

Leitfaden zur Erstellung eines Explosionsschutzdokumentes beim Einsatz von Braunkohleprodukten

Stand: 05. November 2004

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

**Herausgeber: Rheinbraun Brennstoff GmbH
Abteilung Industrievertrieb**

**50416 Köln
Tel.: 0221/480 - 22274**

RHEINBRAUN BRENNSTOFF GmbH

Mit dem **Leitfaden** soll Betreibern von Siloanlagen zur Lagerung von Braunkohlenstaub, Wirbelschichtbraunkohle bzw. Braunkohlenkoks sowie Betreibern von Brikettlager und -umschlagsstationen, in denen Brikettgruß und Brikettabrieb entstehen kann, die Erstellung des Explosionsschutzdokuments nach § 6 Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) erleichtert werden. Die Vorgaben basieren auf explosionschutzrelevanten Empfehlungen der Europäischen Kommission und der Berufsgenossenschaften sowie den Sicherheitstechnischen Empfehlungen der Rheinbraun Brennstoff GmbH.

Darüber hinaus stützt sich dieser Leitfaden auf eine mehr als 60-jährige eigene Betriebserfahrung im Umgang mit Braunkohle sowie auf die bei zahlreichen Anwendern gesammelten Erkenntnissen.

RHEINBRAUN BRENNSTOFF GmbH

Inhaltsverzeichnis

A	Einführung	5
B	Mustergliederung des Explosionsschutzdokuments	7
1	Arbeitsstätte und Arbeitsbereich	8
2	Verfahren und Tätigkeiten.....	9
2.1	Musterbeispiel: Siloanlagen für Braunkohlenstaub, Wirbelschichtbraunkohle oder Braunkohlenkoks	9
2.1.1	Anlagenbeschreibung	9
2.1.2	Verfahrensfließbilder.....	12
2.2	Musterbeispiel: Brikettanlage zur Lagerung von Braunkohlenbriketts	13
2.2.1	Anlagenbeschreibung	13
2.2.2	Verfahrensfließbild.....	15
3	Beschreibung der vorhandenen Stoffe.....	16
3.1	Braunkohlenstaub	16
3.2	Wirbelschichtbraunkohle	16
3.3	Braunkohlenkoks	16
3.4	Braunkohlenbriketts	17
4	Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung.....	18
4.1	Explosionstechnische Bewertung vorhandener Stoffe	18
4.2	Häufigkeit und Dauer des Auftretens explosionsfähiger Atmos- phäre – Zoneneinteilung	20
4.2.1	Musterbeispiel Zoneneinteilung: Siloanlage für Braunkohlenstaub und Wirbelschichtbraunkohle.....	21
4.2.2	Musterbeispiel Zoneneinteilung: Brikettanlage zur Lagerung von Braunkohlenbriketts	23
4.2.3	Musterbeispiel Zoneneinteilung: Siloanlage für Braunkohlenkoks ...	24
4.3	Zündquellenbetrachtung:	24

RHEINBRAUN BRENNSTOFF GmbH

5	Explosionsschutzmaßnahmen.....	25
5.1	Technische Maßnahmen	26
5.1.1	Ausführung der Anlage	26
5.1.2	Ausführung elektrischer und nichtelektrischen Betriebsmittel	26
5.2	Organisatorische Maßnahmen	27
5.2.1	Betriebsvorschriften	27
5.2.2	Prüfung und Überwachung.....	28
5.2.3	Qualifikation und Unterweisung	28
6	Koordinierung von Fremdfirmen.....	29
	Anhang	30
C	Weiterführende Informationen zur Erstellung des Explosionsschutzdokuments	31

RHEINBRAUN BRENNSTOFF GmbH

A Einführung

Für den Umgang mit brennbaren Stäuben, bei denen eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre grundsätzlich möglich ist, fordert die am 02.10.2002 in Kraft getretene Betriebssicherheitsverordnung auch die Dokumentation der vom Arbeitgeber durchgeführten Beurteilung der Explosionsgefährdungen und die Dokumentation der Maßnahmen zur Beherrschung dieser Gefährdungen. Diese Dokumentation erfolgt im Rahmen der Erstellung des sogenannten „Explosionsschutzdokumentes“ (s. § 6 Betriebssicherheitsverordnung).

Nachfolgend wird eine Arbeitshilfe zur Erstellung dieses Explosionsschutzdokumentes, wie es beim Einsatz von Braunkohlenstaub, Wirbelschichtbraunkohle und Braunkohlenkoks erforderlich ist, beigelegt. Diese Arbeitshilfe kann auch zur Dokumentation der Maßnahmen zur sicherheitstechnischen Beherrschung des beim Brikettumschlag entstehende Brikettgruß und -abriebs herangezogen werden. Spezifische Daten der jeweiligen Anlage sind vom Anwender einzutragen.

Anwendungsbereich des Leitfadens

Der Leitfaden ist anwendbar bei Betreibern von Siloanlagen, unabhängig vom Lagervolumen, zur Lagerung von Braunkohlenstaub, Wirbelschichtbraunkohle bzw. Braunkohlenkoks sowie den Betreibern von Brikettlager und -umschlagsstationen in denen Brikettgruß und Brikettabrieb entstehen kann.

Anforderungen an das Explosionsschutzdokument

Nach § 6 BetrSichV hat der Arbeitgeber im Rahmen seiner Pflichten unabhängig von der Zahl der Beschäftigten sicherzustellen, dass ein Explosionsschutzdokument erstellt und auf dem letzten Stand gehalten wird. Aus dem Explosionsschutzdokument muss insbesondere hervorgehen:

- Gefährdungsbeurteilung,
- Zoneneinteilung,
- Das Sicherheitskonzept mit den Explosionsschutzmaßnahmen,

RHEINBRAUN BRENNSTOFF GmbH

- Sichere Betriebsweise und Instandhaltung der Siloanlage zur Verhütung von Explosionen,
- Explosionsschutzrelevante Maßnahmen und Modalitäten der Koordinierung.

Das Explosionsschutzdokument ist für Siloanlagen, die vor dem 3. Oktober 2002 bereitgestellt wurden, bis zum 31.12.2005 zu erarbeiten. Bei jüngeren Siloanlagen ist das Explosionsschutzdokument vor Aufnahme der Arbeit zu erstellen. Es ist zu überarbeiten, wenn Veränderungen, Erweiterungen oder Umgestaltungen an der Siloanlage, beim Lagergut oder dem Lagervorgang (z. B. Befüllungs- oder Entleerungsabläufe) vorgenommen werden.

Bei der Erstellung des Explosionsschutzdokuments mit Hilfe dieses Leitfadens können auch vorhandene Gefährdungsbeurteilungen, Dokumente oder andere gleichwertige Berichte herangezogen werden, die auf Grund von Verpflichtungen nach anderen Rechtsvorschriften erstellt worden sind.

Geltende und weiterführende Vorschriften

Weiterführende Vorschriften sind den jeweils für das Produkt gültigen Sicherheitstechnischen Empfehlungen der Rheinbraun Brennstoff GmbH zu entnehmen, siehe Abschnitt 3.2 des Leitfadens.

B Mustergliederung des Explosionsschutzdokuments

Im Folgenden wird für die Lagerung von Braunkohlenstaub, Wirbelschichtbraunkohle und Braunkohlenkoks sowie Braunkohlenbrikett beispielhaft ein Musterdokument erstellt. Dazu wird anhand der vorgefassten Textabschnitte eine mögliche Gliederung des Explosionsschutzdokuments in einzelne Kapitel und Unterkapitel vorgenommen. Die für die jeweilige Anlage relevanten Textpassagen können beibehalten werden und sind an den markierten Stellen um die spezifischen Betriebsdaten vom Betreiber zu ergänzen. Weicht die Anlage vor Ort in einzelnen Punkten von dieser Beschreibung ab, so sind durch den Betreiber entsprechende Ergänzungen vorzunehmen.

Explosionsschutzdokument

Lagerung von in Silos (Bunkern)

Stand:

Erstellt von: *Musterfirma GmbH*
Ansprechpartner

Inhalt:

1. Arbeitsstätte und Arbeitsbereich
2. Verfahren und Tätigkeiten
3. Beschreibung der vorhandenen Stoffe
4. Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung
5. Explosionsschutzmaßnahmen
6. Koordinierung von Fremdfirmen

Anhang

1 Arbeitsstätte und Arbeitsbereich

Name des Betriebs:

Mustermann GmbH
Werk / Abteilung
Strasse / Hausnummer
Postleitzahl / Ort

Art der Anlage:

... (z. B.: Kohlenstaubsilo mit dazugehörigen Einrichtungen zur Befüllung aus Silofahrzeugen und Kesselwagen.)

Standort/Gebäude:

Textliche Darstellung und/oder Verweis auf Aufstellungsplan im Anhang oder in externen Dokumenten. Flucht und Rettungswege sollten mit aufgenommen werden, ggf. sonst in eigenen Flucht- und Rettungsplänen.

Verantwortliche:

Erstellung des Explosionsschutzdokuments von: am:
Überarbeitung zu: von: am:

Betriebsverantwortlicher:

Name:	Raum:	Tel.:
-------	-------	-------	-------	-------	-------

Weitere Verantwortliche:

Aufgabe/Tätigkeit:	Name:	Raum:	Tel.:
Instandhaltung
Arbeitssicherheit
.....

2 Verfahren und Tätigkeiten

2.1 Musterbeispiel:

Siloanlagen für Braunkohlenstaub, Wirbelschichtbraunkohle oder Braunkohlenkoks

2.1.1 Anlagenbeschreibung

Die Siloanlage für besteht aus den Anlagenbereichen Entladeplatz für Silo-Fahrzeuge mit Entladestation, aus den verbindenden Rohrleitungen, incl. Anschlusschläuche, zur pneumatischen Förderung des Braunkohlenproduktes zum Silo, dem Vorratssilo selbst sowie aus den zum Weitertransport des Braunkohlenproduktes bis zum Einsatzort sich anschließenden Doser- und Förderanlagen inkl. Kompressor. (Ein Fließbild entsprechen 2.1.2 dieses Leitfadens ist als Anhang 1 beigelegt)

Entladeanlage:

Die Entladeanlage befindet sich auf dem Werksgelände. Das Braunkohleprodukt wird beim Verwender an Tagen in Silo-LKW's (bzw. Bahnwaggons oder BIG-Bags) mit ca. 25t (bzw. 50t oder 1t) Ladevermögen angeliefert. Der LKW Fahrer parkt das Fahrzeug unmittelbar neben dem Silo und beginnt nach Freigabe durch den beim Verwender zuständigen Mitarbeiter mit der Entladung. (Bahnwaggons werden durch verwendereigenes oder durch das vom Verwender beauftragte Personal entladen.)

Die erforderliche Entladegarnituren besteht aus den erforderlichen Verbindungsschläuchen inkl. Kupplungen sowie den für die Entladung erforderlichen Armaturen und Rohrleitungen für die Produktförderung zum Silo. Zusätzlich ist für die Produkte Wirbelschichtbraunkohle und Braunkohlenstaub ein stationärer Luft/Luft Kühler zur Begrenzung der Förderlufttemperatur vorhanden. Für das Silo-Fahrzeug ist ein Erdungsanschluss vorhanden.

RHEINBRAUN BRENNSTOFF GmbH

An der Entladestelle wird mit Hilfe eines Kompressors Druckluft erzeugt, mit der das angelieferte Produkt pneumatisch vom Transportfahrzeug zum Silo gelangt. Der Kompressor besitzt folgende technische Daten:

Typ:	.....	Leistung:	..... kW
Betriebsüberdruck:	max. 2,5 bar bei Bahnanlieferung max. 2,0 bar bei LKW-Anlieferung		
Förderlufttemperatur:	max. 80°C		
Ex-Ausführung: (bei Aufstellung in Zone 22)	⊕ II 3 D 135 °C (T4)		

Vorratssilo:

In dem Silo lagert in einer Menge von ca. t. Die Siloaufführung zeigt nachfolgende Tabelle.

Silo:	.....
Nutzvolumen:	....	m ³
Durchmesser:	....	m
zylindrische Höhe:	....	m
Druckstoßfestigkeit: ¹	bis	bar Überdruck
Anschlüsse:		
- Silodach	<ul style="list-style-type: none"> - Ex-Klappe mit Entlastungsfläche F = ... m² ¹⁾ - Aufsatz-Filter - Einblasdom/Befüllleitung - Temperaturmessung - Füllstandsmessung - Gasmessung (CO) ^{1) 2)} 	
- Zylindrischer Teil	<ul style="list-style-type: none"> - Füllstandsmelder max. - Füllstandsmelder (Freigabe Silobefüllung) 	
- Konusbereich	<ul style="list-style-type: none"> - Auslaufanschluss - Temperaturmessung - Öffnungen für Anschluss der Auflockerungsdüsen - Füllstandsmelder min. - Probennahmestutzen 	

¹ Nicht notwendig bei Lagerung von Braunkohlenkoks gemäß den „Sicherheitstechnischen Empfehlungen zum Umgang mit Braunkohlenkoks“, Rheinbraun Brennstoff GmbH, Mai 2004.

² Nur für Braunkohlenstaub und Wirbelschichtbraunkohle bei Siloanlagen > 120 m³ notwendig.

Das Silo ist mit einer Standzarge zur Aufnahme der Abzugs- und Dosiereinrichtung ausgestattet.

Der Silo-Auslaufkonus ist mindestens 70° zur Horizontalen geneigt. Zur Vermeidung von Fließproblemen ist der untere Bereich, d. h. vom Austrag ausgehend in Edelstahl ausgeführt. Die Nennweite des Auslaufstutzens beträgt mm

Zur Ableitung von Transport-, Verdrängungs- und Auflockerungsluft verfügt das Silo über einen Aufsatzfilter, der als Tuchfilter ausgeführt ist. Die Filterfläche der Aufsatzfilter ist entsprechend der Leistung des Entladekompressors und dem Durchmesser der Befüllleitung bemessen. Der Restluftschwall kann ohne Schwierigkeiten abgeführt werden.

Zur Unterstützung des Materialflusses aus dem Silo sind zwei Ringleitungen mit geeigneten Auflockerungsdüsen vorgesehen. Die Düsen sind ca. mm über dem Auslaufstutzen angeordnet. Um den Eintritt von Leckluft ins Silo durch Undichtigkeiten während den Stillstandszeiten zu verhindern, sind Doppelmagnetventile mit Zwischenlüftung in die Luftauflockerungszuführung installiert. In der Luft-Zuführungsleitung ist ein Wasserabscheider enthalten.

Förderung zum Einsatzort

Unterhalb des Siloauslaufschiebers ist eine Zellenradschleuse angeordnet. Das Dosierorgan gibt den Braunkohlenstaub in die Förderleitung auf und es erfolgt die pneumatische Förderung des Braunkohlenproduktes zum Einsatzort.

2.1.2 Verfahrensfließbilder

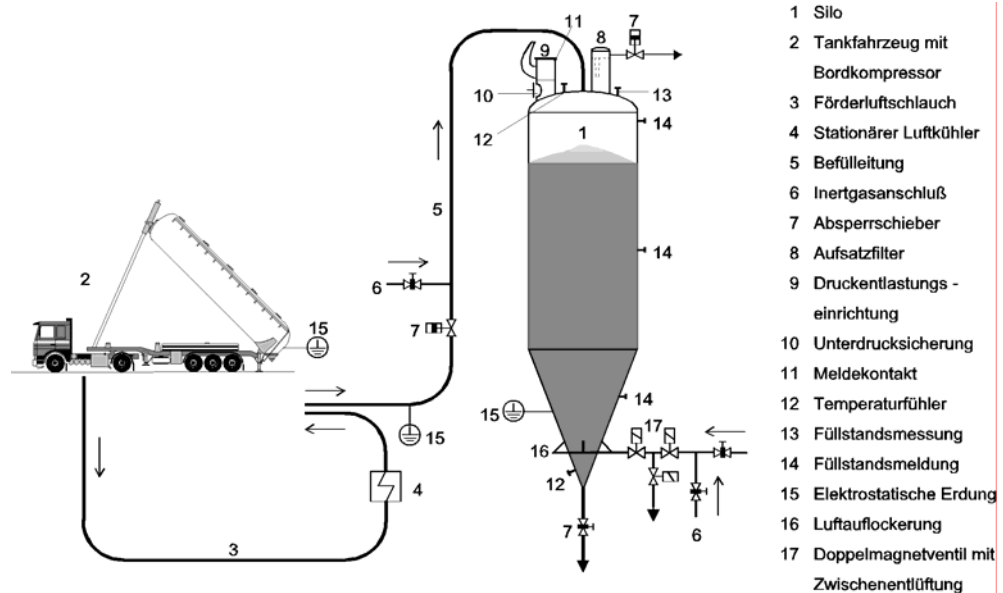


Bild 1: Siloanlage $\leq 120 \text{ m}^3$ Volumen für Braunkohlenstaub bzw. Wirbelschichtbraunkohle

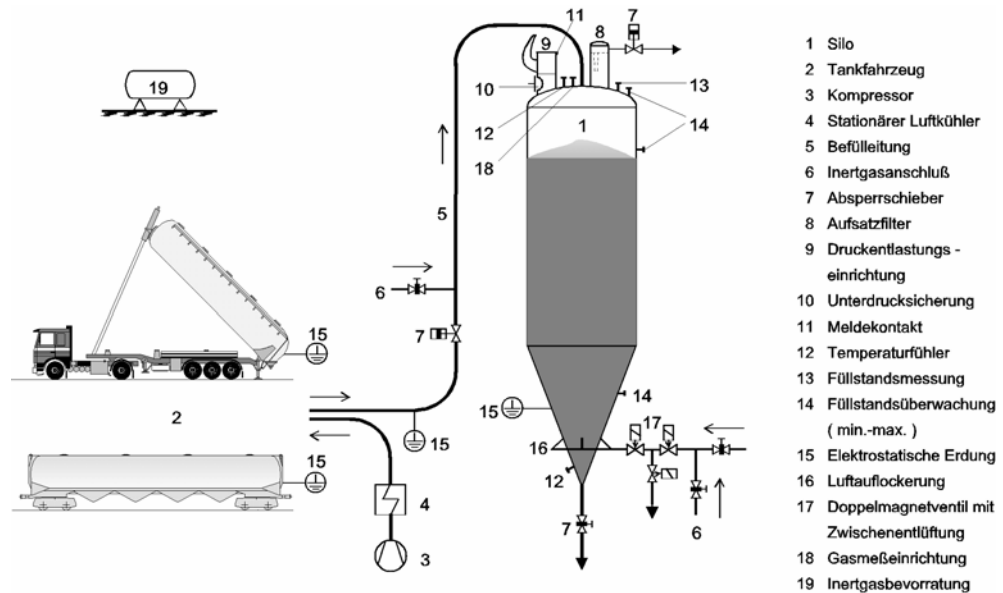


Bild 2: Siloanlage $> 120 \text{ m}^3$ Volumen für Braunkohlenstaub bzw. Wirbelschichtbraunkohle

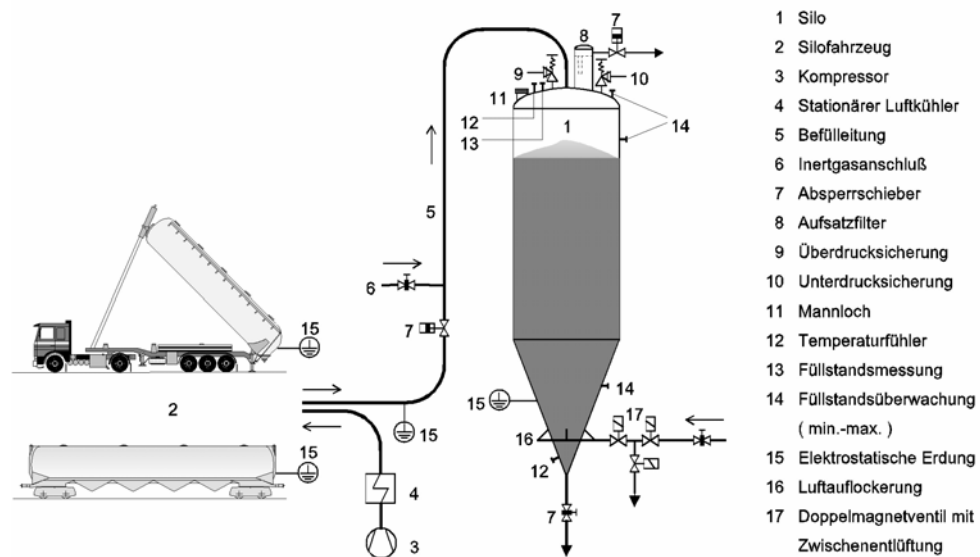


Bild 3: Siloanlage für Braunkohlenkoks

2.2 Musterbeispiel:

Brikettanlage zur Lagerung von Braunkohlenbriketts

2.2.1 Anlagenbeschreibung

Die Entladeanlage für Brikett besteht aus einer (eingehausten) BB-Anlieferstelle, die (sowohl für Bahn-Waggons als auch) für LKW-Anlieferung zugänglich ist, aus verschiedenen geschlossenen mechanischen Förderaggregaten und dem Vorratsbunker. An der Anlieferstelle werden die Entladetrichter (Entladeschurre) mit den Braunkohlenbriketts beschickt, die von hieraus über Vibrationsförderer auf weitere Förderorgane z. B. Horizontalförderer gelangen. Der Horizontalförderer überbrückt die Entfernung zwischen Entladestelle und Kesselhaus. Am Kesselhaus übergibt der Horizontalförderer den Brennstoff auf einen Vertikalförderer, der den Transport der Briketts bis auf Eintrittshöhe Kesselbunker (und Vorratsbunker) übernimmt. Hier erfolgt eine Übergabe auf

einen Horizontalverteiler (Hosenschurre, Schnecke oder Redler), der den Kesselbunker (und den Vorratsbunker) beschickt.

Anlieferstelle

Der Entladetrichter befindet sich innerhalb der (eingehausten) Brennstoffanlieferstelle und dient zur Aufnahme der angelieferten Braunkohlenbriketts. Bei der Anlieferung per Bahnwaggon werden die Waggons per Verschiebeeinrichtung in die Entladeposition gebracht und die seitlichen Entladeschurren manuell geöffnet, so dass die Briketts per Schwerkraft aus dem Waggon in den Trichter fallen. Bei Anlieferung per LKW fahren die Fahrzeuge in die Brennstoffanlieferstelle ein und kippen die Braunkohlenbriketts in den Entladetrichter. Der Trichter ist für ca. [] t Braunkohlenbriketts Fassungsvermögen ausgeführt. Der Austrag erfolgt mit zwei gekapselten Vibrationsrinnen mit einer Förderleistung von je [].

Horizontalförderer

Zur Überbrückung der Entfernung zwischen Anlieferstelle und Kesselhaus wird ein staubdicht gekapselter, in einem begehbaren Tunnel aufgestellter Horizontalförderer (z. B. Förderband) verwendet.

Vertikalförderer

Zum Transport der Braunkohlenbriketts auf Bunkerdeckenniveau wird ein Vertikalförderer (z. B. Flexowellbandförderer) eingesetzt. Dieser Förderer wird im unteren waagerechten Teil über eine staubdicht gekapselte Übergabe vom Horizontalförderer gespeist. Der Förderer transportiert die Braunkohlenbriketts auf eine Höhe von ca. [] m.

Horizontalverteiler

Die Verteilung des Brennstoffes auf die beiden Bunkerseiten erfolgt mit einem Horizontalförderer (z. B. Hosenschurre, Schnecke oder Redler) der die Füllöffnungen des Kesselbunkers beschickt.

Kesselbunker (und Vorratsbunker)

Der Bunker hat ein Füllvolumen von m³ (der Vorratsbunker von m³).
Zur Vermeidung von Kaminwirkung (Selbstentzündungsgefahr) sind im Bereich der Zu- und Abflussöffnungen geeignete Abschieberungen vorhanden.

2.2.2 Verfahrensfließbild

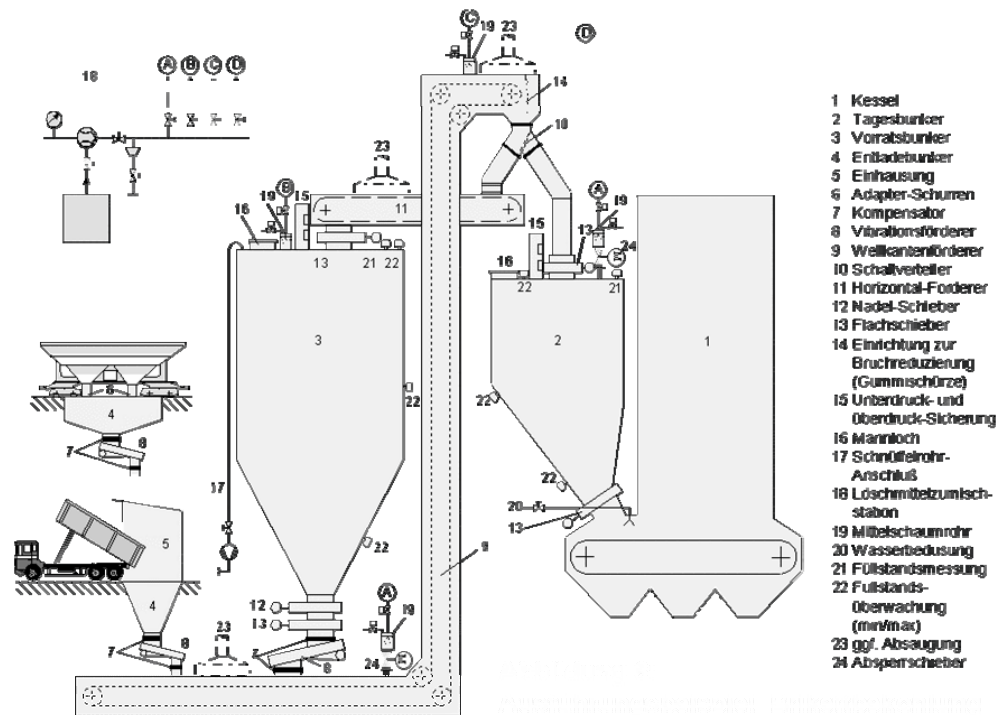


Bild 4: Brikettanlage mit Vorratsbunker zur Brikettbekohlung

3 Beschreibung der vorhandenen Stoffe

In den in Abschnitt 2 beschriebenen Anlagenbereichen kann staubexplosionsfähige Atmosphäre aufgrund der nachfolgend aufgeführten Braunkohleprodukte auftreten.

Weitere Informationen zu den Stoffeigenschaften und Gesundheitsgefahren dieser Stoffe enthalten die Sicherheitsdatenblätter in Anhang 2. (Zudem werden die eingesetzten staubförmigen Produkte durch die Abteilung in einem Gefahrstoffkataster geführt.)

3.1 Braunkohlenstaub

Der gelagerte Braunkohlenstaub wird im getrockneten und aufgemahlenden Zustand als brennfertiges Produkt angeliefert und als solches im Silo vorgehalten. Die Kohle ist äußerst fließfähig mit einem Restgehalt an Kapillarwasser von ca. 11 Gew.-%.

3.2 Wirbelschichtbraunkohle

Die gelagerte Wirbelschichtbraunkohle ist ein Brennstoff speziell zum Einsatz in Dampferzeugern mit zirkulierender Wirbelschicht. Der Wassergehalt beträgt ca. 14 Gew.-% bei einer Körnung von 0 - 4 mm. Die Wirbelschichtbraunkohle ist fließfähig bei hoher Reaktivität (niedriger Zündpunkt).

3.3 Braunkohlenkoks

Der gelagerte Braunkohlenkoks besitzt typischerweise einen niedrigen Wassergehalt von ca. 0,5 Gew.-% bei einem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen von ca. 3,0 Gew.-%. Dabei handelt es sich überwiegend um adsorptiv gebundenes CO₂ und CO und nicht um brennbare Kohlenwasserstoffverbindungen. Hierdurch ist die Reaktivität des Koks, hinsichtlich der Neigung mit Luftsauerstoff exotherm zu reagieren, gering und die Selbstent-

zündungsneigung des Braunkohlenkokes stark herabgesetzt. Der Braunkohlenkoks wird als folgende Kornfraktion gelagert:

	Körnung	Schüttdichte
Feinkoks	1,25 - 5,0 mm	0,45 g/cm ³
Feinstkoks	kleiner 1,5 mm	0,53 g/cm ³
Koksstaub	kleiner 0,4 mm	0,55 g/cm ³
Mahlaktivierter Koks	kleiner 0,1 mm	0,55 g/cm ³

3.4 Braunkohlenbriketts

Die gelagerten 3“-Braunkohlenbriketts besitzen eine Größe von 77 mm x 60 mm x 50 mm. Damit handelt es sich um einen grobstückigen Brennstoff, der allerdings abriebempfindlich reagiert, so dass beim mechanischen Umschlag Gruß und Abrieb in einem weiten Körnungsband entsteht. Der Restgehalt an Kapillarwasser beträgt ca. 19 Gew.-% bei hoher Reaktivität (niedriger Zündpunkt).

Die Analysenanhaltswerte des eingesetzten Produktes sind als Anhang 3 beigelegt.

4 Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung

Die Explosionsgefährdungen im Anlagenbereich ergeben sich aus der Zündfähigkeit und den Explosionseigenschaften der vorhandenen staubexplosionsfähigen Braunkohleprodukte, aus der Häufigkeit und Dauer des Auftretens von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre in den einzelnen Arbeitsbereichen und aus dem dementsprechenden Vorhandensein wirksamer Zündquellen. Die nachfolgenden Abschnitte enthalten hierzu die Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung.

4.1 Explosionstechnische Bewertung vorhandener Stoffe

Die feinkörnigen Braunkohleprodukte bzw. entstehender Gruß und Abrieb beim Umschlag des Braunkohleprodukts sind bei entsprechender Dispersion in Luft in der Lage eine explosionsfähige Atmosphäre zu erzeugen.

Die sicherheitstechnischen Kenngrößen von Braunkohlenstaub bzw. Wirbelschichtbraunkohle zeigt folgende Tabelle:

		Braunkohlenstaub	Wirbelschichtbraunkohle
		60	700
Medianwert³	µm		
Staubexplosionsklasse		St 1	St 1
Max. Explosionsüberdruck	bar	9	9
K _{St} -Wert	bar m/s	150	125
untere Explosionsgrenze	g/m ³	40	125
Mindestzündenergie	mJ	> 185/< 245	> 2500
Glimmtemperatur	°C	240	240
Zündtemperatur	°C	450	450
Sauerstoffgrenzkonzentration zur Explosionsvermeidung	Vol.- %	12	12
spezif. elektrischer Widerstand ⁴	Ω m	2,1 · 10 ¹¹	8,0 · 10 ⁹

³ Die explosionstechnischen Kenngrößen wurden bei den jeweils genannten Medianwerten ermittelt.

⁴ Braunkohlenstaub und Wirbelschichtbraunkohle gilt als nicht leitfähig.

RHEINBRAUN BRENNSTOFF GmbH

Muster Explosionsschutzdokument

[Anm. d. Hrsg.: Die Vorschriften zur Bestimmung sicherheitstechnischer Kenngrößen sind auf stückige Brikkett i. A. nicht anwendbar bzw nicht zutreffend. Produktbedingt ist allerdings das Entstehen von Brikkettgruß und –abrieb, z. T. mit Feinanteil, unvermeidbar. Für die Auslegung von Anlagenteilen in denen Brikkettgruß und Abrieb gehandhabt wird, empfehlen wir für die entsprechenden Anlagenteile die Kenngrößen von Wirbelschichtbraunkohle zu Grunde zu legen.]

Die sicherheitstechnischen Kenngrößen des eingesetzten Braunkohlenkokses zeigt folgende Tabelle:

		Braunkohlen- feinstkoks	Braunkohlen- koksstaub	Mahlaktivier- ter Koks
Medianwert⁵	µm	950	70	20
Staubexplosionsklasse		St 1	St 1	St 1
Max. Ex-überdruck	bar	7,8	7,6	8,6
K _{St} -Wert	bar m/s	49	96	92
untere Explosionsgr.	g/m ³	250	60	60
Mindestzündenergie	J		> 200 / <500	> 200 / <500
Glimmtemperatur	°C	> 450	> 450	> 450
Zündtemperatur	°C	> 850	560	590
Sauerstoffgrenzkonzentration zur Explosionsvermeidung	Vol.- %		15	
spezifischer elektrischer Widerstand ⁶	Ω m		1*10 ²	

Hinweis: Braunkohlenfeinkoks der Rheinbraun Brennstoff GmbH mit einem Medianwert von 2000 µm ist nicht explosionsfähig und von daher in dieser Tabelle nicht aufgeführt.

⁵ Die explosionstechnischen Kenngrößen wurden bei den jeweils genannten Medianwerten ermittelt.

⁶ Braunkohlenkokse sind mit einem spezifischen elektrischen Widerstand bis 1 kΩ leitfähig.

4.2 Häufigkeit und Dauer des Auftretens explosionsfähiger Atmosphäre – Zoneneinteilung

Die Einteilung der explosionsgefährdeten Bereiche in Zonen erfolgt gemäß § 5 BetrSichV abhängig von Häufigkeit und Dauer des Auftretens von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre. Bei der eingesetzten Braunkohle können explosionsfähige Staub/Luft-Gemische auftreten, für die folgende Zoneneinteilung gilt:

- Zone 20 ist ein Bereich, in dem gefährliche explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbarem Staub ständig, über lange Zeiträume oder häufig vorhanden ist.
- Zone 21 ist ein Bereich, in dem sich bei Normalbetrieb gelegentlich eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbarem Staub bilden kann.
- Zone 22 ist ein Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbarem Staub normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig auftritt.

Des weitern wurden folgende Anmerkungen nach Anhang 3 der BetrSichV beachtet:

1. Schichten, Ablagerungen und Aufhäufungen von brennbarem Staub sind wie jede andere Ursache, die zur Bildung einer explosionsfähigen Atmosphäre führen kann, zu berücksichtigen.
2. Als Normalbetrieb gilt der Zustand, in dem Anlagen innerhalb ihrer Auslegungsparameter benutzt wird.

Auf Grundlage dieser Einstufungskriterien gilt für die Siloanlage folgende Zoneneinteilung:

4.2.1 Musterbeispiel Zoneneinteilung:

Siloanlage für Braunkohlenstaub und Wirbelschichtbraunkohle

Zone 20:

Die Siloanlage wird zur durchgängigen Versorgung der nachgeschalteten Anlage (z. B. Brenner) kontinuierlich über eine Dosiereinrichtung entleert und das Braunkohleprodukt mittels Flugstromförderung über eine pneumatische Fördereinrichtung weitertransportiert. Daraus ergibt sich für folgende Anlagenbereiche die Zone 20:

- Innenbereich der Förderleitung ab Unterkannte Siloauslaufschieber,
- Innenbereich der Axialzellenradschleuse zu Dosierung,
- Innenbereich des Aufgabeschuhes zur pneumatischen Förderung des Braunkohleprodukts,
- Innenbereich der Förderleitung zum Brenner ab Aufgabeschuh.

Zone 21:

Das Lagersilo wird gelegentlich und nicht zeitlich überwiegend (z. B. nur 1 Mal pro Woche) aus einem Silofahrzeug befüllt. Bei der regelmäßigen und kontinuierlichen Entleerung der Silos bleiben keine Anbackungen von Braunkohleprodukt an den Silowänden zurück, die durch ständiges Nachrutschen oder Herabfallen zu häufigen Staubaufwirbelungen führen würden. Somit befindet sich in folgenden Anlagenbereichen nur gelegentlich eine staubexplosionsfähige Atmosphäre, die dementsprechend in Zone 21 eingeteilt werden:

- Innere der Leitungen der zum Braunkohlenstaubtransport von der Entladestelle bis zum Silo verwendeten Rohrleitungen,
- Innere des Lagersilos inklusive Siloaufsatzfilter.

Zone 22:

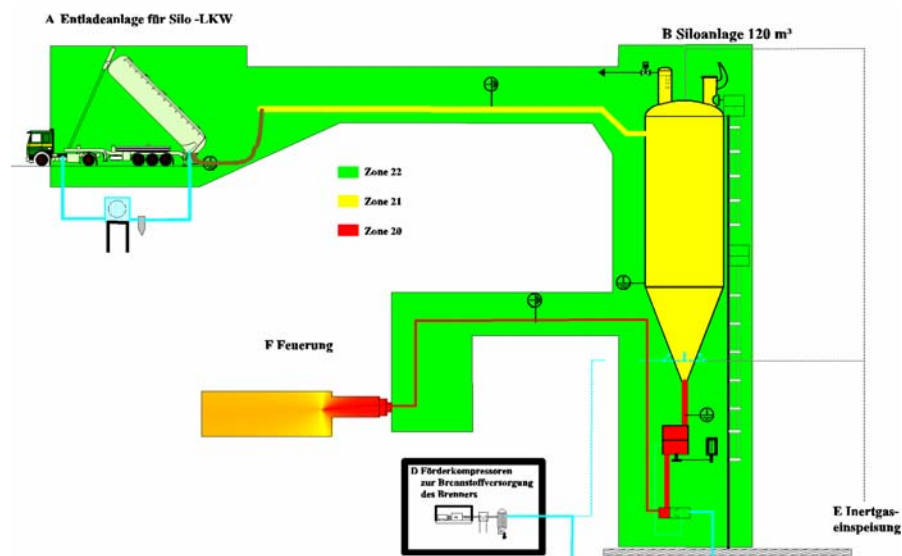
Entladestelle, Lagersilo, Dosier und Förderleitungen sind in einem Gebäude bzw. einem eingehausten Bereich untergebracht, in denen um die Anlagenbereiche Staubablagerungen vorkommen. Hier tritt normalerweise nicht und wenn dann nur kurzzeitig gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auf, so dass folgende Bereiche als Zone 22 eingestuft sind:

- Umgebung der Entladestelle soweit Staubablagerungen auftreten,
- Umgebung der Förderleitungen und Dosiereinrichtung soweit Staubablagerungen auftreten ,
- Umgebung der Siloanlage inkl. Silodach, Standzarge und Fundament soweit Staubablagerungen auftreten.

Zonenplan:

Die Zoneneinteilung für die betrachtete Siloanlage ist in Anhang 4 dargestellt. [Anm. d. Hrsg.:Für das betrachtete Beispiel siehe Bild 5]

Bild 5: Zoneneinteilung der betrachteten Siloanlage für Braunkohlenstaub



4.2.2 Musterbeispiel Zoneneinteilung:

Brikettanlage zur Lagerung von Braunkohlenbriketts

Die betrachtete Brikettanlage wird ohne eine stationäre Absauganlage zum Absaugen von Gruß, Abrieb und Staubablagerungen betrieben. Für die Anlagenbereiche der Brikettanlage gilt somit:

Bereiche im Inneren der Brikettanlage:

Die Bereiche im Inneren der Brikettanlage umfassen Abwurftrichter, Förderer Kessel- und Vorratsbunker bis hin zum Rostabsperrschieber. In diesen Anlagenbereichen kann es aufgrund der üblichen Betriebsweise zur Bildung von Staub/Luft-Gemischen kommen. Aufgrund von Messungen an bestehenden Braunkohlenbrikettanlagen ist davon auszugehen, dass beim Regelbetrieb die Staub/Luft-Gemische innerhalb der Anlagenbereiche unterhalb der UEG liegen, so dass keine explosionsfähige Atmosphäre vorliegt. Jedoch können insbesondere beim An- und Abfahren der Brikettanlage an den Übergabestellen partiell höhere Staubkonzentrationen entstehen. Es kann somit gelegentlich eine explosionsfähige Atmosphäre innerhalb der Anlagenbereiche auftreten. Dementsprechend sind die Bereiche im Inneren der Brikettanlage **Zone 21**.

Umgebung der Brikettanlagenbereiche, Anlieferstelle und Kellerbereich unterhalb des Kohleanlieferstelle:

In diesen Umgebungsbereichen kann es aufgrund der großen Anzahl an Förderern und Übergabestellen vermehrt zu Ablagerungen von Braunkohlengruß und Braunkohlenabrieb kommen. Diese Bereiche werden regelmäßig gesäubert, jedoch zeigt die betriebliche Praxis, dass dennoch Staubablagerungen auftreten können. Hier ist demnach normalerweise nicht mit dem Auftreten explosionsfähiger Staub/Luft-Gemische zu rechnen, wenn aber doch, dann nur in Einzelfällen und kurzzeitig. Diesen Umgebungsbereichen ist **Zone 22** zugeordnet.

4.2.3 Musterbeispiel Zoneneinteilung: Siloanlage für Braunkohlenkoks

Zone 20:

Die Siloanlage wird zur durchgängigen Versorgung der nachgeschalteten Anlage kontinuierlich über eine Dosiereinrichtung entleert und das Braunkohleprodukt mittels Flugstromförderung über eine pneumatische Förderleinrichtung weitertransportiert. Daraus ergibt sich für folgende Anlagenbereiche die Zone 20:

- Innenbereich der Förderleitung ab Unterkannte Siloauslaufschieber,
- Innenbereich der Axialzellenradschleuse zu Dosierung,
- Innenbereich des Aufgabeschuhes zur pneumatischen Förderung des Braunkohleprodukts,
- Innenbereich der Förderleitung Einblasstelle ab Aufgabeschuh.

Zone 21:

Das Lagersilo wird gelegentlich und nicht zeitlich überwiegend (z. B. nur 1 Mal pro Woche) aus einem Silofahrzeug befüllt. Bei der regelmäßigen und kontinuierlichen Entleerung der Silos bleiben keine Anbackungen von Braunkohleprodukt an den Silowänden zurück, die durch ständiges Nachrutschen oder Herabfallen zu häufigen Staubaufwirbelungen führen würden. Somit befindet sich in folgenden Anlagenbereichen nur gelegentlich eine staubexplosionsfähige Atmosphäre, die dementsprechend in Zone 21 eingeteilt werden:

- Innere der Leitungen der zum Braunkohlenstaubtransport von der Entladestelle bis zum Silo verwendeten Rohrleitungen,
- Innere des Lagersilos inklusive Siloaufsatzfilter.

Zone 22 für betrachtetes Beispiel:

Die Dichtheit der im Gebäude aufgestellten und soweit eingehausten Anlage ist nicht an allen Stellen gewährleistet (z. B. Undichtheiten an Wellendurchführungen). Aufgrund der örtlichen Gegebenheiten (z. B. Einbaulage) können trotz Maßnahmen zur Staubbeseitigung im Nahbereich der Staubablagerungen auftreten. Deshalb ist der Nahbereich von 1 m um diese Freisetzungsquellen bis zum Boden Zone 22.

[Anm. d. Hrsg.: Für weitere Fallmöglichkeiten siehe „Sicherheitstechnische Empfehlungen zum Umgang mit Braunkohlenkoks“, Rheinbraun Brennstoff GmbH, Mai 2005]

Zündquellenbetrachtung:

Beim Betrieb der Siloanlage einschließlich Füllstelle treten im Innern die Zonen [] sowie in der Umgebung einzelner Anlagenbereiche die Zone 22 auf. Abhängig von dieser Zoneneinteilung berücksichtigt die Beurteilung der Zündgefahren, ob und inwieweit in den jeweiligen Anlagenbereichen bei Vorliegen von

- Zone 22 im Normalbetrieb,
- Zone 21 im Normalbetrieb und bei üblicherweise zu erwartenden Betriebsstörungen,
- Zone 20 im Normalbetrieb, bei üblicherweise zu erwartenden Betriebsstörungen und zusätzlich auch bei selten auftretenden Betriebsstörungen

wirksame Zündquellen auftreten können. Entsprechend sind von den in DIN EN 1127-1 Nr. 5.3 bzw. in BGR 104 Nr. E.2.3 genannten Zündquellen in den staubexplosionsgefährdeten Bereichen der Siloanlage folgende Zündquellenarten zu erwarten, die vom Explosionsschutzkonzept berücksichtigt werden:

- heiße Oberflächen,
- elektrische Anlagen,
- statische Elektrizität,
- Blitzschlag,
- exotherme Reaktionen (einschließlich Selbstentzündung),
- ... (ggf. weitere Zündquellenarten)

5 Explosionsschutzmaßnahmen

[Bei Braunkohlenstaub:]

Grundlage für den Bau und den Betrieb der Anlage sind die „Sicherheitstechnischen Empfehlungen für den Einsatz von Braunkohlenstaub (Silogröße bis 120 m³)“ bzw. die „Sicherheitstechnischen Empfehlungen für den Einsatz von Braunkohlenstaub und Wirbelschichtbraunkohle“ in der jeweils aktuellen Fassung (Stand).

Das danach angewendete Explosionsschutzkonzept basiert für den Umgang mit Braunkohlenstaub und Wirbelschichtbraunkohle auf konstruktiven Explosionsschutzmaßnahmen sowie auf der Vermeidung von Zündquellen.

[Bei Braunkohlenbrikett:]

Grundlage für den Bau und Betrieb der Anlage sind die „Sicherheitstechnischen Empfehlungen für den Einsatz von Braunkohlenbrikett in Industrieanlagen (Stand Mai 2004)

Das danach angewendete Explosionsschutzkonzept basiert für den Umgang mit Braunkohlenbrikett auf der Vermeidung von Zündquellen sowie der Vermeidung von Brikettgruß und -abrieb.

[Bei Braunkohlenkoks:]

Grundlage für den Bau und Betrieb der Anlage sind die „Sicherheitstechnischen Empfehlungen zum Umgang mit Braunkohlenkoks (Stand Mai 2004)

Das danach angewendete Explosionsschutzkonzept basiert für den Umgang mit Braunkohlenkoks auf der Vermeidung von wirksamen Zündquellen.

Zu unterscheiden ist zwischen technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen.

5.1 Technische Maßnahmen

5.1.1 Ausführung der Anlage

Die vorhandenen technischen Schutzmaßnahmen entsprechen den folgenden Explosionsschutzmaßnahmen aus Kapitel 4 der o. g. Sicherheitstechnischen Empfehlung:

- 4.x.x.x: [Maßnahme als Stichwort],
- 4.x.x.x: [Maßnahme als Stichwort],
-

Ein Exemplar dieser Empfehlung mit den o. g. Maßnahmen ist als Anhang 11 beigelegt.

5.1.1.1

5.1.2 Ausführung elektrischer und nichtelektrischer Betriebsmittel

Alle eingesetzten Geräte und Bauteile (elektrisch und nicht elektrisch) sind in Anhang 5 nach folgendem Muster aufgelistet.

Betriebsmittel und Einsatzort	Ex-Zone	Kennzeichnung nach ATEX	IP-Code
Temperaturfühler Silokonus ggf. interne Bezeichnung	22	II 3 D	IP 54
...

Die EG-Konformitätserklärungen und/oder Baumusterprüfbescheinigungen der in den o. g. genannten Explosionszonen eingesetzten Geräte und elektrischen Bauteile sind als Anhang 3 beigelegt.

5.2 Organisatorische Maßnahmen

5.2.1 Betriebsvorschriften

Die vorhandenen organisatorischen Maßnahmen zum Betrieb der Siloanlage entsprechen den folgenden Explosionsschutzmaßnahmen aus Kapitel 4 der o. g. Sicherheitstechnischen Empfehlung:

- 4.x.x.x: [Maßnahme als Stichwort],
- 4.x.x.x: [Maßnahme als Stichwort],
-

Ein Exemplar dieser Empfehlung mit den o. g. Maßnahmen ist als Anhang 11 beigelegt.

Zur betrieblichen Durchsetzung sind die vorgenannten organisatorischen Maßnahmen in den folgenden Betriebs- und Arbeitsanweisungen zusammengefasst, die im Anhang 7 beigelegt sind:

- Regelmäßige Reinigungen
-

5.2.2 Prüfung und Überwachung

Die Prüfung und Überwachung der Geräte in den explosionsgefährdeten Bereichen der Siloanlage erfolgt gemäß Betriebssicherheitsverordnung spätestens alle 3 Jahre durch eine befähigte Person und wird entsprechend nachfolgendem Muster in Anhang 8 dokumentiert. Kürzere Prüfzyklen für sicherheitsrelevante Bauteile, wie sie sich z. B. aus der BGV C 15 ergeben, sind hierbei berücksichtigt:

Arbeitsmittel im Ex-Bereich:	Prüfung vor Inbetriebnahme		Wiederkehrende Prüfung	
	am:	durch:	Prüfzyklus:	durch:
Silo
Temperatursensor
.....

Die Prüfergebnisse externer oder durch dritte durchgeführte Prüfungen (z. B. Einstellung der Druckentlastungsklappe) sind (ebenfalls) in Anhang 8 enthalten.

5.2.3 Qualifikation und Unterweisung

Die Beschäftigten im explosionsgefährdeten Bereich der Siloanlage werden über die am Arbeitsplatz herrschenden Explosionsgefahren und getroffenen Schutzmaßnahmen regelmäßig unterwiesen. Im Rahmen der Unterweisung wird darauf eingegangen, wie die Explosionsgefahr entsteht und in welchen Bereichen des Arbeitsplatzes sie vorhanden ist. Die getroffenen Explosionsschutzmaßnahmen werden in ihrer Wirkungsweise erläutert und der richtige Umgang mit den erlaubten und vorhandenen Arbeitsmitteln erklärt. Es wird auch auf die Bedeutung von Kennzeichnungen, Anwendung von Betriebs- und Arbeitsanweisungen und auf Ansprechpartner hingewiesen. Die Unterweisung wird mit Aufnahme der Beschäftigung und einmal jährlich wiederkehrend von durchgeführt.

Der Nachweis für extern durchgeführte Lehrgänge und Unterweisungen der Mitarbeiter ist als Anhang 9 beigefügt. Ebenso die Qualifikationsvermerke der Mitarbeiter

6 Koordination von Fremdfirmen

Werden Fremdfirmen auf dem Betriebsgelände mit Arbeiten in explosionsgefährdeten Bereichen bzw. mit Auswirkungen auf diese Bereiche beschäftigt, werden die Mitarbeiter der Firmen durch einen sachkundigen Mitarbeiter in die vorherrschenden Gefährdungen eingewiesen und die Arbeiten mit den betrieblichen Arbeitsabläufen abgestimmt.

Befähigter Mitarbeiter:

Name:	Raum:	Tel.:
-------	-------	-------	-------	-------	-------

Weitere Ansprechpartner für das Fremdfirmenpersonal:

Aufgabe/Tätigkeit:	Name:	Raum:	Tel.:
Vertreter des befähigten Mitarbeiters
Elektro-Fachkraft
.....

Die zur Einweisung verwendeten Arbeitserlaubnisscheine und Koordinationschecklisten enthält Anhang 10. *[Anm. d. Hrsg.: Vgl. hierzu Checklisten und Formulare aus Kapitel 3.1 des Leitfadens.]*

Anhang

Anhang 1: Fließbild der Anlage

Anhang 2: Sicherheitsdatenblatt in der jeweils geltenden Fassung

Anhang 3: Analysenanhaltswerte in der jeweils geltenden Fassung

Anhang 4: Ex-Zonenplan

Anhang 5: In Ex-Zonen eingesetzte elektrisch und nichtelektrische Geräte

Anhang 6: EU- Konformitätserklärungen

Anhang 7: Betriebsanweisungen

Anhang 8: Prüfungs- und Überwachungsnachweise

Anhang 9: Nachweise Qualifikation und Unterweisung

Anhang 10: Arbeiterlaubnisscheine und Koordinationschecklisten

Anhang 11: Mitgeltende Vorschriften

RHEINBRAUN BRENNSTOFF GmbH

C Weiterführende Informationen zur Erstellung des Explosions- schutzdokuments

Checkliste „Einweisung von Fremdfirmen“

Checkliste Koordinierungsaufgaben - Schwerpunkt »Betrieblicher Explosionsschutz« -	<i>Bearbeiter</i>	
	<i>Datum</i>	
<i>Zweck</i>		
Abstimmung der Arbeiten der beteiligten Arbeitsgruppen/Fremdfirmen so aufeinander, dass mögliche gegenseitige Gefährdungen rechtzeitig erkannt und verhindert werden.		
<i>Arbeitsauftrag</i>		
Checkpunkt	Ja	Nein
Wird eine Ortsbesichtigung durchgeführt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wird ein zeitlich gegliederter Arbeitsablaufplan aufgestellt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> • Sind Ort und Zeit der Einzelarbeiten aufgeführt? • Sind die beteiligten Personen einschließlich der Vorgesetzten benannt? • Ist der Zeitablauf festgelegt? • Sind die besonderen Voraussetzungen zur Durchführung der Arbeiten festgelegt • Sind spezifische Explosionsschutzmaßnahmen dargelegt? • Sind die Gefahrenbereiche, insbesondere auch die explosionsgefährdeten Bereiche, festgelegt und gekennzeichnet? • Sind Maßnahmen für den Störfall vorgesehen? 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Werden Abstimmungsgespräche zwischen den beteiligten Personen herbeigeführt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wird die Einhaltung des Arbeitsablaufplans kontrolliert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

RHEINBRAUN BRENNSTOFF GmbH

Formular „Erlaubnisschein Heißarbeiten“

Erlaubnisschein Für Arbeiten mit Zündquellen in Bereichen mit explosionsfähiger Atmosphäre								
1	Arbeitsort/-stelle						
2	Arbeitsauftrag (z. B. Rohr anschweißen)						
3	Art der Arbeiten	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Schweißen</td> <td><input type="checkbox"/> Schneiden</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Trennschleifen</td> <td><input type="checkbox"/> Löten</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Auftauen</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> Schweißen	<input type="checkbox"/> Schneiden	<input type="checkbox"/> Trennschleifen	<input type="checkbox"/> Löten	<input type="checkbox"/> Auftauen	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Schweißen	<input type="checkbox"/> Schneiden							
<input type="checkbox"/> Trennschleifen	<input type="checkbox"/> Löten							
<input type="checkbox"/> Auftauen	<input type="checkbox"/>							
4	Sicherheitsvorkehrungen vor Beginn der Arbeiten	<input type="checkbox"/> Entfernen sämtlicher beweglicher brennbarer Gegenstände und Stoffe, auch Staubablagerungen, im Umkreis von m und – soweit erforderlich – auch in angrenzenden Räumen <input type="checkbox"/> Abdecken der nicht beweglichen brennbaren Gegenstände, z. B. Holzbalken, Holzwände und -fußböden, Kunststoffteile usw. mit schützenden Materialien <input type="checkbox"/> Abdichten von Gebäudeöffnungen, Fugen und Ritzen sowie sonstiger Durchlässe wie z.B. Gitterroste mit nicht brennbaren Stoffen <input type="checkbox"/> Entfernen von Umkleidungen und Isolierungen <input type="checkbox"/> Beseitigen von Explosionsgefahr in Behältern und Rohrleitungen, ggf. Inertisieren <input type="checkbox"/> Verschließen der Öffnungen von Rohrleitungen, Behältern, Armaturen etc. <input type="checkbox"/> Bereitstellen einer Brandwache mit gefüllten Wassereimern, Feuerlöschern oder mit angeschlossenem Wasserschlauch (bei Stäuben nur Sprühen)						
5	Brandwache	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> während der Arbeit</td> <td>Name:</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> nach Beendigung der Arbeit</td> <td>Name: Dauer: Std.</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> während der Arbeit	Name:	<input type="checkbox"/> nach Beendigung der Arbeit	Name: Dauer: Std.		
<input type="checkbox"/> während der Arbeit	Name:							
<input type="checkbox"/> nach Beendigung der Arbeit	Name: Dauer: Std.							
6	Alarmierung	Standort des nächstgelegenen Brandmelders Telefons Feuerwehr Ruf-Nr.:						
7	Löschgerät, -mittel	<input type="checkbox"/> Feuerlöscher mit <input type="checkbox"/> Wasser <input type="checkbox"/> CO ₂ <input type="checkbox"/> Pulver <input type="checkbox"/> gefüllte Wassereimer <input type="checkbox"/> Angeschlossener Wasserschlauch						
8	Erlaubnis	Die aufgeführten Sicherheitsmaßnahmen sind durchzuführen. Die gesetzlichen Vorschriften zur Unfallverhütung und die Sicherheitsvorschriften der Versicherer sind zu beachten.						
Datum		Unterschrift des Betriebsleiters oder dessen Beauftragten						
		Unterschrift des Ausführenden						