

Entwurf des Explosionsschutzdokuments und Risikoanalyse/Beurteilung

für Holzheizwerk Bahnhof
der IWB

Projektnummer: WB 19 3023

Stand: Entwurf vom 10. Februar 2020

Weyer und Partner (Schweiz) AG

Güterstrasse 137

CH 4053 Basel

Tel.: +41 61 683 26 00

Fax: +41 61 683 26 11

E-Mail: j.mueller@weyer-gruppe.com

Web: www.weyer-gruppe.com

D. Egli-Tedesco

Leiter Consulting

Tel.: +41 (0) 61 683 26 02

E-Mail: d.egli@weyer-gruppe.com

J.Müller

Projektingenieur

Tel.: +41 (0) 79 747 27 83

E-Mail: j.mueller@weyer-gruppe.com



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	6
1.1	Ausgangslage	6
1.2	Zielsetzung.....	6
2	Angaben zum Betriebsbereich.....	7
2.1	Allgemeine Angaben	7
2.2	Verantwortlichkeit für den Betriebsbereich	7
2.3	Angaben zur Erstellung des Explosionsschutzdokuments.....	7
3	Anlagenbereiche und Verfahren	7
3.1	Anlagenbereich 01: Anlieferbereich mit Rolltor	8
3.2	Anlagenbereich 02: Entstaubungsanlage	8
3.3	Anlagenbereich 03: Annahmehunker	8
3.4	Anlagenbereich 04: Förderer 1	8
3.5	Anlagenbereich 05: Förderer 2.....	8
	Detaillierte technische Daten werden nach Auslegung ergänzt.....	8
3.6	Anlagenbereich 06: Bunker-Befüllsystem	8
3.7	Anlagenbereich 07: Abluftkanal.....	8
3.8	Anlagenbereich 08: Pellet-Lager	9
3.9	Anlagenbereich 09: Bunkeraustragssystem	9
3.10	Anlagenbereich 10: Metallabscheider.....	9
3.11	Anlagenbereich 11: Pelletmühle + Raum.....	9
3.12	Anlagenbereich 12: Filter.....	9
3.13	Anlagenbereich 13: Pulversilo	10
3.14	Anlagenbereich 14: Raum für Verbrennungsluft	10
3.15	Anlagenbereich 15: Kessel Nr. 3	10
3.16	Anlagenbereich 16: Staubfilter	10
3.17	Anlagenbereich 17: Ext. Eco	10
3.18	Anlagenbereich 18: Saugzug	10



3.19	Anlagenbereich 19: Kaminzug Nr. 2	10
3.20	Anlagenbereich 20: Aschenmulde	11
3.21	Anlagenbereich 21: Ansaugung Decke Kesselhaus	11
4	Stoffdaten und sicherheitstechnische Kennzahlen	11
4.1	Feststoffe	11
4.1.1	Sicherheitstechnischen Kenngrößen (Feststoffe)	12
4.2	Flüssigkeiten und Gase	13
4.2.1	Sicherheitstechnischen Kenngrößen (Gase und Flüssigkeiten)	13
5	Systematik der Beurteilung der Explosionsrisiken	13
5.1	Grundsatz zu Ex- Zonendefinitionen für brennbare Gas, Dämpfe und Nebel	13
5.1.1	Für brennbare Gas, Dämpfe und Nebel	13
5.1.2	Für brennbare Stäube	14
5.1.3	Ex-Zonen Einteilung nach BCI	14
5.2	Erläuterungen zum SUVA Merkblatt 2153	15
5.2.1	Symboldeutung nach SUVA	16
5.2.2	Ex-Zonenkennzeichnung	16
5.3	Ex- Zonen Herleitung / Beispielsammlung	16
6	Risikobeurteilung	16
6.1	Methodik	17
6.2	Vermeidung oder Einschränkung explosionsfähiger Atmosphäre	17
6.3	Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre	17
6.3.1	Allgemeines zum Identifizieren und Vermeiden von Zündquellen	17
6.4	Summarische Betrachtung des konstruktiven Explosionsschutzes	17
6.5	Übersicht der Untersuchungseinheiten	17
6.6	Tabellen Risikobeurteilung	18
7	Ex-Zonenpläne	39
7.1	Feststoffe: Zonen 20, 21 und 22	39
7.2	Flüssigkeiten und Gase: Zonen 0, 1 und 2	40



8	Organisatorische Massnahmen	41
9	Massnahmenkatalog	43
10	Verzeichnisse	45
10.1	Quellen und Referenzenverzeichnis	45
10.2	Abkürzungen	46



Genehmigung / Revisionen des Explosionsschutzdokumentes

Genehmigung			
Funktion / Firma	Wer	Datum	Unterschrift
Leiter Betrieb Energie / IWB	Matthias Stenske		
Projektleitung / IWB	Benedikt Gratwohl		
Geprüft / Weyer und Partner	Daniel Egli		
Autor / Weyer und Partner	Jörg Müller		

(Ohne Gegenbericht oder Änderungswünsche vom Kunden innerhalb von 6 Wochen ab Abgabe des Dokumentes durch Weyer und Partner, gilt das Dokument als abgenommen.)

Revisionen				
Was	Revision	Wer	Datum	Visum
Entwurf	Entwurf	Maxime Husser	16.08.19	
Ergänzung gemäss Bespr. vor Ort	Rev. 00	Maxime Husser	05.09.19	
Ergänzungen / Anpassungen	Rev. 01	Jörg Müller	10.02.2020	

Projektleiter Weyer

D. Egli

Status

Rev. 01

Auftraggeber

IWB, Crollet, Gratwohl

Autoren

M.Husser / J.Müller

Autor (Datum, Visum)

Geprüft (Datum, Visum)

D. Egli



1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Die IWB (Auftraggeber = AG) plant den Umbau und den Betrieb einer Holzbefeuerten Kesselanlage mit 20 MW FWL am Standort Solothurnerstrasse 18 in 4053 Basel Gundeldingen zur Erzeugung von Fernwärme. Als Brennstoff für das Heizwerk sind ausschliesslich naturbelassene Pellets vorgesehen, die zu Holzpulver gemahlen werden.

Mit der Einreichung des Baugesuches wird bereits ein Entwurf eines Explosionsschutzdokumentes eingereicht. Dies im Bewusstsein, dass einerseits die Holzpellets einen gewissen Feinstaubanteil haben, der je nach Massenanteil zündfähig sein kann. Andererseits kann durch den natürlichen Gärprozess bei der Zwischenlagerung ein entzündliches Gas entstehen.

1.2 Zielsetzung

Ziel ist es Explosionsgefahren innerhalb des HKW, von der Anlieferung, dem Lagerbunker bis zur Feuerungsanlage, festzustellen. Ebenfalls zu betrachten sind die Reinigungsprozesse.

Explosionsgefahren sind dann vorhanden, wenn nicht sicher ausgeschlossen werden kann, dass sich eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre entweder durch Stäube oder Gase bildet. Die Ermittlung der Explosionsgefahren erfolgt in einer Risikobeurteilung. Risikobeurteilung und Explosionsschutzdokument werden im Sinne des SUVA-Merkblattes 2153 [Q01] erstellt.

Das Dokument ist eine Vorstudie. Angaben, wie zum Beispiel Staubkonzentration in der Luft, können erst nach der Inbetriebnahme beurteilt werden.



2 Angaben zum Betriebsbereich

2.1 Allgemeine Angaben

Für die Strom- und Wärmeproduktion ist die thermische Nutzung von Pellets geplant. Die Pellets werden in Form von Holzpulver der Feuerung zugeführt und dort verbrannt.

Es werden ca. 6 LKW Lieferungen pro Tag erwartet. Über Austragseinrichtungen und Fördereinrichtungen gelangt der Brennstoff zur Feuerungsanlage. Im Rahmen des Transports und der Mahlung der Holzpellets fallen Stäube an.

Die Feuerungsanlage kann entweder mit Holzpulver oder mit Erdgas betrieben werden.

Ammoniak wird für die Reduktion von Stickoxiden in das Rauchgassystem eingespeist.

2.2 Verantwortlichkeit für den Betriebsbereich

Das Explosionsschutzdokument gilt für die Pellet Annahmestelle, die Fördereinrichtungen, die Entstaubungsanlagen, die Pelletmühle und die Lagerräume bei denen die Möglichkeit des Entstehens einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre besteht.

Zusätzlich wird die Feuerungsanlage (inkl. Erdgaseinspeisung) und die Ammoniakanlage berücksichtigt.

Für die Umsetzung der definierten Massnahmen für den Betrieb und den sicheren Zustand der Anlagentechnik (Wartung, Instandhaltung und Prüfungen) ist der Betreiber des Heizwerkes verantwortlich.

2.3 Angaben zur Erstellung des Explosionsschutzdokuments

Mit der Erstellung des Explosionsschutzdokuments wurde die Fa. Weyer und Partner (Schweiz) AG, Basel mit der Massgabe der Bearbeitung durch ihre fachkundigen Personen für den Explosionsschutz beauftragt.

Die Gliederung des Explosionsschutzdokumentes erfolgt gemäss SUVA Merkblatt 2153 [Q01].

Hauptbestandteil des Explosionsschutzdokumentes ist eine detaillierte Risikobeurteilung für die genannten Anlagenbereiche, aus der sich die einzurichtenden Zonen sowie die zu treffenden Schutzmassnahmen ergeben.

Die herangezogenen Richtlinien, Vorschriften und technische Regeln sind in der Risikobeurteilung erwähnt und im Quellen- und Referenzenverzeichnis aufgelistet.

3 Anlagenbereiche und Verfahren

Das vorliegende Explosionsschutzkonzept umfasst die im folgenden Kapitel aufgeführten Anlagenbereiche und bezieht sich auf den bestimmungsgemässen Betrieb der Anlagen. Revisionsbetrieb oder Sonderbetrieb sind nur teilweise berücksichtigt. Das Explosionsschutzdokument hat nur Gültigkeit im Zusammenhang mit der standortbezogenen technischen Dokumentation.



3.1 Anlagenbereich 01: Anlieferbereich mit Rolltor

Die Holzpellets werden per LKW zum Holzheizwerk angeliefert.

Die Fahrzeugwaage dient der Gewichtsbestimmung der Fahrzeuge.

Die Abgase vom LKW werden abgesaugt und nach Draussen geführt.

3.2 Anlagenbereich 02: Entstaubungsanlage

Mit der Entstaubungsanlage werden die Staubemissionen beim Abladen reduziert.

Im Anlieferbereich ist eine geschlossene Pellet-Anlieferstation (Annahmebunker). Der LKW dockt direkt an den Annahmebunker an und die Pellets werden in den Annahmebunker entladen. Durch die fast geschlossene Anlieferstation wird der Staubanteil im Anlieferbereich auf ein Minimum reduziert. Der Staubanteil, der durch das Abladen in den Vorraum gelangt, wird aus dem Anlieferbereich abgesaugt

Steuerungsstrategie:

Die Anlage fährt im Grundbetrieb 1 auf minimaler Drehzahl des Ventilators. Bei Ankunft eines LKW wird die Anlage mittels Frequenzumrichter auf Volllast 2 hochgefahren, damit steht zum Abladen die volle Leistung zur Verfügung. Während der Nacht oder ausserhalb der Anlieferzeiten wird die Absaugung 3 aktiviert. Bei Kurzstillständen der Kesselanlage (Anlieferstation gefüllt) wird die Absaugung im Anlieferbereich auf Volllast betrieben (Betriebsart 4). Wird in dieser Zeit Brennstoff angeliefert, schaltet die Anlage automatisch auf die Abladestelle um.

3.3 Anlagenbereich 03: Annahmebunker

Die Holzpellets werden an einer geschlossenen Pellet-Anlieferstation per Schubboden-LKW angeliefert.

3.4 Anlagenbereich 04: Förderer 1

Detaillierte technische Daten werden nach Auslegung ergänzt.

3.5 Anlagenbereich 05: Förderer 2

Detaillierte technische Daten werden nach Auslegung ergänzt.

3.6 Anlagenbereich 06: Bunker-Befüllsystem

Detaillierte technische Daten werden nach Auslegung ergänzt.

3.7 Anlagenbereich 07: Abluftkanal

Der Abluftkanal führt die Luft vom Pellet-Lager und vom Raum der Pellet-Mühle bis zur Entstaubungsanlage (Bereich 02).



3.8 Anlagenbereich 08: Pellet-Lager

Einer der beiden bestehenden unterirdischen Heizöltanks ($2 \times 2'000 \text{ m}^3$) des Heizwerks wird in ein Pellet-Lager mit mindestens 5 Tagen Lagerkapazität umgebaut. Der $3'000 \text{ m}^3$ grosse neue Raum wird durch eine Wand vom bestehenden Öllager getrennt.

Ein Luftwechsel wird durch den Luftstrom der Pelletmühle und über die Absaugung gewährleistet. Die Stillstandsabsaugung des Pelletbunkers erfolgt über denselben Filter, der für die Absaugung der Annahmehunker verwendet wird. Die Umschaltung erfolgt über gegenläufige Absperrschieber in den Saugleitungen. Falls eine Anlieferung von Pellets während des Ofenstillstands erfolgen sollte, hat die Absaugung des Annahmehunkers Vorrang, d.h. die Absaugung schaltet zeitweise auf den Annahmehunker um. Steuerungstechnisch wird sichergestellt, dass auch bei vielen LKW-Anlieferungen, der Bunker immer wieder genügend durchlüftet wird.

Eine mögliche Staubaufwirbelung von abgelagertem Staub kann jedoch die Entstehung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre verursachen.

3.9 Anlagenbereich 09: Bunkeraustragssystem

Das Bunkeraustragssystem wird auf dem Boden des Bunkers montiert und fördert die Pellets Richtung Metallabscheider.

Detaillierte technische Daten werden nach Auslegung ergänzt.

3.10 Anlagenbereich 10: Metallabscheider

Durch den Metallabscheider werden magnetische entfernbare Fremdkörper entfernt. Der Abscheider besteht aus einem Magnet und einem Fördersystem.

Detaillierte technische Daten werden nach Auslegung ergänzt.

3.11 Anlagenbereich 11: Pelletmühle + Raum

Detaillierte technische Daten werden nach Auslegung ergänzt.

Durch den kontinuierlichen Luftstrom der Pelletmühle ist ein dreifacher Luftwechsel im Raum sichergestellt.

3.12 Anlagenbereich 12: Filter

Detaillierte technische Daten werden nach Auslegung ergänzt.

Das in der Mühle produzierte Holzpulver wird mittels pneumatischer Fördertechnik zum Pulversilo mit Staubfilter befördert. Das Pulversilo ist im Kesselhaus direkt beim Kessel Nr.3 aufgestellt. Die Förderluft wird nach dem Filter dem bestehenden Verbrennungsluftsystem zugeführt. Wenn der Kessel nicht in Betrieb ist, gelangt die Förderluft ins Freie.

Mittels Dosiersystemen wird der Brenner mit Holzpulver versorgt.



3.13 Anlagenbereich 13: Pulversilo

Zwischenlagern des Holzpulvers, 7m³.

Detaillierte technische Daten werden nach Auslegung ergänzt.

3.14 Anlagenbereich 14: Raum für Verbrennungsluft

In dem Raum wird die Bereitstellung der Verbrennungsluft über einen Ventilator sichergestellt. Mit unterschiedliche Ansaugstellen im Gebäude ist ein Luftaustausch innerhalb des Gebäudes gewährleistet. → Dieser Bereich wird nicht weiter untersucht.

3.15 Anlagenbereich 15: Kessel Nr. 3

Holzpulver

- Holzpulver wird aus dem Pulversilo ausgetragen und in die Einfüllrohre gefördert.
- Dosieren des Holzpulvers
- Holzpulver mit Verbrennungsluft über den Brenner in den Feuerraum geblasen.

Es treten niedrige, gleichmässige Transportgeschwindigkeiten auf.

Detaillierte technische Daten werden nach Auslegung ergänzt.

Erdgas

- Gasleitung => Transport von Erdgas (Druck 4.2 bar) zur Brennerregelstrecke
Regelstrecke => Regelung des Gasvolumens zum Brenner

Die Leitung ist geschweisst ausgeführt, Flansche sind nur bei Armaturenanschlüssen vorhanden.

Die Leitungsinstallationen werden gemäss Suva-Factsheet Nr. 33069 [Q14] in Betrieb genommen und periodisch kontrolliert.

3.15.b Ammoniakanlage

Die Ammoniakanlage besteht aus einem Ammoniaklösung-Behälter, einem Verdampfer und diversen Leitungen / Pumpen / Ventile.

Detaillierte technische Daten werden nach Auslegung ergänzt.

3.16 Anlagenbereich 16: Staubfilter

Aschen sind nicht explosionsgefährlich: dieser Bereich wird nicht weiter untersucht.

3.17 Anlagenbereich 17: Ext. Eco

Keine explosionsgefährlichen Stoffe vorhanden: dieser Bereich wird nicht weiter untersucht.

3.18 Anlagenbereich 18: Saugzug

Keine explosionsgefährlichen Stoffe vorhanden: dieser Bereich wird nicht weiter untersucht.

3.19 Anlagenbereich 19: Kaminzug Nr. 2

Keine explosionsgefährlichen Stoffe vorhanden: dieser Bereich wird nicht weiter untersucht.



3.20 Anlagenbereich 20: Aschenmulde

Aschen sind nicht explosionsgefährlich: dieser Bereich wird nicht weiter untersucht.

3.21 Anlagenbereich 21: Ansaugung Decke Kesselhaus

Keine explosionsgefährlichen Stoffe vorhanden: dieser Bereich wird nicht weiter untersucht.

4 Stoffdaten und sicherheitstechnische Kennzahlen

In den unter Kapitel 3.2 aufgeführten Teilanlagen werden Stoffe gehandhabt, die unter bestimmten Betriebsbedingungen gefährliche explosionsfähige Atmosphäre (g. e. A.) bilden können. Nachfolgend sind deren sicherheitstechnischen Kennzahlen zusammengestellt.

4.1 Feststoffe

Zu berücksichtigen ist, dass die untere Explosionsgrenze (UEG) des Holzstaubs durch folgende Faktoren beeinflusst wird:

- Feuchte: Je geringer der Wassergehalt desto niedriger die UEG
- Korngrößenverteilung: Je mehr Feinkornanteil (Korngrösse < 0.5mm) desto niedriger die UEG
- Zusammensetzung: Je nach Holzart-Zusammensetzung verschiebt sich die UEG
- Abgelagerter Staub, der eine Höhe $\geq 1\text{mm}$ hat, ist als explosionsfähig anzusehen. Ab dieser Höhe sind Bodenmarkierungen nicht mehr erkennbar, daher sind diese als Indikator zu verwenden.

Da der Wassergehalt und die Korngrößenverteilung nie gleich sind, darf der aufgeführte UEG-Wert für Holzstaub nicht als exakte sicherheitstechnische Kenngrösse angesehen werden, sondern nur als ungefähre Richtwert.



4.1.1 Sicherheitstechnischen Kenngrößen (Feststoffe)

Nr.	Stoff	Medianwert der Korngrößenverteilung [µm]	Untere Explosionsgrenze [UEG] g/m³	Wassergehalt Trockenverlust [%]	Staubexplosionskonstante [Kst-Wert] bar m/s	Max. Explosionsdruck [mbar]	Mindestzündenergie [mJ]	Mindestzündtemperatur einer Staub- wolke – Zündtemperatur [MZT] (°C)	Mindestzündtemperatur einer 5 mm Staubschicht – Glimmtemperatur [°C]	Selbstzündungstemperatur im 400 ml Dratkorb [SET] [°C]	Glührückstand [%]
1	Altholzschnitzel	5860	n.a.	14.5	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	-	7.6
2	Aufgewirbelter Holzstaub HKW BSI	n.a.	500	n.a.	-	-	-	490	n.a.	n.a.	n.a.
3	Abgelagerter Holzstaub HKW BSI	76	n.a.	12.3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	310	-	9.5

Tabelle: Sicherheitstechnische Kenngrößen für Feststoffe [IBExU, Q02]

- Nr. 1 bis 3 bezieht sich auf die Proben die im HKW BSI im Dezember 2016 gesammelt wurden und die bei der IBExU [Q02] ermittelten sicherheitstechnischen Kenngrößen.
- Nr. 1 Altholzschnitzel können aufgrund der Grobkörnigkeit als „nicht explosionsfähig“ eingestuft werden (zu geringer Staubanteil, nur 6 Masse-% < 500 µm). Die sicherheitstechnischen Kenngrößen werden vor allem von der Feinheit des Staubes beeinflusst. Feinere Stäube lassen sich leichter entzünden und reagieren heftiger als gröbere. Deshalb muss bei der Bewertung von ermittelten sicherheitstechnischen Kenngrößen stets die Korngrößenverteilung berücksichtigt werden.
- Nr. 2 Auf Grund der ermittelten sicherheitstechnischen Kenngrößen des aufgewirbelten Staubes wird die Probe „Abgelagerter Staub“ als „explosionsfähig“ eingestuft.
- Die Ergebnisse zeigen klar auf, dass das Aufwirbeln von Staub zu verhindern ist.

Für den Pellets-Holzstaub werden die Sicherheitstechnischen Kenndaten mit repräsentativen Staubmuster neu erhoben.



4.2 Flüssigkeiten und Gase

4.2.1 Sicherheitstechnischen Kenngrößen (Gase und Flüssigkeiten)

Stoffbezeichnung	CAS	Siedepunkt [°C]	Flammpunkt [°C]	UEG [Vol.-%]	OEG [Vol.-%]	Zündtemperatur [°C]	Temperaturklasse	Explosionsgruppe
Methan (für Erdgas)	74-82-8	- 151,4	-	4,4	16,5	~600	T1	IIA
Ammoniak, wässrige Lösung (25%)	1336-21-6	37,7		15,4	33,6	651	T1	IIA

Tabelle: Sicherheitstechnische Kenngrößen für Flüssigkeiten und Gase [Gestis, Q03]

5 Systematik der Beurteilung der Explosionsrisiken

5.1 Grundsatz zu Ex- Zonendefinitionen für brennbare Gas, Dämpfe und Nebel

Bei der Zoneneinteilung ist zu berücksichtigen, dass die einzelnen Untersuchungseinheiten sich gegenseitig beeinflussen können. Nicht-Ex-Untersuchungseinheiten werden evtl. durch eine angrenzende Ex-Untersuchungseinheit als Ex- Zone festgelegt. Diese Beeinflussung ist im Ex-Zonenplan berücksichtigt.

5.1.1 Für brennbare Gas, Dämpfe und Nebel

Zone 0

Bereich, in dem eine explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln ständig, über lange Zeiträume oder häufig vorhanden ist.

- *im Inneren von Behältern, Anlagen, Apparaten und Rohren*

Zone 1

Bereich, in dem sich bei Normalbetrieb gelegentlich eine explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln bilden kann.

- *in der näheren Umgebung der Zone 0*
- *im näheren Bereich um Füll- und Entleer-Einrichtungen*
- *im näheren Bereich von leicht zerbrechlichen Geräten*

Zone 2

Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln normalerweise nicht oder aber nur **kurzzeitig** auftritt.

- *- in der näheren Umgebung der Zone 0 oder 1*
- *- in der näheren Umgebung von Abblasöffnungen oder Sicherheitsventilen,*
- *- in Lagerräumen für brennbare Flüssigkeiten und Gase in geschlossenen Behältern*



5.1.2 Für brennbare Stäube

Zone 20

Bereich, in dem eine explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltene brennbarem Staub ständig, über lange Zeiträume oder häufig vorhanden ist.

Zone 21

Bereich, in dem sich bei Normalbetrieb gelegentlich eine explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbarem Staub bilden kann.

Zone 22

Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbaren Staub normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig auftritt.

5.1.3 Ex-Zonen Einteilung nach BCI

Die Einteilung in Zonen ist ein Hilfsmittel zum Schutz vor Explosionen. Die Zoneneinteilung bestimmt die Schutzart von elektrischen Installationen, Anlagen und Geräten

Ex-Zonenpläne sind pro Bau / Anlage (wie z.B. Tanklager, Umfüllstellen) zu erstellen. Durch die Verantwortlichen sind die entsprechenden Ex-Zonen und Temperaturklassen festzulegen und die Entscheide sind schriftlich zu dokumentieren.

Beim Einsatz von Geräten und Schutzsystemen ausserhalb der atmosphärischen Bedingungen ist in jedem Fall eine Risikobeurteilung durchzuführen:




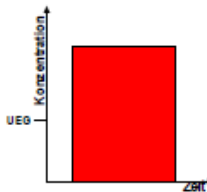
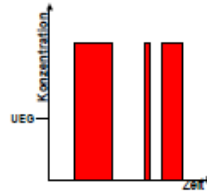
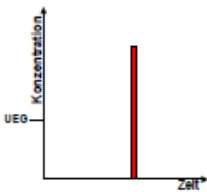
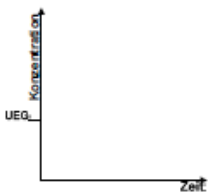


	Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre vorhanden			
	EX-Zone 0 bzw. 20	EX-Zone 1 bzw. 21	EX-Zone 2 bzw. 22	Nicht explosionsgefährdeter Bereich
Explosionsfähige Atmosphäre				
Häufigkeit:	Ständig, über lange Zeiträume oder häufig	gelegentlich	Normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig	Nie, auch nicht bei Störungen
Dauer (Prozesszeit): (Richtwerte, nicht normiert)	> 1'000 h/a	10 - 1'000 h/a	< 10 h/a (5 mal < 2 h/a)	
Art:	Normalbetrieb	Normalbetrieb	Störungen	
				
Vermeiden von wirksamen Zündquellen				
Vermeidung von wirksamen Zündquellen	Im Normalbetrieb, bei zu erwarteten und bei seltenen Störungen	Im Normalbetrieb und bei häufigen Gerätestörungen oder Fehlerzuständen	Im Normalbetrieb	Nicht erforderlich
 Geräte	Kategorie 1G/1D	Kategorie 2G/2D oder Kategorie 1G/1D	Kategorie 3G/3D oder Kategorie 2G/2D oder Kategorie 1G/1D	Keine Anforderungen

Abbildung 1 Ex-Zonen Einteilung nach BCI

Soweit in den explosionsgefährdeten Bereichen atmosphärische Bedingungen vorherrschen erfolgt die Zoneneinteilung nach Beispielsammlung SUVA [Q1], ausserhalb atmosphärischer Bedingungen in Analogie dazu.

5.2 Erläuterungen zum SUVA Merkblatt 2153

In Europa ist die Explosionsschutz-Zoneneinteilung in der EU-Richtlinie 1999/99/EG (ATEX 137) geregelt. In der Schweiz wird diese mit der SUVA 2153 umgesetzt.



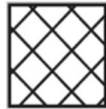
5.2.1 Symboldeutung nach SUVA

Flächen und Volumen

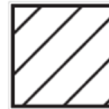
Zone 0



Zone 1



Zone 2



Zone 20



Zone 21



Zone 22



natürliche oder künstliche Raumlüftung



Absaugung

5.2.2 Ex-Zonenkennzeichnung

Nach ATEX 137 müssen die Ex-Zonen auf der Anlage klar gekennzeichnet sein.

- Explosionsgefährdete Bereiche (Zonen) müssen (wenn dies im Explosionsschutzdokument vorgesehen ist) mit einem geeigneten Warnzeichen «EX» gekennzeichnet werden.
- Bereiche, in denen Gefahren durch Explosionsentlastungsvorgänge (Druck- und Flammenwirkungen) oder durch den Einsatz von Inertgasen (Erstickungsgefahr) bestehen, müssen abgesperrt werden.

5.3 Ex- Zonen Herleitung / Beispielsammlung

Grundsätzlich werden die Ex- Zonen anhand der gängigen Ex- Zonen- Beispiele der SUVA [Q01]) vorgenommen.

Der Betreiber/Arbeitgeber behält sich jedoch vor bei nicht vorhandenen oder nicht konkretisierten Beispielen auf die weiteren Beispielsammlungen wie zum Beispiel die Deutsche Richtlinie [Q05] zurückzugreifen.

6 Risikobeurteilung

Der Arbeitgeber hat anhand einer ganzheitlichen Beurteilung des Arbeitsplatzes sicherzustellen, dass die Arbeitsmittel und sämtliches Installationsmaterial für den Betrieb in explosionsgefährdeten Bereichen geeignet sind, sofern solche festgelegt wurden.



6.1 Methodik

Im Rahmen der Risikobeurteilung werden gemäss Art. 4 ATEX 137 Massnahmen festgelegt, um die identifizierten, mit Explosionen verbundenen Risiken auf ein akzeptables Mass zu reduzieren. Dabei werden sowohl technische als auch organisatorische Massnahmen berücksichtigt.

- Erkennen von Explosionsgefährdungen (Gefahrenermittlung). Dabei helfen die sicherheitstechnischen Kenngrössen, die z. B. zeigen, ob die Stoffe brennbar und wie zündempfindlich sie sind;
- Risikoabschätzung
 - Ermitteln, ob und in welcher Menge mit der Bildung explosionsfähiger Atmosphäre zu rechnen ist;
 - Ermitteln, ob Zündquellen vorhanden sind, welche die explosionsfähige Atmosphäre entzünden können;
 - Ermitteln, welche Auswirkungen eine Explosion haben kann;
- Risikobewertung;
- Verringern des Risikos durch Festlegen von Massnahmen.

6.2 Vermeidung oder Einschränkung explosionsfähiger Atmosphäre

Ex-Einrichtungen zur Zonenvermeidung oder Zonenreduzierung:

6.3 Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre

6.3.1 Allgemeines zum Identifizieren und Vermeiden von Zündquellen

Es sind wirksame Zündquellen im Sinne des sekundären Explosionsschutzes gemäss SUVA-Merkblatt 2153.d, Pkt. 3 [Q01] und detailliert SN EN 1127-1, Pkt. 5.3 [Q06] zwingend einzuschränken bzw. zu vermeiden. Grundsätzlich müssen alle leitfähigen Anlagenteile geerdet sein. Die Vorgaben von SUVA [Q01] sind einzuhalten und über die regelmässigen Prüfungen des Potentialausgleichs zu belegen.

Bei der Zündgefahrenbewertung handelt es sich um eine gesetzlich vorgeschriebene Untersuchung des Produktes und aller seiner Einzelteile. Geräteliste wird nach Ausführung des Projektes erstellt.

6.4 Summarische Betrachtung des konstruktiven Explosionsschutzes

Sind Massnahmen für die definierten Zonenbereiche nicht sicher einzuhalten, sind Massnahmen zum konstruktiven Explosionsschutz nach SUVA-Merkblatt 2153.d, Pkt. 4 [Q01] zu treffen.

6.5 Übersicht der Untersuchungseinheiten

Die im Abschnitt 2.1 beschriebenen Einheiten wurden betreffend Explosionsrisiken untersucht. Wenn keine explosionsgefährliche Atmosphäre zu erwarten ist, wurde keine weitere Risikobeurteilung gemacht.



Tabelle: Untersuchungseinheiten für die Risikobeurteilung.

Nummer	Bezeichnung	Risikoabschätzung	Risikobeurteilung nötig?	Leitstoff
1	Anlieferbereich	Holzstaub vorhanden	Ja	Holzstaub
2	Entstaubungsanlage	Holzstaub vorhanden	Ja	Holzstaub
3	Annahmebunker	Holzstaub vorhanden	Ja	Holzstaub
4	Förderer 1	Holzstaub vorhanden	Ja	Holzstaub
5	Förderer 2	Holzstaub vorhanden	Ja	Holzstaub
6	Bunker-Befüllsystem	Holzstaub vorhanden	Ja	Holzstaub
7	Abluftkanal	Holzstaub vorhanden	Ja	Holzstaub
8	Pellet Lager	Holzstaub vorhanden	Ja	Holzstaub
9	Bunkeraustragssystem	Holzstaub vorhanden	Ja	Holzstaub
10	Metallabscheider	Holzstaub vorhanden	Ja	Holzstaub
11	Pelletmühle	Holzstaub vorhanden	Ja	Holzstaub
12	Filter	Holzstaub vorhanden	Ja	Holzstaub
13	Pulversilo	Holzstaub vorhanden	Ja	Holzstaub
14	Verbrennungsluftventilator	Keine explosionsgefährlichen Stoffe	Nein	-
15	Kessel Nr. 3	Holzstaub/ Erdgas vorhanden	Ja	Holzstaub, Methan (Erdgas)
15b	Ammoniakanlage	Ammoniak vorhanden	Ja	Ammoniak
16	Staubfilter	Aschen sind nicht explosionsfähig	Nein	-
17	Ext. Eco	Keine explosionsgefährlichen Stoffe	Nein	-
18	Saugzug	Keine explosionsgefährlichen Stoffe	Nein	-
19	Kaminzug Nr. 2	Keine explosionsgefährlichen Stoffe	Nein	-
20	Aschemulde	Aschen sind nicht explosionsfähig	Nein	-
21	Verbrennungslauf Ansaugung Decke Kesselhaus	Keine explosionsgefährlichen Stoffe	Nein	-

6.6 Tabellen Risikobeurteilung

Die Risikobeurteilung der betrachteten Untersuchungseinheiten erfolgt in untenstehenden Tabellen.



Risikobeurteilung / Schutzmassnahmen nach Beispielsammlung der SUVA 2153 [Q01], ergänzt durch Beispielsammlung DGUV-Regel 113-001 [Q05] (Vermeidung oder Einschränkung explosionsfähiger Atmosphäre)

01: Anlieferbereich + 03: Annahmebunker						
Anlagenteil	Leitstoff	Risikobeurteilung / Schutzmassnahmen	Zoneneinteilung	Bereich	Massnahmen	Quelle
Anlieferbereich mit Rolllor	Holzstaub	Beim Anliefern der Holzpellets aus den LKW entsteht eine Staubwolke, die sich aus dem Annahmebunker nach oben in Richtung Vorraum bewegt. Die Staubhaltige Luft wird in der hinteren oberen Ecke abgesaugt und in eine Entstaubungsanlage geführt. Der LKW schliesst am Annahmebunker möglichst nah an, um einen möglichst kleinen offenen Querschnitt zu realisieren. Dadurch wird der Staubaustritt reduziert und eine effektivere Absaugung ermöglicht. Während einer Anlieferung wird der Volumenstrom der Filteranlage auf maximale Leistung erhöht um eine effiziente Erfassung der Stäube zu gewährleisten.	Zone 22, Der Annahmebunker vermeidet die Staubbelastung nicht komplett. Staubablagerung >1mm sind möglich	Anlieferbereich (ausserhalb des Annahmebunkers)	M1: Periodische Reinigung des Anlieferbereichs damit keine Staubschicht >1mm entsteht M2: Zonenkonforme Installation	DGUV 113-001 3.1.2.1.b)
Annahmebunker 1 + 2	Holzstaub	Die Entstaubungsanlage begrenzt die Staubkonzentration. Es ist aber nicht sichergestellt, dass sie immer unten der UEG bleibt.	Zone 21	Annahmebunker bis LKW-Ladeöffnung	M2: Zonenkonforme Installation	3.3.1.1.d)



Risikobeurteilung / Schutzmassnahmen
(Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre)

01: Anlieferbereich + 03: Annahmebunker		
Wirksame Zündquelle	Risikobeurteilung / Bemerkungen	Nötige Schutzmassnahmen
Flammen	Unterhaltsarbeiten können Funken produzieren.	M15: Schweiss- und Heissarbeitsbewilligung ist bei IWB Pflicht. / Rauchverbot Siehe organisatorische Massnahmen
Heisse Oberflächen	Ungeeignete Geräte können heisse Oberflächen verursachen Heisse Oberfläche beim LKW	M2: Zonenkonforme Installation M3: Geräteliste
Elektrische Betriebsmittel	Können vorhanden sein	M2: Zonenkonforme Installation M3: Geräteliste
Statische Elektrizität	Kann durch bewegte Partikel (Holzstaub) auf isolierten Anlagenteilen entstehen. Statisch aufgeladenes Fahrzeug.	M4: Potentialausgleich
Mechanisch erzeugte Funken	Keine Quelle vorhanden	-
Chemische Reaktionen	Keine Quelle vorhanden	-



Risikobeurteilung / Schutzmassnahmen nach Beispielsammlung der SUVA 2153 [Q01], ergänzt durch Beispielsammlung DGUV-Regel 113-001 [Q05] (Vermeidung oder Einschränkung explosionsfähiger Atmosphäre)

02: Entstaubungsanlage, 07: Abluftkanal						
Anlagenteil	Leitstoff	Risikobeurteilung / Schutzmassnahmen	Zoneneinteilung	Bereich	Massnahmen	Quelle
Entstaubungsanlage	Holzstaub	Staubbelastung durch abladen von Pellets mit gezielter Absaugung	Zone 21	Rohgasleitung	M2: Zonenkonforme Installation M3: Geräteliste M14: Geschwindigkeit muss > 15 m/s sein. Vermeidung der Ablagerung	BGI 739-2 [Q07]
		Gelegentliche / diskontinuierliche Abreinigung des Filters (zeitlich nicht überwiegend)	Zone 21	Filteranlagen Rohluftbereich	M2: Zonenkonforme Installation M3: Geräteliste M6: die Entstaubungsanlage muss für Holzstaub geeignet sein. M7: Der Ventilator muss für Holzstaub geeignet sein. Betriebsanweisungen und EX-Konformitätserklärungen	BGI 739-2
		Nach dem Filter ist die Staubkonzentration sehr gering. Sie kann aber bei einem Filterdurchbruch hoch sein.	Zone 22 ohne Staubsensor keine Zone mit Staubsensor	Filteranlagen Reinluftbereich	M2: Zonenkonforme Installation M3: Geräteliste M5: Einbau Staubsensor + Kontrollen	BGI 739-2



02: Entstaubungsanlage, 07: Abluftkanal

Anlagenteil	Leitstoff	Risikobeurteilung / Schutzmassnahmen	Zoneneinteilung	Bereich	Massnahmen	Quelle
		Nach dem Filter ist die Staubkonzentration sehr gering. Sie kann aber bei einem Filterdurchbruch hoch sein.	Zone 22 ohne Staubsensor keine Zone mit Staubsensor	Rückluftleitung zwischen Filter- anlage und Ar- beitsraum, inkl. Ventilator	M2: Zonenkon- forme Installation M3: Geräteliste M5: Einbau Staubsensor + Kontrollen	BGI 739-2
Abluftkanal für Stillstand- Absaugung	Holzstaub	Absaugung Pellet-Lager	Zone 22	Rohgasleitung	M2: Zonenkon- forme Installation M3: Geräteliste M14: Geschwindig- keit muss > 15 m/s sein. Vermeidung der Ablagerung	BGI 739-2



Risikobeurteilung / Schutzmassnahmen
(Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre)

02: Entstaubungsanlage, 07: Abluftkanal		
Wirksame Zündquelle	Risikobeurteilung / Bemerkungen	Nötige Schutzmassnahmen
Flammen	Unterhaltsarbeiten können Funken produzieren.	M15: Schweiss- und Heissarbeitsbewilligung ist bei IWB Pflicht. / Rauchverbot Siehe organisatorische Massnahmen
Heisse Oberflächen	Ungeeignete Geräte können heisse Oberflächen verursachen	M2: Zonenkonforme Installation M3: Geräteliste
Elektrische Betriebsmittel	Geräte vorhanden Entstaubungsanlage	M6: die Entstaubungsanlage muss für Holzstaub geeignet sein. Die Betriebsanweisungen sowie EX-Konformitätserklärungen müssen vorhanden sein.
Statische Elektrizität	Ventilator, Entstaubungsanlage, Kann durch bewegte Partikel (Holzstaub) auf isolierten Anlagenteilen entstehen.	M6: die Entstaubungsanlage muss für Holzstaub geeignet sein. Die Betriebsanweisungen sowie EX-Konformitätserklärungen müssen vorhanden sein
Mechanisch erzeugte Funken	Ventilator muss geeignet sein, kann bei Reibung des Förderrades an Gehäuse Funken / Hitze generieren.	M7: Der Ventilator muss für Holzstaub geeignet sein. Die Betriebsanweisungen sowie EX-Konformitätserklärungen müssen vorhanden sein
Chemische Reaktionen	Keine mögliche Zündquelle	



Risikobeurteilung / Schutzmassnahmen nach Beispielsammlung der SUVA 2153 [Q01], ergänzt durch Beispielsammlung DGUV-Regel 113-001 [Q05] (Vermeidung oder Einschränkung explosionsfähiger Atmosphäre)

Bereich 04, 05, 06: Förderanlagen						
Anlagenteil	Leitstoff	Risikobeurteilung / Schutzmassnahmen	Zoneneinteilung	Bereich	Massnahmen	Quelle
Förderer 04 = Förder- schnecke	Holzstaub	Während dem Betrieb ist voraussichtlich die Staubentwicklung gering (Holzpellets mit geringem Feinkorn- teil) und unterhalb der UEG. Staub kann sich trotzdem ablagern => Zone 22 im ganzen Raum	Zone 22	Innen	M8: Installation der Förderanla- gen zonenkon- form	DGUV 113-001 3.2.b1)
Förderer 05 = Förder- band? Kratz- kettenförde- rer?	Holzstaub		Zone 22	Gesamter Raum	M2: Zonenkon- forme Installa- tion	DGUV 113-001 3.1.2.1.b) und c)
Förderer 05 = Förder- band? Kratz- kettenförde- rer?	Holzstaub				M8: Installation der Förderanla- gen zonenkon- form	



Risikobeurteilung / Schutzmassnahmen
(Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre)

Bereich 04, 05, 06: Förderanlagen		
Wirksame Zündquelle	Risikobeurteilung / Bemerkungen	Nötige Schutzmassnahmen
Flammen	Unterhaltsarbeiten können Funken produzieren.	M15: Schweiss- und Heissarbeitsbewilligung ist bei IWB Pflicht. / Rauchverbot Siehe organisatorische Massnahmen
Heisse Oberflächen	Ungeeignete Geräte können heisse Oberflächen verursachen	M2: Zonenkonforme Installation M3: Geräteliste
Elektrische Betriebsmittel	Geräte vorhanden	M2: Zonenkonforme Installation M3: Geräteliste
Statische Elektrizität	Kann durch das Umfüllen, Aufwirbeln und Abrutschen von pulver- bzw. staubförmigem Material entstehen	M4: Potentialausgleich
Mechanisch erzeugte Funken	Kann durch das Reiben von mobilen und statischen Teilen der Förderanlagen entstehen	M8: Installation der Förderanlagen zonenkonform, Mindestabstand und Geschwindigkeit Förderanlagen sind einzuhalten Die Betriebsanweisungen sowie EX-Konformitätserklärungen müssen vorhanden sein
Chemische Reaktionen	Keine Quelle vorhanden	



Risikobeurteilung / Schutzmassnahmen nach Beispielsammlung der SUVA 2153 [Q01], ergänzt durch Beispielsammlung DGUV-Regel 113-001 [Q05] (Vermeidung oder Einschränkung explosionsfähiger Atmosphäre)

08: Pelletbunker						
Anlagenteil	Leitstoff	Risikobeurteilung / Schutzmassnahmen	Zoneneinteilung	Bereich	Massnahmen	Quelle
Pellet-Bunker	Holzstaub	<p>Bei einem Stillstand werden 9'000 m³/h über die Entstaubungsanlage abgesaugt</p> <p>Die Absaugung ist nicht genug effizient, um eine Staubablagerung wirksam zu verhindern. Aus diesem Grund wird der ganze Bunkerbereich in Zone 22 eingeteilt.</p>	Zone 22	Gesamter Raum	<p>M2: Zonenkonforme Installation</p> <p>M1: Periodische Reinigung damit keine Staubschicht >1mm entsteht</p>	DGUV 113-01, Bsp 3.3.6.e)



Risikobeurteilung / Schutzmassnahmen
(Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre)

08: Pelletbunker

08: Pelletbunker		
Wirksame Zündquelle	Risikobeurteilung / Bemerkungen	Nötige Schutzmassnahmen
Flammen	Unterhaltsarbeiten können Funken produzieren.	M15: Schweiss- und Heissarbeitsbewilligung ist bei IWB Pflicht. / Rauchverbot Siehe organisatorische Massnahmen
Flammen	Folge einer Primärexplosion im Förder- oder Staubabsaugsystem, die eine Sekundärexplosion im Bunker bewirkt	M2: Zonenkonforme Installation
Heisse Oberflächen	Ungeeignete Geräte können heisse Oberflächen verursachen	M2: Zonenkonforme Installation
Elektrische Betriebsmittel	Geräte vorhanden	M2: Zonenkonforme Installation M3: Geräteliste
Statische Elektrizität	Kann durch das Umfüllen, Aufwirbeln und Abrutschen von pulver- bzw. staubförmigem Material entstehen	M4: Potentialausgleich
Mechanisch erzeugte Funken	Keine Zündquelle vorhanden	
Chemische Reaktionen	Keine Zündquelle vorhanden	



Risikobeurteilung / Schutzmassnahmen nach Beispielsammlung der SUVA 2153 [Q01], ergänzt durch Beispielsammlung DGUV-Regel 113-001 [Q05] (Vermeidung oder Einschränkung explosionsfähiger Atmosphäre)

09: Bunkeraustragssystem – 10: Metallabscheider						
Anlagenteil	Leitstoff	Risikobeurteilung / Schutzmassnahmen	Zoneneinteilung	Bereich	Massnahmen	Quelle
Bunkeraus- tragssystem	Holzstaub	Während dem Betrieb ist die Staubentwicklung voraussichtlich gering (Holzpellets mit geringem Feinkornteil) und unterhalb der UEG. Staub kann sich trotzdem ablagern => Zone 22 im ganzen Raum	Zone 22	Innen	M2: Zonenkonforme Installation M8: Installation der Förderanlagen Zonenkonform	DGUV 113-001 3.2.b1)
Metallabscheider			Zone 22	Gesamter Raum	M1: Reinigung damit keine Staubschicht >1mm entsteht M2: Zonenkonforme Installation	DGUV 113-001 3.1.2.1.b) und c)



Risikobeurteilung / Schutzmassnahmen
(Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre)

09: Bunkeraustragssystem – 10: Metallabscheider		
Wirksame Zündquelle	Risikobeurteilung / Bemerkungen	Nötige Schutzmassnahmen
Flammen	Unterhaltsarbeiten können Funken produzieren.	M15: Schweiss- und Heissarbeitsbewilligung ist bei IWB Pflicht. / Rauchverbot Siehe organisatorische Massnahmen
Heisse Oberflächen	Ungeeignete Geräte können heisse Oberflächen verursachen	M2: Zonenkonforme Installation M3: Geräteliste
Elektrische Betriebsmittel	Geräte vorhanden	M2: Zonenkonforme Installation M3: Geräteliste
Statische Elektrizität	Kann durch das Umfüllen, Aufwirbeln und Abrutschen von pulver- bzw. staubförmigem Material entstehen	M4: Potentialausgleich
Mechanisch erzeugte Funken	Kann durch das Reiben von mobilen und statischen Teilen der Förderanlagen entstehen	M2: Zonenkonforme Installation M8: Installation der Förderanlagen Zonenkonform, Mindestabstand und Geschwindigkeit Förderanlagen sind einzuhalten. Die Betriebsanweisungen sowie EX-Konformitätserklärungen müssen vorhanden sein
Chemische Reaktionen	Keine Quelle	



Risikobeurteilung / Schutzmassnahmen nach Beispielsammlung der SUVA 2153 [Q01], ergänzt durch Beispielsammlung DGUV-Regel 113-001 [Q05] (Vermeidung oder Einschränkung explosionsfähiger Atmosphäre)

11: Pelletmühle						
Anlagenteil	Leitstoff	Risikobeurteilung / Schutzmassnahmen	Zoneneinteilung	Bereich	Massnahmen	Quelle
Pelletmühle	Holzstaub	Eine hohe Staubkonzentration ist in der Mühle zu erwarten. Beschaffung geeigneter Mühle	20	Innen	M10: geeignete Mühle, mit Konformitätserklärung und ATEX Zulassung.	DGUV 113-001; 3.3.7.1
Raum	Holzstaub	Während dem Betrieb ist die Staubentwicklung voraussichtlich gering (Holzpellets mit geringem Feinkornteil) und unterhalb der UEG. Staub kann sich trotzdem ablagern => Zone 22 im ganzen Raum.	22	Aussen	M1: Reinigung damit keine Staubschicht >1mm entsteht M2: Zonenkonforme Installation	DGUV 113-001 3.1.2.1.b)



Risikobeurteilung / Schutzmassnahmen
(Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre)

11: Pelletmühle		
Wirksame Zündquelle	Risikobeurteilung / Bemerkungen	Nötige Schutzmassnahmen
Flammen	Unterhaltsarbeiten können Funken produzieren.	M15: Schweiss- und Heissarbeitsbewilligung ist bei IWB Pflicht. / Rauchverbot Siehe organisatorische Massnahmen
Heisse Oberflächen	Ungeeignete Geräte können heisse Oberflächen verursachen	M2: Zonenkonforme Installation M3: Geräteliste
Elektrische Betriebsmittel	Geräte vorhanden	M2: Zonenkonforme Installation M3: Geräteliste
Statische Elektrizität	Kann durch das Umfüllen, Aufwirbeln und Abrutschen von pulver- bzw. staubförmigem Material entstehen	M4: Potentialausgleich
Mechanisch erzeugte Funken	Die Mühle kann durch die hohe Geschwindigkeit Zündquellen verursachen.	M10: geeignete Mühle, mit Konformitätserklärung und ATEX Zulassung.
Chemische Reaktionen		



Risikobeurteilung / Schutzmassnahmen nach Beispielsammlung der SUVA 2153 [Q01], ergänzt durch Beispielsammlung DGUV-Regel 113-001 [Q05] (Vermeidung oder Einschränkung explosionsfähiger Atmosphäre)

12: Filter / 13: Pulversilo inkl. Zellenradschleuse und Transportleitung bis Kessel						
Anlagenteil	Leitstoff	Risikobeurteilung / Schutzmassnahmen	Zoneneinteilung	Bereich	Massnahmen	Quelle
Filteranlage	Holzstaub	Im Fördersystem nach der Mühle sind hohe Staubkonzentrationen zu erwarten.	Zone 20	Förderleitung	M2: Zonenkonforme Installation M3: Geräteliste M11: Das Fördersystem muss für Holzstaub geeignet sein. Betriebsanweisungen und EX-Konformitätserklärungen	BGI 739-2 DGUV 113-01; 3.3.4.2.c)
		Überwiegende hohe Konzentration an Staub	Zone 20	Filteranlagen Rohluftbereich	M2: Zonenkonforme Installation M3: Geräteliste M14: Geschwindigkeit muss > 15 m/s sein. Vermeidung der Ablagerung	BGI 739-2
		Nach dem Filter ist die Staubkonzentration sehr gering. Sie kann aber bei einem Filterdurchbruch hoch sein.	Zone 22 ohne Staubsensor keine Zone mit Staubsensor	Filteranlagen Reinluftbereich	M5: Einbau Staubsensor + Kontrollen	BGI 739-2



12: Filter / 13: Pulversilo inkl. Zellenradschleuse und Transportleitung bis Kessel

Anlagenteil	Leitstoff	Risikobeurteilung / Schutzmassnahmen	Zoneneinteilung	Bereich	Massnahmen	Quelle
		Nach dem Filter ist die Staubkonzentration sehr gering. Sie kann aber bei einem Filterdurchbruch hoch sein.	Zone 22 ohne Staubsensor keine Zone mit Staubsensor	Rückluftleitung zwischen Filteranlage und Arbeitsraum, inkl. Ventilator	M5: Einbau Staubsensor + Kontrollen	BGI 739-2
Zellenradschleuse, Pulversilo	Holzstaub	Pulversilo	Zone 20	Innen Silo	M2: Zonenkonforme Installation M12: Zonenkonforme Auslegung der Zellenradschleuse Umfangsgeschwindigkeit	DGUV 113-01; 3.3.6.a)
		Während dem Betrieb ist die Staubentwicklung voraussichtlich gering (Holzpellets mit geringem Feinkornteil) und unterhalb der UEG. Staub kann sich trotzdem ablagern => Zone 22 im ganzen Raum	Zone 22	gesamter Raum	M2: Zonenkonforme Installation	DGUV 113-001 3.1.2.1.b)
Förderleitung zum Kessel	Holzstaub	Das Holzpulver wird bis zum Kessel druckgefördert. Hohe Konzentration in der Förderleitung	Zone 20	Innen Förderleitung	M2: Zonenkonforme Installation	BGI 739-2 DGUV 113-01; 3.3.4.2.c)



Risikobeurteilung / Schutzmassnahmen
(Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre)

12: Filter / 13: Pulversilo inkl. Zellenradschleuse und Transportleitung bis Kessel		
Wirksame Zündquelle	Risikobeurteilung / Bemerkungen	Nötige Schutzmassnahmen
Flammen	Unterhaltsarbeiten können Funken produzieren.	M15: Schweiss- und Heissarbeitsbewilligung ist bei IWB Pflicht. / Rauchverbot Siehe organisatorische Massnahmen
	Glühendes / brennendes Material kann aus der Mühle / Staubanlage kommen	M12: Zonenkonforme Auslegung der Zellradschleuse Umfangsgeschwindigkeit
Heisse Oberflächen	Ungeeignete Geräte können heisse Oberflächen verursachen	M2: Zonenkonforme Installation
Elektrische Betriebsmittel	Geräte vorhanden	M11: Das Fördersystem muss für Holzstaub geeignet sein. Die Betriebsanweisungen sowie EX-Konformitätserklärungen müssen vorhanden sein. M3: Geräteliste
Statische Elektrizität	Kann durch das Umfüllen, Aufwirbeln und Abrutschen von pulver- bzw. staubförmigem Material entstehen	M4: Potentialausgleich
Mechanisch erzeugte Funken	Durch bewegende Teile der Zellenradschleusen möglich	M12: Zonenkonforme Auslegung der Zellradschleuse Umfangsgeschwindigkeit
Chemische Reaktionen	Nicht zu erwarten	



Risikobeurteilung / Schutzmassnahmen nach Beispielsammlung der SUVA 2153 [Q01], ergänzt durch Beispielsammlung DGUV-Regel 113-001 [Q05] (Vermeidung oder Einschränkung explosionsfähiger Atmosphäre)

15: Kessel Nr. 3						
Anlagenteil	Leitstoff	Risikobeurteilung / Schutzmassnahmen	Zoneneinteilung	Bereich	Massnahmen	Quelle
Kessel		Alle durch den Betrieb der Anlage vorkommenden internen Gefahren sind im Rahmen der Druckgeräteverordnung berücksichtigt. Daher werden sie im bestehenden Dokument nicht berücksichtigt.	-	Innen	-	
Einspeisung Erdgas	Erdgas (Methan)	Die Ausführung der Erdgasregelstrecke muss dem Stand der Technik entsprechen und ist auf Dauer technisch dicht. Die Konzentration ist im Normalbetrieb über UEG	Zone 1	Innen	M2: Zonenkonforme Installation	SUVA 2153, 5.6 TRBS 2152-2 [Q08]
		Geschlossene Rohrleitungen auf Dauer technisch Dicht	Keine Zone	Aussen	M3: Geräteliste	
		Falls nicht technisch dicht, aber Raumlüftung geeignet (muss die Anforderungen von Suva 33069 erfüllen)	Zone 2	1m um Armaturen, Flanschen usw. (falls keine genügende Lüftung laut Suva 2153: gesamter Raum)	M4: Potentialausgleich	
		Falls nicht technisch dicht, keine geeignete Raumlüftung	Zone 2	Gesamter Raum	M13: Anforderungen "Dichtigkeit" überprüfen	



Risikobeurteilung / Schutzmassnahmen
(Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre)

15: Kessel Nr. 3

15: Kessel Nr. 3		
Wirksame Zündquelle	Risikobeurteilung / Bemerkungen	Nötige Schutzmassnahmen
Flammen	Unterhaltsarbeiten können Funken produzieren.	M15: Schweiss- und Heissarbeitsbewilligung ist bei IWB Pflicht. / Rauchverbot Siehe organisatorische Massnahmen
Heisse Oberflächen	Ungeeignete Geräte können heisse Oberflächen verursachen	M2: Zonenkonforme Installation M3: Geräteliste
Elektrische Betriebsmittel	Geräte vorhanden	M2: Zonenkonforme Installation M3: Geräteliste
Statische Elektrizität	Kann durch das Umfüllen, Aufwirbeln und Abrutschen von pulver- bzw. staubförmigem Material entstehen	M4: Potentialausgleich
Mechanisch erzeugte Funken	Keine Quelle vorhanden	
Chemische Reaktionen	Keine Quelle vorhanden	



Risikobeurteilung / Schutzmassnahmen nach Beispielsammlung der SUVA 2153 [Q01], ergänzt durch Beispielsammlung DGUV-Regel 113-001 [Q05] (Vermeidung oder Einschränkung explosionsfähiger Atmosphäre)

15b: Ammoniakanlage						
Anlagenteil	Leitstoff	Risikobeurteilung / Schutzmassnahmen	Zoneneinteilung	Bereich	Massnahmen	Quelle
Ammoniak-anlage	NH3	Detaillierte Beurteilung wird nachgereicht, wenn die Anlage geplant ist. Menge ca. 10 m3 im Lagertank Konzentration? Druck, Temperatur (Entwurf basiert auf HKW I)	Zone 0	Ammoniakwas-sertank (oberhalb Mindestbefüll-stand)	M2: Zonenkon-forme Installa-tion M3: Geräteliste	
			Zone 1	Ammoniakwas-sertank + Leitun-gen (unterhalb Mindestbefüll-stand) bis zum Verdampfer	M16: Überwa-chung Mindest-füllstand mit Ab-schaltung der Förderpumpe.	
			Zone 0	Verdampfer bis zu den Eindüse-stellen	M2: Zonenkon-forme Installa-tion M3: Geräteliste	
			keine Zone Tank mit Doppelwand + Leitungen auf Dauer technisch dicht	Raum		

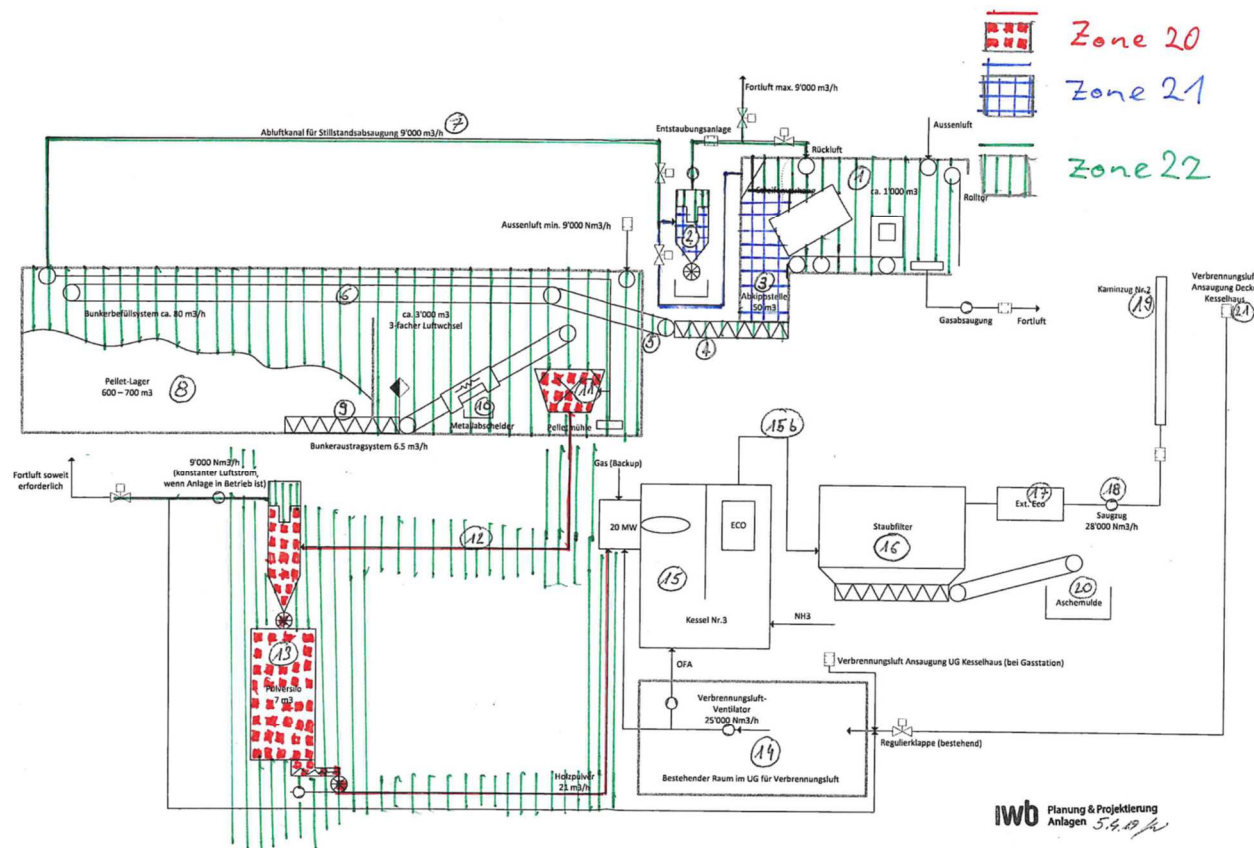


Risikobeurteilung / Schutzmassnahmen
(Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre)

15b: Ammoniakanlage		
Wirksame Zündquelle	Risikobeurteilung / Bemerkungen	Nötige Schutzmassnahmen
Flammen	Wenn Ammoniak – Austritt besteht die Gefahr der Zündung eines NH ₃ / Luft – Gemisch	M15: Schweiss- und Heissarbeitsbewilligung ist bei IWB Pflicht. / Rauchverbot Siehe organisatorische Massnahmen
Heisse Oberflächen	Wenn Ammoniak – Austritt besteht die Gefahr der Zündung eines NH ₃ / Luft – Gemisch	M2: Zonenkonforme Installation M3: Geräteliste
Elektrische Betriebsmittel	Wenn Ammoniak – Austritt besteht die Gefahr der Zündung eines NH ₃ / Luft – Gemisch	M2: Zonenkonforme Installation M3: Geräteliste
Statische Elektrizität	Wenn Ammoniak – Austritt besteht die Gefahr der Zündung eines NH ₃ / Luft – Gemisch	M4: Potentialausgleich
Mechanisch erzeugte Funken	Keine Zündquelle vorhanden	
Chemische Reaktionen	Keine Zündquelle vorhanden	

7 Ex-Zonenpläne

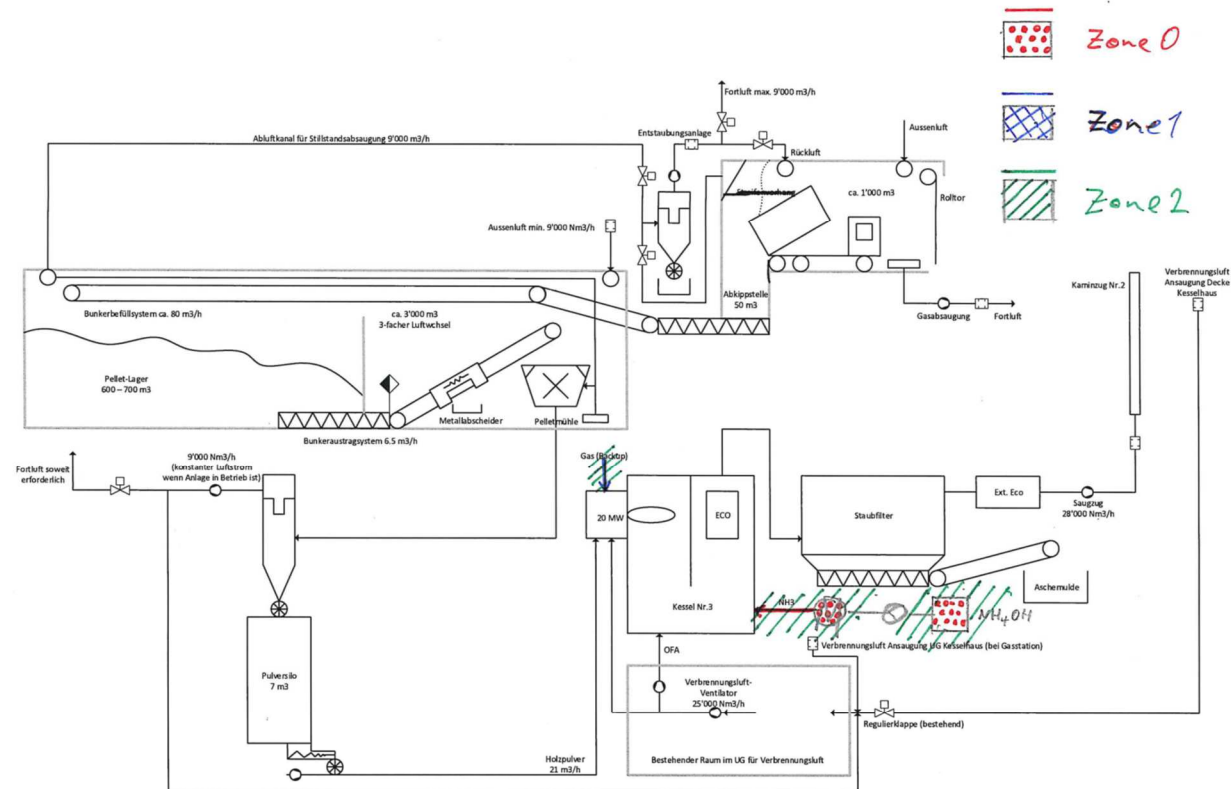
7.1 Feststoffe: Zonen 20, 21 und 22



HWB Retrofit / Schaltungsprinzip / Stand 18.03.2019



7.2 Flüssigkeiten und Gase: Zonen 0, 1 und 2



HWB Retrofit / Schaltungsprinzip / Stand 18.03.2019



8 Organisatorische Massnahmen

Die untenstehenden Anforderungen müssen umgesetzt werden.

Anleitung der Arbeitnehmenden

- Für Arbeiten in Bereichen, in denen eine explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann, muss der Arbeitgeber die Arbeitnehmenden in regelmässigen Abständen über die auftretenden Gefahren informieren und bezüglich der Massnahmen des Explosionsschutzes und des richtigen Verhaltens schulen.

Schriftliche Anweisungen

- Arbeiten in explosionsgefährdeten Bereichen sind gemäss den schriftlichen Anweisungen des Arbeitgebers auszuführen.

Arbeitsfreigabesystem

- Ein Arbeitsfreigabesystem ist für die Durchführung von gefährlichen Tätigkeiten anzuwenden.
- Schweiessen, Schneiden, Schleifen und ähnliche Arbeiten in explosionsgefährdeten Bereichen erfordern das Einholen einer Bewilligung für Feuerarbeiten.
- Die Arbeitsfreigabe ist vor Beginn der Arbeiten von einer hierfür verantwortlichen Person zu erteilen.
- Nach Abschluss der Instandhaltungsarbeiten muss sichergestellt werden, dass vor Wiederinbetriebnahme die für den Normalbetrieb erforderlichen Explosionsschutzmassnahmen wieder wirksam sind.

Koordinierungspflicht

- Sind Arbeitnehmer mehrerer Betriebe tätig, koordiniert der Arbeitgeber die Durchführung aller Sicherheitsmassnahmen.

Persönliche Schutzausrüstung

- Die erforderliche persönliche Schutzausrüstung, z. B. ableitfähige Schuhe müssen zur Verfügung stehen, werden benutzt und sind funktionsfähig zu erhalten.

Kennzeichnung von Zonen

- Explosionsgefährdete Bereiche (Zonen) mit einem geeigneten Warnzeichen «EX» (z. B. Suva-Bestellnummer 1729/90) gekennzeichnet werden

Instandhaltung

- Es ist auf eine regelmässige Instandhaltung (Inspektion, Wartung, Instandsetzung) zu achten, besonders bei sicherheitstechnischen Einrichtungen, wie Lüftungsanlagen, Flammensperren, Explosionsklappen, Elemente des Explosionsunterdrückungs-Systems, Messsonden, Schnellschlussschieber...
- Die Instandhaltungsarbeiten müssen unter Berücksichtigung der Betriebsanleitungen der Hersteller erfolgen.

Instandhaltungsarbeiten in Ex-Zonen

- Die zu bearbeitenden Anlageteile werden, wenn möglich ausserhalb der Ex-Zone bearbeitet.



- Sie werden nach Erfordernis entleert, entspannt, gereinigt und gespült.
- Bei Instandhaltungsarbeiten mit Zündgefahren in Ex-Bereichen muss verhindert werden, dass eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre vorhanden ist. Dies muss für die Dauer der Instandhaltung sichergestellt werden.
- Arbeiten, bei denen mit Funkenflug gerechnet werden muss sind geeignete Abschirmmassnahmen zu treffen.
- Es muss eine Brandwache gestellt werden.

Werkzeuge für den Einsatz in Ex-Zonen

- In den Zonen 0 und 20 dürfen keine Werkzeuge eingesetzt werden, die Funken erzeugen können.
- Handgeführte Stahlwerkzeuge, bei deren Einsatz nur ein einzelner Funke entstehen kann (z. B. Schraubenschlüssel, Schraubenzieher), dürfen in den Zonen 1, 2, 21 und 22 eingesetzt werden.
- Werkzeuge, die einen Funkenregen entstehen lassen, dürfen nur unter folgenden Voraussetzungen verwendet werden:
 - in den Zonen 1 und 2, wenn sichergestellt ist, dass am Arbeitsplatz keine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre vorliegt
 - in den Zonen 21 und 22, wenn die Arbeitsstelle abgeschirmt ist und Staubablagerungen an der Arbeitsstelle entfernt worden sind oder die Arbeitsstelle so feucht gehalten wird, dass der Staub weder aufgewirbelt werden kann noch Glimmnester entstehen können.

Beschaffung neuer Geräte

- Es muss sichergestellt werden, dass neue Geräte für die für die jeweilige Ex-Zone geeignet sind.
- Die ATEX Konformitätserklärung ist in die technische Dokumentation einzufügen
- Die EG-Konformitätserklärung sowie die Betriebsanleitung sind in die technische Dokumentation einzufügen und zu beachten.

Elektrische Kontrolle

- Elektrische Anlagen in Bereichen der Zonen 0 und 20 sowie 1 und 21 werden alle 3 Jahren kontrolliert.
- Die Erdung in den Zonenbereichen wird geprüft.
- Allfällige Abweichungen müssen behoben werden.

Blitzschlag

- Gebäude und Anlagen mit explosionsgefährdeten Bereichen müssen gemäss der «Brandschutznorm»46 der VKF durch geeignete Blitzschutzmassnahmen geschützt sein.

Notfalleinrichtungen

- Eine Notabschaltung der gesamten Anlage oder von Teilen der Anlage ist vorhanden.
- Ausreichender Zahl Lösch- und Kühleinrichtungen (z.B. Handfeuerlöscher, Löschposten, Innenhydranten, stationäre Löschanlagen)
- Die Notfalleinrichtungen werden regelmässig gewartet.



9 Massnahmenkatalog

Folgende Massnahmen sind erforderlich:

Nummer	Massnahmenbeschreibung
M1	Regelmässige Reinigungszyklen müssen durchgeführt werden, so dass Staubablagerungen > 1 mm vermieden werden. Eine Bodenmarkierung kann dafür behilflich sein (falls nicht mehr gut sichtbar => Reinigung nötig). Gereinigt muss mit einem mobilen Ex-geschützten Staubsauger oder über eine installierte zentrale Staubsauganlage (keine Druckluft).
M2	Alle Betriebsmittel in Ex-Zonen sind mit der nötigen Gerätekategorie zu beschaffen und einzubauen (siehe Kapitel 5.1.3). Dafür sind die Zonen und die Temperaturklassen zu beachten. Die Betriebsanleitungen und Konformitätserklärungen sind aufzubewahren. Gilt auch für ableitfähige Leitungen, ableitfähiger Streifenvorhang und anderes.
M3	Eine Geräteliste mit allen in Ex-Zonen eingesetzten Geräten ist zu erstellen.
M4	Sämtliche elektrisch leitfähigen Anlagenteile sind an den Potentialausgleich anzuschliessen und zu erden. Der Potentialausgleich ist periodisch zu überprüfen.
M5	Der Rückluftkanal muss durch einen Staubsensor überwacht werden. Bei einer Überschreitung von 25% UEG muss die Anlage automatisch ausgeschaltet werden.
M6	Die Entstaubungsanlage muss für (entzündlichen) Holzstaub geeignet sein. Es kann durch sekundäre oder bauliche Massnahmen (z.B. Druckfeste Bauweise, Entkopplungen usw.) sichergestellt werden. Die Betriebsanweisungen sowie EX-Konformitätserklärungen müssen vorhanden sein. Anweisungen des Herstellers (z.B. Instandhaltung) müssen beachtet werden.
M7	Der Ventilator (und weitere Geräte wie die Schieber) müssen für Zone 22 geeignet sein.
M8	Förderanlagen: Abstand nötig von > 1mm zwischen rotierendem und statischem Teil nötig und Umfangsgeschwindigkeiten < 1 m/s
M9	Beim Einsatz von Grünschnitzel ist die Anpassung der Anlage incl. der Dokumente erforderlich.



M10	<p>Die Mühle muss für brennbare Stäube geeignet sein. Es muss sichergestellt werden, dass durch Massnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - eine Bildung einer g.e.A. vermieden (z.B: Inertisierung) wird oder - eine Entzündung vermieden wird. - die Wirkung einer Explosion beschränkt ist (explosionsfeste Bauweise / Explosionsdruckentlastung / Entkopplung usw.). <p>Die Betriebsanweisungen sowie EX-Konformitätserklärungen müssen vorhanden sein. Anweisungen des Herstellers (z.B. Instandhaltung) müssen beachtet werden.</p>
M11	<p>Im Fördersystem nach der Mühle sind hohe Holzstaubkonzentrationen zu erwarten. Die Eignung der Anlage muss durch sekundäre oder bauliche Massnahmen (z.B. Druckfeste Bauweise, Entkopplungen, ,....) dafür geeignet sein. Die Betriebsanweisungen sowie EX-Konformitätserklärungen müssen vorhanden sein. Anweisungen des Herstellers (z.B. Instandhaltung) müssen beachtet werden.</p>
M12	<p>Auslegung explosionsfeste und flammendurchschlagsichere Zellenradschleuse: Umfangsgeschwindigkeit muss $< 1 \text{ m/s}$ sein.</p>
M13	<p>Prüfen, ob die Anforderungen erfüllt sind, damit die Leitung "technisch dicht auf Dauer" ist. Dafür muss sie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entweder aufgrund ihrer Konstruktion technisch dicht bleiben - Oder ihre technische Dichtheit muss durch Wartung und Überwachung ständig gewährleistet werden <p>Siehe TRBS 2152-2 [Q08] + Suva 33069 [Q10]</p>
M14	<p>Zur Vermeidung von Ablagerungen im Abluftsystem muss die Absauggeschwindigkeit im Abluftleitungssystem $> 15 \text{ m/s}$ sein.</p>
M15	<p>Die organisatorischen Massnahmen, die im Kapitel 7 aufgelistet sind, müssen umgesetzt werden.</p>
M16	<p>Überwachung des Mindestfüllstandes des Ammoniak-Lösung Tanks mit Abschaltung der Förderpumpe.</p>



10 Verzeichnisse

10.1 Quellen und Referenzenverzeichnis

- Q01 SUVA Merkblatt 2153.d „Explosionsschutz – Grundsätze, Mindestvorschriften, Zonen“, Auflage August 2015, Suva
- Q02 IBExU sicherheitstechnische Kenngrößen Bericht IB-17-5-0003 vom 7.3.17
- Q03 Gestis-Stoffdatenbank, Gefahrstoffinformationssystem der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung
<https://www.dguv.de/ifa/gestis/gestis-stoffdatenbank/index.jsp>
- Q04 SUVA Merkblatt 66050 «Damit Grünschnitzsilos keine Gefahr sind», Auflage August 2015, Suva
- Q05 DGUV 113-001, „Sammlung technischer Regeln für das Vermeiden der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung zur Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche in Zonen“, März 2014, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung DGUV, (ehemals BGR 104)
- Q06 EN 1127 Explosionsfähige Atmosphären - Explosionsschutz - Teil 1: Grundlagen und Methodik, 2007, DIN
- Q07 BGI 739-2: Absauganlagen und Silos für Holzstaub und -späne: Brand- und Explosionsschutz. Berufsgenossenschaft Holz und Metall, Auflage Juli 2012.
- Q08 TRBS 2152-2: Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre, BAuA, Ausgabe: März 2012
- Q09 EKAS-Richtlinie Nr 6507: Ammoniak: Lagerung und Umgang, EKAS, Auflage August 1995
- Q10 Suva-Merkblatt 33069: „Lösbare Rohrverbindungen an freiverlegten Erdgasleitungsanlagen bis 5 bar. Explosionen sicher verhindern.“ Suva, Auflage Juni 2013.



10.2 Abkürzungen

g.e.A	gefährliche explosionsfähige Atmosphäre
MK	Massnahmenkatalog
i.O	in Ordnung
n.a.	nicht anwendbar
AG	Auftraggeber
AN	Auftragnehmer
UEG	Untere Explosionsgrenze
OEG	Obere Explosionsgrenze
R	Referenz
Q	Quelle
B	Beilage
TRBS	Technische Regeln für Betriebssicherheit
LRV	Luftreinhalte-Verordnung
SUVA	Schweizerische Unfallversicherungsanstalt