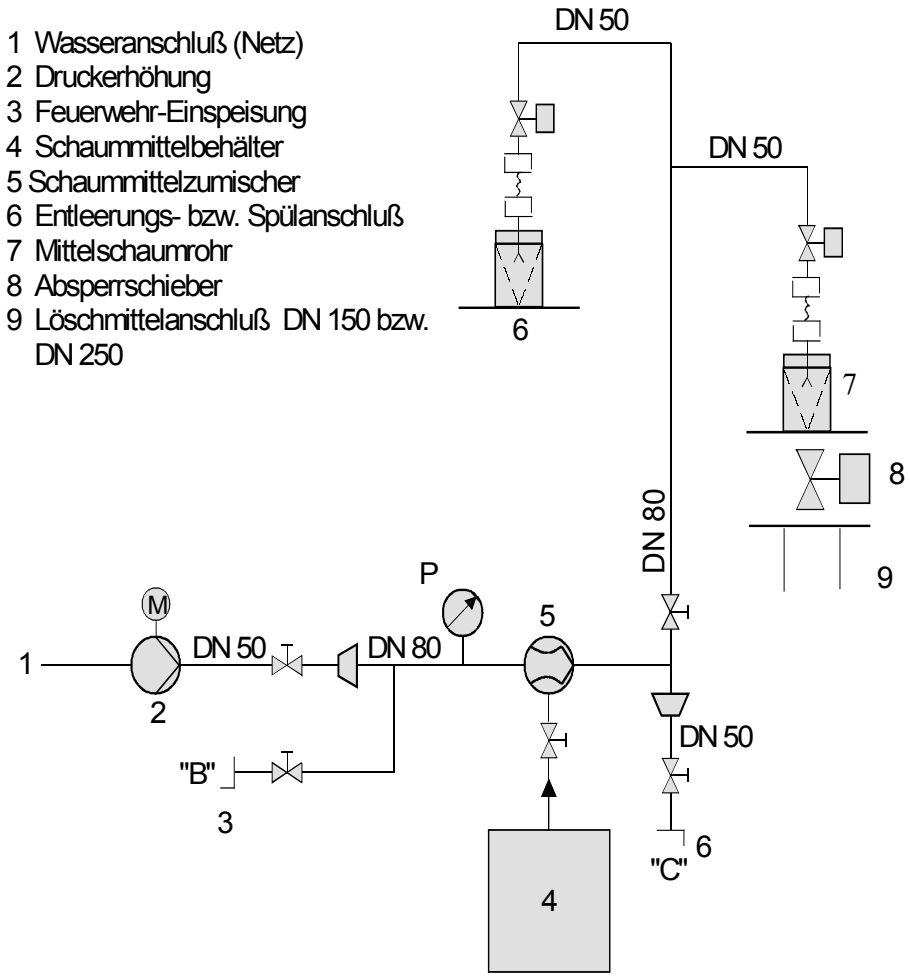


Abbildung 5: Ausführungsbeispiel Mittelschaumlöschanlage

4.2.2.15 Zur Ableitung der elektrostatischen Aufladungen der Wellkanten eines Wellkantenförderers sind Kupferbürsten, als Schleifer abgebildet, an geeigneter Stelle anzubringen und ausreichend zu erden.

4.2.2.16 Abreinigen von Förderbändern, insbesondere von Stollen- und Wellkantenförderern, zweckmäßigerweise oberhalb des Untertrums an der Entladestelle durch ein mechanisches Klopfwerk.

4.2.2.17 Zur Bruchreduzierung nach einem Förderer frei hängende Gummimatten vorsehen.

4.2.2.18 Alle Förderer müssen so verriegelt werden, dass bei Ausfall eines Förderers dies zentral gemeldet und registriert wird.

Weiterhin: Stillstand aller Förderer bis zum Ausfallpunkt und Leerfahren aller Förderer vom Ausfallpunkt mit anschließendem Stillstand. Danach Bunkereingang schließen.

4.2.2.19 Der Motorüberlastungsschutz einer Förderanlage (z. B. Wellkantengurtförderer) muss beim Ansprechen (z. B. Zählwerk) aufgezeichnet werden. Erst nach einer ausreichenden Ursachenforschung darf das Fördersystem entriegelt werden.

4.2.2.20 Das Eindringen übermäßiger Feuchtigkeit (Regen) ist zu verhindern. Bahn- bzw. LKW-Entladungen sowie Bandstraßen sind durch geeignete Maßnahmen, z. B. eine Entladehalle oder einer Überdachung, zu schützen.

4.2.3 Absauganlagen

4.2.3.1 Absauganlagen können an solchen Stellen innerhalb einer Bekohlungsanlage installiert werden, an denen durch bauliche/organisatorische Maßnahmen kein ausreichender Schutz vor Staubemissionen möglich ist. Dies sind insbesondere Übergabestellen. Darüber hinaus können sie auch zur Reduzierung von Schwebstaubmengen an Übergabestellen sowie zur Reduzierung von Staubablagerungen innerhalb gekapselter Fördersysteme eingesetzt werden.

4.2.3.2 Die Absaugleitungen sind für eine Rohgasgeschwindigkeit größer 20 m/s auszulegen.

4.2.3.3 Die Staubabscheidung erfolgt z. B. in Filterschläuchen. 1 m² Filterfläche darf mit ca. 1,4 bis 1,6 m³/m²/min Rohgas belastet werden. Die Filterschläuche bestehen aus dem Material Polypropylen (z. B. "Meraklon").

4.2.3.4 Abgereinigte Luft kann an die Atmosphäre abgegeben werden. Der zulässige Reinluftstaubgehalt ergibt sich aus der geltenden TA-Luft.

4.2.3.5 Das Filtergehäuse wird in der Regel 1,4 bar druckstoßfest mit Druckentlastung ausgeführt. Wird keine Druckentlastung eingerichtet, so ist das Filtergehäuse 10 bar druckstoßfest und als Rundfilter auszulegen.

4.2.3.6 Der Staubaustrag unterhalb des Filters erfolgt über eine druckstoßfeste und flammendurchschlagsichere Zellenradschleuse.

4.2.3.7 Löschanschlüsse am Filtergehäuse, vorzugsweise für Mittelschaum (siehe Pkt. 4.3.3.4.1) anbringen.

4.2.3.8 Rohgasleitung vor Filter durch Druckentlastungsflächen entkoppeln (siehe VDI 2263).

4.2.3.9 Lüfter auf der Reingasseite des Filters anbringen. Der Lüfter ist entweder zwischen Filter und Lüfter durch Druckentlastungsflächen (siehe VDI 2263) zu entkoppeln oder 10 bar druckstoßfest auszulegen.

4.2.3.10 Für die Absaugung gekapselter Fördersysteme sind eine oder mehrere Nachströmöffnungen zur Gewährleistung einer definierten Luftströmung in diesem System zu installieren. Absaugstellen sind besonders an Übergabestellen einzurichten.

4.2.3.11 Absauganlagen im Bereich von Waggon- oder LKW-Entladungen sind so zu verriegeln, dass eine Entladung nur bei laufender Absaugung möglich ist.

4.2.4 Allgemeine technische Maßnahmen

Elektrische Betriebsmittel sind gemäß den Vorschriften DIN EN 50281-1-2 / DIN VDE 0165 staubexplosionsgeschützt auszuführen.

- In Zone 20/21 dürfen nur solche elektrischen Betriebsmittel verwendet werden, die hierfür besonders geprüft und bescheinigt sind; siehe DIN VDE 0170/0171 Teil 13. Dies bedeutet, falls elektrische Betriebsmittel in diesen Zonen, z. B. im Bunkerinneren eingesetzt werden, müssen die o. g. Forderungen erfüllt sein. Die entsprechende Bescheinigung über die Eignung der Geräte für diesen Bereich ist vom Hersteller anzufordern.
- Für Zone 22 müssen elektrische Betriebsmittel so gebaut sein, dass sich im Inneren weder explosionsfähige Staub/Luft-Gemische noch gefährliche Staubablagerungen bilden können. Kennzeichnung und Schutzart sind von der Leitfähigkeit der Stäube abhängig[5].

Gemäß DIN EN 50281-1-2 / VDE 0165 Teil 2 (11.1999) gilt bei der Auswahl der Betriebsmittel für Braunkohlenbrikett bzw. Brikettgruß und -abrieb in Abhängigkeit von der Zone folgender Staubschutz:

Zone 20	**Zone 21**	**Zone 22** nichtleitfähigem Brikettgruß und-abrieb
IP6X	IP6X	IP5X
Kennzeichnung II 1 D	Kennzeichnung II 2 D	Kennzeichnung II 3 D

Des weiteren darf die maximale Oberflächentemperatur der Betriebsmittel, die in einer der drei Zonen Verwendung finden, nicht so hoch sein, dass aufgewirbelter Gruß und Abrieb oder auf dem Betriebsmittel abgelagerter Brikettgruß und –abrieb gezündet wird. Dazu müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

[5] Brikettgruß und –abrieb sind physikalisch und chemisch dem Produkt Wirbelschichtbraunkohle sehr ähnlich. Wirbelschichtbraunkohle hat eine Leitfähigkeit von $8{,}0 \cdot 10^{9}\ \Omega\,\mathrm{m}$ und ist daher nicht Leitfähig. Gleiches gilt für Brikettgruß und Abrieb

- Die Oberflächentemperatur darf bei Brikett oder Brikettabrieb eine Temperatur von 300 °C nicht überschreiten.
- Ablagerungen sind wirksam zu verhindern oder wo dies nicht möglich ist regelmäßig zu beseitigen. Die Frequenz der erforderlichen Reinigungsmaßnahmen hängt von der anfallenden Menge ab.
  Auf Flächen, auf denen eine gefährliche Ablagerung eines glimmfähigen Staubes nicht wirksam verhindert werden kann, darf die Oberflächentemperatur des Betriebsmittels bei Staubschichten bis zu 5 mm Dicke eine maximale Temperatur von 165°C nicht überschreiten. Wenn sich auf Betriebsmitteln Staubablagerungen von mehr als 5 mm bis 50 mm bilden können, muss die maximale Oberflächentemperatur entsprechend reduziert werden. Nähere Hinweise sind der DIN EN 50281-1-2 zu entnehmen.

4.2.4.1 Alle Metallteile müssen elektrisch leitend verbunden und geerdet werden**.**

4.3 Organisatorische Schutzmaßnahmen

4.3.1 Betreiben der Anlage

4.3.1.1 Rauchen, offenes Licht oder Feuer sind in der Nähe der Bekohlungs- und Bunkeranlagen zu verbieten (Hinweisschilder).

4.3.1.2 Etwaige Abriebansammlungen außerhalb der brikettführenden Systeme sind abhängig von der Zoneneinteilung (s. Abschnitt 2.1 zu Zone 22) regelmäßig oder aber sofort zu beseitigen. Hierbei ist saugenden Verfahren der Vorzug zu geben (Einsatz geeigneter zentraler Anlagen oder fahrbarer Industriestaubsauger der Bauart B1). Ein Abblasen von abgelagertem Staub ist zu vermeiden.

4.3.1.3 Ist die Anlage auf Dauer staubdicht ausgelegt, muss sie vor der ersten Inbetriebnahme sowie nach längeren Betriebsunterbrechungen, wesentlichen Änderungen und Reparatur- oder Umbauarbeiten größeren Ausmaßes als Ganzes oder in Abschnitten auf Dichtheit geprüft werden. Auch einzelne Apparaturen, die auf Dauer technisch dicht sind, sind auf Dichtheit zu prüfen.

4.3.1.4 Regelmäßige Wartung der kohleführenden Systeme ist in Betriebsstillstandszeiten mit einzuplanen.

4.3.1.5 Wärmequellen in unmittelbarer Nähe der Bunker (heißführende Leitungen, Öfen etc.) sind zu vermeiden.

4.3.1.6 Brenn-, Schweiß- und Lötarbeiten sowie Vorgänge, bei denen unzulässige Temperaturerhöhungen auftreten, wie Trennen, Schleifen, Schneiden sind grundsätzlich verboten. Die Durchführung solcher Arbeiten ist nur mit schriftlicher Genehmigung des jeweils Verantwortlichen und bei Stillstand des betreffenden Anlagenteils nach Entfernen von Abrieb und/oder Staub, Reinigung, gründlicher Durchnässung oder Ausspritzung des Arbeitsbereiches gestattet. Während solcher Arbeiten ist eine Brandwache zu stellen. Nach Beendigung der Reparaturarbeiten ist der betreffende Arbeitsbereich auf Umgebungstemperatur abzukühlen und auf mögliche Zündquellen hin zu prüfen.

4.3.1.7 Beim Einsteigen und Einfahren in Brikettbunker ist die Unfallverhütungsvorschrift "Silos" (BGV C12) zu beachten.

Insbesondere ist sicherzustellen, dass

- alle Einrichtungen und Aggregate im Brikettbunker und den angrenzenden Anlagenteilen abgestellt und gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Ingang setzen gesichert sind,

- Brikettbunker nur mit geeignetem Atemschutzgerät befahren werden (Erstickungsgefahr),
- das Einsteigen und Einfahren durch einen Aufsichtführenden überwacht wird,
- Einfahrende mit geeigneten Sicherungseinrichtungen (u. a. Anseilen) gesichert sind.

4.3.1.8 Der Bunker darf zu Wartungs- und Reparaturarbeiten nur befahren werden, wenn keine kritischen Betriebszustände vorliegen.

4.3.1.9 Alle Förderorgane nach Beendigung des Fördervorganges leerfahren.

4.3.1.10 Ist eine Absaugeanlage vorhanden, so muss diese nach Ende des Entladevorgangs an Entladestelle bzw. Förderorgane noch mit einer ausreichenden Nachlaufzeit betrieben werden. Sinngemäß gilt das Gleiche für Absauganlagen innerhalb gekapselter Fördersysteme.

4.3.2 Maßnahmen bei Stillständen

4.3.2.1 Vor längeren Betriebsstillständen sind Bunker - soweit möglich - leerzufahren und erst kurz vor der Wiederinbetriebnahme erneut zu befüllen. Die kohleführenden Systeme sind leerzufahren und zu reinigen.

4.3.2.2 Absperrorgane der Bunker schließen. Es wird empfohlen, bei Stillständen von mehr als 10 h die Bunker abzusperren.

4.3.2.3 Bei Stillständen, bei denen Bunker nicht leergezogen werden können, sind diese nach spätestens 24 Stunden auf Schwelbrand durch Schnüffelprobe zu kontrollieren. Danach die Kontrolle etwa alle 8 Stunden wiederholen.

4.3.2.4 Besteht bei stehender Anlage eine Rückbrandgefahr in die Bunker, so ist eine verstärkte Kontrolle auf Schwelbrand in kürzeren Zeitabständen durchzuführen.

4.3.3 Verhalten bei Schwelbränden

4.3.3.1 Kennzeichen für einen Schwelbrand in Brikettbunkern sind:

1. Bildung von Hitzeschlieren
2. Schwelgeruch
3. Rauchbildung

Beim Wahrnehmen vorgenannter Anzeichen gilt:

- Ruhe bewahren!

- Keine überstürzten Maßnahmen treffen. Bereits ein kleines Schwelnest entwickelt große Rauchmengen und intensiven Schwelgeruch. Ein Schwelbrand breitet sich nur sehr langsam aus.

4.3.3.2 Verhalten bei Schwelbränden während des Betriebs der Feuerung:

- Bunkerbefüllung einstellen bzw. Nachbunkerung verhindern
- Bunkereintrag schließen
- Bunkerinhalt mit Mittelschaum abdecken und Bunker unter Schaumabdeckung über die Feuerung leerziehen
- Die erneute Befüllung des Bunkers darf erst erfolgen, wenn der Bunker frei von Schwelnestern ist.

4.3.3.3 Verhalten bei Schwelbränden während eines Stillstandes der Feuerung:

- Bunkerbefüllung einstellen bzw. Nachbunkerung verhindern.
- Kontrollieren, ob Bunkerein- und -austrag geschlossen sind.
- Bunkerinhalt mit Mittelschaum abdecken. Sobald der Kesselstillstand beendet ist, Bunker unter Schaumabdeckung über die Feuerung leerziehen.
- Die erneute Befüllung des Bunkers darf erst erfolgen, wenn der Bunker frei von Schwelnestern ist.

4.3.3.4 Im Falle eines Schwelbrandes in Bunkern und/oder den mechanischen Förderanlagen sind folgende alternative Maßnahmen zu ergreifen:

1. Mittelschaum:

- Als mögliche Sofortmaßnahme im Falle eines Schwelbrandes im Silo ist eine ausreichende Mittelschaumschicht (Verschäumung ca. 1 : 150 bzw. 1 : 75) in den Bunker einzubringen. Die Schichthöhe richtet sich nach dem Schüttkegel im Bunker zuzüglich einer Höhe von etwa 1 m.
- Mechanische Förderanlagen sind mit Mittelschaum zu belegen. Je nach Größe der Förderanlage (z. B. Schnecke) kann auch eine geringere Verschäumung (z. B. 1 : 75) gewählt werden.

2. Wasser bei Schwelbränden nur im Ausnahmefall verwenden:

- Bei Schwelbränden ist als Sofortmaßnahme der Einsatz von Wasser, insbesondere bei Förderorganen (z. B. Trogkettenförderer), möglich. In diesem Fall muss eine gute Durchnässung gewährleistet sein.

  Wird nur "leicht" bedüst, so kann das Wasser durch seine katalytische Wirkung einen Schwelbrand begünstigen. Um eine bessere Benetzung der Briketts zu gewährleisten, kann geringfügig ein Netzmittel dem Löschwasser zugemischt werden. Zur Vermeidung von Abriebaufwirbelungen sollte kein Löschwasser-Vollstrahl, sondern ein Löschwasser-Sprühstrahl gewählt wer-

den. Pulverlöscher sind ebenfalls aufgrund des hohen Löschdruckes ungeeignet.

- Bunkeranlagen müssen bei einem Wassereinsatz geflutet werden, um einen Schwelbrand sicher zu löschen. Die Statik der Bunkeranlage muss entsprechend ausgelegt sein (statischen Druck beachten.)

5 Beispiel für die Anlagenausführung (Abbildung 6)

Lagerbunker für Briketts werden nach den entsprechenden statischen Erfordernissen ausgelegt und müssen luftdicht abzuschließen sein. Alle Förderorgane sind möglichst staubdicht zu kapseln und nach den brikettspezifischen Empfehlungen für Förderanlagen auszuführen. Die Bunkerdimensionierung ist entsprechend den jeweiligen Betriebsanforderungen vorzunehmen.

Die Anlagenteile, die zum Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen bestimmt sind, müssen eine CE-Kennzeichnung und Konformitätserklärung nach Richtlinie 94/9/EG besitzen, wenn sie nach dem 30. Juni 2003 eingekauft werden. Bei älteren Anlagen bzw. Einrichtungen ist der Nachweis des sicheren Betriebs im Rahmen des Explosionsschutzdokuments ausreichend (s. Leitfaden zur Erstellung eines Explosionsschutzdokumentes beim Einsatz von Braunkohleprodukten).

5.1 Entladung/Förderung zum Bunker

Die Anlieferung der Briketts ist sowohl in offenen Bahnwagen wie auch in LKWs möglich. Entladen werden sollten Briketts entweder in Entladehallen (LKW oder Bahnwagen) oder über spezielle Entladeschurren bei Fc-Bahnwagen. Die Aufgabe auf das Förderorgan muss dosiert erfolgen und kann z. B. durch Schwingförderrohre oder -rinnen erreicht werden.

Zur Förderung eignen sich z. B. Mulden-, Stollen- oder Wellkantengurtförderer. Wellkantengurtförderer können auch als S-Förderer (horizontale und vertikale Förderung kombiniert) eingesetzt werden. Als Horizontalförderer eignen sich Trogkettenförderer, z. B. zur Verteilung von Briketts in mehrere Bunkeranlagen.

Als Bunkeranlage eignet sich eine luftdicht abzuschließende Stahlblechschweißkonstruktion. Zur Schwelbrandbekämpfung eignet sich, sowohl bei Fördereinrichtungen wie auch bei Bunkern, eine Mittelschaumlöschanlage.

5.2 Bunker

Beton- bzw. Stahlblechbunker in geschweißter Ausführung entsprechend den statischen Erfordernissen.

5.2.1 Bunkeranschlüsse

Im Bunkerdach sind angeordnet:

- Stutzen für Einfüllöffnung (min. 600 x 600 mm)
- Stutzen für Unterdruckventil
- Stutzen für Überdruckventil
- Stutzen für Füllstandsmessung max.
- Stutzen für Bunkerfüllstandsmessung
- Stutzen für Löschmittel (z. B. Mittelschaum) DN 150 bzw. DN 250
- Stutzen für Schnüffelrohr
- Mannlochdeckel

Im zylindrischen Teil sind angeordnet:

- Stutzen für Füllstandsmelder max.

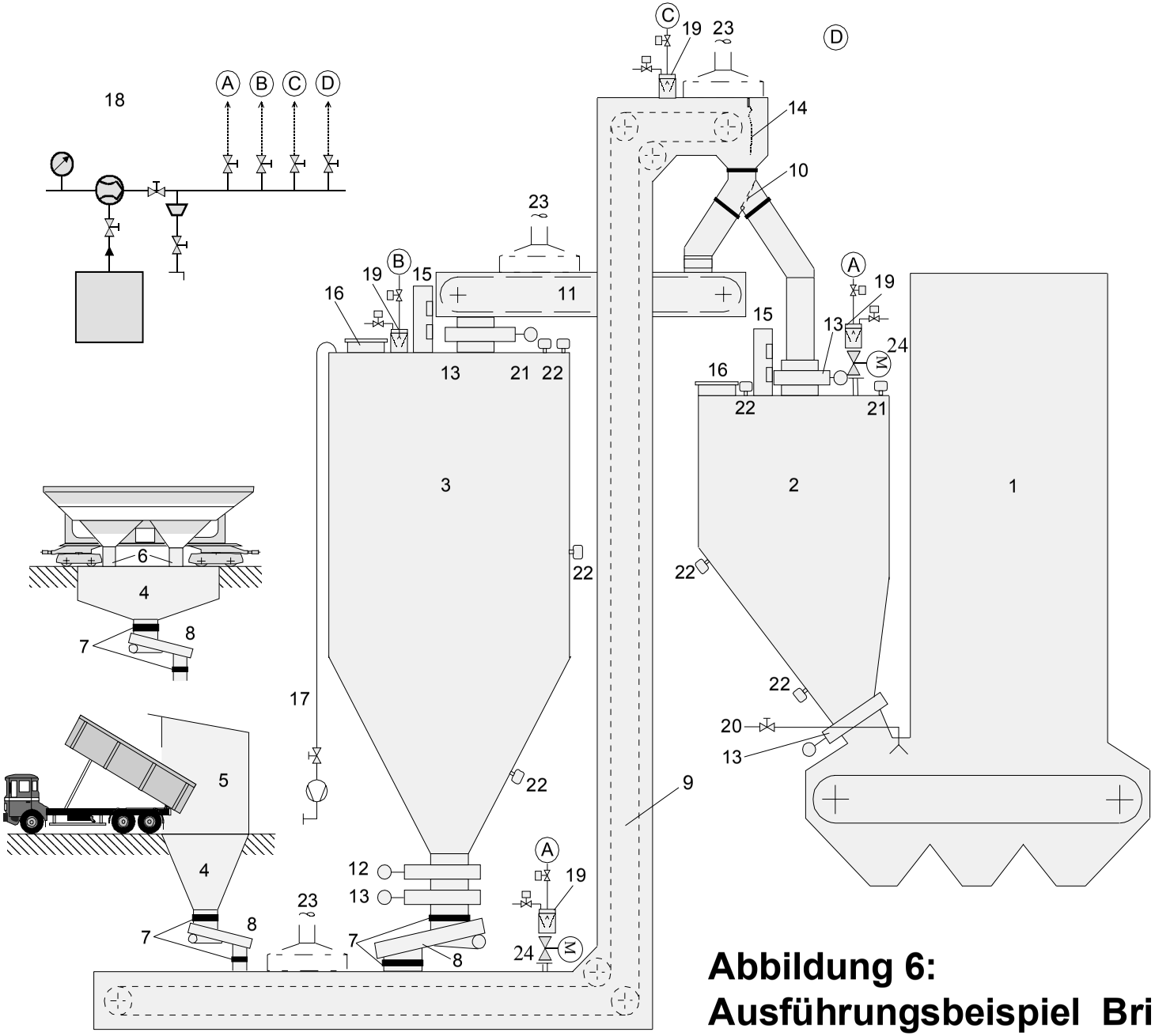
  (Füllvolumen plus Brikettmenge beim Leerfahren aller Förderorgane)

Im Konusbereich sind angeordnet:

- Stutzen für Auslauföffnung (min. 600 x 600 mm)
- Stutzen für Füllstandsmelder min.
- Stutzen für Inertisierung (wahlweise)

5.2.2 Sonstige Abgaben

- Auslaufkonus min. 45° Eckenwinkel. Keine Ablagerungsmöglichkeiten innerhalb der Bunkeranlage, glattflächig, Schweißnähte auskehlen.
- Bei Mittelschaumeinsatz muss der Zulauf mit einer Klappe zu verschließen sein.
- Verschlussventile für Inertgasaufgabe im Konusbereich.



1 Kessel
2 Tagesbunker
3 Vorratsbunker
4 Entladebunker
5 Einhausung
6 Adapter-Schurren
7 Kompensator
8 Vibrationsförderer
9 Wellkantenförderer
10 Schaltverteiler
11 Horizontal-Förderer
12 Nadel-Schieber
13 Flachschieber
14 Einrichtung zur Bruchreduzierung (Gummischürze)
15 Unterdruck- und überdruck-Sicherung
16 Mannloch
17 Schnüffelrohr-Anschluß
18 Löschmittelzumisch-station
19 Mittelschaumrohr
20 Wasserbedüsung
21 Füllstandsmessung
22 Füllstands-überwachung (min/max)
23 ggf. Absaugung
24 Absperrschieber

Abbildung 6:
Ausführungsbeispiel Brikettbekohlung