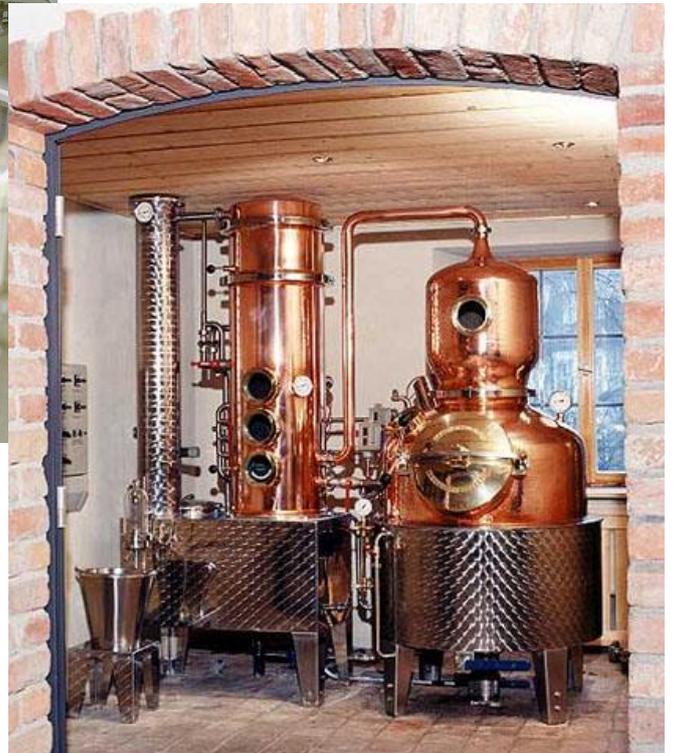
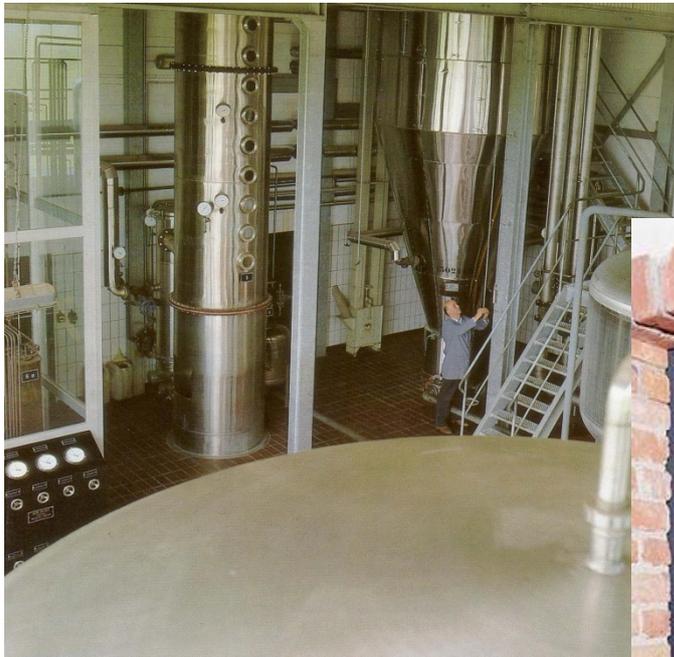


Praxisleitfaden zur Erstellung eines Explosionsschutzdokumentes für Brennereien und Spirituosenbetriebe[©]



Hinweis:

Die 3. Ausgabe berücksichtigt die Änderungen der novellierten BetrSichV und GefStoffV vom 03.02.2015, der TRGS 509 / TRGS 510 sowie die erforderlichen Änderungen aufgrund der CLP-Verordnung (Globally Harmonized System of Classification, Labelling and Packaging of Chemicals).

Bei diesem Leitfaden handelt es sich um eine mit dem

**Fachbereich Rohstoffe und chemische Industrie der DGUV
Sachgebiet Explosionsschutz**

abgestimmte Schrift.

Dieser Leitfaden wird in der Beispielsammlung der

***DGUV Regel 113-001 (ehem. BG-Regel 104)*
„Beispielsammlung zur Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche in
Zonen nach TRGS 722 (TRBS 2152 Teil 2), Anlage Pkt. 2“**

unter der Ziffer 5.19 geführt.



Forschungsgesellschaft für angewandte Systemsicherheit und Arbeitsmedizin
www.fsa.de



Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gastgewerbe
www.bgn.de

Vorwort

Um 700 nach Christus erfanden arabische Alchimisten die Destillation. Dabei machten sie sich zunutze, dass Ethanol bei einer tieferen Temperatur (78,3°C) siedet als Wasser (100°C) und daher eher verdampft.

Damit war es möglich, Alkohol zu gewinnen und auch Getränke mit einem hohen Alkoholgehalt herzustellen.

Spirituosen sind alkoholische Flüssigkeiten, die zum menschlichen Genuss bestimmt sind, organoleptische Eigenschaften besitzen und einen Mindestalkoholgehalt von 15 Vol.-% aufweisen¹. Die Gewinnung erfolgt durch Brennen (Destillation) von natürlichen, vergorenen pflanzlichen Stoffen sowie der Weiterverarbeitung der Destillate zur Trinkspirituose.

In Deutschland wird heute in etwa 160 Brennereien Getreidebranntwein hergestellt, in ca. 180 weiteren Betrieben werden Kartoffeln veredelt und in aktuell etwa 16.000 Obstbrennereien werden Früchte aller Art verarbeitet.

Getreide als stärkehaltiger Rohstoff enthält Abriebsstaub. Bei der Trockenvermahlung zur Herstellung der Maische entsteht zusätzlicher Staub. Wegen der Brennbarkeit dieser Stäube können bei Aufwirbelung explosionsfähige Staub/Luft-Gemische entstehen.

Unabhängig vom Rohstoff sind die durch Gärung und Brennen erzeugten Destillate und entzündbaren Alkohol/Wasser-Mischungen selbst sowie ihre Dämpfe brennbar. Die Dämpfe können explosionsfähige Dampf/Luft-Gemische bilden.

Für den Arbeitgeber ergibt sich daraus die Notwendigkeit, zum Schutz der Beschäftigten die Explosionsgefahren zu beurteilen und geeignete Maßnahmen zur Vermeidung von Explosionen zu treffen.

Der folgende Leitfaden soll hierzu eine entsprechende Hilfestellung geben.

Hinweise zur Anwendung des Leitfadens:

Aufgrund der Vielfältigkeit der möglichen betrieblichen Gegebenheiten im Bereich Brennerei sowie der Spirituosenindustrie wurde für die Struktur dieses Leitfadens ein modularer Aufbau gewählt. Ziel dieses Aufbaus ist es, dass der Anwender nur auf die für seinen Betrieb relevanten Kapitel des Leitfadens zugreifen muss.

Der Leitfaden wurde daher in folgende Bereiche unterteilt:

1. Allgemeiner Teil:
Grundlagen zur Gefährdungsbeurteilung im Explosionsschutz
2. Modul A:
Beurteilung der Explosionsgefahr durch Alkoholdämpfe in der Brennerei
3. Modul B:
Beurteilung der Explosionsgefahren durch Alkoholdämpfe bei der Spirituosenherstellung

¹ Verordnung (EG) Nr. 110/2008, geändert mit Datum vom 10. Februar 2015

Beurteilung der Explosionsgefahr durch brennbare Stäube

Explosionsgefahren durch brennbare Stäube, wie sie z. B. in Brennereien, die als Rohstoff Getreide einsetzen, vorkommen, werden in diesem Leitfaden nicht behandelt. In den entsprechenden Kapiteln des Inhaltsverzeichnisses zu dieser Thematik wird auf den „Praxisleitfaden zur Erstellung eines Explosionsschutzdokumentes für Betriebe der Getreideverarbeitung, Getreidelagerung und des Handels“ der FSA-Schriftenreihe Nr. F05-0501/01-06 verwiesen.

Eine Mustergliederung für ein Explosionsschutzdokument befindet sich in Anhang 1.

Da die eingesetzten Rohstoffe (stärkehaltig, zuckerhaltig, alkoholhaltig etc.) und die hergestellten Endprodukte (Destillat oder Spirituose) bei den Anwendern dieses Leitfadens sehr unterschiedlich sein können, sind zur besseren Orientierung in der folgenden Tabelle die für den jeweiligen Anwender relevanten Abschnitte dieses Leitfadens markiert.

Angewandte Verfahren	Abschnitt Inhaltsverzeichnis																
	1	2	3.1	3.2	4	5.2	5.3	6	7	8	9	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	10
Brennen von Getreide-/Kartoffelmaischen																	
... und Spirituosenherstellung																	
Brennen von Obstmaischen																	
... und Spirituosenherstellung																	
Brennen von Flüssigkeiten mit geringem Alkoholgehalt (Wein, Bier etc.)																	
... und Spirituosenherstellung																	
Brennen hochprozentiger Flüssigkeiten (Mazerate etc.) und Spirituosenherstellung																	
Spirituosenherstellung durch Verdünnen, Mischen, Aromatisieren etc.																	

Tabelle: Jeweils relevante Abschnitte dieses Leitfadens für die Erstellung des Explosionsschutzdokuments

- Allgemeines (gilt für alle Betriebe)
- Staubexplosionsschutz
(Leitfaden FSA-Schriftenreihe Nr. F05-0501/01-06)
- Gasexplosionsschutz

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	7
2	Anwendungsbereich des Leitfadens.....	8
3	Brenn- und Explosionskenngrößen	10
3.1	Getreidestaub	10
3.2	Alkohol und Alkohol/Wasser-Mischungen	10
4	Gefährdungsbeurteilung im Explosionsschutz	15
5	Zoneneinteilung	16
5.1	Allgemeines	16
5.2	Zonen für Stäube.....	16
5.3	Zonen für Gase, Dämpfe oder Nebel	16
6	Zündquellen.....	20
7	Anforderungen an Geräte und Schutzsysteme in Zonen	21
8	Organisatorische Maßnahmen	22
8.1	Kennzeichnung explosionsgefährdeter Bereiche	22
8.2	Unterweisung der Beschäftigten.....	22
8.3	Koordination	23
8.4	Prüfungen	24
8.5	Reinigung	27
8.6	Instandhaltung	28
8.7	Arbeitsfreigaben	29
9.	Modul A: Beurteilung der Explosionsgefahr durch Alkoholdämpfe in Brennereien	30
9.1	Einsatzstoffe	30
9.2	Herstellung von Alkohol aus Getreide oder Kartoffeln.....	31
9.2.1	Tabellarische Zoneneinteilung für eine Beispielanlage zur Alkoholherstellung aus Getreide	32
9.3	Herstellung von Alkohol aus Obst	39
9.3.1	Tabellarische Zoneneinteilung für Beispielanlage zur Alkoholherstellung aus Obst	40
9.4	Tabellarische Gefährdungsbeurteilung und Schutzmaßnahmen für Brennereien.....	46
9.5	Allgemeine Schutzmaßnahmen.....	52
9.6	Besondere Schutzmaßnahmen für Alkoholläger	53
10.1	Herstellung von Spirituosen.....	57
10.2	Tabellarische Zoneneinteilung für die Spirituosenherstellung	59
10.3	Tabellarische Gefährdungsbeurteilung für die Herstellung, Lagerung und Abfüllung von Spirituosen.....	70
11	Literatur	78
12	Bildnachweis.....	80

Anhang 1:	Muster-Gliederung Explosionsschutzdokument.....	81
Anhang 2:	Muster „Schulungs- und Unterweisungsnachweis“	83
Anhang 3:	Muster „Koordination bei der Beauftragung von Fremdfirmen“	84
Anhang 4:	Muster „Erlaubnisschein für Feuerarbeiten“	85
Anhang 5:	Muster „Betriebsanweisung für schweißtechnische Arbeiten“	86

1 Einleitung

Die gesetzlichen Anforderungen zum betrieblichen Explosionsschutz werden durch die Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) und die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) geregelt.

Hieraus ergibt sich die Forderung, dass der Arbeitgeber eine Gefährdungsbeurteilung zur Bewertung der Explosionsgefahren durchzuführen hat, auf deren Grundlage geeignete Schutzmaßnahmen zu ergreifen sind, die die Sicherheit der Beschäftigten gewährleisten. Gemäß § 3 BetrSichV ist bei der Gefährdungsbeurteilung der Stand der Technik zu berücksichtigen.

Im Explosionsschutzdokument gemäß § 6 Abs. 9 GefStoffV sind die Ergebnisse der Analyse und die Bewertung von Explosionsgefahren sowie die getroffenen Schutzmaßnahmen technischer, organisatorischer und personeller Art unter Berücksichtigung der betrieblichen Belange festzuhalten. Das Explosionsschutzdokument muss somit eine vollständige Darlegung des Explosionsschutzkonzeptes beinhalten. Dies gilt unabhängig von der Zahl der Beschäftigten sowie dem Unfallgeschehen.

Mit dem Explosionsschutzdokument hat der Arbeitgeber nachzuweisen:

- dass die Explosionsgefährdungen ermittelt und einer Bewertung unterzogen worden sind,
- dass angemessene Vorkehrungen getroffen werden, um die Ziele des Explosionsschutzes zu erreichen (Darlegung eines Explosionsschutzkonzeptes),
- ob und welche Bereiche in Zonen eingeteilt wurden und welche Geräte und Schutzsysteme im Sinne der Richtlinie RL 2014/34/EU („ATEX-Richtlinie“, früher RL 94/9/EG) dort eingesetzt sind,
- für welche Bereiche Explosionsschutzmaßnahmen getroffen wurden,
- wie die Koordinierung beim Einsatz von Fremdfirmen erfolgt
- wie die regelmäßig wiederkehrende Überprüfung der technischen Schutzmaßnahmen erfolgt (§ 7 Abs. 7 GefStoffV) und welche Prüfungen zum Explosionsschutz nach Anhang 2 Abschnitt 3 der Betriebssicherheitsverordnung durchzuführen sind.

Die im Rahmen des Explosionsschutzdokumentes erstellte Gefährdungsbeurteilung ist nicht als eigenständige Betrachtung, sondern als eine Erweiterung der allgemeinen Gefährdungsbeurteilung nach dem Arbeitsschutzgesetz bzw. der Gefahrstoffverordnung zu verstehen. Diese muss sowohl für bestehende wie auch für neue Anlagen erstellt werden. Hierbei kann auf vorhandene Gefährdungsbeurteilungen sowie andere gleichwertige Dokumente zurückgegriffen bzw. verwiesen werden.

Das Explosionsschutzdokument ist ein „lebendes“ Dokument. Bei Veränderungen der Arbeitsmittel oder des Arbeitsablaufes muss es überarbeitet werden. Hinsichtlich der Gestaltung des Explosionsschutzdokumentes, ob Text- oder Tabellenform, gibt es keine festen Vorgaben des Gesetzgebers.

Hinweis:

Die Bekanntmachung zur Betriebssicherheit (BekBS 1114) enthält Hilfestellungen zur Beurteilung des Standes der Technik bei der Verwendung von Arbeitsmitteln.

In besonderen Ausnahmefällen kann ein Missverhältnis zwischen dem präventiven Nutzen der Maßnahme einerseits und dem mit den Maßnahmen verbundenen Aufwand entstehen. Ob vorhandene Maßnahmen ausreichend sind oder angepasst werden müssen, kann im Einzelfall zu einer Bewertung einer Maßnahme im Hinblick auf die damit verbundenen Vor- und Nachteile sowie den Aufwand zu der Einschätzung führen, dass die Verhältnismäßigkeit nicht gegeben ist. In einem solchen Einzelfall ist eine Entscheidung zu treffen, ob und ggf. unter welchen Voraussetzungen ein Arbeitsmittel weiter verwendet werden kann.

2 Anwendungsbereich des Leitfadens

Die folgende Abbildung zeigt schematisch die unterschiedlichen Verfahrensschritte, die bei der Herstellung von Alkohol bzw. Spirituosen durchlaufen werden:

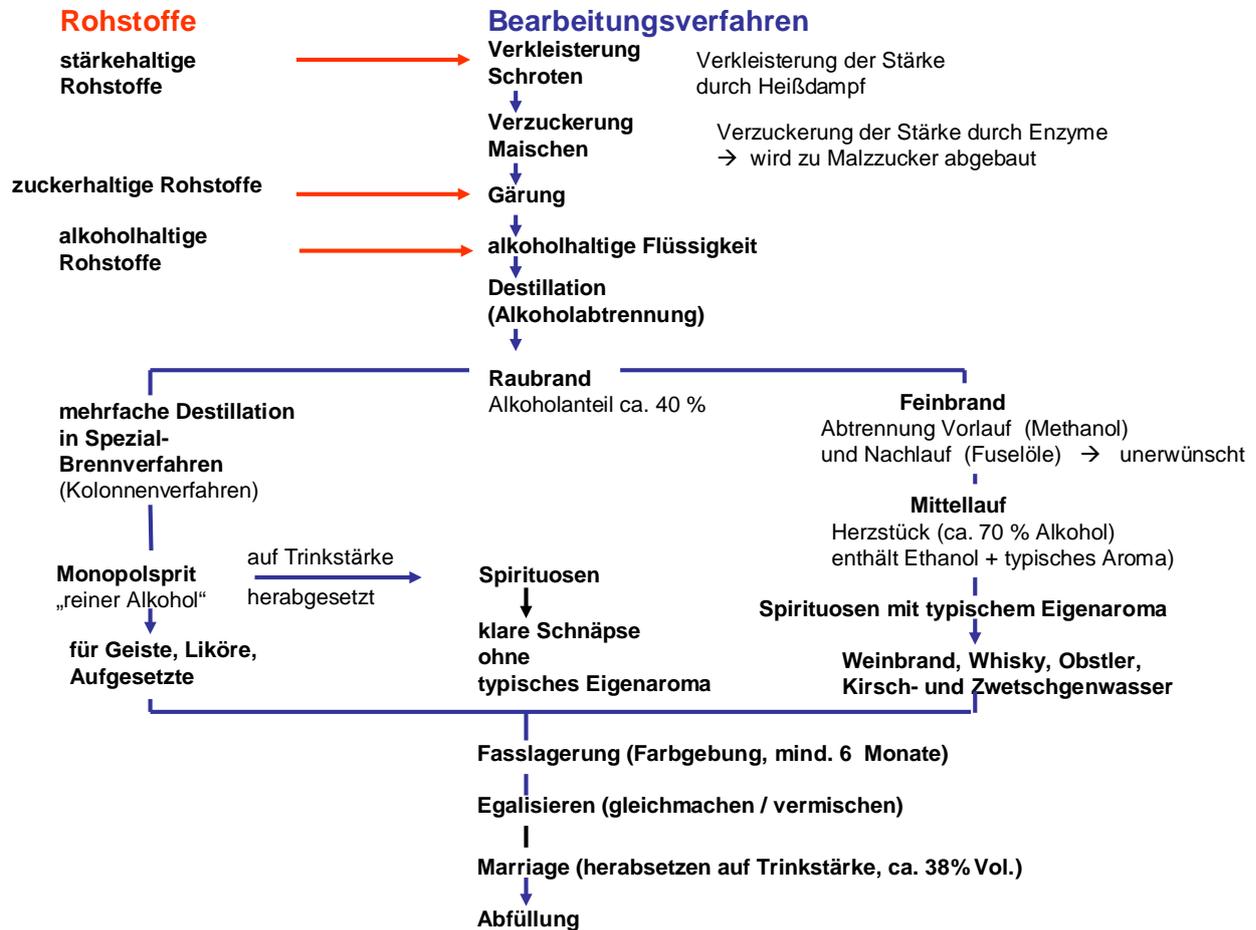


Abb. 1: Verfahren zur Herstellung von Spirituosen

Abhängig von den eingesetzten Rohstoffen sowie den Endprodukten ergeben sich unterschiedliche Anforderungen an den Explosionsschutz.

Dieser Leitfaden gilt für die Erstellung des Explosionsschutzdokumentes für Betriebe, die Alkohol (Ethylalkohol, Ethanol, C_2H_5OH) ausschließlich aus landwirtschaftlichen Rohstoffen herstellen. Dies können stärkehaltige Rohstoffe (Getreide, Kartoffeln etc.), zuckerhaltige Rohstoffe (Obst, Nebenprodukte der Rohzuckergewinnung usw.) oder alkoholhaltige Flüssigkeiten (Bier, Brennwein usw.) sein. Ferner gilt er für Betriebe, welche die Destillate zu Spirituosen weiterverarbeiten sowie für Betriebe, die Neutralalkohol zur Mazeration einsetzen (z.B. „Geistherstellung“) oder die Spirituosen durch Mischen, Aromatisieren, Zusatz von Lebensmitteln (z. B. Eierlikör) usw. herstellen.

Eine Unterteilung der Brennereien in Brennereiklassen (landwirtschaftliche Brennereien, Obstbrennereien, gewerbliche Brennereien), Brennereigruppen (nach den verarbeiteten Rohstoffen) oder nach der Erfassung des Branntweins (Verschluss- oder Abfindungsbrennereien), wie sie z.B. im Branntweinmonopolgesetz (BranntwMonG, noch gültig bis 31.12.2017) erfolgt, bleibt in diesem ausschließlich den Explosionsschutz behandelnden Leitfaden unberücksichtigt.

Anlagen und Verfahren, die in diesem Leitfaden näher behandelt werden, können aufgrund der in der Praxis eingesetzten Vielfalt von Einsatzstoffen und Endprodukten sowie der Unterschiedlichkeit von Anlagen und Verfahren nur stellvertretend dem Aufzeigen möglicher Explosionsgefahren dienen.

Dieser Leitfaden ist in erster Linie als Hilfestellung für kleine und mittelständische Unternehmen zu sehen.

Für die großindustrielle Herstellung von Alkohol, z.B. zur industriellen Verwertung von Agraralkohol als regenerativem Energieträger (Bioethanol) oder die Herstellung von Alkohol durch chemische Synthese, kann der Leitfaden als Informationsquelle dienen. Er ist aber ohne eine entsprechende Anpassung an die betrieblichen Verhältnisse von Großanlagen nicht anwendbar.

Mit Explosionsgefahren durch Alkoholdämpfe, wie sie in diesem Praxisleitfaden ausschließlich betrachtet werden, ist

- bei der Destillation von vergorenen Maischen,
- bei der Destillation von Wein, Bier, Obstwein etc.,
- bei der Herstellung von Mazeraten mit Neutralalkohol oder Alkohol/Wasser-Gemischen sowie der nachfolgenden Destillation und
- bei der Weiterverarbeitung der Destillate oder des Neutralalkohols zu Trink-Spirituosen

zu rechnen (Bild 2).

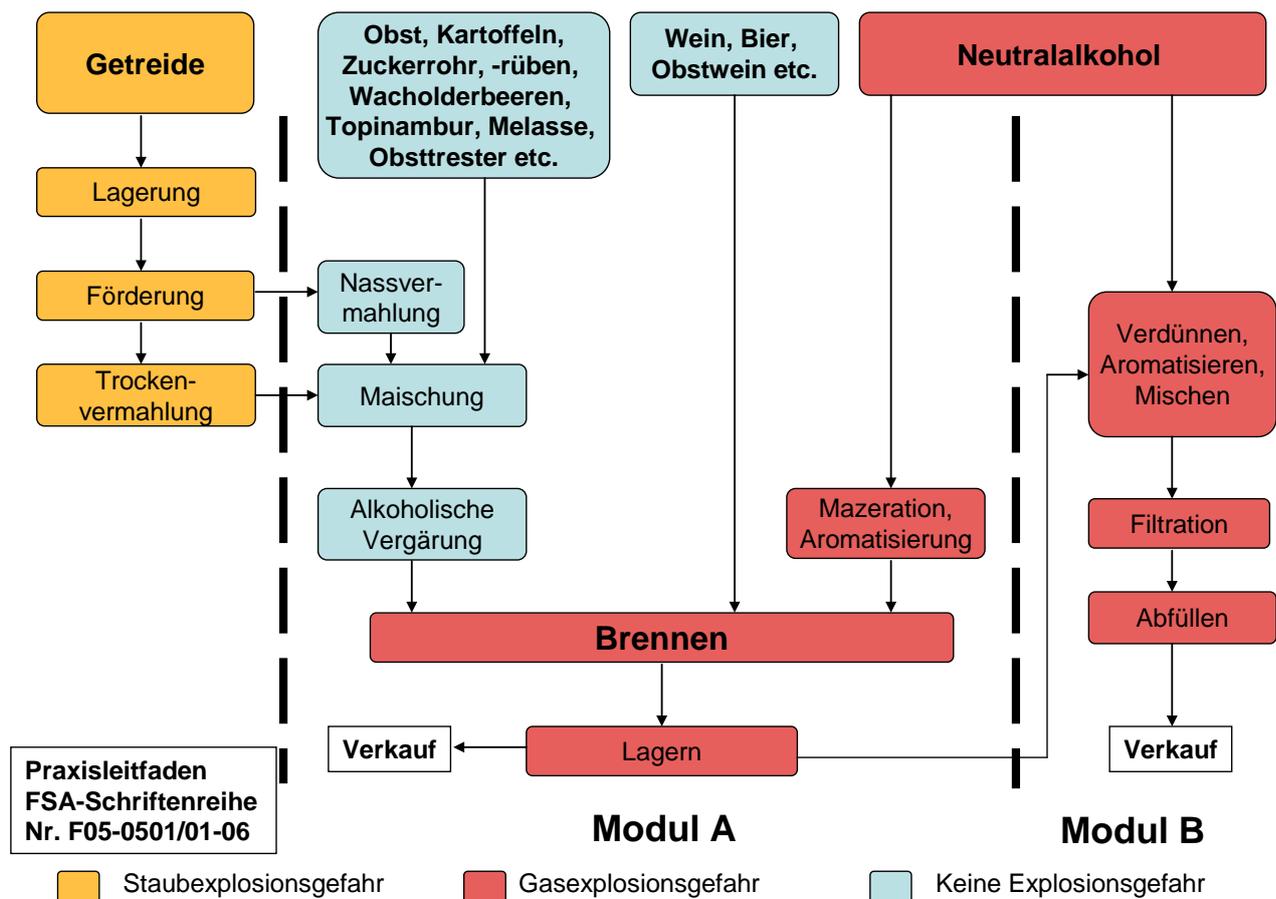


Abb. 2: Explosionsgefahren bei der Herstellung von Alkohol/Spirituosen

3 Brenn- und Explosionskenngößen

Sicherheitstechnische Kenngößen sind quantitative Aussagen über Stoffeigenschaften, die für die Beurteilung der Explosionsgefahren von Verfahren und Anlagen und für die Festlegung von Schutzmaßnahmen maßgebend sind.

Sowohl für Staub/Luft-Gemische als auch Alkoholdampf/Luft-Gemische gilt:

Mit einer Explosionsgefahr ist nur dort zu rechnen, wo eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre (Definition siehe Kap. 5.3.2) und eine wirksame Zündquelle zusammentreffen.

Solange die untere Explosionsgrenze (UEG) dauerhaft unterschritten ist, kann auch bei Anwesenheit einer wirksamen Zündquelle keine Explosion auftreten.

Die Gefahr einer Explosion ist aber auch dann auszuschließen, wenn zwar das Brennstoff/Luft-Gemisch innerhalb der Explosionsgrenzen liegt, dort aber wirksame Zündquellen mit Sicherheit ausgeschlossen werden können.

3.1 Getreidestaub

Eine ausführliche Beschreibung der sicherheitstechnischen Kenngößen für brennbare Stäube ist dem Leitfaden der FSA-Schriftenreihe Nr. F05-0501/01-06 zu entnehmen.

3.2 Alkohol und Alkohol/Wasser-Mischungen

Alkohol (C₂H₅OH) ist ein Gefahrstoff im Sinne der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV). Alkohol ist eine brennbare und mit Wasser in jedem Verhältnis mischbare Flüssigkeit.

Sicherheitstechnische Kenngößen für Alkohol (Ethanol, Ethylalkohol, Weingeist, Spiritus)

Siedepunkt	78°C
relative Dichte (Luft = 1)	1,59
Flammpunkt	12°C
Untere Explosionsgrenze (UEG)	3,1 Vol.-% (59 g/m ³)
Obere Explosionsgrenze (OEG)	27,7 Vol.-% (531 g/m ³)
Zündtemperatur	400 °C
Temperaturklasse	T2
Explosionsgruppe	II B
Mindestzündenergie (MZE)	< 0,3 mJ
Dampfdruck/	58 mbar/112 g/m ³ (bei 20°C)
Sättigungskonzentration in Luft	100 mbar/183 g/m ³ (bei 30°C) 293 mbar/480 g/m ³ (bei 50°C)
Verdunstungszahl	8,3
Leitfähigkeit bei 25°C:	1,35 10 ⁻⁷ S/m (hohe Leitfähigkeit)
Normspaltweite	0,89 mm (bei 30°C)
Sauerstoffgrenzkonzentration	8,5 Vol.-% (bei 20°C) 8,1 Vol.-% (bei 100°C)
Geruchsschwelle	93 ppm (178 mg/m ³)

Alkohol/Wasser-Mischungen:

Der *Alkoholgehalt einer Spirituose* ist das Verhältnis des in dem betreffenden Erzeugnis enthaltenen Volumens an reinem Alkohol zum Gesamtvolumen dieses Erzeugnisses bei einer Temperatur von 20°C.

Der Zusammenhang der Konzentration von Alkohol in Alkohol/Wasser-Mischungen in Volumenprozent (Vol.-%) und Gewichtsprozent (Gew.-%) ist in dem nachfolgenden Diagramm dargestellt.

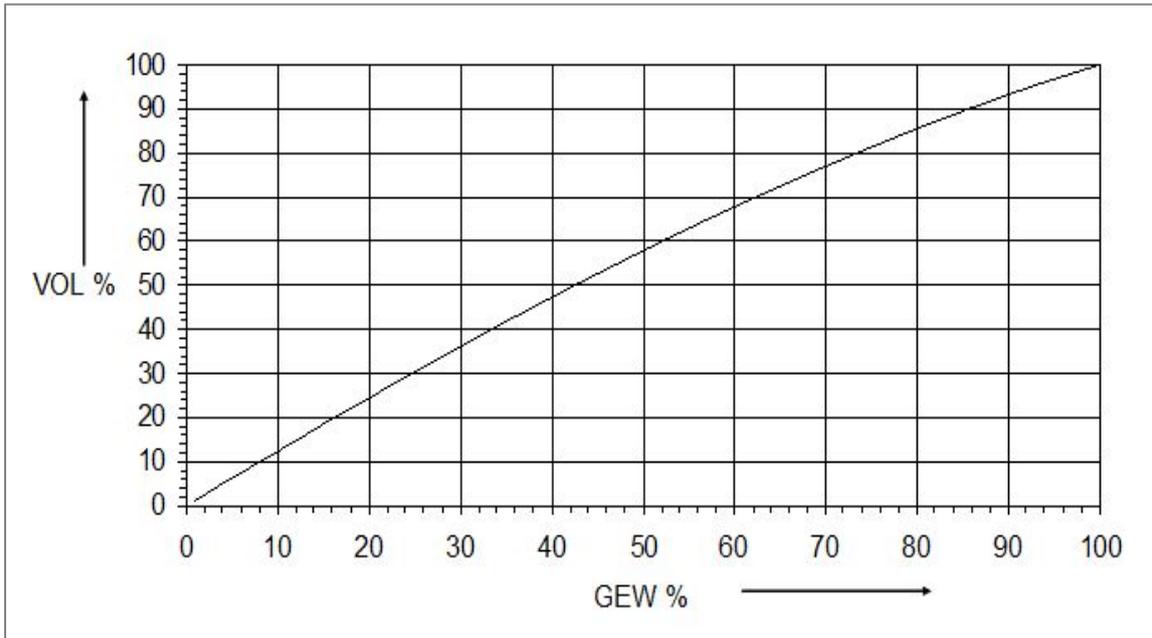


Abb. 3: Umrechnung der Alkoholkonzentration von Vol.-% in Gew.-%

Das untenstehende Diagramm veranschaulicht die Abhängigkeit des Flammpunkts vom Alkoholgehalt in Alkohol/Wasser-Mischungen.

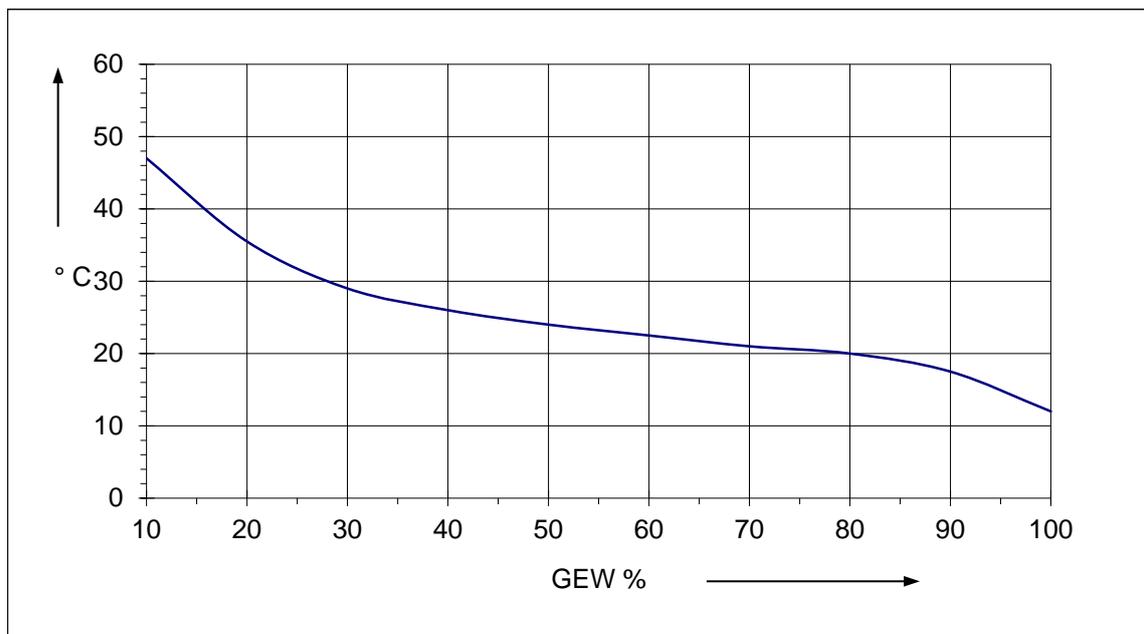


Abb. 4: Flammpunkt in Abhängigkeit von der Alkoholkonzentration

Der Gefährlichkeitsgrad von Alkohol/Wassermischungen wird nach Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) / CLP-Verordnung (Globally Harmonized System of **C**lassification, **L**abelling and **P**ackaging of Chemicals) in Abhängigkeit vom Flammpunkt eingestuft:

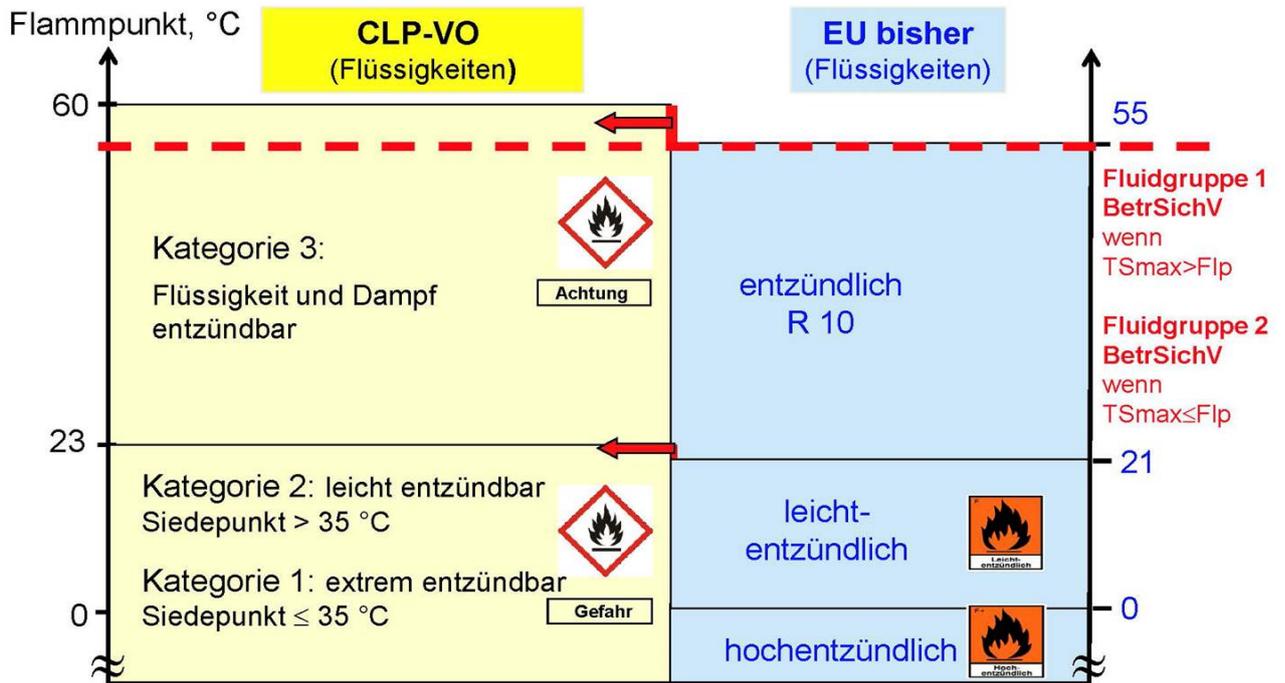


Abb. 5: Einstufung von Alkohol und Alkohol/Wasser-Gemischen nach CLP-Verordnung – bisher und neu

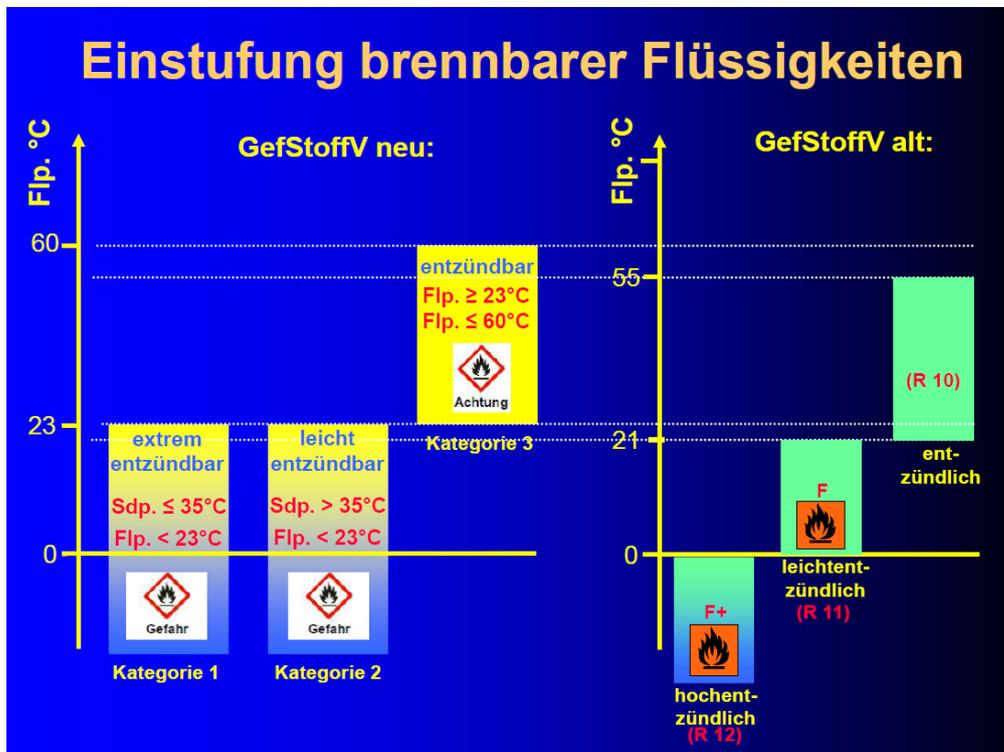


Abb. 6: Einstufung von Alkohol und Alkohol/Wasser-Gemischen nach CLP-Verordnung – bisher und neu

Hinweis:

Nach GefStoffV sind danach **alle** Spirituosen mit einem Flammpunkt ≤ 60°C (Alkoholgehalt ≥ etwa 6 Vol.-%) entzündbare oder leicht entzündbare Flüssigkeiten. Bei der Herstellung und beim Umgang können daher besondere Schutzmaßnahmen erforderlich werden.

Erläuterungen zu den Kenngrößen:

Flammpunkt

Als Flammpunkt bezeichnet man die Temperatur, bei der die Flüssigkeit soviel brennbare Dämpfe zu entwickeln beginnt, dass sie bei Annäherung einer geeigneten Zündquelle zur Entflammung gebracht werden kann.

Explosionsbereich

Der Explosionsbereich ist der Bereich der Konzentration von Alkoholdampf in Luft, in dem eine Explosion auftreten kann. Ein Alkoholdampf-Luftgemisch ist bei Alkoholkonzentrationen zwischen der unteren Explosionsgrenze (UEG) und der oberen Explosionsgrenze (OEG) explosionsfähig (s. Abb. 7).

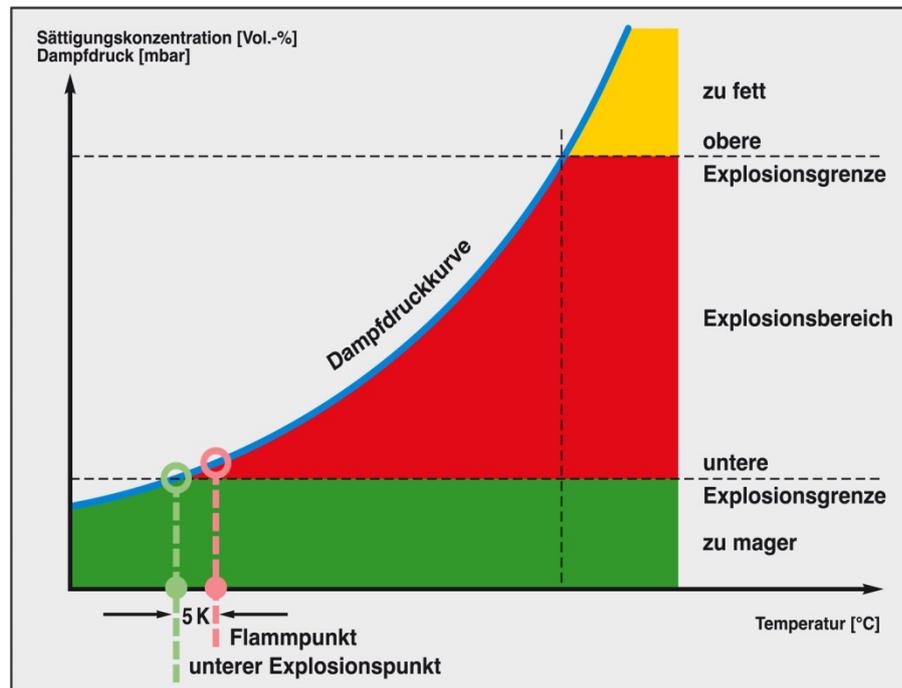


Abb. 7: Dampfdruckkurve von Alkohol

In einem **geschlossenen** Behälter wird über einer reinen brennbaren Flüssigkeit die untere Explosionsgrenze sicher unterschritten, wenn die Temperatur der Flüssigkeit 5 K unterhalb des Flammpunktes (**unterer Explosionspunkt**) gehalten wird. Dies gilt nicht, wenn die Flüssigkeit in feine Tröpfchen verteilt, z.B. verspritzt oder versprüht, wird.

Über offenen Behältern liegt explosionsfähige Atmosphäre durch die vorhandene natürliche Lüftung nur innerhalb eines örtlich begrenzten Bereichs vor. Daher kann bei offenen Behältern der Flammpunkt der brennbaren Alkohol/Wasser-Mischung auch dort zur Beurteilung der Explosionsgefahr herangezogen werden.

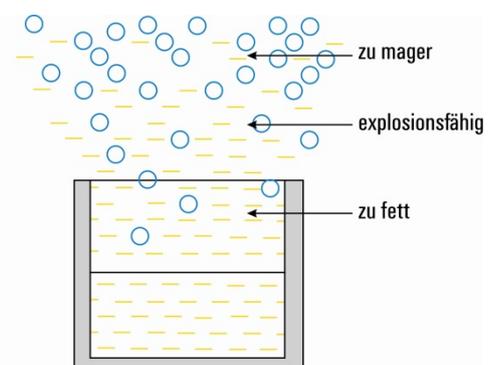


Abb. 8: Explosionsfähige Atmosphäre oberhalb eines offenen Behälters



Unterer Explosionspunkt (UEP)

Temperatur einer brennbaren Flüssigkeit, bei der die Konzentration des gesättigten Dampf/Luft-Gemisches die untere Explosionsgrenze erreicht. Für Alkohol/Wasser-Mischungen liegt der untere Explosionspunkt ca. 5 K unterhalb des Flammpunktes.

Siedepunkt

Der Siedepunkt des reinen Alkohols beträgt 78,3°C.

Gewicht

Alkoholdampf ist 1,59-mal schwerer als Luft. Er sammelt sich zunächst über dem Flüssigkeitsspiegel. Bei offenen Gefäßen diffundiert der Alkoholdampf in die Luft und sinkt ggf. dann auf den Fußboden, breitet sich dort aus und vermischt sich fortschreitend mit der Raumluft. Durch Konvektion der Luft (z. B. auch die aufsteigende Luft an warmen Apparaten) verteilen sich die Dämpfe nach einiger Zeit im ganzen Raum. Es muss aber auch damit gerechnet werden, dass unsichtbare Dampfschwaden am Boden entlang kriechen und in angrenzende und tiefer gelegene Räume und Abflusskanäle gelangen. Besondere Vorsicht ist in der warmen Jahreszeit bei Windstille geboten, wenn die natürliche Lüftung nahezu zum Erliegen kommt.

Verdunstungszahl

Verhältnis der Zeitdauer des Verdunstens einer Flüssigkeit zu der Zeitdauer des Verdunstens von Ether. Die Verdunstungszahl ist somit ein Maß dafür, welche Zeit nach Entstehen freier Flüssigkeitsoberflächen eine Flüssigkeit benötigt, um restlos zu verdunsten, und zwar im Verhältnis zu der Zeit des Verdunstens von Ether. Sinkt der Alkoholgehalt einer Alkohol/Wasser-Mischung durch Verdunsten, so stellt sich auch eine geringere Verdunstungsrate gegenüber der Umgebung ein. Wasser hat verglichen mit Alkohol eine deutlich höhere Verdunstungszahl von 80.

Beispiel:

Um den Alkoholgehalt von 60 Vol.-% auf 47 Vol.-% durch bloße Verdunstung zu reduzieren, dauert es ca. 5 – 8 Tage (Gefäßdurchmesser ca. 5 cm, T = 20°C).

Mindestzündenergie MZE

Kleinste, in einem Kondensator gespeicherte elektrische Energie, die bei Entladung ausreicht, das zündwilligste Gemisch eines explosionsfähigen Gas/Luft-Gemisches zu entzünden.

Zündtemperatur

Die Zündtemperatur ist die Temperatur, auf die man einen Gegenstand erhitzen muss, damit sich entzündbare Dämpfe im Kontakt mit diesem Gegenstand entzünden. Sie beträgt bei reinem Alkohol 400°C.

Normspaltweite

Das Zünddurchschlagsvermögen eines explosionsfähigen Gemisches wird durch die sicherheitstechnische Kennzahl „Normspaltweite“ (Ethanol: 0,89 mm) beschrieben. Die Normspaltweite dient der richtigen sicherheitstechnischen Auslegung flammendurchschlagsicherer Armaturen (s. Abschnitt 9.6 Bilder 19 und 20).

4 Gefährdungsbeurteilung im Explosionsschutz

Bei der Erstellung des Explosionsschutzdokumentes müssen alle in den relevanten Betriebsbereichen möglichen Explosionsgefährdungen erfasst werden. Hierbei sind insbesondere auch Gefährdungen bei An- und Abfahrvorgängen, bei betriebsbedingt zu erwartenden Störungen und bei der Instandhaltung zu berücksichtigen.

Folgende Fragen sind bei der Gefährdungsbeurteilung zu beantworten:

- Kann im Bereich der zu beurteilenden Anlage oder im Inneren von Apparaturen explosionsfähige Atmosphäre auftreten?
- Welche Mengen explosionsfähiger Atmosphäre können vorhanden sein oder entstehen, und wo können diese auftreten?
- Liegt eine „gefährliche explosionsfähige Atmosphäre“ vor? In diesem Fall ist eine Zoneneinteilung sinnvoll.
- Welche wirksamen Zündquellen sind vorhanden?
- Mit welchen Auswirkungen von Explosionen wäre zu rechnen?
- Welche Schutzmaßnahmen müssen ergriffen werden
- Art und Umfang der erforderlichen Prüfungen sowie die Fristen der wiederkehrenden Prüfungen

Kann die Bildung explosionsfähiger Atmosphäre in einer gefährlichen Menge (gefährliche explosionsfähige Atmosphäre, g.e.A.) nicht sicher ausgeschlossen werden, müssen Explosionsschutzmaßnahmen festgelegt werden. Hier sind zunächst Maßnahmen, die eine Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre verhindern oder einschränken, zu bevorzugen.

Vermeiden explosionsfähiger Atmosphäre

In Brennereien und der Spirituosenindustrie kann das Auftreten von explosionsfähiger Atmosphäre durch Alkoholdämpfe und bei der Herstellung aus Getreide zusätzlich durch Getreidestäube (s. FSA-Schriftenreihe Nr. F05-0501/01-06) nicht ausgeschlossen werden. Daher ist in diesen Betrieben das Hauptaugenmerk auf das Einschränken der Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre zu richten.

Alkohol und Alkohol/Wasser-Gemische müssen soweit wie möglich in geschlossenen, auf Dauer technisch dichten Apparaturen und Anlagen¹ verarbeitet werden. Erforderliche Entlüftungen sind in ungefährdete Bereiche zu führen.

Aus undichten Stellen von Anlagen können Alkoholdämpfe ausströmen und eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre bilden. Die Vermeidung der Bildung explosionsfähiger Atmosphäre kann im Wesentlichen durch eine ausreichende Dichtheit der Apparaturen erreicht werden.

Vermeiden wirksamer Zündquellen

Lässt sich die Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre nicht ausschließen, muss das Auftreten von Zündquellen sicher verhindert werden. Hierzu müssen an den eingesetzten Arbeitsmitteln alle relevanten Zündquellen ermittelt und deren Wirksamkeit beurteilt werden. Zur Bewertung der Wirksamkeit ist die Betrachtung der sicherheitstechnischen Kennzahlen von besonderer Bedeutung.

¹ TRGS 722 (TRBS 2152-2): Anlagenteile gelten als auf Dauer technisch dicht, wenn sie so ausgeführt sind, dass sie aufgrund ihrer Konstruktion technisch dicht bleiben oder ihre technische Dichtheit durch Wartung und Überwachung ständig gewährleistet wird. Anlagenteile, die auf Dauer technisch dicht sind, verursachen durch Ihre Bauart in ihrer Umgebung im ungeöffneten Zustand keine explosionsgefährdeten Bereiche.

Weitere Ausführungen zu relevanten Zündquellen in Brennereien und zur Bewertung ihrer Wirksamkeit sind im Kap. 6 beschrieben.

Konstruktiver Explosionsschutz

Ist die Vermeidung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre oder die Vermeidung von Zündquellen nicht durchführbar, nicht sinnvoll oder nicht ausreichend sicher, müssen konstruktive Maßnahmen getroffen werden. Hierdurch wird die Explosion selbst nicht verhindert, deren Auswirkungen aber auf ein ungefährliches Maß beschränkt.

Konstruktive Maßnahmen im Gasexplosionsschutz unterscheiden sich in der Regel von denen im Staubexplosionsschutz.

Einzelheiten zum konstruktiven Explosionsschutz im Bereich der Getreideverarbeitung sind dem Leitfaden FSA-Schriftenreihe Nr. F05-0501/01-06 zu entnehmen.

Wirksame Entkopplungssysteme für Gase und Dämpfe im Gemisch mit Luft sind z.B. flammendurchschlagsichere Armaturen, die den Zünddurchschlag bei einer Explosion oder Detonation verhindern.

5 Zoneneinteilung

5.1 Allgemeines

Ergibt sich aus der Gefährdungsbeurteilung, dass mit dem Auftreten von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre (g.e.A.) gerechnet werden muss, so ist die Einteilung der entsprechenden explosionsgefährdeten Bereiche in Zonen empfehlenswert. Dies gilt sowohl für das Innere als auch für das Äußere von Anlagen. Die Zuordnung der explosionsgefährdeten Bereiche zu den Zonen ergibt sich aus Dauer und Häufigkeit des Auftretens von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre.

Die Definitionen der einzelnen Zonen sind in der europäischen Richtlinie 1999/92/EG bzw. der Gefahrstoffverordnung (Anhang 1 Nr. 1 Pkt. 1.7 GefStoffV) aufgeführt.

Die grundlegenden Anforderungen zum Schutz vor Brand- und Explosionsgefährdungen nach Anhang 1 Nr. 1 der GefStoffV sind zu erfüllen. Dies gilt insbesondere für die als Zonen festgelegten Bereiche. Hierzu gehören u. a. die Auswahl geeigneter Arbeitsmittel in Abhängigkeit der jeweiligen Zone sowie die entsprechenden technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen, wie sie in den nachfolgenden Abschnitten dieses Kapitels beschrieben sind.

5.2 Zonen für Stäube

Die Zonendefinitionen für brennbare Stäube sowie entsprechende Beispiele sind dem Leitfaden FSA-Schriftenreihe Nr. F05-0501/01-06 zu entnehmen.

5.3 Zonen für Gase, Dämpfe oder Nebel

5.3.1 Zonen – Definitionen

Zone 0

ist ein Bereich, in dem gefährliche explosionsfähige Atmosphäre² als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln ständig, über lange Zeiträume oder häufig⁴ vorhanden ist.

Zone 1

ist ein Bereich, in dem sich im Normalbetrieb¹ gelegentlich³ eine gefährliche² explosionsfähige Atmosphäre³ als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln bilden kann.

Zone 2

ist ein Bereich, in dem im Normalbetrieb¹ eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre² als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln normalerweise nicht auftritt, und wenn doch, dann nur selten und für kurze Zeit

5.3.2 Erläuterungen zu den Zonendefinitionen**¹ Normalbetrieb**

Als Normalbetrieb gilt der Zustand, in dem Anlagen innerhalb ihrer Auslegungsparameter verwendet werden. Zum Normalbetrieb zählen auch die geringfügige Freisetzung (ungefährlicher Mengen) von Alkohol, z.B. aus Flanschen und Dichtungen. Zum Normalbetrieb gehören auch Tätigkeiten wie Reinigung, Wartung, Inspektion und Überprüfung.

Störungen, die Abschaltung und Instandsetzung erfordern (z. B. das Versagen von Dichtungen oder Pumpen durch nicht betriebsübliche Vorgänge) gehören nicht zum Normalbetrieb! Sie müssen deshalb nicht bei der Festlegung von Zonen berücksichtigt werden. Allerdings sind Störungen und angemessene Gegenmaßnahmen im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu betrachten.

² Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre

„Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre“ ist ein gefährliches explosionsfähiges Gemisch mit Luft als Oxidationsmittel unter atmosphärischen Bedingungen (Umgebungstemperatur von –20 °C bis +60 °C und Druck von 0,8 bar bis 1,1 bar).

Als „gefährlich“ gilt eine explosionsfähige Atmosphäre dann, wenn in geschlossenen Räumen mehr als 10 Liter explosionsfähige Atmosphäre zusammenhängend vorliegen (siehe TRGS 721 (TRBS 2152 Teil 1)).

³ Wahrscheinlichkeitsbegriff

Die Zone hängt von der Dauer und der Häufigkeit des Auftretens gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre ab. Letztere tritt mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit auf. Für die Begriffe „ständig, über lange Zeiträume oder häufig“, „gelegentlich“ und „normalerweise nicht, und wenn doch, dann nur selten und für kurze Zeit“ gibt es in Fachkreisen folgende Interpretationen:

Zone 0 bzw. Zone 20 liegt vor, wenn während der Betriebsdauer einer Anlage, z. B. über eine Schicht zeitlich überwiegend explosionsfähiger Atmosphäre in gefahrdrohender Menge vorliegt.

Zone 2 bzw. Zone 22 liegt vor, wenn wenige Male im Jahr, z. B. 1 x monatlich explosionsfähige Atmosphäre in gefahrdrohender Menge nicht länger als ca. 30 Minuten je Vorgang vorliegt.

Zone 1 bzw. Zone 21 liegt vor, wenn Dauer und Häufigkeit der gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre zwischen Zone 2 bzw. Zone 22 und Zone 0 bzw. Zone 20 liegen.

Explosionsgefährdeter Bereich

Ein explosionsgefährdeter Bereich ist der Gefahrenbereich, in dem gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann.

Abb. 9: Offenes Probenahmegefäß (Füllmenge 2 cl), Verdunstungsrate sowie Position lassen zusammenhängende explosionsfähige Atmosphäre in gefahrdrohender Menge (mehr als 10 l) um Probenahmestelle nicht entstehen -> **Keine Zone**



5.3.3 Zoneneinteilung bei Alkohol / Wasser-Mischungen

Bei Alkohol/Wasser-Mischungen kann gefährliche explosionsfähige Atmosphäre (g.e.A.) nur entstehen, wenn die Verarbeitungs- oder Lagertemperatur gleich oder höher als der von der Alkoholkonzentration abhängige Flammpunkt abzüglich 5 K ist (entspricht dem UEP).

$$\text{Flp.} - 5\text{K} = \text{UEP}$$

Diese Bereiche sind in Zonen einzuteilen.

*Liegt z. B. die Verarbeitungstemperatur ständig bei 23°C, so muss bei allen Destillaten/Spirituosen mit Alkoholgehalten > 42 Vol.-% (Flammpunkt < 28°C) davon ausgegangen werden, dass über der alkoholischen Flüssigkeit im verschlossenen Behälter die Atmosphäre **ständig** explosionsfähig ist, also **Zone 0** entspricht.*

*Liegt die Verarbeitungstemperatur ständig nur bei 21°C, so muss bei allen Destillaten/Spirituosen mit Alkoholgehalten > 45 Vol.-% (Flammpunkt < 26°C) davon ausgegangen werden, dass über der alkoholischen Flüssigkeit im verschlossenen Behälter die Atmosphäre **ständig** explosionsfähig ist, also **Zone 0** entspricht.*

*Explosionsfähige Atmosphäre kann aber auch bereits bei einem Alkoholgehalt von 32 Vol.-% (Flammpunkt 32°C, z. B. Korn, s. Kap. 9.1) **gelegentlich** entstehen, also zur **Zone 1** führen, wenn z. B. jahreszeitlich bedingt die Verarbeitungs- oder Lagertemperatur gelegentlich 27°C überschreitet.*

Umfangreiche Messungen der Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel & Gastgewerbe (BGN) in Betrieben der Alkohol verarbeitenden Industrie zeigen mittlerweile ein recht genaues Bild über das Vorliegen bzw. Auftreten von explosionsfähigen Alkoholdämpfen (BGN Akzente 02 / 2016). Gemessen wurde in Betrieben der Spirituosen- und Brennereibranche, an Verpackungsmaschinen und an Anlagen zur Desinfektion mit Alkohol.

Wenn Alkohol oder eine Alkohol/Wasser-Mischung in einen Behälter mit einer explosionsfähigen Atmosphäre gepumpt wird, wird diese explosionsfähige Atmosphäre über die Belüftungsöffnung ins Freie gedrückt. Das Ausmaß einer explosionsfähigen Atmosphäre um diese Belüftungsöffnung herum hängt in erster Linie von der Befüllleistung, d. h. der Pumpleistung der eingesetzten Pumpe ab. Die Messungen ergaben, dass die Konzentration des freigesetzten Alkohol/Luft-Gemisches aufgrund der natürlichen Luftbewegung sehr rasch unter die UEG abgesenkt wird.

Generell zeigten sich signifikante Unterschiede hinsichtlich des Anlageninnern und der Umgebung der Anlagen. Während sich im Anlageninnern – z. B. in der Gasphase eines Tanks – die temperaturabhängigen Gleichgewichtskonzentrationen an Alkohol-Dämpfen langsam entwickeln und dann auch die theoretisch möglichen explosionsfähigen Konzentrationen bilden, werden die Dämpfe außerhalb der Anlage rasch unter die kritischen Werte verdünnt. Typische Werte liegen hier bei wenigen Prozent der UEG im Nahbereich um die Öffnungen.

Da die Dämpfe eine deutlich höhere Dichte als Luft haben, bilden sie innerhalb von Gefäßen, Tanks, Behältern etc. stabile Dampfpolster mit – abhängig von der Konzentration der flüssigen Phase und deren Temperatur – entsprechender Explosionsfähigkeit.

Wenn nun – z. B. bei dem Prozessschritt Tankreinigung – ein unten an den Tanks befindliches Mannloch geöffnet wird, „fließt“ diese explosionsfähige Atmosphäre mit der Geschwindigkeit der über die Belüftungsleitung nachströmenden Luft aus dem Tank aus (s. Abb. 10). Aus Sicht des Explosionsschutzes muss diese Situation aufgrund des Volumens der explosionsfähigen Atmosphäre als kritisch einge-



Abb. 10:
Entlüftung über Mannloch

stuft werden und ist zu vermeiden.

Kritisch sind also die Verfahrensschritte zu bewerten, bei denen eine in den Behältnissen vorliegende explosionsfähige Atmosphäre rasch freigesetzt wird, entweder über unten liegende Öffnungen (z. B. Mannlöcher an Tanks) oder durch Umdrehen der Behältnisse (z. B. RIBC's), in geringerem Maße aber auch durch Verdrängung (z. B. beim Befüllen durch Pumpen). Ein entscheidender Risikofaktor ist dabei das Volumen der freigesetzten explosionsfähigen Atmosphäre.

5.3.4 Beispiele für Zonen

Zone 0 ist im Allgemeinen nur im Inneren von Behältern, Rohrleitungen, Apparaturen usw. anzutreffen.

Zu **Zone 1** können u. a. gehören

- die nähere Umgebung der Zone 0;
- das Innere von Apparaten, in denen nur während des An- und Abfahrvorganges der Explosionsbereich durchfahren wird;
- die nähere Umgebung von Beschickungsöffnungen;
- der nähere Bereich um Einfüll- und Entleerungsöffnungen;
- der nähere Bereich um leicht zerbrechliche Geräte, Schutzsysteme und Komponenten aus Glas, Keramik und dergleichen;
- der nähere Bereich um nicht ausreichend dichtende Stopfbuchsen, z. B. an Pumpen und Schiebern mit Stopfbuchsen.

Zu **Zone 2** können u. a. Bereiche gehören, welche die Zone 0 oder 1 umgeben.

6 Zündquellen

Von den nach DIN EN 1127-1 insgesamt möglichen 13 Zündquellenarten kommen für Alkoholdämpfe in Brennereien und Spirituosenbetrieben in der Regel folgende 6 in Betracht:

1. Heiße Oberflächen
2. Flammen und heiße Gase
3. Mechanisch erzeugte Funken
4. Elektrische Anlagen
5. Statische Elektrizität
6. Blitzschlag

Ob eine dieser Zündquellen wirksam sein kann, hängt u. a. von der Energie der Zündquelle und der Zündempfindlichkeit des Brennstoffs ab. Wesentliches Beurteilungskriterium für die Zündwirksamkeit einer Zündquelle ist bei Gasen und Dämpfen im Gemisch mit Luft die Mindestzündenergie.

Der Vergleich der Mindestzündenergien, die bei Stäuben bei etwa 100 mJ liegen (s. Leitfaden der FSA-Schriftenreihe Nr. F05-0501/01-06), mit der Mindestzündenergie des Alkohols von < 0,3 mJ zeigt, dass Zündquellen, die beim Umgang mit Stäuben nicht zündwirksam sind, sehr wohl eine Zündgefahr beim Umgang mit Alkohol darstellen können.

Heiße Oberflächen

Kommt explosionsfähige Atmosphäre mit heißen Oberflächen in Berührung, kann es zu einer Entzündung kommen.

In der Praxis können heiße Oberflächen z. B. im Bereich von Heizeinrichtungen oder elektrischen Betriebsmitteln auftreten. Auch als Folge von Betriebsstörungen (z. B. beim Versagen von Temperaturbegrenzern, nach Heißlaufen von Wellendurchführungen, generell bei Reibvorgängen etc.) können sie zur Entzündung von explosionsfähigen Gemischen führen. Weitere Informationen s. DGUV-Regel 113-001 (BGR 104) bzw. zukünftig TRGS 723 (TRBS 2152-3).

Flammen und heiße Gase können prozessbedingt beispielsweise bei der Direktbeheizung der Brennblase als Zündquelle wirksam werden. Flammen, auch solche sehr kleiner Abmessungen, zählen auf Grund ihrer Temperaturen von mehr als 1000°C zu den wirksamsten Zündquellen.

Mechanisch erzeugte Funken sind Teilchen mit einer erhöhten Temperatur, welche bei Schlag-, Schleif- oder Reibprozessen aus festen Materialien freigesetzt werden. Bei ausreichender Temperatur und Lebensdauer können diese Funken eine explosionsfähige Atmosphäre zünden. Dabei muss die Zündtemperatur der zündfähigen Atmosphäre erreicht oder überschritten werden. Zündgefahren sind insbesondere dann zu erwarten, wenn mehrere Funken gleichzeitig entstehen (Funkenгарben, z. B. beim Flexen).

Elektrische Anlagen können zu Zündquellen werden, wenn sie entweder nicht explosionsgeschützt sind oder der elektrische Explosionsschutz mangelhaft ausgeführt ist. Auch Kurzschlüsse stellen eine Gefährdung dar.

Statische Elektrizität

Die Entladung von aufgeladenen, nicht geerdeten leitfähigen Teilen oder Personen mit isolierendem Schuhwerk kann zu zündfähigen Funken führen. An aufgeladenen Teilen aus nichtleitfähigen Stoffen sind Büschelentladungen und in besonderen Fällen bei schnellen Trennvorgängen (z. B. bei Umfüll- und Mischvorgängen, Versprühen von Flüssigkeiten) oder Kombinationen von leitfähigen und nichtleitfähigen Materialien auch Gleitstielbüschelentladungen möglich. Funken-, Büschel- und Gleitstielbüschelentladungen können Alkohol/Luft-Gemische entzünden.

Blitzschlag ist als Zündquelle auszuschließen, sofern eine funktionsfähige Blitzschutzanlage vorhanden ist. Siehe DIN EN 62305 (zum Explosionsschutz insbesondere Teil 3, daneben Teile 1 und 4), siehe auch die zukünftige TRGS 723 (TRBS 2152-3: 5.8 Blitzschlag).

7 Anforderungen an Geräte und Schutzsysteme in Zonen

Werden Arbeitsmittel in Bereichen mit gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre verwendet oder kommt es durch deren Verwendung zur Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre, müssen unter Beachtung der Gefahrstoffverordnung die erforderlichen Schutzmaßnahmen getroffen werden. Insbesondere sind die für die jeweilige Zone geeigneten Geräte und Schutzsysteme im Sinne der Richtlinie 2014/34/EU (ATEX 95, früher RL 94/9/EG) einzusetzen.

Diese Schutzmaßnahmen sind vor der erstmaligen Verwendung der Arbeitsmittel im Explosionsschutzdokument nach § 6 Absatz 9 der Gefahrstoffverordnung zu dokumentieren.

Nach o. g. Richtlinie werden Geräte und Schutzsysteme in verschiedene Kategorien unterteilt. Die Kategorien spiegeln die sicherheitstechnischen Anforderungen für die Verwendung in einer bestimmten Zone wider und stellen quasi ein Maß für die „Zündquellenfreiheit“ eines Arbeitsmittels dar (s. auch Leitfaden der FSA-Schriftenreihe Nr. F05-0501/01-06).

Nachstehende Tabelle zeigt dem Benutzer, welche Geräte-Kategorie er in den durch Freisetzung von Alkoholdämpfen entstandenen Zonen einsetzen darf.

Geräte-Kategorie	Zulässig in Zone	Geräte-Kennzeichnung (nicht abschließend!)	Bescheinigungen (Die Konformitätserklärung muss jedem Gerät beiliegen.)
1 G	0, 1, 2	CE ₉₉₉₉ Ex II 1 G	EU-Baumusterprüfbescheinigung, Konformitätserklärung des Herstellers
2 G	1, 2	CE ₉₉₉₉ Ex II 2 G	elektrisches Gerät: EU-Baumusterprüfbescheinigung, Konformitätserklärung des Herstellers
2 G	1, 2	CE Ex II 2 G	nicht elektrisches Gerät: Konformitätserklärung des Herstellers
3 G	2	CE Ex II 3 G	Konformitätserklärung des Herstellers



Abb. 11: Leuchten zur Verwendung in den Zonen 1 und 2

8 Organisatorische Maßnahmen

Im Explosionsschutzdokument sind die realisierten organisatorischen Schutzmaßnahmen zu beschreiben.

Sind Regelungen in bereits bestehenden Dokumenten niedergelegt (z. B. Arbeitsanweisungen, Reinigungspläne etc.), kann auf diese verwiesen werden. Um eine ausreichende Nachvollziehbarkeit und Transparenz des Explosionsschutzdokumentes zu gewährleisten, sollte in diesem Fall mit einer Verweisliste gearbeitet werden, aus denen der Fundort und der aktuelle Stand der mitgelieferten Dokumente zu entnehmen ist.

8.1 Kennzeichnung explosionsgefährdeter Bereiche

Alle Zugänge zu explosionsgefährdeten Bereichen sind zu kennzeichnen. Neben der Kennzeichnung für den Ex-Bereich ist das Verbotsschild P02 (Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten) zu verwenden.



Abb. 12: Beispiel einer Kennzeichnung neben dem Zugang zu einem explosionsgefährdeten Bereich

8.2 Unterweisung der Beschäftigten

Für Arbeiten in explosionsgefährdeten Bereichen sind die Beschäftigten ausreichend und angemessen hinsichtlich des Explosionsschutzes zu unterweisen. Die Beschäftigten sind durch die Unterweisung über die am Arbeitsplatz herrschenden Explosionsgefahren und die getroffenen Schutzmaßnahmen zu informieren.

- Es ist ein Verantwortlicher für die Unterweisung zu benennen.
- Unterweisungen der Arbeitnehmer sind bei folgenden Anlässen durchzuführen:
 - bei der Einstellung (vor Arbeitsaufnahme!),
 - einer Versetzung oder einer Veränderung ihres Aufgabenbereiches,
 - der Einführung oder Änderung von Arbeitsmitteln, Produkten oder Verfahren,
 - der Einführung einer neuen Technologie.

Die Unterweisung der Beschäftigten muss jährlich wiederholt werden. Die Unterweisung ist schriftlich zu dokumentieren. Die Durchführung der Unterweisung ist durch die unterwiesenen Personen durch Unterschrift zu bestätigen. Die Unterweisungspflicht gilt gleichermaßen für die Arbeitnehmer von Fremdfirmen.

Hinweis:

Je nach betrieblichen Bedingungen kann es sinnvoll sein, die Verantwortung für die Durchführung der Unterweisung von Mitarbeitern von Fremdfirmen dem Koordinator für Fremdarbeiten zu übertragen (s. Kap. 8.3).

8.3 Koordination

Werden Arbeitnehmer mehrerer Unternehmer an derselben Arbeitsstätte tätig (Fremdarbeiten), ist jeder Arbeitgeber hinsichtlich der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes für die Bereiche, die seiner Kontrolle unterstehen, verantwortlich. Neben dieser Einzelverantwortung jedes Arbeitgebers ist der für die Arbeitsstätte verantwortliche Arbeitgeber (Auftraggeber) zuständig für die Abstimmung untereinander und für den sicheren Betriebsablauf.

Die Koordinierungspflichten finden sich in der Betriebssicherheitsverordnung in § 13 Abs. 1 BetrSichV sowie in der Gefahrstoffverordnung § 15:

„(1) Beabsichtigt der Arbeitgeber, in seinem Betrieb Arbeiten durch eine betriebsfremde Person (Auftragnehmer) durchführen zu lassen, so darf er dafür nur solche Auftragnehmer heranziehen, die über die für die geplanten Arbeiten erforderliche Fachkunde verfügen. Der Arbeitgeber als Auftraggeber hat die Auftragnehmer, die ihrerseits Arbeitgeber sind, über die von seinen Arbeitsmitteln ausgehenden Gefährdungen und über spezifische Verhaltensregeln zu informieren. Der Auftragnehmer hat den Auftraggeber und andere Arbeitgeber über Gefährdungen durch seine Arbeiten für Beschäftigte des Auftraggebers und anderer Arbeitgeber zu informieren.“

Der Koordinator muss folgende Qualifikationen hinsichtlich des Explosionsschutzes besitzen:

- Grundkenntnisse auf dem Gebiet des Explosionsschutzes,
- Kenntnis des Arbeitsschutzrechts (ArbSchG, BetrSichV, ArbStättV, BGV, BGR, etc.),
- Kenntnis der betrieblichen Organisationsstruktur,
- Weisungsbefugnis zur Durchsetzung der erforderlichen Anordnungen.

Der Koordinator übernimmt die Aufgabe, die Arbeiten der beteiligten Arbeitsgruppen unabhängig von ihrer Unternehmenszugehörigkeit aufeinander abzustimmen, um mögliche gegenseitige Gefährdungen zu verhindern. Die rechtzeitige Einbindung des Koordinators und seine Information durch die eigenen Mitarbeiter und durch den/die Auftragnehmer sowie alle sonstigen auf dem Firmengelände tätigen Personen sind verbindlich geregelt. Er wird mindestens informiert über

- den vorgesehenen Arbeitsbeginn,
- das voraussichtliche Arbeitsende,
- den Ort der Arbeiten,
- den Personaleinsatz,
- die vorgesehene Arbeitsweise und
- die Namen der Verantwortlichen.

Die Aufgaben des Koordinators umfassen die Durchführung von Ortsbesichtigungen und Abstimmungsgesprächen sowie die Planung, Kontrolle und ggf. störungsbedingte Neuplanung von Arbeitsabläufen.

Der Koordinator wird rechtzeitig in die Planung gefährlicher Arbeiten mit eingebunden, damit stets angemessene technische und organisatorische Explosionsschutzmaßnahmen getroffen werden. Damit können auch gefährliche Wechselwirkungen zwischen den beteiligten Arbeitsbereichen frühzeitig erkannt und vermieden werden. So können beispielsweise bereits bei der Planung der Arbeiten Gefahren durch explosionsfähige Atmosphären vermieden werden.

8.4 Prüfungen

8.4.1 Allgemeines

Nach der Betriebssicherheitsverordnung ist im Explosionsschutz eine Reihe von Prüfungen erforderlich, die sich je nach Art und Inhalt der Prüfung, nach Art des Prüfgegenstandes und der zur Prüfung berechtigten Personen bzw. Institutionen unterscheiden.

Dabei gilt gemäß § 2 Abs.8 BetrSichV (Begriffsbestimmungen):

„Prüfung“ ist die Ermittlung des Istzustands, der Vergleich des Istzustands mit dem Sollzustand sowie die Bewertung der Abweichung des Istzustands vom Sollzustand.“

Die Betriebssicherheitsverordnung fordert in § 14 im Abschnitt 2 „Gefährdungsbeurteilung und Schutzmaßnahmen“ generell die Prüfung der Arbeitsmittel im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung.

Im Abschnitt 3 BetrSichV werden spezielle Prüfanforderungen an überwachungsbedürftige Anlagen formuliert, welche eine besonders kritische Untergruppe der „Arbeitsmittel“ darstellt. Zu diesen gehören auch die „Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen“.

„Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen“ sind die Gesamtheit der explosionschutzrelevanten Arbeitsmittel einschließlich der Verbindungselemente sowie der explosionsschutzrelevanten Gebäudeteile.

8.4.2 „Prüfung vor erstmaliger Inbetriebnahme“ und „Prüfung vor Wiederinbetriebnahme nach einer prüfpflichtigen Änderung“

Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen sind vor der erstmaligen Inbetriebnahme und nach prüfpflichtigen Änderungen auf Explosionssicherheit zu prüfen.

Die „Prüfung vor erstmaliger Inbetriebnahme“ einer überwachungsbedürftigen Anlage wird hierbei gleichgesetzt mit der „Prüfung vor Wiederinbetriebnahme nach einer prüfpflichtigen Änderung“. Dabei gilt gemäß § 2 Abs. 9 BetrSichV

„Prüfpflichtige Änderung“ ist jede Maßnahme, durch welche die Sicherheit eines Arbeitsmittels beeinflusst wird. Auch Instandsetzungsarbeiten können solche Maßnahmen sein.“

Für beide Fälle sind demnach Prüfungen durchzuführen, welche gemäß der im Anhang 2 Abschnitt 3 der BetrSichV festgelegten Vorgaben erfolgen. Bei der Prüfung sind das im Explosionsschutzdokument nach § 6 der Gefahrstoffverordnung dargelegte Explosionsschutzkonzept, die Zoneneinteilung sowie folgende Prüfinhalte zu berücksichtigen:

- Sind die technischen Unterlagen (z.B. EG-Konformitätserklärung) komplett vorhanden und plausibel?
- Befindet sich die Anlage in einem sicheren Zustand?
- Sind die Schutzmaßnahmen geeignet und wirksam?
- Sind die Fristen für die wiederkehrenden Prüfungen korrekt festgelegt?

Weiterhin gilt:

Zusätzlich zu den o. g. Prüfvorschriften ist bei Anlagen nach § 18 Absatz 1 Satz 1 Nummer 4 und 5 BetrSichV zu prüfen, ob die erforderlichen Maßnahmen zum Brandschutz eingehalten sind.

Im Bereich der Brennereien und der Spirituosenindustrie fallen hierunter:

- Räume oder Bereiche einschließlich der in ihnen vorgesehenen ortsfesten Behälter und sonstiger Lagereinrichtungen, die dazu bestimmt sind, dass in ihnen entzündbare Flüssigkeiten mit einem Gesamtrauminhalt von mehr als 10.000 Litern gelagert werden (Lageranlagen, Anlagen nach § 18 Absatz 1 Satz 1 Nr. 4 BetrSichV).

- ortsfest errichtete oder dauerhaft am gleichen Ort verwendete Anlagen mit einer Umschlagkapazität von mehr als 1 000 Litern je Stunde, die dazu bestimmt sind, dass in ihnen Transportbehälter mit entzündbaren Flüssigkeiten befüllt werden (Füllstellen, Anlagen nach § 18 Abs. 1 Satz 1 Nr. 5 BetrSichV).

Dies gilt für Alkohol-/Wassergemische mit einem Flammpunkt von weniger als 23°C (entspricht ca. 60 Gew.-% und höher).

Achtung:

Durch die durch die CLP-Verordnung bedingten Ausdehnung der Grenzen für den Flammpunkt (Erhöhung der Grenze von 21 auf 23°C) ergeben sich gegenüber der alten BetrSichV erweiterte Prüfanforderungen insbesondere im Bereich von Lageranlagen für Alkohol-/Wasser-Mischungen.

Die o.g. Prüfungen von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen sind von einer zugelassenen Überwachungsstelle durchzuführen. Mit Ausnahme von Lageranlagen und Füllstellen nach § 18 Absatz 1 Satz 1 Nummer 4 und 5 dürfen die Prüfungen aber auch von einer zur Prüfung befähigten Person nach Anhang 2 Abschnitt 3 Nummer 3.3 BetrSichV durchgeführt werden, sofern sie bestimmte Qualifikationen erfüllen, die diejenigen für die „befähigte Person“ nach § 2 Abs. 6 BetrSichV übersteigen:

§ 2 Abs. 6: „Zur Prüfung befähigte Person“ ist eine Person, die durch ihre Berufsausbildung, ihre Berufserfahrung und ihre zeitnahe berufliche Tätigkeit über die erforderlichen Kenntnisse zur Prüfung von Arbeitsmitteln verfügt. Soweit hinsichtlich der Prüfung von Arbeitsmitteln in den Anhängen 2 und 3 weitergehende Anforderungen festgelegt sind, sind diese zu erfüllen.

Wie bereits in der alten Betriebssicherheitsverordnung sind auch in der neuen die jeweiligen Anforderungen an die Qualifikation der zur Prüfung „befähigten Person“ gestaffelt und dem Gefährdungsgrad der zu prüfenden Anlagen angepasst. Zu den „Grundanforderungen“ an die befähigte Person nach § 2 Abs. 6 BetrSichV kommen je nach Prüfung weitergehende Anforderungen an die Qualifikation hinzu.

Diese weitergehenden Anforderungen sind – abhängig von den durchzuführenden Prüfungen – im Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 3.1 bis Nr. 3.3 BetrSichV definiert.

A) Zur Prüfung befähigte Person nach Nr. 3.1

Weitergehende Anforderungen an die befähigte Person für die Prüfung von Arbeitsmitteln und die Prüfung von technischen Maßnahmen in explosionsgefährdeten Bereichen. Sie muss über die Grundanforderungen nach § 2 Abs. 6 hinaus:

- a) über eine einschlägige technische Berufsausbildung oder eine andere für die vorgesehenen Prüfungsaufgaben ausreichende technische Qualifikation verfügen,
- b) über eine mindestens einjährige Erfahrung mit der Herstellung, dem Zusammenbau, dem Betrieb oder der Instandhaltung der zu prüfenden Anlagen oder Anlagenkomponenten im Sinne dieses Abschnitts verfügen und
- c) ihre Kenntnisse über Explosionsgefährdungen durch Teilnahme an Schulungen oder Unterweisungen auf aktuellem Stand halten.

B) Zur Prüfung befähigte Person nach Nr. 3.2

Weitergehende Anforderungen an die befähigte Person für die Prüfung von ATEX-Geräten, Schutzsystemen etc. nach Instandsetzung eines Teiles mit Relevanz für den Explosionsschutz. Sie muss über die Grundanforderungen nach § 2 Abs. 6 hinaus:

- a) die Anforderungen nach A) erfüllen und darüber hinaus
- b) eine behördliche Anerkennung für die Durchführung dieser Prüfungen haben und
- c) über die notwendigen Prüfeinrichtungen verfügen.

Diese Prüfungen können auch vom Hersteller durchgeführt werden, was im Bereich der Nahrungsmittelbranche voraussichtlich die Vorzugslösung sein wird. Die befähigte Person nach Nr. 3.2 wird in den Betrieben der Nahrungsmittelbranche eine Ausnahme bleiben.

C) Zur Prüfung befähigte Person nach Nr. 3.3

Weitergehende Anforderungen an die befähigte Person für die Prüfung von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen vor der erstmaligen Inbetriebnahme und nach prüfpflichtigen Änderungen. Sie muss über die Grundanforderungen nach § 2 Abs. 6 hinaus:

- a) eine der folgenden Qualifikationen besitzen:
 - aa) ein einschlägiges Studium,
 - bb) eine einschlägige Berufsausbildung,
 - cc) eine vergleichbare technische Qualifikation oder
 - dd) eine andere technische Qualifikation mit langjähriger Erfahrung auf dem Gebiet der Sicherheitstechnik,
- b) umfassende Kenntnisse des Explosionsschutzes einschließlich des zugehörigen Regelwerkes besitzen,
- c) eine einschlägige Berufserfahrung aus einer zeitnahen Tätigkeit nachweisen können,
- d) ihre Kenntnisse zum Explosionsschutz auf aktuellem Stand halten und
- e) sich regelmäßig durch Teilnahme an einem einschlägigen Erfahrungsaustausch auf dem Gebiet des Explosionsschutzes fortbilden.

Die befähigte Person nach Nr. 3.3 darf auch die wiederkehrende Prüfung der Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen auf Explosionssicherheit durchführen, die zukünftig mindestens alle sechs Jahre erfolgen muss.

Hinweis:

Die befähigte Person nach Nr. 3.3 entspricht in etwa derjenigen nach Anhang 4 A Nr. 3.8 in der alten Betriebssicherheitsverordnung (dort „Prüfung der Explosionssicherheit der Arbeitsplätze“ durch eine befähigte Person mit besonderen Kenntnissen auf dem Gebiet des Explosionsschutzes).

8.4.3 „Wiederkehrende Prüfung“

Nach der neuen Betriebssicherheitsverordnung müssen Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen mindestens alle 6 Jahre wiederkehrend auf ihren sicheren Zustand hinsichtlich des Betriebes geprüft werden (§ 16 i. Verb. mit Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 5.1 BetrSichV). Bei der wiederkehrenden Prüfung nach Nr. 5.1 sind dabei jeweils auch die Prüffristen für die nächsten wiederkehrenden Prüfungen festzulegen.

Unter Berücksichtigung des Explosionsschutzdokumentes und der Zoneneinteilung muss dabei festgestellt werden, ob

- a) die für die Prüfung benötigten technischen Unterlagen vollständig vorhanden sind und ihr Inhalt plausibel ist,
- b) die Prüfungen nach den Nummern 5.2 (Prüfung von „ATEX-Geräten) und 5.3 (Lüftungs-, Gaswarn- und Inertierungsanlagen) vollständig durchgeführt wurden,
- c) sich die Anlage in einem dieser Verordnung entsprechenden Zustand befindet und sicher verwendet werden kann,
- d) die festgelegten technischen und organisatorischen Maßnahmen wirksam sind und ob
- e) (falls vorhanden) das Instandhaltungskonzept nach Nummer 5.4 wirksam ist.

Diese wiederkehrende Prüfung darf von einer zur Prüfung befähigten Person nach Nr. 3.3 oder durch eine zugelassene Überwachungsstelle (ZÜS) durchgeführt werden. Bei Anlagen nach § 18 Nr. 1 Satz 1 BetrSichV darf diese Prüfung nur von einer ZÜS durchgeführt werden.

Weitergehende Prüfung 1 (Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 5.2 BetrSichV)

Zusätzlich gilt, dass Geräte, Schutzsysteme, Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen im Sinne der Richtlinie 2014/34/EU (in diesem Explosionsschutzdokument vereinfachend „ATEX-Geräte“ genannt), wiederkehrend **mindestens alle 3 Jahre** geprüft werden müssen, und zwar von einer „befähigten Person nach Nr. 3.1“ (siehe dazu aber => Einschränkung 3).

Weitergehende Prüfung 2 (Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 5.3 BetrSichV)

Zusätzlich gilt weiterhin, dass Lüftungsanlagen, Gaswarn- und Inertisierungseinrichtungen **mindestens einmal jährlich** geprüft werden müssen. Auch dies darf von einer „zur Prüfung befähigten Person nach Nr. 3.1“ (siehe oben) durchgeführt werden.

„Alternativlösung“ zu den weitergehenden Prüfungen 1 und 2 (Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 5.4 BetrSichV)

Auf die wiederkehrenden Prüfungen der „ATEX-Geräte“ (Nr. 5.2) sowie der Lüftungsanlagen, Gaswarn- und Inertisierungseinrichtungen (Nr. 5.3) kann aber auch verzichtet werden. Und zwar dann, wenn es ein Instandhaltungskonzept gibt, das gleichwertig sicherstellt, dass ein sicherer Zustand der Anlagen aufrechterhalten wird und die Explosionssicherheit dauerhaft gewährleistet ist.

Ob dies so ist, muss im Rahmen der Prüfung vor der erstmaligen Inbetriebnahme bzw. vor der Installation dieses Instandhaltungskonzeptes mitgeprüft werden. Das Instandhaltungskonzept muss auch bei jeder wiederkehrenden Prüfung nach Nr. 5.1 hinsichtlich seiner Wirksamkeit bewertet werden.

Prüfberechtigt ist die befähigte Person nach Nr. 3.3, (sofern es sich nicht um die oben aufgeführten Anlagen mit besonderem Gefährdungspotenzial wie z.B. Lageranlagen bzw. Füllstellen für Alkohol handelt, welche von einer zugelassenen Überwachungsstelle (ZÜS) zu prüfen sind.)

8.4.4 „Außerordentliche Prüfung“

Schließlich kann die zuständige Behörde gemäß § 19 Abs. 5 BetrSichV bei überwachungsbedürftigen Anlagen im Einzelfall eine außerordentliche Prüfung anordnen, wenn hierfür ein besonderer Anlass besteht. Ein solcher Anlass besteht insbesondere dann, wenn ein Schadensfall eingetreten ist. Der Arbeitgeber hat eine angeordnete Prüfung unverzüglich zu veranlassen.

8.4.5 Prüfaufzeichnungen und -bescheinigungen

Der Arbeitgeber muss nach § 17 BetrSichV dafür sorgen, dass die Ergebnisse der Prüfung vor erstmaliger Inbetriebnahme, der Prüfung nach prüfpflichtigen Änderungen sowie der wiederkehrenden Prüfung aufgezeichnet wird.

Daraus muss mindestens hervorgehen:

1. die Anlagenidentifikation mit den Grenzen der jeweils betrachteten Einheit
2. das Prüfdatum,
3. die Art der Prüfung,
4. die Prüfungsgrundlagen,
5. der Prüfumfang,
6. die Wirksamkeit und Funktion der getroffenen Schutzmaßnahmen,
7. das Ergebnis der Prüfung und
8. die Frist bis zur nächsten wiederkehrenden Prüfung nach § 16 Absatz 2 BetrSichV.

Die Berücksichtigung der TRBS 1201 Teil 1 „Prüfung von Anlagen in Ex-Bereichen und Überprüfung von Arbeitsplätzen in Ex-Bereichen“ ist dabei empfehlenswert.

8.5 Reinigung

Ausgelaufener Alkohol, z.B. auf Grund von Leckagen, durch Verschütten, platzende Flaschen sowie Restmengen aus Anlagen, ist sofort zu beseitigen. In Nassbereichen kann Alkohol durch Zugabe von Wasser unter Erhöhung des Flammpunktes gefahrlos beseitigt werden.

Das festgelegte Procedere muss im Explosionsschutzdokument dargelegt werden. Die Anlagen sind regelmäßig durch Kontrollgänge zu überwachen.

8.6 Instandhaltung

Die Instandhaltung umfasst Inspektion, Wartung und Instandsetzung.

Bei Instandhaltungsarbeiten können für einen begrenzten Zeitraum

- innerhalb eines gefährdeten Bereiches explosionsfähige Atmosphären entstehen oder vorhanden sein oder
- Tätigkeiten erforderlich sein,

die durch die im Explosionsschutzdokument beschriebenen Explosionsschutzmaßnahmen nicht oder nicht hinreichend berücksichtigt sind.

Konkrete Regelungen zu Instandhaltungsarbeiten mit Explosionsgefährdungen können der TRBS 1112 Teil 1 „Explosionsgefährdungen bei und durch Instandhaltungsarbeiten - Beurteilung und Schutzmaßnahmen“ entnommen werden.

Art, Umfang und Verantwortlichkeiten der Instandhaltungsarbeiten sind in einem Wartungsplan festzulegen. Vor Beginn von Instandhaltungsarbeiten sind alle Beteiligten zu informieren und die Arbeiten werden mittels eines Arbeitsfreigabesystems freigegeben.

Bei Instandhaltungsarbeiten sind Explosionsgefahren und das unbeabsichtigte Einschalten während der Arbeiten durch eine mechanische und eine elektrische Trennung von Geräten oder Anlagenteilen zu verhindern.

Bei Instandhaltungsarbeiten mit Zündgefahren, wie z. B. Schweiß-, Schleif- oder Schneidarbeiten (Feuararbeiten), muss durch entsprechende Maßnahmen eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre ausgeschlossen werden. Die zu bearbeitenden Anlagenteile sind zu entleeren und zu reinigen. Sie müssen frei von brennbaren Stoffen sein. Während der Arbeiten dürfen keine brennbaren Stoffe an den Arbeitsort gelangen.

Bei anstehenden Feuerarbeiten in oder in der Umgebung explosionsgefährdeter Bereiche, also z. B. auch in angrenzenden Räumen, sind diese in die Schutzmaßnahmen einzubeziehen. Falls immer möglich, sind die betroffenen Anlagenteile auszubauen und im Freien, einer Werkstatt oder einer sonst ungefährlichen Stelle zu bearbeiten.

Für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen sind folgende Werkzeuge zugelassen:

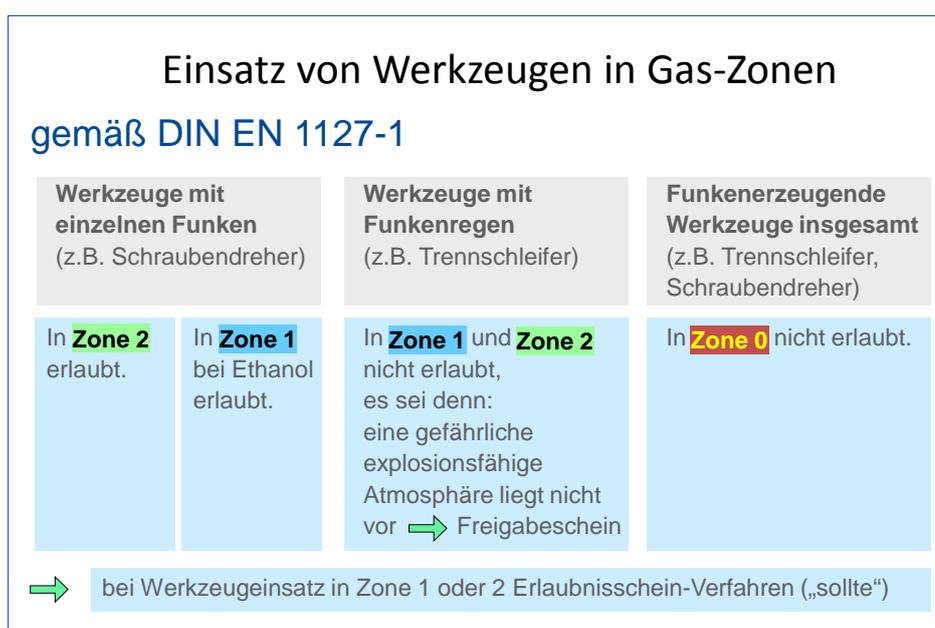


Abb. 13: Einsatz von Werkzeugen in Gas-Ex-Zonen

Bei der Gefährdungsbeurteilung sind auch Tätigkeiten zu berücksichtigen, bei denen auch nach Ausschöpfung sämtlicher technischer Schutzmaßnahmen die Möglichkeit einer Gefährdung besteht. Dies gilt insbesondere für Instandhaltungsarbeiten, einschließlich Wartungsarbeiten.

Gerade in explosionsgefährdeten Bereichen gehören Instandhaltungsarbeiten zu den gefährlichen Arbeiten.

Instandhaltungsmaßnahmen dürfen nur von fachkundigen, beauftragten und unterwiesenen Beschäftigten oder von sonstigen für die Durchführung der Instandhaltungsarbeiten geeigneten Auftragnehmern mit vergleichbarer Qualifikation durchgeführt werden.

Vor Beginn von Instandhaltungsarbeiten werden alle Beteiligten informiert und die Arbeiten werden mittels eines Arbeitsfreigabesystems (s.o.) freigegeben. Routinemäßige, häufig durchzuführende Arbeiten werden gegebenenfalls auch in einer Betriebsanweisung verbindlich geregelt.

Instandhaltungsarbeiten müssen nach dem Stand der Technik erfolgen und sicher durchgeführt werden. Die Angaben des Herstellers von Arbeitsmitteln einschließlich Anlagen müssen berücksichtigt werden.

Insbesondere beim Einsatz von betriebsfremden Arbeitnehmern wird eine sorgfältige Einweisung und Überwachung der Arbeiten sowie eine gute Koordination sichergestellt.

Bei Instandhaltungsarbeiten mit Zündgefahren im explosionsgefährdeten Bereich wird durch entsprechende Maßnahmen, z.B. Abdecken offener Gefäße, Freimessung mit Gaswarngerät etc., eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre ausgeschlossen. Dieser Zustand wird für die Dauer der Instandhaltung und erforderlichenfalls einige Zeit darüber hinaus sichergestellt.

8.7 Arbeitsfreigaben

Bei Instandsetzungsarbeiten, von denen direkt Zündgefahren ausgehen können, wie z. B. Schweißen oder Schneiden (Feuerarbeiten), ist ein spezielles Arbeitsfreigabesystem erforderlich. Für diese Arbeiten ist ein Aufsichtsführender zu bestimmen, der vor Aufnahme der Arbeiten diese schriftlich genehmigt. Der für die Arbeitsfreigabe verantwortlichen Person sind dafür angemessene Pflichten und Befugnisse zu übertragen.

Der Arbeitsfreigabeschein ist vor Aufnahme der Tätigkeiten durch alle Beteiligten auszufüllen und zu unterschreiben. Falls erforderlich (z. B. bei Arbeiten von Fremdfirmen) sind die mit den Tätigkeiten beauftragten Beschäftigten gesondert zu unterweisen.

Ein Muster eines Formblatts für die Arbeitsfreigabe findet sich im Anhang 4.

9. Modul A: Beurteilung der Explosionsgefahr durch Alkoholdämpfe in Brennereien

Folgende Teilprozesse, in denen eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre durch ein Gemisch aus alkoholischen Dämpfen und Luft auftreten kann, werden betrachtet:

- Brennen von Maische / Mazerat zu Raubrand (Rohbrand)
- Rektifikation zu Feinbrand
- Lagerung der Destillate im Tagesbehälter / Alkohollager
- Lagerung von Neutralalkohol

9.1 Einsatzstoffe

Die bei der Destillation verwendeten alkoholhaltigen Einsatzstoffe aus unterschiedlichen Ausgangsstoffen landwirtschaftlichen Ursprungs (vergorene Maischen, Wein, Bier, Mazerate, etc.) können sein:

- **Getreide**
Getreidemaische, z. B. aus Weizen, Roggen oder Gerste, geschrotet oder gemahlen
Der Alkoholgehalt der Maische aus stärkehaltigen Rohstoffen nach Vergärung beträgt ca. 7 - 10 Vol.-%.
- **Kartoffeln**
Maische, z. B. aus geriebenen Kartoffeln
Der Alkoholgehalt der Maische nach Vergärung beträgt ca. 10 Vol.-%.
- **Obst**
Obstmaischen, z. B. aus Kern- und Steinobst (Herstellung von Obstbränden)
Der erzielbare Alkoholgehalt herkömmlicher Obstmaischen liegt nach der Vergärung zwischen 2 - 3 Vol.-% (Wacholderbeeren, Vogelbeeren) und 7 - 10 Vol.-% (Weintrauben)
- **Digerate, Mazerate, Perkolate**
Durch Lösen von Inhaltsstoffen mit Alkohol oder Alkohol/Wasser-Gemischen mit oder ohne Erwärmung gewonnene Auszüge (z.B. Herstellung von Obstgeistern).
Die Alkoholgehalte der Ansätze betragen meistens bis zu 60 Vol.-%.
- **Reststoffe der Zuckergewinnung**
Melasse (aus Zuckerrüben), Bagasse (aus Zuckerrohr)
Der Alkoholgehalt der Melasse beträgt nach Vergärung ca. 8 Vol.-%.
- **Brennwein (18 - 24 Vol.-%)**
Wein, Obstweine, Bier, Weintrester

Anmerkung

Maischen sind i.d.R. nicht als entzündbare Flüssigkeiten einzustufen.

9.2 Herstellung von Alkohol aus Getreide oder Kartoffeln

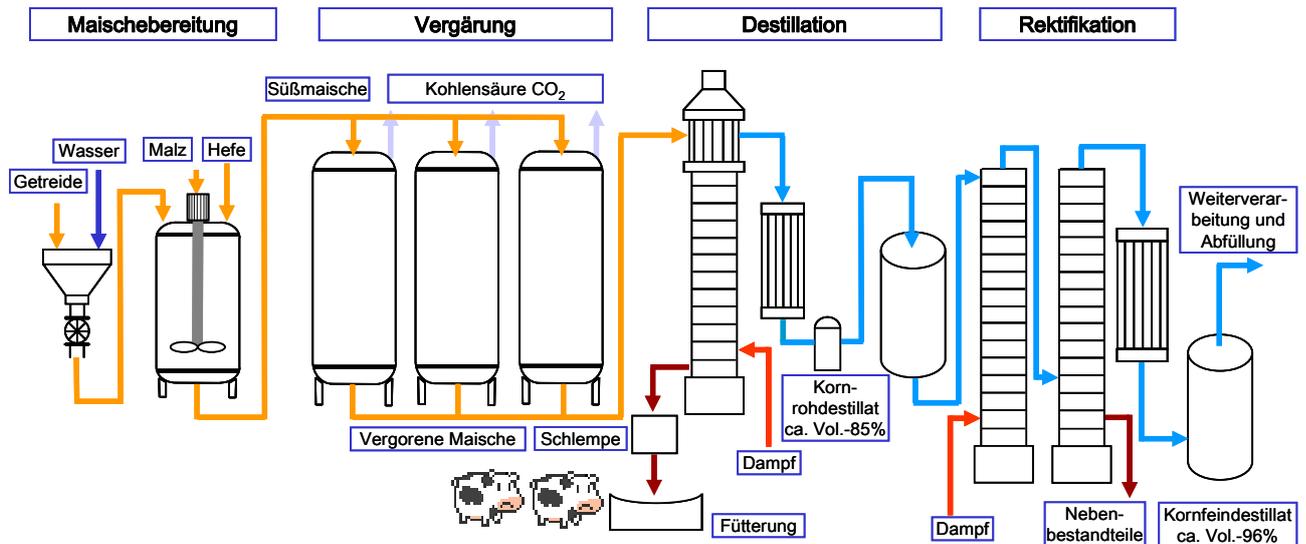


Abb. 14: Anlagenschema Getreide- / Kartoffelbrennerei

Die Anlagenschemata in Abb. 14 / Abb. 15 zeigen die typischen Verfahrensschritte zur Herstellung von Alkohol aus Getreide. (Das Verfahren beim Einsatz von Kartoffeln als Ausgangsprodukt ist nahezu analog.)

Verfahrensbeschreibung

Nach der abgeschlossenen Gärung enthält die Maische ca. 12 - 15 Vol.-% Alkohol. Die Maische wird aus den Gärtanks in die Destillationskolonne gepumpt. Zur Vorwärmung wird die Maische über einen so genannten Dephlegmator (Rohrschleife) geleitet, der sich im Kopf der Destillationskolonne befindet. Die Maische wird dabei auf Siedehitze gebracht. Die Maische fließt im Gegenstrom zum aufsteigenden Dampf über verschiedene Glockenböden. Am Kopf der Kolonne wird der dampfförmige Alkohol (Rohdestillat) über einen Kühler kondensiert und über die Vorlage zum Tagessammelgefäß / Rohalkohollager geleitet. Der Alkoholgehalt des Rohdestillats beträgt 83 - 85 Vol.-% und entspricht damit einer leicht entzündbaren Flüssigkeit mit einem Flammpunkt von ca. 19°C.

In den Brennereien, in denen anschließend trinkfertige Produkte, wie z. B. Korn, hergestellt werden, wird in einer zweiten Destillation aus dem Rohalkohol das Feindestillat gewonnen. Hierzu wird der Rohalkohol im Rektifizierapparat verdampft. Die Dämpfe durchströmen mehrere Glockenböden, wo sie sich zum Teil verflüssigen und über Rückflussrohre nach unten

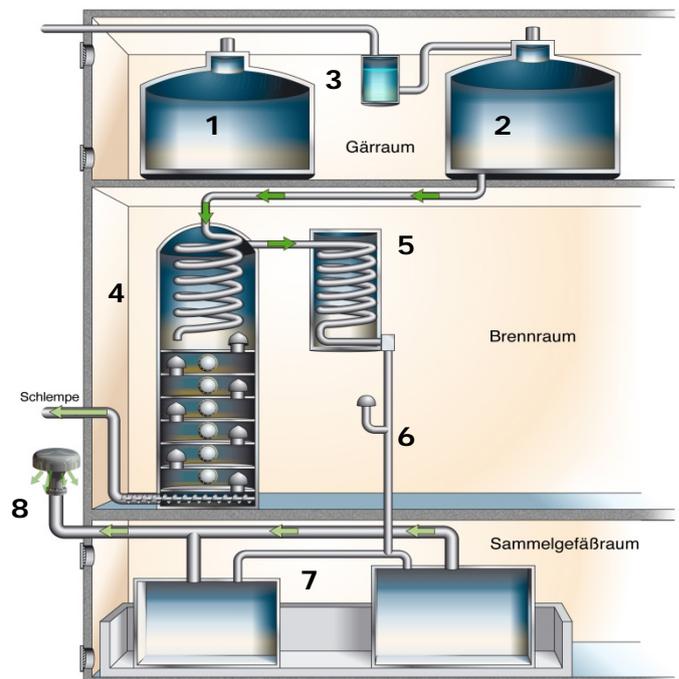


Abb. 15: Brennanlage für Getreide

- 1 – Vormaischbehälter
- 2 – Maischbehälter
- 3 – Kohlendioxidwäsche
- 4 – Destillation
- 5 – Kühler
- 6 – Vorlage
- 7 – Rohalkohollager
- 8 – Entlüftung (dauerbrandsichere Flammendurchschlagsicherung)

zurückfließen (Gegenstrom-Destillation). Die bis in den Oberteil des Rektifizierapparats gelangenden Alkoholdämpfe werden im Kondensator teilweise verflüssigt, wobei die niedrigprozentigen Alkoholdämpfe über den obersten Boden zurückgeführt werden. Die Alkoholdämpfe werden im Feinbrandkühler vollständig verflüssigt, in der Feinbrandvorlage aufgefangen und von dort zum Alkohollager gepumpt.

Der Alkoholgehalt des Feindestillats beträgt bis zu 96 Vol% und der Flammpunkt dann ca. 15°C.

9.2.1 Tabellarische Zoneneinteilung für eine Beispielanlage zur Alkoholherstellung aus Getreide

Die Zoneneinteilung ist für die Betriebsräume und das Innere von Anlagen getrennt zu betrachten. Im Folgenden wird eine Zoneneinteilung für beispielhafte verfahrenstechnische Anlagen (s. Abb. 14, Abb. 15) vorgenommen:

Modul A: Brennen von Getreide/ Kartoffel-Maischen	Zoneneinteilung für den Bereich: Brennraum – Alkohollager	
Anlagenteil (Inneres)	Zone	Begründung der Zonenzuordnung
Vormaischbehälter	keine	Kein Alkohol vorhanden
Maischebottich	keine	Alkoholgehalt max. 12 - 15 Vol.-% Flammpunkt liegt deutlich über der Verarbeitungstemperatur
Maischepumpe	keine	Alkoholgehalt max. 12 - 15 Vol.-% Flammpunkt liegt deutlich über der Verarbeitungstemperatur
Destillation	1	Während der Destillation ist die obere Explosionsgrenze überschritten. Nur während des An- und Abfahrens der Brenn-anlage (gelegentlich) wird der Explosionsbereich durchfahren. Gefährliche ex-plosionsfähige Atmosphäre (g.e.A.) ist somit nur während des An- und Abfahrvorgangs vorhanden.
Schlempeabführung	keine	Alkoholgehalt gegen 0 Vol.-% (zu vernachlässigen)
Kühler nach Destillation	0	Durch Kondensation der Alkoholdämpfe und den hohen Alkoholgehalt des Kondensats sowie der Verbindung zur Entlüftung des Tages-sammelgefäßes / Alkohollagertanks ist g.e.A. ständig vorhanden.
Alkoholvorlage	0	G.e.A. ständig vorhanden <ul style="list-style-type: none"> • Flammpunkt liegt nicht ausreichend über Verarbeitungstemperatur • Verbindung zur Umgebung über Entlüftung

Tagessammelgefäß inkl. Entlüftungsleitung	0	G.e.A. ständig vorhanden <ul style="list-style-type: none"> Flammpunkt liegt nicht ausreichend über Verarbeitungstemperatur Verbindung zur Umgebung über Entlüftung
Rektifiziersäule	1	G.e.A. beim An- und Abfahren
Kühler nach Rektifizierkolonne	0	Durch Kondensation der Alkoholdämpfe und den hohen Alkoholgehalt des Kondensats sowie der Verbindung zur Entlüftung des Tagessammelgefäßes / Alkohollagertanks ist g.e.A. ständig vorhanden.
Alkoholpumpen	1 keine	G.e.A. beim An- und Abfahren Pumpe ständig mit Produkt gefüllt.
Alkoholtanks inkl. Entlüftungsleitungen (Rohalkohol/Feindestillat)	0	G.e.A. ständig vorhanden <ul style="list-style-type: none"> Flammpunkt liegt nicht ausreichend über Verarbeitungstemperatur Verbindung zur Umgebung über Entlüftung
Messuhr	1	G.e.A. beim An- und Abfahren
Umgebung des Anlagenteils (Betriebsraum)		
Umgebung des Anlagenteils (Betriebsraum)	Zone	Begründung der Zonenzuordnung
Maischebottich	keine	Alkoholgehalt max. 12 - 15 Vol.-% Flammpunkt liegt deutlich über der Verarbeitungstemperatur
Maischepumpe	keine	Alkoholgehalt max. 12 - 15 Vol.-% Flammpunkt liegt deutlich über der Verarbeitungstemperatur
Destillationskolonne	keine	Anlage auf Dauer technisch dicht Zusätzlich Zollverschluss! (TRGS 722 (TRBS 2152-2) Zif. 2.4.3.2)
Schlempeabführung	keine	Alkoholgehalt vernachlässigbar
Kühler nach Destillation	keine	Anlage auf Dauer technisch dicht Zusätzlich Zollverschluss! (TRGS 722 (TRBS 2152-2) Zif. 2.4.3.2)
Alkoholvorlage	keine	Anlage auf Dauer technisch dicht Zusätzlich Zollverschluss! (TRGS 722 (TRBS 2152-2) Zif. 2.4.3.2)
Entlüftungsöffnung der Alkoholvorlage	1 (Nahbereich)	Nur geringer Austritt von Alkoholdämpfen im Normalbetrieb! (Erhöhter Austritt auf Grund von Störungen werden über Anzeige sofort sichtbar.)
Tagessammelgefäß (Große Destillatvolumenströme)	a) keine	Anlage auf Dauer technisch dicht (geschlossener Behälter mit Entlüftung ins Freie) Zusätzlich Zollverschluss! (TRGS 722 (TRBS 2152-2) Zif. 2.4.3.2)

	b) 1 (ganzer Raum)	Anlage technisch dicht (geschlossener Behälter mit Entlüftung in den Raum) (TRGS 722 (TRBS 2152-2) Zif. 2.4.3.3)
Entlüftungsöffnung des Tagessammelgefäßes im Freien	1 (0,5 m um die Öffnung) 2 (weitere 1 m)	Große Destillatvolumenströme Entlüftung erfolgt über feste Rohrleitungen ins Freie. Gelegentlich g.e.A. bei Befüllung. Entlüftungsöffnung > 4 m über Erdgleiche
Tagessammelfäß (Kleinanlagen, z. B. von Klein- und Abfindungsbrennereien, max. 100 l reiner Alkohol pro Tag)	2 ³ (Nahbereich um Behälterdeckel) 1 ³ (Nahbereich um Behälterdeckel) 2 ³ (weitere 1 m um Behälterdeckel)	Anlage technisch dicht (TRGS 722 (TRBS 2152-2) Zif. 2.4.3.3) Nur kleine Destillatvolumenströme! Entlüftung in den Raum a) technische Lüftung b) natürliche Lüftung
Rohalkoholtanks (ca. 85 Vol.-%)	keine	G.e.A. ausgeschlossen <ul style="list-style-type: none"> Anlage im Bereich des Lagerraums auf Dauer technisch dicht. Entlüftung erfolgt über feste Rohrleitungen ins Freie. Zusätzlich Zollverschluss! (TRGS 722 (TRBS 2152-2) Zif. 2.4.3.2)
Entlüftungsöffnung der Rohalkoholtanks	1 (0,5 m um die Öffnung) 2 (weitere 1 m)	G.e.A. gelegentlich bei der Befüllung vorhanden <ul style="list-style-type: none"> Entlüftung erfolgt über feste Rohrleitungen ins Freie Entlüftungsöffnung > 4 m über Erdgleiche
Rektifizierkolonne	keine	Anlage auf Dauer technisch dicht Zusätzlich Zollverschluss! (TRGS 722 (TRBS 2152-2) Zif. 2.4.3.2)
Kühler nach Rektifikation	keine	Anlage auf Dauer technisch dicht Zusätzlich Zollverschluss! (TRGS 722 (TRBS 2152-2) Zif. 2.4.3.2)

	<p>c)</p> <p>2³ (1 m um die Pumpe)</p> <p>1^{1,3} (0,5 m um die Pumpe)</p> <p>2^{1,3} (weitere 1 m)</p>	<p>In Räumen: Pumpen mit Schlauchverbindungen, die regelmäßig geöffnet werden</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pumpen und Schlauchverbindungen werden mit Wasser frei gespült • Die Zonen gelten auch für die Bereiche, die mit den Kupplungshälften überstrichen werden! <p>a) bei technischer Lüftung TRGS 509 Anlage 2 Nr. 3 Pkt. 6³)</p> <p>b) bei natürlicher Lüftung (TRGS 509 Anlage 2 Nr. 3 Pkt. 5³)</p>
Alkohollagertank im Raum mit Entlüftung ins Freie (Neutralalkohol und Destillat, leicht entzündbar)	Keine (im Raum)	<p>G.e.A. ausgeschlossen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anlage im Bereich des Lagerraums auf Dauer technisch dicht • Entlüftung erfolgt über feste Rohrleitungen ins Freie • Zusätzlich Zollverschluss! <p>(TRGS 722 (TRBS 2152-2) Zif. 2.4.3.2)</p>
Entlüftungsöffnung der Alkohollagertanks (im Freien)	<p>1 (0,5 m um Entlüftung)</p> <p>2 (weitere 1 m)</p>	<p>G.e.A. gelegentlich im Bereich der Entlüftung bei Befüllung vorhanden</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entlüftung erfolgt über feste Rohrleitungen ins Freie. Gelegentlich g.e.A. bei Befüllung³ • Entlüftungsöffnung > 4 m über Erdgleiche
Alkohollagertanks in Räumen mit Entlüftung in den Raum (Neutralalkohol und Destillat, leicht entzündbar)	Einzelfallbetrachtung	<p>G.e.A. gelegentlich im Bereich der Entlüftung bei Befüllung vorhanden</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ex-Schutzmaßnahmen zwingend erforderlich (z. B. technische Lüftung; Objektabsaugung) <p>(s. TRGS 509)</p>

<p>Entleerungsanschlüsse von Alkohollagertanks Entleerung der Tanks über lösbare Schlauchverbindungen. (Alkohol/Wasser-Mischungen, entzündbar)</p>	<p>2^{1,3} (1 m um Anschlussstutzen bzw. Kupplungshälften, Höhe 0,8 m)</p> <p>1^{1,3} (0,5 m um Anschlussstutzen bzw. Kupplungshälften, Höhe 0,8 m)</p> <p>2^{1,3} (weitere 1 m um Anschlussstutzen bzw. Kupplungshälften, Höhe 0,8 m)</p>	<p>G.e.A. gelegentlich vorhanden</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schlauchverbindungen werden selten gelöst • Freischieben der Leitungen mit Wasser • Der explosionsgefährdete Bereich (Zone) um die Kupplungshälften erstreckt sich über den gesamten Bereich, der während des Hantierens von den Kupplungshälften überstrichen werden kann. <p>a) bei technischer Lüftung (TRGS 509 Anlage 2 Nr. 2 Zif. 9³)</p> <p>b) bei natürlicher Lüftung</p>
<p>Nachbarräume</p>	<p>Zone entsprechend der angrenzenden Bereiche</p>	<p>Offene Nachbarräume ohne dauerhafte Trennung, z. B. durch geschlossene Türen</p>

¹ Flammpunkt liegt nicht ausreichend über der Verarbeitungstemperatur (s. Erläuterungen Abschnitt 10.2).

² Verarbeitungstemperatur liegt immer unterhalb des Flammpunkts abzüglich 5 K

³ Die Ausdehnungen der Zonen wurde auf Grundlage anwendungsspezifischer Messungen geringer angesetzt, als in der TRGS 509 vorgesehen. Die Durchführung der Messungen erfolgte durch die IBExU in Freiberg und die Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gastgewerbe in Mannheim.



Abb. 16: Sperrwasserkontrolle für Alkoholpumpen

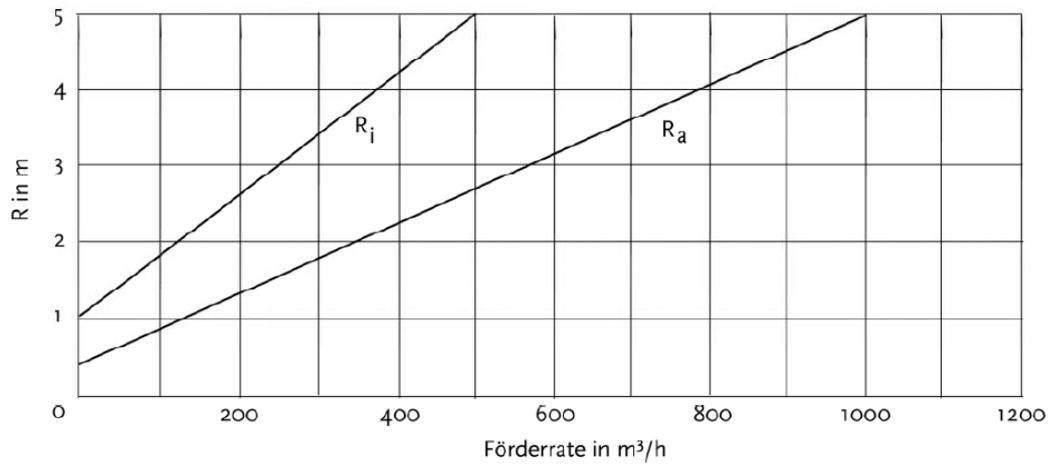


Abb. 17: Festlegung der Abstände Ra und Ri (TRGS 509 Abb. A2-3)

9.3 Herstellung von Alkohol aus Obst

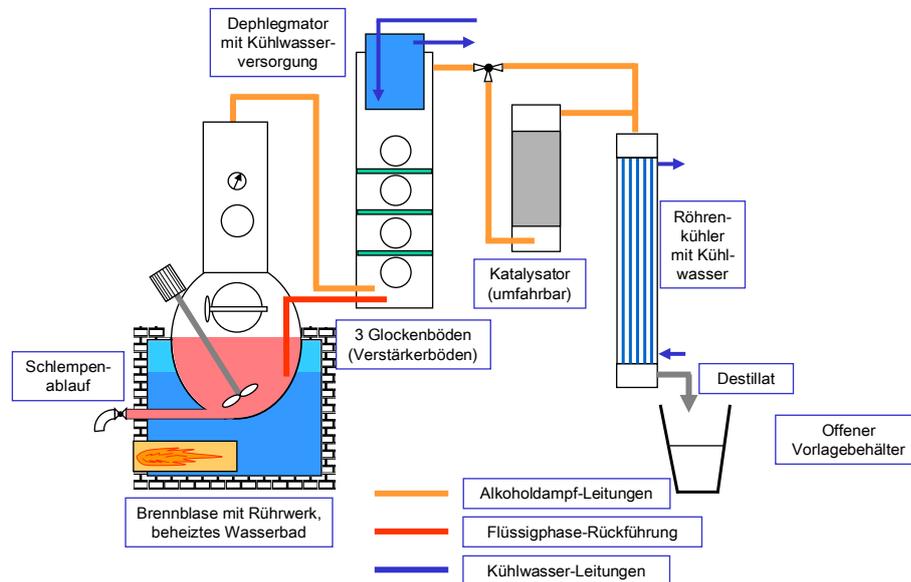


Abb. 18: Schema einer Obstbrennanlage

Stellvertretend für die Destillaterzeugung aus nicht stärkehaltigen Rohstoffen werden die in Obstbrennereien verbreiteten Herstellverfahren von Obstdestillaten, die mit unterschiedlichen Explosionsgefahren verbunden sind, betrachtet.

a) Obstbrand aus Maischen

Nach der Vergärung werden die Maischen im traditionellen Verfahren zweifach destilliert (Raubrand und Feinbrand), wobei einfache Apparaturen, bestehend aus Brennblase mit Helm, Geistrohr und Kühler, eingesetzt werden.

In modernen Brennanlagen (s. Bild 14) kann ein hochkonzentrierter Obstbrand in einem einzigen Brennvorgang hergestellt werden. Dazu wird die Maische in einer indirekt mit Wasser oder Dampf beheizten Brennblase destilliert. Über einen Überschäumboden mit Maischerücklauf gelangen die Alkoholdämpfe in die Verstärkereinheit, in der auf den einzelnen Glockenböden durch einen intensiven Kontakt von flüssiger und dampfförmiger Phase die Alkoholdämpfe aufkonzentriert werden. Durch Kondensation am Dephlegmator wird eine zusätzliche Anreicherung des Alkohols in den Dämpfen erreicht.

Durch Zuschaltung eines Kupfer-Katalysators werden Blausäure bzw. Ethylcarbamat vornehmlich aus Steinobstansätzen (z. B. Mirabelle, Kirsche, Zwetschge) entfernt.

Im Kühler werden die hoch angereicherten Alkoholdämpfe kondensiert, das Kondensat wird in einer Vorlage aufgefangen bzw. dem Lager zugeführt.

b) Obstgeiste aus Mazeraten

Bei der „Geist-Herstellung“ wird den frischen Früchten (z. B. Himbeeren, Wacholder) Alkohol (bis zu 96 Vol.-%) zugesetzt und – je nach Frucht – mit unterschiedlichen Mengen Wasser verdünnt. Dieses Gemisch wird in Tanks zwischengelagert.

Vor dem Destillieren wird dem Mazerat gegebenenfalls weiterer Alkohol zugesetzt. Das Mazerat wird in einem speziellen Behälter mit Rührwerk gemischt und vorbereitet.

Danach erfolgt die Destillation auf der Brennblase. Das Destillationsverfahren erfolgt analog zum unter a) beschriebenen Verfahren. Die fertigen Destillate werden zur Reifung in Tanks oder Fässern gelagert.

9.3.1 Tabellarische Zoneneinteilung für Beispielanlage zur Alkoholherstellung aus Obst

Die Zoneneinteilung ist für die Betriebsräume und das Innere von Anlagen getrennt zu betrachten. Im Folgenden wird eine Zoneneinteilung für eine beispielhafte verfahrenstechnische Anlage (s. Abb. 18) vorgenommen:

Modul A: Brennen von Obst maischen	Zoneneinteilung für den Bereich: Brennraum – Alkohollager	
Anlagenteil (Inneres)	Zone	Begründung der Zonenzuordnung
Brennblase mit Helm, Verstärkungsteil, Katalysator	1	Während des Brennvorgangs ist die obere Explosionsgrenze überschritten. Nur während des An- und Abfahrens der Brennanlage (gelegentlich) wird der Explosionsbereich durchfahren. Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre (g.e.A.) ist somit nur während des An- und Abfahrvorgangs vorhanden.
Kühler	0	Durch Kondensation der Alkoholdämpfe und den hohen Alkoholgehalt des Kondensats sowie der Verbindung zur Entlüftung des Tagessammelgefäßes / Alkohollagertanks ist g.e.A. ständig vorhanden.
Tagessammelgefäß (geschlossen) inkl. Entlüftungsleitung	0	G.e.A. ständig vorhanden <ul style="list-style-type: none"> • Flammpunkt liegt nicht ausreichend über Verarbeitungstemperatur • Verbindung zur Umgebung über Entlüftung
Auffanggefäß	0	G.e.A. ständig vorhanden <ul style="list-style-type: none"> • Flammpunkt liegt nicht ausreichend über Verarbeitungstemperatur • Verbindung zur Umgebung über Entlüftung
Alkoholpumpe	1 keine	G.e.A. beim An- und Abfahren Pumpe ständig mit Produkt gefüllt.
Alkohollagertanks einschl. Entlüftungsleitungen (Rohalkohol/ Feindestillat)	0	G.e.A. ständig vorhanden <ul style="list-style-type: none"> • Flammpunkt liegt nicht ausreichend über Verarbeitungstemperatur • Verbindung zur Umgebung über Entlüftung
Messuhr	1	G.e.A. beim An- und Abfahren

	<p>1³ (Nahbereich um den Auslauf Kühler und das Auffanggefäß)</p> <p>2³ (weitere 1 m um den Auslauf Kühler und das Auffanggefäß)</p>	b) natürliche Lüftung
Offene Auffanggefäße Volumen > 10 l	Einzelfallbetrachtung	Auffangbehälter mit einem Volumen > 10 l werden üblicherweise nicht eingesetzt. Betrieb nur mit zusätzlichen Maßnahmen (z. B. Objektabsaugung) zulässig.
Sammelbehälter	<p>2³ (Nahbereich um Entlüftungsöffnung, Einfüllöffnung (falls vorhanden))</p> <p>1³ (Nahbereich um Entlüftungsöffnung, Einfüllöffnung (falls vorhanden))</p> <p>2³ (weitere 1 m)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Umfüllen aus offenen Auffanggefäßen • Behälter außer während der Befüllung verschlossen¹ • Entlüftung in den Raum <p>a) technische Lüftung</p> <p>b) natürliche Lüftung</p>
Alkoholpumpen (Neutralalkohol und Destillat, leicht entzündbar)	a) keine	<p>Anlage auf Dauer technisch dicht (doppelt wirkende Gleitringdichtung mit Sperrwasser und Sperrwasserüberwachung (s. Bild 13))</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anschlussleitungen fest verrohrt • Leckagen möglich, werden aber durch Sperrwasser verdünnt und abgeführt. Austritt von Alkoholdämpfen somit nicht möglich. <p>(TRGS 722 (TRBS 2152-2) TRGS 722 (TRGS 722 (TRBS 2152-2)) Zif. 2.4.3.2 und DGUV-Regel 113-001 (BGR 104) Bsp.-Sammlung 2.2.9.10.1)</p>

	<p>b)</p> <p>2^{1, 3} (1 m um die Pumpe)</p> <p>1^{1, 3} (0,5 m um die Pumpe)</p> <p>2^{1, 3} (weitere 1 m)</p> <p>1 (0,5 m)</p> <p>2 (weitere 1 m um die Dichtung)</p>	<p>Anlage technisch dicht (z. B. einfach wirkende Gleitringdichtung, Anschlussleitungen fest verrohrt)</p> <p><u>In Räumen:</u> Kleine Pumpenräume; Bildung von g.e.A. durch Leckagen möglich, diese werden aber z.B. durch regelmäßige Kontrollen frühzeitig erkannt.</p> <p>a) Technische Lüftung (mind. zweifacher Luftwechsel) (TRGS 509 Anlage 2 Nr.3 Zif. 6³)</p> <p>b) Natürliche Lüftung (TRGS 509 Anlage 2 Nr.3 Zif. 5³)</p> <p><u>Im Freien</u> (TRGS 722 (TRBS 2152-2) Zif. 2.4.3.2 und DGUV-Regel 113-001 (BGR 104) Bsp.- Sammlung 2.2.9.10.1)</p>
	<p>c)</p> <p>2³ (1 m)</p>	<p><u>In Räumen:</u> Pumpen mit Schlauchverbindungen, die re- gelmäßig geöffnet werden</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pumpen und Schlauchverbindungen wer- den mit Wasser frei gespült • Zonen gelten auch für die Bereiche, die mit den Kupplungshälften überstrichen werden <p>a) bei technischer Lüftung (TRGS 509 Anlage 2 Nr. 3 Pkt. 6³)</p>

	<p>1^{1,3} (0,5 m um die Pumpe)</p> <p>2^{1,3} (weitere 1 m)</p>	<p>b) bei natürlicher Lüftung (TRGS 509 Anlage 2 Nr. 3 Pkt. 5³)</p>
<p>Alkohollagertank im Raum mit Entlüftung ins Freie (Neutralalkohol und Destillat, leicht entzündbar)</p>	<p>keine (im Raum)</p>	<p>G.e.A. ausgeschlossen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anlage im Bereich des Lagerraums auf Dauer technisch dicht • Entlüftung erfolgt über feste Rohrleitungen ins Freie • Zusätzlich Zollverschluss! (TRGS 722 (TRBS 2152-2) Zif. 2.4.3.2)
<p>Entlüftungsöffnung der Alkohollagertanks (im Freien)</p>	<p>1^{1,3} (0,5 m um Entlüftung) 2^{1,3} (weitere 1 m)</p>	<p>G.e.A. gelegentlich im Bereich der Entlüftung bei Befüllung vorhanden</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entlüftung erfolgt über feste Rohrleitungen ins Freie • Gelegentlich g.e.A. bei Befüllung³ • Entlüftungsöffnung > 4 m über Erdgleiche
<p>Alkohollagertanks in Räumen mit Entlüftung in den Raum (Neutralalkohol und Destillat, leicht entzündbar)</p>	<p>Einzelfallbetrachtung</p>	<p>G.e.A. gelegentlich im Bereich der Entlüftung bei Befüllung vorhanden</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ex-Schutzmaßnahmen zwingend erforderlich (z. B. technische Lüftung; Objektabsaugung) (s. TRGS 509)
<p>Entleerungsanschlüsse von Alkohollagertanks Entleerung der Tanks über lösbare Schlauchverbindungen. (Alkohol/Wasser-Misch., entzündbar)</p>	<p>2^{1,3} (1 m um Anschlussstutzen bzw. Kupplungshälften)</p> <p>1^{1,3} (0,5 m um Anschlussstutzen bzw. Kupplungshälften)</p>	<p>G.e.A. gelegentlich vorhanden</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schlauchverbindungen werden selten gelöst • Freischieben der Leitungen mit Wasse • Der explosionsgefährdete Bereich um die Kupplungshälften erstreckt sich über den gesamten Bereich, der während des Hantierens von den Kupplungshälften überstrichen werden kann. <p>a) bei technischer Lüftung (TRGS 509 Anlage 2 Nr. 2 Pkt. 9³)</p> <p>b) bei natürlicher Lüftung</p>

	2 ^{1,3} (weitere 1 m um Anschlussstutzen bzw. Kupplungshälften)	
Nachbarräume	Zone entsprechend der angrenzenden Bereiche	Offene Nachbarräume ohne dauerhafte Trennung, z. B. durch geschlossene Türen

¹ Flammpunkt liegt nicht ausreichend über der Verarbeitungstemperatur (s. Erläuterungen Abschnitt 10.2).

² Verarbeitungstemperatur liegt immer unterhalb des Flammpunkts abzüglich 5 K

³ Die Ausdehnungen der Zonen wurden auf Grundlage anwendungsspezifischer Messungen geringer angesetzt, als in der TRGS 509 vorgesehen. Die Durchführung der Messungen erfolgte durch die IBExU in Freiberg und die Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gastgewerbe in Mannheim.

9.4 Tabellarische Gefährdungsbeurteilung und Schutzmaßnahmen für Brennereien

Brennraum, Alkohollager				
Anlagenteil	Gefährdung/ Störung	Ursache	Auswirkung	Geeignete Maßnahmen
Gesamte Anlage	Brand/Explosion durch elektrische Funken	ungeeignete elektrische Betriebsmittel im Freisetzungsbereich von Alkoholdämpfen	Sachschäden in der gesamten Anlage, Gefährdung von Personen	1. Einsatz ex-geschützter elektrischer Betriebsmittel entsprechend der jeweiligen Kategorie (s. Kap. 7)
	Brand/Explosion durch Flammen und heiße Gase	Offenes Feuer, Rauchen, Schweißarbeiten im Freisetzungsbereich von Alkoholdämpfen	Sachschäden in der gesamten Anlage, Gefährdung von Personen	1. Rauchverbot im gesamten Bereich des Brennraums und des Alkohollagers 2. Anwendung eines Arbeitsfreigabesystems für Heißarbeiten
	Brand/Explosion durch mechanisch erzeugte Funken	Schleifen, Flexen, Schlagfunken durch funkenschlagendes Werkzeug im Freisetzungsbereich von Alkoholdämpfen	Sachschäden in der gesamten Anlage, Gefährdung von Personen	1. Anwendung eines Arbeitsfreigabesystems für Heißarbeiten 2. Verwendung von funkenarmem Werkzeug (s. Kap. 8.6)

	<p>Brand/Explosion durch elektrostatische Entladung</p>	<p>Fehlender oder mangelnder Potentialausgleich im Freisetzungsbereich von Alkoholdämpfen, aufladbare Anlagenteile oder Personen</p>	<p>Sachschäden in der gesamten Anlage, Gefährdung von Personen</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Für Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen ist ein Potentialausgleich entsprechend DIN EN 60079 Teil 14 erforderlich. Bei TN-, TT- und IT-Systemen müssen alle Körper elektrischer Betriebsmittel und fremde leitfähige Teile an das Potentialausgleichssystem angeschlossen werden. Körper elektrischer Betriebsmittel müssen nicht gesondert an das Potentialausgleichssystem angeschlossen werden, wenn sie festen und gesicherten metallischen Kontakt mit Konstruktionsteilen oder Rohrleitungen haben, die ihrerseits mit dem Potentialausgleichssystem verbunden sind. 2. WICHTIG: Für die „Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatische Aufladungen“ gilt die TRGS 727 3. Isoliert eingebaute Metallteile müssen vermieden werden. 4. Fußböden in explosionsgefährdeten Bereichen müssen so ausgeführt sein, dass sich Personen beim Tragen ableitfähiger Schuhe nicht gefährlich aufladen. Fußböden können u.U. durch Befeuchtung ableitfähig gehalten werden. Auf keinen Fall darf es Entladungsfunken beim Berühren von Anlagenteilen, insbesondere von Brennblassen, geben. 5. Werden in explosionsgefährdeten Bereichen der Zonen 0 und 1 Handschuhe getragen, dürfen diese nicht isolierend sein. 6. Bei der Verwendung von Stützwendelschläuchen müssen mitgeführte Metalllitze beidseitig leitend verbunden werden.
	<p>Brand/Explosion durch Blitzschlag</p>	<p>Fehlender oder mangelnder Potentialausgleich im Freisetzungsbereich von Alkoholdämpfen</p>	<p>Sachschäden in der gesamten Anlage, Gefährdung von Personen</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Blitzschutz des Gebäudes gemäß DIN EN 62305 (zum Explosionsschutz insbesondere Teil 3, daneben Teile 1 und 4) und TRBS 2152 Teil 3

Beurteilung einzelner Anlagenbereiche				
Brennraum	Brand/Explosion im Brennraum	Entzündung von Alkoholdämpfen außerhalb von Anlagen durch Undichtigkeiten an Apparaten, Behältern und Rohrleitungen	Sachschäden, Gefährdung von Personen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vermeidung der Freisetzung von Alkoholdämpfen: Anlagen und Apparate auf Dauer technisch dicht 2. Anlagen und Apparate werden regelmäßig auf Dichtheit geprüft (z. B. vor jeder Kampagne) 3. Apparate und Behälter sind zur Fortleitung von entzündbaren Alkohol/Wasser-Gemischen über feste, auf Dauer technisch dichte Rohrleitungen miteinander verbunden 4. Ausreichender Luftwechsel im Aufstellungsraum 5. Zollverschluss verhindert Zugang zu den Apparaten und Behältern während des Betriebes
	Brand/Explosion im Brennraum	Freisetzung von Alkoholdämpfen durch Ausfall des Kühlwassers und Entzündung außerhalb der Anlage: Kühlwasserventil geschlossen/defekt	Sachschäden, Gefährdung von Personen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kontrolle des Kühlwasserdurchflusses durch z. B. Durchflussmesser oder Rotameter mit Grenzscharter (Bei Erreichen des Grenzkontaktes wird die Anlage automatisch abgeschaltet.) 2. Sicherheitsabschaltung der Heizung bei zu hoher Temperatur des Destillats
	Brand/Explosion im Brennraum durch Entzündung von Alkoholdämpfen	Entzündung von Alkoholdämpfen beim Befüllen einer vorgeheizten Brennblase mit entzündbaren Mischungen	Sachschäden, Gefährdung von Personen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verminderung der Freisetzung von Alkoholdämpfen: Befüllung der Brennblase mit entzündbaren Mischungen nur in abgekühltem Zustand 2. Ausreichender Luftwechsel im Aufstellungsraum
	Brand/Explosion im Brennraum	Anlage muss zur Störungsbeseitigung geöffnet werden: Alkoholdämpfe treten in den Brennraum aus	Sachschäden, Gefährdung von Personen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anlage wird mit Wasser beschickt, um Alkoholdämpfe auszutreiben. 2. Öffnung der Anlage erst nach entsprechender Kontrolle des Alkoholgehaltes an der Vorlage. 3. Ausreichender Luftwechsel im Aufstellungsraum

Brennanlage	Brand/Explosion beim Hochfahren der Brennblase	Entzündung des Alkoholdampfs durch nicht-ex-geschütztes Rührwerk	Sachschäden in der gesamten Anlage, Gefährdung von Personen	1. Ex-geschütztes Rührwerk der entsprechenden Kategorie verwenden
	Brand/Explosion beim Befüllen der Brennblase mit entzündbarem Alkohol / Mazerat	Entzündung freigesetzter Alkoholdämpfe durch Feuerung	Erhebliche Gefährdung von Personen durch Verbrennungen, Sachschäden in der gesamten Anlage	Minimierung der Alkoholdampf-Freisetzung durch geeignete Füllprozedur, z. B. 1. Ausreichende Abkühlung der Brennblase zwischen den Abtrieben 2. Wasservorlage vor Einfüllung 3. Einbringung hochprozentiger Alkohol/Wasser-Gemische in geschlossene, heiße Brennblasen nur langsam, bei vollem Rücklauf und unter Druckkontrolle (VORSICHT! Dieser Prozess muss genau kontrolliert werden) 4. Festlegung ausreichend großer Zonen im Außenbereich und dort 5. nur Einsatz von Geräten gemäß Richtlinie 2014/34/EU (ATEX 95) 6. Ausreichender Luftwechsel im Aufstellungsraum 7. Feuerung erst nach Verschließen der Brennblase
	Explosion beim Befüllen der Brennblase mit entzündbaren Alkohol/Wasser-Gemischen / Mazeration / Geisten	Entzündung freigesetzter Alkoholdämpfe infolge Einfüllung in zu heiße Brennblase über Mannloch	Erhebliche Gefährdung von Personen durch Verbrennungen, Sachschäden in der gesamten Anlage	1. Ausreichende Abkühlung der Brennblase zwischen den Abtrieben 2. Wasservorlage vor Einfüllung 3. Einbringung hochprozentiger Alkohol/Wasser-Gemische in geschlossene, heiße Brennblasen nur langsam, bei vollem Rücklauf und unter Druckkontrolle (VORSICHT! Dieser Prozess muss genau kontrolliert werden) 4. Festlegung ausreichend großer Zonen im Außenbereich und dort 5. nur Einsatz von Geräten gemäß Richtlinie 2014/34/EU (ATEX 95)

Vorlage	Brand/Explosion im Bereich der Vorlage	Entzündung freigesetzter Alkoholdämpfe durch Fehlbedienung der Anlage	Sachschäden, Gefährdung von Personen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ausreichende natürliche Lüftung im Bereich der Austrittsöffnung der Entlüftungsleitung 2. Indikator an der Austrittsöffnung zeigt durch Verfärbung Fehlbedienung an (zollrechtliche Vorschrift)
Probenahme	Brand/Explosion im Brennraum	Entzündung von Alkoholdämpfen im Bereich der Probenahmestelle	Sachschäden, Gefährdung von Personen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nur Entnahme kleinster Mengen möglich. Explosionsfähige Atmosphäre nicht gefahrdrohend.
Alkoholpumpen	Brand/Explosion im Brennraum / Alkohollager	Entzündung von Alkoholdämpfen auf Grund von Undichtigkeiten an der Wellendichtung	Sachschäden, Gefährdung von Personen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verwendung explosionsgeschützter Pumpen gemäß Zoneneinteilung, z. B. mit doppelt wirkender Gleitringdichtung mit Sperrwasser 2. Vorbeugende Wartung der Pumpen 3. Überwachungseinrichtungen für das Sperrwasser oder regelmäßige Kontrolle 4. Regelmäßige Kontrolle auf Undichtigkeiten 5. Ausreichender Luftwechsel im Aufstellungsraum
Antriebe Pumpen / Rührwerke	Brand/Explosion im Brennraum / Alkohollager	Entzündung von Alkoholdämpfen an heißen Oberflächen im Bereich von Antrieben (z. B. durch Lager-schaden)	Sachschäden, Gefährdung von Personen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verwendung explosionsgeschützter Pumpen gemäß Zoneneinteilung 2. Vorbeugende Wartung der Lager 3. Regelmäßige Kontrolle auf Lagergeräusche 4. Ausreichender Luftwechsel im Aufstellungsraum
Lagerbehälter	Brand/Explosion im Alkohollager	Entzündung von Alkoholdämpfen im Bereich der Entlüftungsöffnungen: Austritt durch Verdrängung des Gasvolumens bei der Befüllung von Tagessammelgefäß / Lagerbehälter	Sachschäden, Gefährdung von Personen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tagessammelgefäß und Lagerbehälter werden über geschlossene Rohrleitungen ins Freie entlüftet. (Bei mehreren Behältern werden die Entlüftungsleitungen über eine Sammelleitung zusammen geführt.) 2. Entlüftungsöffnung verfügt über eine Sicherung gegen Flammendurchschlag <u>Hinweis:</u> Die Anforderungen an die Ausführung sind abhängig von den betrieblichen Gegebenheiten. (Siehe hierzu Ausführungen unter Kap. 9.6)

<p>Messuhr</p>	<p>Brand/Explosion im Brennraum/ Alkohol-lager</p>	<p>Entzündung von Al-koholdämpfen durch Undichtigkeiten der Messuhr</p>	<p>Sachschäden, Gefährdung von Personen</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vermeidung der Freisetzung von Alkoholdämpfen: Messuhr auf Dauer technisch dicht 2. Messuhr wird regelmäßig auf Dichtheit geprüft (durch Monopolverwaltung) 3. Messuhr ist zur Fortleitung von entzündbaren Alko-hol/Wasser-Gemischen über feste, auf Dauer technisch dichte, Rohrleitungen miteinander verbunden 4. Ausreichender Luftwechsel im Aufstellungsraum 5. Zollverschluss verhindert Eingriff in die Messuhr
<p>Dampferzeuger</p>	<p>Brand/Explosion im Brennraum</p>	<p>Entzündung von Al-koholdämpfen an heißen Oberflächen im Bereich der Dampferzeugung</p>	<p>Sachschäden, Gefährdung von Personen</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Räumliche Trennung der Dampferzeugung vom Brenn-raum 2. Verbrennungsluft darf nicht aus Bereichen angesaugt werden in denen Zonen mit explosionsfähiger Atmosphä-re ausgewiesen sind.

9.5 Allgemeine Schutzmaßnahmen

1. Durchführung der erforderlichen organisatorischen Maßnahmen nach Kapitel 8, insbesondere Arbeitsfreigabesystem für Heißarbeiten wie Schweißen, Trennen, Schneiden etc.
2. Lager- und Transportbehälter für entzündbare/leicht entzündbare Alkohol/Wasser-Mischungen dürfen höchstens bis zu 95 % ihres Rauminhaltes gefüllt werden, um ein Überlaufen der Flüssigkeit infolge einer möglichen Erwärmung und einer dadurch bedingten Zunahme ihres Volumens mit Sicherheit auszuschließen.
3. Sonstige Wanddurchbrüche innerhalb von Gefahrenbereichen, z. B. für Rohrleitungen bzw. elektrische Verkabelung, müssen so ausgeführt sein, dass ein Eindringen von Alkoholdämpfen in angrenzende Räume sicher verhindert wird.
4. Muss bei Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten mit dem Auftreten von explosionsfähiger Atmosphäre gerechnet werden, z. B. beim Begehen von Behältern, ist zur Vermeidung von elektrostatischer Aufladung von Personen ableitfähiges Schuhwerk zu tragen.
5. Einsatz von Handys
 - Arbeiten in Zone 0 sind generell zu vermeiden. Der Einsatz mobiler Funkgeräte ist in dieser Zone auszuschließen.
 - Werden mobile Funkgeräte in explosionsgefährdeten Bereichen der Zone 1 betrieben, so muss für sie eine EU-Baumusterprüfbescheinigung einer benannten Stelle vorliegen.
 - Zum Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen der Zone 2 dürfen mobile Funkgeräte der Geräte-Kategorie 3 verwendet werden. Diese benötigen eine EG-Konformitätserklärung des Herstellers.
6. Zum Ausleuchten der Behälter dürfen nur explosionsgeschützte Leuchten verwendet werden.
7. Es gilt Rauchverbot in allen relevanten Betriebsräumen und im unmittelbaren Umfeld der Betriebsräume.
8. Geeignete Feuerlöscheinrichtungen sind in ausreichender Zahl bereitzuhalten (siehe ASR A2.2).
9. In explosionsgefährdeten Bereichen dürfen bei Reparaturarbeiten nur geeignete Werkzeuge eingesetzt werden (s. a. Abschn. 8.6, Abb. 13). Hierbei ist zu beachten, dass im Rahmen von Reparaturarbeiten auch in über die in Zonen eingeteilten Bereichen hinaus gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann. Z. B. kann bei einem Öffnen einer auf Dauer technisch dichten Anlage g. e. A. in der Umgebung auftreten (z. B. beim Öffnen von Tanks). Für Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten sind geeignete Schutzmaßnahmen im Explosionsschutzdokument festzulegen (s. auch TRBS 1112 Teil 1)
10. Brandschutz
Siehe brandschutzrechtliche Anforderungen der Bundesländer, Industriebaurichtlinie und TRGS 509 / TRGS 510.

9.6 Besondere Schutzmaßnahmen für Alkoholläger

Ab welcher Lagermenge Alkoholläger in den Geltungsbereich der TRGS 509 fallen, ist dieser Technischen Regel für Gefahrstoffe zu entnehmen. Dies hängt von den Flammpunkten und damit der Einstufung der gelagerten Alkohol/Wasser-Gemische ab. Für die Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern gilt die TRGS 510 entsprechend.

Hinweis 1:

Die TRGS 509 „Lagern von flüssigen und festen Gefahrstoffen in ortsfesten Behältern sowie Füll- und Entleerstellen für ortsbewegliche Behälter“ ist bei der Errichtung und dem Betrieb von Alkohollägern zu berücksichtigen. Insbesondere die Vorschriften zur Errichtung von Lägern und Tanks sowie die Vorschriften zum Brandschutz können im Rahmen dieses Praxisleitfadens aufgrund des Umfangs nicht detailliert wiedergegeben werden. Deshalb stellt die unten aufgeführte Auflistung einen zwar wesentlichen aber keinen vollständigen Auszug aus dieser TRGS dar.

Hinweis 2:

Für entzündbare wasserlösliche Flüssigkeiten (Alkohol/Wasser-Gemische) kann zur Beurteilung der Brandschutzmaßnahmen die Handlungsanleitung LV 44 des Länderausschusses für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI) herangezogen werden. In dieser Handlungsanleitung wird u.a. darauf hingewiesen, dass für wasserlösliche entzündbare Flüssigkeiten mit deutlich reduzierter Brandintensität auch reduzierte Anforderungen an den Brandschutz gestellt werden können. Ob die reduzierten Anforderungen an den Brandschutz Anwendung finden können, ist für den Einzelfall in der Gefährdungsbeurteilung zu bewerten.

Hinweis 3:

Das Kapitel 9.6 des Moduls A (Brennereien) gilt analog für die Alkoholläger der in Modul B behandelten Spirituosenbetriebe.

Bei der Festlegung von Schutzmaßnahmen sind u. a. folgende Vorgaben zu beachten, wenn nicht aus der Gefährdungsbeurteilung hervorgeht, dass ein vergleichbares Sicherheitsniveau anderweitig erreicht wird:

Anmerkung:

Die folgenden Punkte sind als Hinweis auf relevante rechtliche Vorgaben zu betrachten. Die Liste dieser Punkte ist nicht abschließend. Ergänzende Vorgaben sind der TRGS 509 zu entnehmen.

- Ortsfeste Behälter für Gefahrstoffe dürfen nicht an solchen Orten aufgestellt oder errichtet werden, an denen dies zu einer Gefährdung der Beschäftigten, anderer Personen führen oder wirksame Gefahrenabwehrmaßnahmen behindert werden kann. Dazu können insbesondere gehören:
 1. Verkehrswege, hierzu zählen auch Treppenträume, Flucht- und Rettungswege, Durchgänge, Durchfahrten,
 2. enge Innenhöfe,
 3. Dächer von Krankenhäusern, Schulen, Versammlungsstätten, Bürohäusern und ähnlich genutzte Gebäude sowie deren Dachräume,
 4. Pausen-, Bereitschafts-, Sanitär-, Sanitätsräume oder Tagesunterkünfte.
- In Lagerbereichen kann eine zusätzliche Gefährdung von offenen Bodenabläufen ausgehen. Hiervon ist grundsätzlich auszugehen, wenn leicht entzündbare oder entzündbare Alkohol/Wasser-Gemische gelagert werden. In Lagerbereichen sind Bodenabläufe grundsätzlich zu vermeiden. Sind sie aber betriebs- oder witterungsbedingt erforderlich, dürfen sie nur nach vorheriger Kontrolle geöffnet werden.

- Im Lager muss eine ausreichende natürliche oder technische Belüftung vorhanden sein, wenn durch ein Freisetzen von Gefahrstoffen eine Gefährdung von Beschäftigten oder anderen Personen möglich ist.
- Füll- und Entleerstellen für Tankfahrzeuge sind so anzulegen, dass eine Räumung im Gefahrenfall schnell und unverzüglich möglich ist. Füll- und Entleerstellen für Tankfahrzeuge müssen möglichst ohne Rangieren verlassen werden können.
- Austretende Gefahrstoffe müssen erkannt und beseitigt werden können und dürfen nicht in hierfür nicht vorgesehene Bereiche gelangen können. Hierfür müssen geeignete Auffangräume vorhanden sein.
- Flüssigkeitsstandanzeige und Überfüllschutz
 - Jeder Tank zum Lagern von Flüssigkeiten muss mit einer Einrichtung zur Feststellung des Flüssigkeitsstandes versehen sein. Diese Einrichtung kann bei oberirdischen Tanks mit ausreichend durchscheinenden Wandungen (z.B. aus Kunststoff) entfallen.
 - Das Befüllen von Tanks muss so vorgenommen werden, dass Überfüllungen nicht auftreten. Dazu müssen geeignete technische oder organisatorische Maßnahmen getroffen werden.
 - Tanks mit einem Rauminhalt von mehr als 1.000 l müssen mit einer Einrichtung ausgerüstet sein, die eine Überfüllung sicher verhindert. Dies kann z.B. durch eine Überfüllsicherung erreicht werden, die rechtzeitig vor Erreichen des zulässigen Füllungsgrades den Füllvorgang selbsttätig unterbricht.
Sofern sichergestellt wird, dass der Füllvorgang überwacht wird, genügt die Auslösung eines optischen und akustischen Alarms.
- Die baulichen Anforderungen der TRGS 510 sind bei der Lagerung in ortsfesten Behältern gemeinsam mit ortsbeweglichen Behältern ausreichend, wenn in der Summe nicht mehr als 150 t entzündbare Alkohol/Wasser-Gemische gelagert werden. Bei der Lagerung darüber hinausgehender Mengen müssen weitere Schutzmaßnahmen entsprechend der Gefährdungsbeurteilung ergriffen werden.
- Unter Ziffer 8.2 der TRGS 509 sind allgemeine Vorgaben zum Brandschutz von Alkohollägern zu finden.

Dies betrifft u.a. Anforderungen an:

- Bedachungen
 - Flucht- und Rettungswege
 - Feuerlöscheinrichtungen
 - Arbeitsfreigabesysteme
 - Blitzschutz
- Bei Lagerung von Alkohol/Wasser-Gemischen mit einem Flammpunkt $\leq 55^{\circ}\text{C}$ sind zusätzliche Anforderungen zu erfüllen, die unter Ziffer 9 der TRGS 509 beschrieben sind.

Dies betrifft u.a. Anforderungen an:

- den erforderlichen Abstand zwischen Gebäuden und Lagertanks
- an die Feuerbeständigkeit von Gebäuden
- an Füllstellen im Freien
- an Tank- und Tankgruppenabstände
- an automatische Brandmeldeeinrichtungen bei einem Lagervolumen von mehr als 20.000 l (unter bestimmten Voraussetzung auch zwischen 10.000 und 20.000 l)
- an automatische Löschanlagen bei Lagerung von Ethanol in ortsfesten Tanks mit Gesamtrauminhalt von mehr als 50.000 l

- an Auffangräume
- Werden in einem Raum brennbare Flüssigkeiten in einem oder in mehreren Behältern gelagert, so müssen die Behälter bei einem Gesamtrauminhalt von mehr als 500 l in Auffangräumen aufgestellt sein. Der Auffangraum muss mindestens den Rauminhalt des größten in ihm aufgestellten Tanks fassen können.
- In Lagerräumen mit Tanks, Rohrleitungen und Anlagenteilen, die ausschließlich auf Dauer technisch dicht sind und in denen nicht umgefüllt wird, bestehen hinsichtlich des Explosionsschutzes keine besonderen Anforderungen an die Lüftung des Lagerraums, diese Räume sind keine explosionsgefährdete Bereiche.
- Elektrostatische Aufladungen
Tanks, Rohrleitungen und andere Anlagenteile müssen gegen elektrostatische Aufladungen, die zu gefährlichen Entladungsvorgängen führen können, geerdet sein. Das Befüllen von Tanks und ortsbeweglichen Behältern muss so vorgenommen werden, dass Gefährdungen durch elektrostatische Aufladungen nicht entstehen.
Weitergehende Anforderungen zur Elektrostatik sind der TRGS 727 zu entnehmen.
- Blitzschutz
Gebäudeteile, in denen sich Tanks zum Lagern von Alkohol-/Wassergemischen mit einem Flammpunkt ≤ 55 °C mit einem Rauminhalt von mehr als 3.000 l befinden, sowie oberirdische Tanks im Freien, müssen durch geeignete Einrichtungen gegen Zündgefahren durch Blitzschlag geschützt sein. Als geeignet können Blitzschutzanlagen nach DIN EN 62305-1 bis -4 angesehen werden.
- Flammendurchschlagsicherungen
Anforderungen an die Notwendigkeit, die Auswahl, die Einsatzbedingungen und die Anordnung von Flammendurchschlagsicherungen für Lagertanks sind der Anlage 1 zur TRGS 509 zu entnehmen.

Insbesondere sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Alkoholdampf-/Luft-Gemische aus Alkoholagertanks müssen sicher abgeführt werden, z.B. über Lüftungseinrichtungen, die ins Freie münden. Diese dürfen nicht absperrbar sein und müssen gegen Flammendurchschlag gesichert sein (TRGS 509 Anlage 1 Nr. 1.2 Ausrüstung von Tanks).
- Dazu müssen die ins Freie mündenden Lüftungseinrichtungen mit dauerbrandsicheren Flammendurchschlagsicherungen ausgerüstet werden, die gemäß EN ISO 16852 speziell mit Ethanol geprüft und zugelassen wurden.

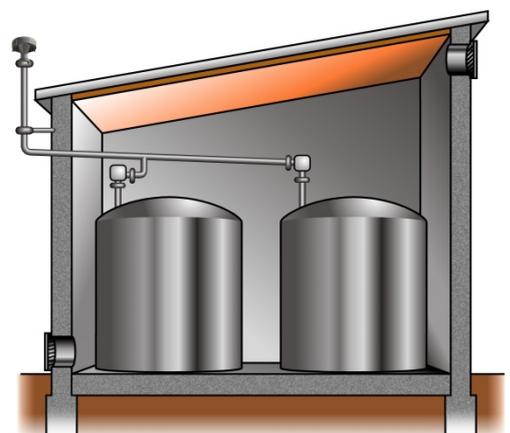
Die Entlüftungsöffnungen, z. B. des Tagessammelgefäßes oder der Lagertanks, müssen sich im Freien in einer Höhe von mindestens 4 m über Erdgleiche befinden (TRGS 509 Anlage 1 Nr. 1.1.3 (4) und Nr. 1.2.2).

- Von Schornsteinöffnungen, Regenfallrohren und zum Öffnen eingerichteten Fenstern müssen die Austrittsöffnungen einen Mindestabstand haben, der so bemessen ist, dass explosionsgefährdete Bereiche um die Lüftungsöffnungen nicht an die Schornsteinöffnungen, Regenfallrohre und Fenster heranreichen, also mindestens 3,5 m.

- Jeder einzelne Tank muss mit einer Detonationsrohrsicherung abgesichert werden. Detonationsrohrsicherungen müssen nah am Tank sitzen und zu Wartungszwecken zugänglich sein. Die Entlüftungsleitungen benötigen die Druckfestigkeit PN 10.



Detonationsrohrsicherung



- Detonationsrohrsicherungen, die zur Absicherung von Alkohollagertanks dienen, müssen die Eignung auf stabile Detonationen für die Explosionsgruppe IIB1 gemäß EN ISO 16852 nachgewiesen haben.
- Dauerbrandsicherungen müssen so angeordnet werden, dass sie sich im Brandfall nicht gegenseitig durch Wärmeeinwirkung beeinflussen. Dies ist beispielhaft erfüllt, wenn die Mindestabstände der Dauerbrandsicherungen voneinander von Achse zu Achse mindestens fünfmal größer als der Durchmesser der Flammensperre und die Einbauebenen auf gleicher Höhe sind.



Abb. 20: Explosionsschutz an Außentanklager

- Die Einbauhinweise der Hersteller der Dauerbrandsicherungen und Detonationssicherungen müssen genau befolgt werden. Es sind die Vorgaben der TRBS 2152 Teil 4 „Konstruktive Maßnahmen des Explosionsschutzes“ sowie der TRGS 509 zu beachten.
- Alle Öffnungen an den Tanks, die gegen Flammendurchschlag nicht gesichert sind, müssen, solange sie nicht genutzt werden, fest verschlossen und so gesichert sein, dass ein unbeabsichtigtes Lockern ihres Verschlusses ausgeschlossen ist.
- Befüll- und Entnahmeleitungen von Lagertanks sollten immer mit Flüssigkeit gefüllt sein, um eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre im Inneren der Leitung zu vermeiden. Kann dies nicht verhindert werden, sind Flüssigkeitsdetonationsrohrsicherungen zu verwenden.

10. Modul B: Beurteilung der Explosionsgefahr durch Alkoholdämpfe bei der Spirituosenherstellung

Hinweis:

Das Kap.9.6 *Besondere Schutzmaßnahmen für Alkoholläger* gilt für das Modul B in analoger Weise für die Spirituosenherstellung

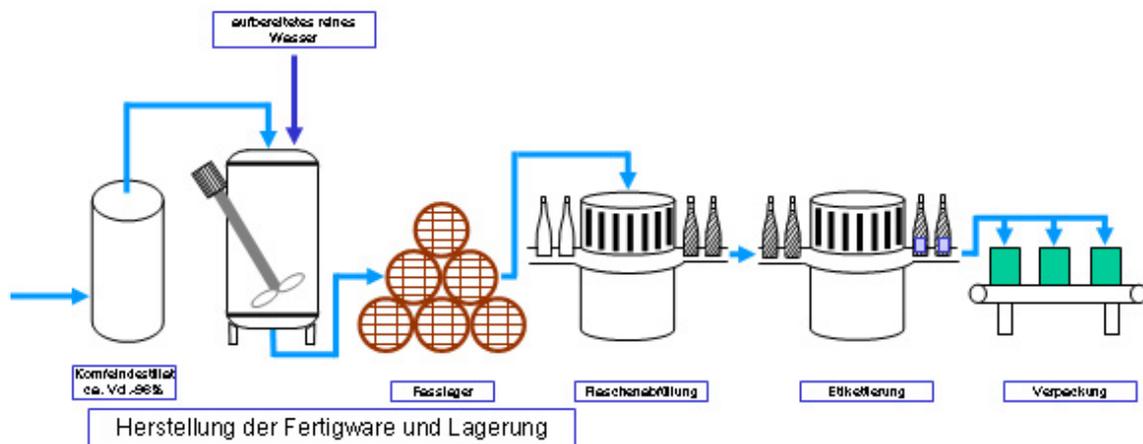


Abb. 21: Anlagenschema Spirituosenherstellung

10.1 Herstellung von Spirituosen

Es werden folgende Teilprozesse betrachtet:

- Lagerung leicht entzündbarer Destillate (> 67 Vol.-%) / Neutralalkohol 96 Vol.-% (s. Modul A)
- Lagerung von Destillaten / Mischungen kleiner 67 Vol.-% (entzündbare Flüssigkeiten)
- Verdünnen auf Trinkstärke
- Mischen
- Filtration
- Lagerung von Spirituosen
- Lagerung zur Reifung in Fässern
- Förderung / Pumpen
- Abfüllung

Der Begriff „Mischen“ steht hier stellvertretend für die bei der Herstellung von Spirituosen angewandten Verfahren wie z. B.:

- Mischen zweier oder mehrerer verschiedener Getränke zur Gewinnung eines neuen Getränks
- Zusatz von Alkohol
- Zusatz von Wasser
- Blending
- Aromatisierung
- Zusatz sonstiger landwirtschaftlicher Erzeugnisse / Lebensmittel usw.



Abb. 22: Abfüllanlage für Spirituosen



Abb. 23: Mischtank mit explosionsgeschütztem Rührmotor für

Aus dem Alkoholgehalt einzelner Spirituosen ergeben sich Flammpunkte gemäß folgender Tabelle:

Alkoholgehalt	Flammpunkt	Spirituose
[Vol.-%]	[°C]	Beispiel
96,0 ¹	15	Ethylalkohol landwirtschaftlichen Ursprungs (Agraralkohol, Neutralalkohol)
80 70 60 50	20,0 21,0 22,0 24,0	Diverse Spirituosen
≥40 ¹	≤ 28	Whisky, Pastis
≥38 ¹	≤ 28,5	Hefebrand, Bierbrand, Topinambur
≥37,5 ¹	≤ 28,5	Rum, Rum-Verschnitt, Branntwein, Tresterbrand, Brand aus Obsttrester, Korinthenbrand, Obstbrand, Brand aus Apfel- oder Birnenwein, Kornbrand (Doppelkorn), durch Mazeration und Destillation gewonnener Brand/Geist (unter Voranstellung der Bezeichnung der verwendeten Frucht), Enzian, Gin, Akvavit, Wodka, aromatisierter Wodka
≥36 ¹	≤ 29	Weinbrand
≥35 ¹	≤ 29,5	Getreidebrand, Anis, Honigbrand
≥32 ¹	≤ 32	Korn
≥30 ¹	≤ 33	Kümmel, Wacholder
≥24 ¹	≤ 35	Maraschino
≥22 ¹	≤ 38	Honig- oder Metspirituose
≥15 ¹	≤ 44	Mindestalkoholgehalt einer „Spirituose“, u. a. Spirituose mit Anis, Bitter, Likör, „-creme“ (unter Voranstellung der Bezeichnung der verwendeten Frucht oder des verwendeten Ausgangsstoffes)

¹ Mindestalkoholgehalt nach¹ Verordnung (EG) Nr. 110/2008, geändert mit Datum vom 10. Februar 2015

10.2 Tabellarische Zoneneinteilung für die Spirituosenherstellung

Wichtigstes Kriterium bei der Beurteilung für das Auftreten explosionsfähiger Atmosphäre in der Spirituosenherstellung ist der ausreichende Abstand des Flammpunktes zur Verarbeitungs- bzw. Lagertemperatur.

Hierbei sind grundsätzlich zwei Fälle zu unterscheiden:

1. Die Verarbeitungs- bzw. Lagertemperatur liegt nicht ausreichend unter dem Flammpunkt des Alkohol/Wasser-Gemisches. Als nicht ausreichend kann angesehen werden, wenn die Verarbeitungs- bzw. Lagertemperatur höher ist als der Flammpunkt abzüglich 5 K (entspricht dem unteren Explosionspunkt UEP; vergleiche auch Kap 3.2).
2. Die Verarbeitungstemperatur ist niedriger als der untere Explosionspunkt (Flammpunkt abzüglich 5 K). Es besteht keine Explosionsgefahr.

Praktisches Beispiel:

Die Raumtemperatur in einer Spirituosenherstellung beträgt dauerhaft 21 °C. Auch Schwankungen der Raumtemperatur sowie anderer Umgebungs- oder verfahrenstechnischer Einflüsse, wie z. B. das Pumpen, führen nicht zu einer Erhöhung der Temperatur der Alkohol/Wasser-Mischung, die den Wert des Flammpunktes abzüglich 5 K überschreitet.

Für diesen Fall kann davon ausgegangen werden, dass bei der Verarbeitung von Spirituosen mit einem Alkoholgehalt von ≤ 45 Vol.-% (≤ 40 Gew.-%, entspricht Flammpunkt $\geq 26^\circ\text{C}$) im Dampfraum über der alkoholischen Flüssigkeit bei dieser Temperatur noch keine explosionsfähige Atmosphäre gebildet wird (s. Kap. 5.3.3).

Bei der Spirituosenherstellung sind für die Entstehung von explosionsfähiger Atmosphäre insbesondere folgende Faktoren entscheidend:

- Art und Umfang des offenen Umgangs mit entzündbaren oder leicht entzündbaren Alkohol/Wasser-Gemischen
- Temperatur der Wasservorlage
- Temperatur des Neutralalkohols
- Art der Zugabe des Neutralalkohols
 - > von oben in den Mischtank
 - > unter Spiegel in die Wasservorlage
- Alkoholgehalt des Endproduktes
- Kühlung des Endproduktes vor der Abfüllung/Lagerung
- Art und Umfang des Luftwechsels
- Höhe der Raumtemperatur

Ob mit dem Auftreten von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre zu rechnen und damit eine Einteilung in Zonen erforderlich ist, hängt somit maßgeblich von den betrieblichen Randbedingungen ab. Ungünstig für die Zoneneinteilung wirkt sich insbesondere jede Art des offenen Umgangs mit Alkohol oder höherprozentigen Alkohol/Wasser-Gemischen aus.

Als Faustregel ergibt sich daraus:

Je kürzer und seltener der offene Umgang ist, desto weniger wahrscheinlich ist das Auftreten gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre. Somit sollte angestrebt werden, den offenen Umgang mit Alkohol oder Alkohol/Wasser-Mischungen auf das unbedingt Notwendige zu beschränken.

Aber auch verfahrenstechnische Parameter, wie z. B. eine möglichst niedrige Temperatur der Wasservorlage im Mischtank, eine Zugabe des Alkohols unter Spiegel oder auch witterungsunabhängige Raumtemperaturen können sich begünstigend auf die Zoneneinteilung auswirken.

In der folgenden beispielhaften Zoneneinteilung wurde daher versucht, möglichst viele der unterschiedlichen Randbedingungen zu berücksichtigen und deren Auswirkungen auf die jeweiligen Zonen aufzuzeigen.

Weiterhin ist anzumerken, dass durch den Einsatz von Gaswarngeräten in Verbindung mit einer technischen Lüftung eine niedrigere Einstufung bei der Zoneneinteilung oder in Einzelfällen sogar der Verzicht auf eine Zonenzuordnung erreicht werden kann. In der folgenden beispielhaften Zoneneinteilung wird dieser Fall nicht berücksichtigt. In diesem Zusammenhang wird auf die Regelungen in der TRGS 722 (TRBS 2152 Teil 2) sowie TRGS 509 und BGI 518 verwiesen.



Abb. 24: Mobiles Gaswarngerät

Modul B: Spirituosen-herstellung	Zoneneinteilung für den Bereich: Alkohollager-Spirituosenabfüllung	
Anlagenteil (Inneres)	Zone	Begründung der Zonenzuordnung
Alkohollagertanks inkl. Entlüftungsleitungen (Neutralalkohol und Destillate, leicht entzündbar)	0 ¹	Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre (g.e.A.) ständig vorhanden (s. Modul A)
Misch tanks inkl. Entlüftungsleitungen (Alkohol/Wasser-Mischungen, entzündbar)	0 ¹	G.e.A. ständig vorhanden • Dies gilt z. B. auch dann, wenn der Flammpunkt der Endmischung ausreichend über der Verarbeitungstemperatur liegt, der Neutralalkohol aber offen von oben über das Mannloch zugegeben wird.
	1 ¹	G.e.A. gelegentlich vorhanden, z. B. durch Schwankungen der Umgebungstemperatur oder der Temperatur der Wasservorlage.

	keine ²	G.e.A. ausgeschlossen <ul style="list-style-type: none"> • Zugabe des Alkohols unter Spiegel • Flammpunkt der Endmischung liegt ausreichend über der Verarbeitungstemperatur • Auch extreme Temperaturschwankungen führen nicht zu g.e.A.
Lagertanks für Spirituosen incl. Entlüftungsleitungen (Alkohol/Wasser-Mischungen, entzündbar)	0 ¹	G.e.A. ständig vorhanden <ul style="list-style-type: none"> • Der Flammpunkt abzüglich 5 K liegt nicht ausreichend über der Lagertemperatur.
	1 ¹	G.e.A. gelegentlich vorhanden, z. B. durch Schwankungen der Umgebungstemperatur
	keine ²	G.e.A. ausgeschlossen <ul style="list-style-type: none"> • Flammpunkt abzüglich 5 K liegt ausreichend über der Verarbeitungstemperatur • Auch extreme Temperaturschwankungen führen nicht zu g.e.A.
Fässer zur Lagerung von Spirituosen (Alkohol/ Wasser-Mischungen, entzündbar)	0 ¹	s. Lagertanks
	1	s. Lagertanks
	keine ²	s. Lagertanks
Alkoholpumpen (Rohalkohol/ Feindestillat, Spirituosen)	1 ¹	G.e.A. nur beim An- und Abfahren vorhanden
	keine ²	G.e.A. auch beim Befüllen und Entleeren nicht vorhanden
Perkolatoren	0 ¹	G.e.A. ständig vorhanden
Filtrationsanlagen	1 ¹	G.e.A. nur beim Befüllen bzw. beim Entleeren der Leitungen
	keine ²	G.e.A. ausgeschlossen.
Rohrleitungen/ Schlauchleitungen	1 ¹	G.e.A. nur beim Befüllen bzw. beim Entleeren der Leitungen
	keine ²	G.e.A. ausgeschlossen
Abfüllanlagen	1 ¹	G.e.A. nur beim Befüllen bzw. beim Entleeren der Leitungen
	keine ²	G.e.A. ausgeschlossen
Entlüftung Abfüllanlagen inkl. Vakuumpumpe	0 ¹	G.e.A. langfristig/häufig vorhanden
	keine ²	G.e.A. ausgeschlossen

Umgebung des Anlagenteils (Betriebsraum)		
Alkoholannahme über lös- bare Schlauchverbindungen im Freien. (Alkohol, leicht entzündbar)	1 ³ (0,5 m um Koppelpanel) 2 ³ (weitere 1 m)	G.e.A. gelegentlich vorhanden <ul style="list-style-type: none"> • Schlauchverbindungen werden durch Pumpen entleert • Schläuche und Pumpen werden mit Wasser frei gespült
Alkohollagertanks im Freien (Neutralalkohol/ Destillat, leicht entzündbar)	1 ^{1,3} (0,5 m um die Entlüftung) 2 ^{1,3} (weitere 1 m)	G.e.A. gelegentlich (bei Befüllung) vorhanden ³
Alkohollagertanks in Räu- men (Neutralalkohol/ Destil- lat, leicht entzündbar)	keine ¹ (im Raum)	G.e.A. ausgeschlossen <ul style="list-style-type: none"> • Anlage im Raum auf Dauer technisch dicht • Entlüftung erfolgt ins Freie
Entlüftungsöffnung der Al- kohollagertanks (im Freien)	1 ^{1,3} (0,5 m um die Entlüftung) 2 ^{1,3} (weitere 1 m)	G.e.A. gelegentlich im Bereich der Entlüf- tung bei Befüllung vorhanden <ul style="list-style-type: none"> • Entlüftung erfolgt über feste Rohrleitun- gen ins Freie ³ • Entlüftungsöffnung > 4 m über Erdglei- che
Alkohollagertanks in Räu- men mit Entlüftung in den Raum (Neutralalkohol und Destil- lat, leicht entzündbar)	Einzelfall- betrachtung	G.e.A. gelegentlich im Bereich der Entlüf- tung bei Befüllung vorhanden. Ex-Schutzmaßnahmen, z. B. Technische Lüftung, zwingend erforderlich (s. TRGS 509).
Misch tanks (geschlossen) mit Entlüftung ins Freie; Befüllung über feste Rohr- leitungen (Alkohol/Wasser-Mischung, entzündbar)	keine ¹ (im Raum)	G.e.A. ausgeschlossen <ul style="list-style-type: none"> • Anlage im Raum auf Dauer technisch dicht
	1 ^{1,3} (0,5 m um die Entlüftungsöff- nung im Freien) 2 ^{1,3} (weitere 1 m)	G.e.A. gelegentlich im Bereich der Entlüf- tung bei Befüllung vorhanden. <ul style="list-style-type: none"> • Entlüftung erfolgt über feste Rohrleitun- gen ins Freie ³
Misch tanks (geschlossen) mit Entlüftung in den Raum; Alkoholzugabe unter Spie- gel in kalte Wasservorlage (Alkohol/Wasser-Mischung, entzündbar)	1 ^{1,3} (1 m um Entlüf- tung) 2 ^{1,3} (weitere 1 m)	G.e.A. gelegentlich vorhanden

<p>Mischtanks (geschlossen) mit Entlüftung in den Raum; Alkoholzugabe unter Spiegel in kalte Wasservorlage (Alkohol/Wasser-Mischung, entzündbar)</p>	<p>keine²</p>	<p>G.e.A. ausgeschlossen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Temperatur der Wasservorlage immer ≤ Flammpunkt abzüglich 5 K • Verarbeitungstemperatur liegt immer unterhalb des Flammpunktes der Endmischung abzüglich 5 K • Auch extreme Temperaturschwankungen führen nicht zu g.e.A.
<p>Mischtanks (geschlossen) mit Entlüftung in den Raum; Alkoholzugabe von oben in den Tank (Alkohol/Wasser-Mischung, entzündbar)</p>	<p>1^{1,3} (0,5 m um Entlüftungsöffnung)</p> <p>2^{1,3} (weitere 1 m um Entlüftungsöffnung)</p> <p>1^{1,3} (1 m um Entlüftungsöffnung)</p> <p>2^{1,3} (weitere 2 m um Entlüftungsöffnung)</p>	<p>G.e.A. gelegentlich vorhanden.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alkoholdämpfe werden bei der Zugabe von oben im Tank freigesetzt. Während der Befüllung treten diese über die Entlüftung in die Umgebung aus. Dies gilt i.d.R. auch dann, wenn der Flammpunkt der Endmischung ausreichend über der Verarbeitungstemperatur liegt <p>a) Technische Lüftung</p> <p>b) Natürliche Lüftung</p>
<p>Mischtanks (offen) mit Entlüftung in den Raum, z.B. über Mannloch, Alkoholzugabe über offene Rohrleitung in Mannloch (Alkohol/Wasser-Mischungen, entzündbar)</p>	<p>1^{1,3} (0,5 m um den Tank)</p> <p>2^{1,3} (weitere 1 m bis zu einer Höhe von 0,8 m)</p>	<p>G.e.A. gelegentlich vorhanden</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alkoholdämpfe werden bei der offenen Zugabe im Tank freigesetzt. Während der Befüllung treten diese über das Mannloch in die Umgebung aus. Dies gilt z. B. auch dann, wenn der Flammpunkt der Endmischung ausreichend über der Verarbeitungstemperatur liegt.
<p>Lagertanks für Spirituosen mit Entlüftung ins Freie (Alkohol/Wasser-Mischungen, entzündbar)</p>	<p>keine¹ (im Raum)</p>	<p>G.e.A. ausgeschlossen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anlage im Raum auf Dauer technisch dicht

<p>Entlüftungsöffnung der Lagertanks (im Freien)</p>	<p>1¹ (0,5 m um Entlüftung)</p> <p>2¹ (weitere 1 m)</p>	<p>G.e.A. gelegentlich im Bereich der Entlüftung vorhanden³</p>
<p>Lagertanks für Spirituosen mit Entlüftung in den Raum (Alkohol/Wasser-Mischungen, entzündbar)</p>	<p>1^{1,3} (0,5 m um Entlüftungsöffnung)</p> <p>2^{1,3} (weitere 1 m um Entlüftungsöffnung)</p> <p>1^{1,3} (1 m um Entlüftungsöffnung)</p> <p>2^{1,3} (weitere 2 m um Entlüftungsöffnung)</p>	<p>G.e.A. gelegentlich vorhanden</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lagertemperatur kann nicht dauerhaft unterhalb des Flammpunktes der Endmischung abzüglich 5 K gehalten werden <p>a) Technische Lüftung</p> <p>b) Natürliche Lüftung</p>
<p>Lagertanks für Spirituosen mit Entlüftung in den Raum (Alkohol/Wasser-Mischungen, entzündbar)</p>	<p>keine²</p>	<p>G.e.A. ausgeschlossen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lagertemperatur liegt dauerhaft unterhalb des Flammpunktes der Endmischung abzüglich 5 K • Auch extreme Temperaturschwankungen führen nicht zu g.e.A.

<p>Entleerungsanschlüsse von Lagertanks für Spirituosen Entleerung der Tanks über lösbare Schlauchverbindungen. (Alkohol/Wasser-Mischungen, entzündbar)</p>	<p>2^{1,3} (1 m um Anschlussstutzen bzw. Kupplungshälften)</p> <p>1^{1,3} (0,5 m um Anschlussstutzen bzw. Kupplungshälften)</p> <p>2^{1,3} (weitere 1 m um Anschlussstutzen bzw. Kupplungshälften)</p>	<p>G.e.A. gelegentlich vorhanden.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schlauchverbindungen werden selten gelöst. • Freischieben der Leitungen mit Wasser. • Die Zonen gelten auch für die Bereiche, die mit den Kupplungshälften überstrichen werden <p>a) bei technischer Lüftung (TRGS 509 Anlage 2 Nr. 2 Zif. 9³)</p> <p>b) bei natürlicher Lüftung (TRGS 509 Anlage 2 Nr. 2 Zif. 9³)</p>
<p>Fässer zur Lagerung von Spirituosen (Abfüllbereich) (Alkohol/Wasser-Mischungen, entzündbar)</p>	<p>2^{1,3} (1 m um die Befüllöffnung)</p> <p>2^{1,3} (2 m um die Befüllöffnung)</p>	<p>G.e.A. gelegentlich vorhanden³</p> <ul style="list-style-type: none"> • Volumen < 1m³ • Abfüllen in leere Gebinde • Seltene betriebliche Störungen möglich <p>a) Technische Lüftung (DGUV-Regel 113-001 (BGR 104) Bsp. 2.2.1.1 b3.3)</p> <p>b) Natürliche Lüftung (DGUV-Regel 113-001 (BGR 104) Bsp. 2.2.1.1 b3.3)</p>
<p>Fasslager</p>	<p>keine</p>	<p>Freisetzung von Alkoholdämpfen aus verschlossenen Lagerfässern bei ausreichender natürlicher Lüftung vernachlässigbar (Einzelfallbeurteilung bei Lagerräumen mit geringem Luftaustausch erforderlich!)</p>

Aromenlager (passive Lagerung)	a) keine ² b) keine ¹ c) 2 ¹ ganzer Raum bis zu einer Höhe von 1,5 m 2 ¹ ganzer Raum	Dies gilt für reine Flüssigkeiten mit einem Flamm- punkt über 35°C und Gemische mit einem Flamm- punkt über 45°C. (Transport- behälter ≤ 1.000 l) (TRGS 509 Anlage 2 Nr. 4.1 (7)) Prüffallhöhe der Behälter wird <u>nicht</u> über- schritten und eine Beschädigung der Behäl- ter durch die einlagernden Flurförderzeuge ist ausgeschlossen Prüffallhöhe wird überschritten. Die Ausdehnung der Zone 2 ist abhängig von den betrieblichen Gegebenheiten in Bezug auf die Raumgröße und Lüftung. (weitere Details s. DGUV-Regel 113-001 (BGR 104) und Beispielsammlung) a) natürliche Lüftung c) natürliche Lüftung und Raum < 100 m ³
Aromenlager mit Abfüllung/Umfüllung von kleinen Mengen	a) keine ² b) 1 ¹ (2 m um Abfüllbereich) 2 ¹ (weitere 5 m bis zu einer Höhe von 0,8 m)	wenn ² für <u>alle</u> Aromastoffe zutreffend wenn ¹ für verwendete Aromastoffe zutref- fend, Abfüllung max. 50 l/h (TRGS 509 Anlage 2 Nr. 4.3.2 (4)) (bei größeren Abfüllmengen s. TRGS 509 Anlage 2 Nr. 4.3)
Pumpen (Rohalkohol/ Feindestillat, Spirituosen; leicht entzündbar, entzünd- bar)	a) keine	Anlage auf Dauer technisch dicht (dop- pelt wirkende Gleitringdichtung mit Sperr- wasser und Sperrwasserüberwachung (s. Bild 12), Anschlussleitungen fest verrohrt) Leckagen möglich, werden aber durch Sperrwasser verdünnt und abgeführt. Aus- tritt von Alkoholdämpfen somit nicht mög- lich (TRGS 722 (TRBS 2152-2) Zif. 2.4.3.2 und DGUV-Regel 113-001 (BGR 104) Bsp.- Sammlung 2.2.9.10.1)

	<p>b)</p> <p>2 (Abstand 2 R_i aus Tabelle Abb. 17 um die Pumpe)</p> <p>1 (Abstand R_i aus Tabelle Abb. 17 um die Pumpe)</p> <p>2 (weiter im Ab- stand 2 R_i aus Tabelle Abb. 17)</p> <p>1 (0,5 m um die Dichtung)</p> <p>2 (weitere 1,0 m um die Dichtung)</p> <p>2 (weitere 0,5 m um die Dichtung)</p>	<p>Anlage technisch dicht, (z.B. einfach wirkende Gleitringdichtung, Anschlussleitungen fest verrohrt.) (TRGS 722 (TRBS 2152-2) Zif. 2.4.3.3 und DGUV-Regel 113-001 (BGR 104) Bsp.- Sammlung 2.2.9.10.1)</p> <p><u>In Räumen:</u> Kleine Pumpenräume; Bildung von g.e.A. durch Leckagen möglich, diese werden aber z.B. durch regelmäßige Kontrollen frühzeitig erkannt.</p> <p>a) Technische Lüftung (mind. zweifacher Luftwechsel) (TRGS 509 Anlage 2 Nr.3 Zif. 6)</p> <p>b) Natürliche Lüftung (TRGS 509 Anlage 2 Nr.3 Zif. 5)</p> <p><u>Im Freien</u> Technisch dichte Pumpen (TRGS 722 (TRBS 2152-2) Zif. 2.4.3.3 und DGUV- Regel 113-001 (BGR 104) Beispielsamm- lung sowie TRGS 509 Anhang 2 Nr. 3 Ab- satz 2</p> <p>a) technisch dichte Pumpe ohne speziellen Kühlluftstrom</p> <p>b) Kühlluftstrom des Antriebsmotors ist ge- gen die Pumpe gerichtet</p>
--	---	---

	c)	<p>In Räumen: Pumpen mit Schlauchverbindungen, die regelmäßig geöffnet werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pumpen und Schlauchverbindungen werden mit Wasser frei gespült • Die Zonen gelten auch für die Bereiche, die mit den Kupplungshälften überstrichen werden <p>a) bei technischer Lüftung (TRGS 509 Anlage 2 Nr. 3 Pkt. 6³)</p> <p>b) bei natürlicher Lüftung (TRGS 509 Anlage 2 Nr. 3 Pkt. 5³)</p>
	2 ^{1,3} (1 m)	
	1 ^{1,3} (0,5 m um die Pumpe)	
	2 ^{1,3} (weitere 1 m)	
Pumpen für Spirituosen	keine ²	G.e.A. auch bei Undichtigkeiten nicht vorhanden <ul style="list-style-type: none"> • Temperatur der Spirituosen liegt dauerhaft unterhalb des Flammpunktes abzüglich 5 K. • Auch extreme Temperaturschwankungen führen nicht zu g.e.A.
Perkolatoren	2 ¹ (2 m)	Anlagen betriebsmäßig technisch dicht, bei Produktwechsel kurzzeitige Freisetzung von Alkoholdämpfen möglich (Abhängig von den örtlichen Bedingungen eventuell Einzelfallbetrachtung erforderlich.)
Filtrationsanlagen	2 ¹ (2 m)	Anlagen technisch dicht <ul style="list-style-type: none"> • Bei Filterwechsel kurzzeitige Freisetzung von Alkoholdämpfen möglich.
	keine ²	G.e.A. ausgeschlossen
Rohrleitungen	keine ¹	Leitungen auf Dauer technisch dicht
Flaschenabfüllanlage	keine ¹	<ul style="list-style-type: none"> • Anlage technisch dicht • Versprühen oder Vernebeln ausgeschlossen • Entzündbare Spirituosen² werden gekühlt bis zum Füller gefahren • Versprühen oder Vernebeln ausgeschlossen • Beim Abfahren wird Wasser nachgeschoben • Ausgelaufene Spirituosen bei Flaschenbruch werden sofort beseitigt

Entlüftung Abfüllanlagen inkl. Vakuumpumpe	<p style="text-align: center;">1^{1,3} (0,5 m um die Entlüftung)</p> <p style="text-align: center;">2^{1,3} (weitere 1 m)</p> <p style="text-align: center;">1^{1,3} (1 m um die Ent- lüftung)</p> <p style="text-align: center;">2³ (weitere 2 m)</p>	G.e.A. gelegentlich vorhanden a) bei technischer Lüftung b) bei natürlicher Lüftung
---	---	---

¹ Flammpunkt liegt nicht ausreichend über der Verarbeitungstemperatur (s. Erläuterungen Abschnitt 10.2).

² Verarbeitungstemperatur liegt immer unterhalb des Flammpunkts abzüglich 5 K

³ Die Ausdehnungen der Zonen wurde auf Grundlage anwendungsspezifischer Messungen geringer angesetzt als in der TRGS 509 vorgesehen. Die Durchführung der Messungen erfolgte durch die IBExU in Freiberg und die Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gastgewerbe in Mannheim.

10.3 Tabellarische Gefährdungsbeurteilung für die Herstellung, Lagerung und Abfüllung von Spirituosen

Spirituosenherstellung, -lagerung, -abfüllung				
Anlagenteil	Gefährdung/ Störung	Ursache	Auswirkung	Geeignete Maßnahmen
Gesamte Anlage	siehe Tabellarische Gefährdungsbeurteilung Modul A (Abschnitt 9.4)			
Beurteilung einzelner Anlagenbereiche				
Alkohol-lagerbehälter	Brand/Explosion im Alkohollager	Entzündung von Alkoholdämpfen im Bereich der Entlüftungsöffnungen: Austritt durch Verdrängung des Gasvolumens bei der Befüllung von Lagerbehältern	Sachschäden, Gefährdung von Personen	1. Lagerbehälter werden über geschlossene Rohrleitungen ins Freie entlüftet. (Bei mehreren Behältern werden die Entlüftungsleitungen über eine Sammelleitung zusammengeführt.) 2. Entlüftungsöffnung verfügt über eine Sicherung gegen Flammendurchschlag <u>Hinweis:</u> Die Anforderungen an die Ausführung sind abhängig von den betrieblichen Gegebenheiten. (Siehe hierzu Ausführungen unter Kap. 9.6)
Mischtank	Brand/Explosion im Mischraum	Entzündung von Alkoholdämpfen im Bereich der Entlüftungsöffnungen und der Umgebung des Misch tanks: Austritt durch Verdrängung des Gasvolumens bei der Befüllung	Sach-/Personenschäden im Produktionsraum, gegebenenfalls Ausweitung auf Nachbarräume	a) Flammpunkt <u>nicht</u> ausreichend über Verarbeitungstemperatur 1. Entlüftung des Misch tanks wird über geschlossene Rohrleitungen ins Freie entlüftet. (Bei mehreren Behältern werden die Entlüftungsleitungen über eine gemeinsame Sammelleitung geführt.) 2. Entlüftungsöffnung oder Entlüftungsleitung zwischen Entlüftungsöffnung und Tank verfügt über eine Sicherung gegen Flammendurchschlag <u>Hinweis:</u> Die Anforderungen an die Ausführung sind abhängig

				<p>von den betrieblichen Gegebenheiten. (siehe hierzu Ausführungen unter Kap. 9.6)</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Befüllung mit Alkohol unter Spiegel in Wasservorlage 4. ausreichender Luftwechsel im Aufstellungsraum, z.B. über technische Lüftung <p>b) Flammpunkt ausreichend über Verarbeitungstemperatur.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vorlage der erforderlichen Wassermenge mit ausreichend niedriger Temperatur, z.B. Brunnen- oder Leitungswasser 2. Befüllung mit Alkohol unter Spiegel in Wasservorlage. Damit sofortige Verdünnung. 3. Flammpunkt des Endproduktes liegt ausreichend über der Verarbeitungstemperatur → Keine besonderen Anforderungen an den Explosionsschutz
Entlüftung von Lager-/ Misch-tanks ins Freie	Brand/Explosion im Bereich der Entlüftung	Entzündung von Alkoholdämpfen im Bereich der Entlüftungsöffnungen: Austritt durch Verdrängung des Gasvolumens bei der Befüllung	Sach-/Personenschäden im Bereich der Entlüftungsöffnungen und der Tanks	<p>Flammpunkt <u>nicht</u> ausreichend über Außentemperatur</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Entlüftungsöffnung/Entlüftungsleitung zwischen Entlüftungsöffnung und Tank verfügt über eine Sicherung gegen Flammendurchschlag 2. Entlüftungsöffnung mind. 4 m über Erdgleiche.

<p>Rührwerk</p>	<p>Explosion im Misch-tank</p>	<p>Heiße Oberflächen im Bereich der Lager und der Wellendurchführung des Rührwerks</p>	<p>Sach-/Personenschäden in der Umgebung des Misch-tanks</p>	<p>a) Flammpunkt <u>nicht</u> ausreichend über Verarbeitungstemperatur</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Verwendung ex-geschützter Rührwerke; Kategorie entsprechend der Zoneneinteilung 2. Vorbeugende Wartung der Lager 3. Regelmäßige Kontrolle auf Lagergeräusche 4. Ausreichender Luftwechsel im Aufstellungsraum, z.B. über technische Lüftung <p>b) Flammpunkt ausreichend über Verarbeitungstemperatur. Anforderungen zur Einhaltung dieser Bedingung s. Mischtank ➔ Keine besonderen Anforderungen an den Explosionsschutz.</p>
<p>Alkohol-pumpen</p>	<p>Brand/Explosion im Bereich der Pumpen</p>	<p>Austritt von Alkoholdämpfen auf Grund von Undichtigkeiten an der Wellendichtung, im Außenbereich wirksame Zündquellen vorhanden</p>	<p>Sach-/Personenschäden im Aufstellraum</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verwendung explosionsgeschützter Pumpen; Kategorie entsprechend Zoneneinteilung, 2. Ausführung auf Dauer technisch dicht, z. B. mit doppelt wirkender Gleitringdichtung mit Sperrwasser 3. Überwachungseinrichtungen für das Sperrwasser oder regelmäßige Kontrolle 4. Ausreichender Luftwechsel im Aufstellungsraum, z. B. über technische Lüftung 5. Regelmäßige Kontrolle auf Undichtigkeiten 6. Vorbeugende Wartung der Pumpen

<p>Pumpen für Spirituosen/ Extrakte</p>	<p>Brand/Explosion im Bereich der Pumpen</p>	<p>s. Alkoholpumpen</p>	<p>Sach-/Personenschäden im Aufstellungsbereich der Pumpen</p>	<p>a) Flammpunkt <u>nicht</u> ausreichend über Verarbeitungstemperatur</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Verwendung ex-geschützter Pumpen; Kategorie entsprechend Zoneneinteilung, 2. Ausführung auf Dauer technisch dicht, z. B. mit doppelt wirkender Gleitringdichtung mit Sperrwasser 3. Überwachungseinrichtungen für das Sperrwasser oder regelmäßige Kontrolle 4. Ausreichender Luftwechsel im Aufstellungsraum, z. B. über technische Lüftung 5. Regelmäßige Kontrolle auf Undichtigkeiten 6. Vorbeugende Wartung der Pumpen <p>b) Flammpunkt ausreichend über Verarbeitungstemperatur. Eventuelle Schwankungen der Umgebungstemperatur werden durch ausreichende Kühlung ausgeglichen (falls erforderlich).</p> <p>➔ Keine besonderen Anforderungen an den Explosionsschutz.</p>
<p>Antriebe Pumpen/ Rührwerke</p>	<p>Brand/Explosion im Bereich der Pumpen</p>	<p>Entzündung von Alkoholdämpfen an heißen Oberflächen im Bereich von Antrieben (z. B. durch Motorlagerschaden)</p>	<p>Sach-/Personenschäden im Bereich der Rührwerke</p>	<p>c) Flammpunkt <u>nicht</u> ausreichend über Verarbeitungstemperatur</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Verwendung explosionsgeschützter Antriebe. Kategorie entsprechend der Zoneneinteilung 2. Vorbeugende Wartung der Lager 3. Regelmäßige Kontrolle auf Lagergeräusche 4. Ausreichender Luftwechsel im Aufstellungsraum, z. B. über technische Lüftung <p>d) Flammpunkt ausreichend über Verarbeitungstemperatur. Anforderungen zur Einhaltung s. Mischtank</p> <p>➔ Keine besonderen Anforderungen an den Explosionsschutz.</p>

<p>Perkolatoren</p>	<p>Brand/Explosion im Bereich der Perkolatoren</p>	<p>Entzündung von austretenden Alkoholdämpfen beim Char- genwechsel</p>	<p>Sach-/Personenschäden im Produktionsbereich</p>	<p>a) Flammpunkt <u>nicht</u> ausreichend über Verarbeitungstemperatur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anlage technisch dicht • Öffnung des Apparates nur nach vollständiger Entleerung der Alkohol/Wasser-Mischungen (Extraktes) aus dem Perkolator. Anlage wird vor dem Öffnen ausreichend mit Wasser gespült. • ausreichender Luftwechsel im Aufstellungsraum, z. B. über technische Lüftung <p>b) Flammpunkt ausreichend über Lagertemperatur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Temperatur des Extraktes wird dauerhaft ausreichend unter dem Flammpunkt gehalten (z. B. durch ausreichende Kühlung) ➔ Keine besonderen Anforderungen an den Explosionsschutz.
<p>Filtration</p>	<p>Brand/Explosion im Bereich der Filteranlagen</p>	<p>Entzündung von austretenden Alkoholdämpfen beim Filterwechsel</p>	<p>Sach-/Personenschäden im Produktionsbereich</p>	<p>a) Flammpunkt <u>nicht</u> ausreichend über Verarbeitungstemperatur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anlage technisch dicht • Öffnung des Apparates nur zum Wechsel des Filtermediums. Alkohol/Wasser-Mischungen mit einem Flammpunkt über Verarbeitungstemperatur werden vor Öffnen der Anlage mit Wasser verdrängt. • ausreichender Luftwechsel im Aufstellungsraum, z. B. über technische Lüftung <p>b) Flammpunkt ausreichend über Lagertemperatur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Temperatur der abzufüllenden Spirituose wird dauerhaft ausreichend unter dem Flammpunkt gehalten (z. B. durch ausreichende Kühlung vor Abfüllung. Je nach betrieblichen Gegebenheiten eventuell zusätzlich Kühlung zwischen Lagertank und Füller erforderlich.) ➔ Keine besonderen Anforderungen an den Explosionsschutz.

<p>Lagerbehälter für Spirituosen</p>	<p>Brand/Explosion im Alkohollager</p>	<p>Entzündung von Alkoholdämpfen im Bereich der Entlüftungsöffnungen und der Umgebung der Lagertanks: Austritt durch Verdrängung des Gasvolumens bei der Befüllung</p>	<p>Sach-/Personenschäden im Lager</p>	<p>a) Flammpunkt <u>nicht</u> ausreichend über Lagertemperatur</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Entlüftung des Lagertanks wird über geschlossene Rohrleitungen ins Freie entlüftet. 2. Entlüftungsöffnung verfügt über eine Sicherung gegen Flammendurchschlag <p><u>Hinweis:</u> Die Anforderungen an die Ausführung sind abhängig von den betrieblichen Gegebenheiten. (siehe hierzu Ausführungen unter Kap. 9.6)</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. ausreichender Luftwechsel im Aufstellungsraum, z. B. über technische Lüftung <p>b) Flammpunkt ausreichend über Lagertemperatur</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Lagertemperatur der gelagerten Spirituose wird dauerhaft ausreichend unter dem Flammpunkt gehalten z. B. durch ausreichende Kühlung vor Einlagerung. Die Temperatur im Lagerraum muss dazu ebenfalls dauerhaft ausreichend unter Flammpunkt gehalten werden. → Keine besonderen Anforderungen an den Explosionsschutz <p><u>Hinweis:</u> Auch bei niedrigen Alkoholgehalten der gelagerten Spirituosen (Flammpunkt abzüglich 5 K nahe der Raumtemperatur) muss mit dem Auftreten von explosionsfähiger Atmosphäre im Lagertank gerechnet werden. → Ein Entlüften der Lagertanks in den Raum sollte daher grundsätzlich vermieden werden! (s. auch Abschnitt 5.3.2)</p>
---	--	--	---------------------------------------	---

<p>Abfüllanlage</p>	<p>Brand/Explosion im Bereich der Abfüllung</p>	<p>Entzündung von Alkoholdämpfen im Bereich der Entlüftung: Austritt durch Verdrängung des Gasvolumens bei der Befüllung der Flaschen</p>	<p>Brand-/Explosionsschäden im Bereich der Abfüllanlage</p>	<p>a) Flammpunkt <u>nicht</u> ausreichend über Verarbeitungstemperatur</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Anlage technisch dicht Entlüftung über feste Verrohrung zur Vakuumpumpe 2. Temperatur der abzufüllenden Spirituose wird dauerhaft ausreichend unter dem Flammpunkt gehalten, z. B. durch ausreichende Kühlung vor Abfüllung. (Je nach betrieblichen Gegebenheiten eventuell zusätzlich Kühlung zwischen Lagertank und Füller erforderlich.) 3. Bei Flaschenbruch sofortiger Abschaltung der Anlage und Beseitigung der ausgelaufenen Spirituosen. 4. Ständige Beaufsichtigung der Anlage ist gewährleistet. 5. ausreichender Luftwechsel im Aufstellungsraum, z. B. über technische Lüftung <p>b) Flammpunkt ausreichend über Verarbeitungstemperatur → Keine besonderen Anforderungen an den Explosionsschutz.</p>
----------------------------	---	---	---	---

<p>Entlüftung Füller: Vakuumpumpe</p>	<p>Brand/Explosion im Bereich der Abfüllung</p>	<p>Entzündung von Alkoholdämpfen im Bereich der Entlüftung</p>	<p>Brand-/Explosionsschäden im Bereich der Abfüllanlage</p>	<p>a) Flammpunkt <u>nicht</u> ausreichend über Lagertemperatur</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Verwendung explosionsgeschützter Pumpen gemäß Zoneneinteilung 2. Anlage technisch dicht Entlüftung nach der Vakuumpumpe über feste Verrohrung ins Freie 3. Temperatur der abzufüllenden Spirituose wird dauerhaft ausreichend unter dem Flammpunkt gehalten, z. B. durch ausreichende Kühlung vor Abfüllung. (Je nach betrieblichen Gegebenheiten eventuell zusätzlich Kühlung zwischen Lagertank und Füller erforderlich.) 4. ausreichender Luftwechsel im Aufstellungsraum, z. B. über technische Lüftung 5. Vorbeugende Wartung der Pumpen 6. Regelmäßige Kontrolle auf Undichtigkeiten <p>b) Flammpunkt ausreichend über Lagertemperatur ➔ Keine besonderen Anforderungen an den Explosionsschutz.</p>
--	---	--	---	---

11 Literatur

- [1] Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung - BetrSichV) Ausfertigungsdatum: 03.02.2015, in Kraft getreten am 01. Juni 2015
- [2] Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung - GefStoffV), am 03. Februar 2015 (BGBl. I S. 49) geändert
- [3] Richtlinie 2014/34/EU (ATEX 95) vom 26. Februar 2014
„Zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen“ (Neufassung)
- [4] Richtlinie 1999/92/EG
„Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können“
- [5] Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) vom 07.08.1996; BGBl. I S 1246, zuletzt geändert durch Artikel 17 des Gesetzes vom 21. Juni 2002 (BGBl. I S. 2167)
- [6] Richtlinie 2006/42/EG "über Maschinen" vom 17. Mai 2006 (Maschinenrichtlinie)
- [7] Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen (ElexV) (BGBl. I Nr. 65 vom 19. Dezember 1996 S. 1931) (zurückgezogen)
- [8] Unfallverhütungsvorschrift BGV A1 „Grundsätze der Prävention“ v. 01.01.2004, DGUV
- [9] DGUV-Regel 113-001: „Explosionsschutz-Regeln - Regeln für das Vermeiden der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung (ehemals BGR 104 - EX-RL)“, DGUV; Fachausschuss "Chemie"
- [10] TRGS 509: Lagern von flüssigen und festen Gefahrstoffen in ortsfesten Behältern sowie Füll- und Entleerstellen für ortsbewegliche Behälter (Fassung vom 30.11.2015)
- [11] TRGS 510: Lagern von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern (Fassung vom 30.11.2015)
- [12] TRGS 727: Technische Regeln für Betriebssicherheit – Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen (ehemals BGR 132 bzw. TRBS 2153)
- [13] TRGS 720 (TRBS 2152): Technische Regeln für Gefahrstoffe – Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines
- [14] TRGS 721 (TRBS 2152 Teil 1): Technische Regeln für Gefahrstoffe – Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Beurteilung der Explosionsgefährdung
- [15] TRGS 722 (TRBS 2152 Teil 2): Technische Regeln für Gefahrstoffe – Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre
- [16] TRBS 2152 Teil 3: Technische Regeln für Betriebssicherheit - Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre - Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre
- [17] DIN EN 60079-10 (10-2009): "Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche - Teil 10: Einteilung der explosionsgefährdeten Bereiche"

- [18] DIN EN 60079-14 (2014-10): Explosionsgefährdete Bereiche - Teil 14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen (IEC 60079-14:2013)
- [19] TRBS 1112 Teil 1 „Explosionsgefährdungen bei und durch Instandhaltungsarbeiten - Beurteilung und Schutzmaßnahmen“
- [20] „Praxisleitfaden zur Erstellung eines Explosionsschutzdokumentes für Betriebe der Getreideverarbeitung, Getreidelagerung und des Handels“
FSA-Schriftenreihe Nr. F05-0501/01-06
- [21] Statische Elektrizität
ISSA Prevention Series No. 2017
IVSS, Heidelberg, 1995
- [22] Explosionstechnische Kenngrößen
ISSA Prevention Series No. 2018
IVSS, Heidelberg, 1995
- [23] E. Brandes, W. Möller, Sicherheitstechnische Kenngrößen, Band 1: Brennbare Flüssigkeiten und Gase, Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bremerhaven, 2003.
- [24] DIN EN 1127-1 Explosionsfähige Atmosphären - Explosionsschutz – Teil 1: Grundlagen und Methodik; Oktober 2011
- [25] BGR 500, Kap. 2.26 „Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“
- [26] BGI 528 (Nov. 2013): Sicherheit und Gesundheitsschutz durch Koordinieren
- [27] BGI 508: Merkblatt für die Übertragung von Unternehmerpflichten
- [28] ASI 0.06/00 Fremdarbeiten im Betrieb
- [29] Schultz, W.: WISSEN, WOLLEN, KÖNNEN - Unterweisung - ein wichtiges Werkzeug in der betrieblichen Sicherheitsarbeit, BGN-Akzente 6/1999
- [30] Carl-Mattarocci, K.: Ein Kommen und Gehen - Arbeitsschutz für Leiharbeitnehmer erfordert spezielle Maßnahmen, BGN-Akzente 3/2001

12 Abbildungsnachweis

Titel 1: Informationsschrift Deutsche Kornbrand Verwertungsgesellschaft

Titel 2: Arnold Holstein GmbH, D-88677 Markdorf

- [1] Verfahren zur Herstellung von Spirituosen
- [2] Explosionsgefahren bei der Herstellung von Alkohol / Spirituosen
- [3] Umrechnung der Alkoholkonzentration von Vol.-% in Gew.-%
Quelle: „Arbeitssicherheit aktuell – Brennereien“; Bundesverband der Landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften, 1997
- [4] Flammpunkt in Abhängigkeit von der Alkoholkonzentration
Quelle: „Arbeitssicherheit aktuell – Brennereien“; Bundesverband der Landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften, 1997
- [5] Einstufung von Alkohol und Alkohol/Wasser-Gemischen nach GefStoffV – bisher und neu
- [6] Einstufung von Alkohol und Alkohol/Wasser-Gemischen nach GefStoffV – bisher und neu
- [7] Dampfdruckkurve von Alkohol
- [8] Explosionsfähige Atmosphäre oberhalb eines offenen Behälters
- [9] Offene Probenahmegefäß
- [10] Entlüftung über Mannloch
- [11] Leuchten zur Verwendung in den Zonen 1 und 2
Quelle: R. STAHL Schaltgeräte GmbH, D-74638 Waldenburg
- [12] Beispiel einer Kennzeichnung am Zugang zu explosionsgefährdeten Bereichen
Quelle: Berentzen-Gruppe AG, D-49740 Haselünne
- [13] Einsatz von Werkzeugen in Gas-Ex-Zonen
- [14] Anlagenschema Getreide- / Kartoffelbrennerei
Quelle: Dr. Wenzel, BGN
- [15] Brennanlage für Getreide
Quelle: Reiner Settele, BGN
- [16] Sperrwasserkontrolle für Alkoholpumpen
Quelle: Berentzen-Gruppe AG, D-49740 Haselünne
- [17] Festlegung der Abstände R_a und R_i
Quelle: TRGS 509 Abb. A2-3)
- [18] Schema einer Obstbrennanlage
Quelle: Dr. Wenzel, BGN
- [19] Be- und Entlüftung Alkohollager
Quelle: Reiner Settele, BGN
- [20] Explosionsschutz an Außentanklager
Quelle: Berentzen-Gruppe AG, D-49740 Haselünne
- [21] Anlagenschema Spirituosenherstellung
- [22] Abfüllanlage für Spirituosen
Quelle: Berentzen-Gruppe AG, D-49740 Haselünne
- [23] Mischtank mit explosionssgeschütztem Rührmotor für Zone 1 (Kat. 2 G)
- [24] Mobiles Gaswarngerät

Anhang 1: Muster-Gliederung Explosionsschutzdokument

1. Allgemeine Angaben

- Name des Betriebes
- Benennung von Betriebsbereichen / Arbeitsbereichen
- Geltungsbereich der Dokumentation
- Erstellungsdatum

2. Verantwortliche und befähigte Personen für den Betrieb bzw. Betriebsteil

- Betriebsleitung
- Abteilungsleitung
- Verantwortliche für die Erlaubnisverfahren (z. B. Feuerarbeiten, Einfahren in enge Behälter etc.)
- Befähigte Personen für die Prüfung von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen
- Angabe zu Art und Anzahl der befugten und unterwiesenen Beschäftigten in den jeweiligen Arbeitsbereichen

3. Kurzbeschreibung der baulichen und örtlichen Gegebenheiten

- Lagepläne der Gebäude und Anlagen
- Gebäudepläne
- Aufstellungspläne der relevanten Betriebs- und Anlagenteile
- Flucht- und Rettungswegepläne für alle Ebenen

4. Verfahrensbeschreibung

- Kurzbeschreibung des verfahrenstechnischen Ablaufs
- Kurzbeschreibung der relevanten Tätigkeiten (z. B. Probenahme, Kontrollen etc.)
- Verfahrensfließbilder mit Informationen zu sicherheitstechnisch relevanten Komponenten, Geräten, Schutzsystemen sowie elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln (z.B. R+I-Diagramme)

5. Beschreibung der eingesetzten Stoffe

- Stoffdaten (z.B. Korngrößenverteilung, Zusammensetzung, Konzentration, Dichte etc.)
- Für Rohprodukte Angaben zum Verarbeitungszustand, zu eventueller Vorreinigung oder sonstiger Vorbehandlung beim Lieferanten etc..
- relevante explosionstechnische Kenngrößen
- Einsatzmengen/Fördermengen

6. Zoneneinteilung

- Bereiche in denen gefährdende explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann
 - im Innern von Anlagen
 - in der Umgebung von Anlagen
- Zoneneinteilung in Betriebsräumen bzw. im Freien
- Zoneneinteilung im Anlageninnern

7. Gefährdungsbeurteilung

- Beschreibung der relevanten Gefährdungen
 - Gefährdungen im Normalbetrieb unter Berücksichtigung von An- und Abfahrvorgängen
 - Gefährdungen bei betriebsbedingt zu erwartenden Störungen
 - Gefährdungen bei der Instandhaltung
- Beschreibung des Explosionsschutzkonzeptes
 - Vorbeugende Maßnahmen
 - Technische Schutzmaßnahmen

Rangfolge der Schutzmaßnahmen:

 - Maßnahmen zur Verhinderung der Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre
 - Vermeiden von Zündquellen:
Maßnahmen zur Verhinderung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre
 - Konstruktiver Explosionsschutz:
Maßnahmen zur Beschränkung der Auswirkung einer Explosion
- Beschreibung der Anforderungen an Arbeitsmittel

8. Organisatorische Maßnahmen

- relevante Betriebsanweisungen
- Beschreibung der notwendigen Qualifikationen von Beschäftigten
- Beschreibung der notwendigen Unterweisungen
- Beschreibung des Arbeitsfreigabesystems
- Koordination zwischen mehreren Arbeitgebern
Arbeitsanweisungen zum Umgang mit Leiharbeitnehmern, Fremdfirmen, Schülern, Praktikanten etc.
- Kennzeichnung der Zonenbereiche
- Maßnahmen zur Aufrechterhaltung der Zoneneinteilung
 - Reinigungspläne
 - Kontrollgänge
 - Vorbeugende Instandhaltung
- Instandhaltungskonzept
- Prüfkonzert

9. Anhänge

- EG-Konformitätserklärungen
- Herstellererklärungen
- EU-Baumusterprüfbescheinigungen
- Nachweise für Auslegung von Druckentlastungsflächen, Unterdrückungssystemen etc.
- Nachweis für die Eignung von relevanten elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln
- Muster-Erlaubnisschein für Heißarbeiten (Schweierlaubnisschein)
- Muster-Erlaubnisschein für Arbeiten in engen Räumen
- Relevante Betriebsanweisungen
- Relevante Betriebsanleitungen von Arbeitsmitteln
- Dokumentation von Unterweisungen
- Prüfbescheinigungen
- Verweisliste für mitgeltende Dokumente

10. Maßnahmenplan

- Beschreibung der Maßnahme
- Angabe der verantwortlichen Person für die Durchführung
- Angabe des geplanten Fertigstellungstermins

Anhang 2: Muster „Schulungs- und Unterweisungsnachweis“**Schulungs- & Unterweisungsnachweis (intern / extern)**
für Arbeiten in explosionsgefährdeten BereichenAbteilung/Bereich:

Themen: Betriebsvorschriften, Gefährdungen, Zoneneinteilung, Explosionsschutzmaßnahmen, persönliche Schutzausrüstung, Einsatz mobiler Geräte in Zonen, Notfallmaßnahmen, Reinigungsmaßnahmen, Erlaubnisschein, Prüfungen, Koordinationsmaßnahmen)

Hiermit bestätige ich, über o. g. Themen unterwiesen worden zu sein:

Lfd. Nr.	Name	Vorname	Unterschrift
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

Datum/Unterweisender

Anhang 3: **Muster „Koordination bei der Beauftragung von Fremdfirmen“**

Muster für einen Zusatz bei der Beauftragung von Fremdfirmen gemäß BGI 528 (November 2013):

Zur Abstimmung der Arbeiten Ihres Unternehmens mit unseren Arbeiten/mit den Arbeiten des Unternehmens _____ haben wir unseren Mitarbeiter, Herrn _____, zum Koordinator bestellt. Er wird die Durchführung der vorgesehenen Arbeiten koordinieren, um mögliche gegenseitige Gefährdungen zu vermeiden.

Der Koordinator hat Weisungsbefugnis auch gegenüber Ihren bei uns tätig werdenden Mitarbeitern, soweit dies für einen sicheren Arbeitsablauf erforderlich ist. Den Weisungen des Koordinators ist deshalb zu folgen. Unterrichten Sie bitte vorab bereits Ihre Mitarbeiter entsprechend.

Vor Beginn der Arbeiten haben sich Ihre bei uns tätig werdenden Mitarbeiter oder deren Vorgesetzter beim Koordinator zu melden. Der Koordinator wird den Ablauf der Arbeiten bis zum Schluss überwachen. Er ist daher für Ihre mit der Durchführung der Arbeiten beauftragten Mitarbeiter Kontaktperson und ständiger Ansprechpartner.

Vorsorglich weisen wir darauf hin, dass die Weisungsbefugnis unseres Koordinators sich beschränkt auf die Koordinierung der vorgesehenen Arbeiten. Ihre Vorgesetzten sind weiterhin für die ihnen unterstellten Mitarbeiter verantwortlich. Sie haben alle Einrichtungen zu schaffen und alle Vorkehrungen zu treffen, die zur Durchführung der für Ihr Unternehmen und für uns geltenden Unfallverhütungsvorschriften oder sonst nach Lage der Verhältnisse zum Schutze der Beschäftigten erforderlich sind. Dazu zählt insbesondere auch die Vermeidung der Gefährdung anderer Mitarbeiter.

Anhang 5: Muster „Betriebsanweisung für schweißtechnische Arbeiten“

BETRIEBSANWEISUNG

1 ANWENDUNGSBEREICH
Schweißtechnische Arbeiten in Bereichen mit Brandgefahr nach § 30 Abs. 4 BGV D1
2 GEFAHREN
<ul style="list-style-type: none"> – Wegfliegende oder abtropfende heiße Metall- oder Schlacketeilchen – Wärmeleitung – Sekundärflammen bei Autogenarbeiten an Rohrleitungen
3 VERHALTENSREGELN
<ul style="list-style-type: none"> – Festlegen des brandgefährdeten Bereiches – Absprache der Sicherheitsmaßnahmen mit dem Auftraggeber – Informieren über Brandmeldeeinrichtungen – Beginn der schweißtechnischen Arbeiten nach Durchführung der Sicherheitsmaßnahmen
4 SICHERHEITSMASSNAHMEN
<ul style="list-style-type: none"> – Entfernen sämtlicher beweglicher Stoffe und Gegenstände, die sich durch schweißtechnische Arbeiten in Brand setzen lassen – Entfernen fester brennbarer Einrichtungen, z.B. Umkleidungen und Isolierungen, soweit baulich und betriebstechnisch durchführbar – Abdecken verbleibender brennbarer Gegenstände, z.B. Holzbalken oder Kunststoffteile, mit geeigneten Materialien – Abdichten von Öffnungen, Fugen, Ritzen, Rohröffnungen mit nichtbrennbaren Stoffen, z.B. Gips, Mörtel – Kontrolle auf Brandentstehung durch einen Brandposten mit geeigneten Feuerlöscheinrichtungen, z. B. Feuerlöschern, angeschlossenem Wasserschlauch – Vorhalten einer Brandwache für angemessenen Zeitrahmen nach Beendigung der schweißtechnischen Arbeiten
5 VERHALTEN BEI BRANDENTSTEHUNG
<ul style="list-style-type: none"> – Einstellen der schweißtechnischen Arbeit – Unverzüglicher Löschangriff durch den Brandposten, Alarmierung der Feuerwehr und innerbetriebliche Weitergabe des Alarms – Warnung in der Nähe tätiger Personen
6 VERHALTEN BEI UNFÄLLEN, ERSTE HILFE
<ul style="list-style-type: none"> – In Brand geratene Kleidung mit Handschuhen, Löschdecke ersticken – Gegebenenfalls Alarmierung der Rettungsdienste (Tel.)
7 MITZUFÜHRENDE ARBEITSMITTEL
<ul style="list-style-type: none"> – Geeignete Feuerlöscheinrichtungen, z. B. Feuerlöscher, Wasserschlauch, Löschdecken (DIN 14155, DIN EN 1869) – Gegebenenfalls mobile Brandmeldeeinrichtungen, Funktelefon – Materialien zum Abdecken, z. B. feuerfeste Abdeckmatten – Materialien zum Abdichten, z. B. Gips, Mörtel
Datum:
Unterschrift:

Haftungsausschluss

Dieser Leitfaden wurde mit der größtmöglichen Sorgfalt und unter Berücksichtigung des aktuellen Regelwerkes erstellt. Da sich aktuelle Bezüge aber schnell ändern und auch Fehler letztlich nie ganz ausgeschlossen werden können, übernehmen die Autoren keinerlei Gewähr für die Aktualität, Korrektheit oder Vollständigkeit der in diesem Leitfaden bereitgestellten Informationen. Haftungsansprüche gegen die Autoren, welche sich auf Schäden materieller oder ideeller Art beziehen, sind grundsätzlich ausgeschlossen, sofern seitens der Autoren kein nachweislich vorsätzliches oder grob fahrlässiges Verschulden vorliegt.

Die Verfasser

Dipl.-Ing. Stefan Grund

Dipl.-Ing. Stefan Grund ist Technischer Aufsichtsbeamter und Fachberater für den Explosionsschutz bei der Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gastgewerbe. Zudem ist er Mitglied des Fachausschusses Explosionsschutz der BG Chemie. Im Rahmen dieser Tätigkeit erstellt er Gutachten und Sicherheitsbetrachtungen überwiegend im Staubexplosionsschutz.

Dr. Bernhard Strocka

Dr. Bernhard Strocka ist Fachberater für Explosionsschutz bei der Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gastgewerbe und der Forschungsgesellschaft für angewandte Systemsicherheit und Arbeitsmedizin mbH (FSA) und erstellt Gutachten und Sicherheitsbetrachtungen im Explosionsschutz. Er ist zudem bekannt gegebener Sachverständiger nach § 29a des Bundesimmissionsschutzgesetzes.

Dr. Markus Wenzel

Dr. Markus Wenzel ist Fachberater für Explosionsschutz bei der Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gastgewerbe und der FSA und erstellt Gutachten und Sicherheitsbetrachtungen im Explosionsschutz. Für die Forschungsgesellschaft für angewandte Systemsicherheit und Arbeitsmedizin mbH (FSA) ist er zudem als Prüfer für nicht-elektrische Betriebsmittel im Sinne der Richtlinie 2014/34/EU tätig.

Den Herren Dr. Hauert, Dr. Dyrba, Dr. Frobese, Dr. Losert, Dr. Burckhardt und Dr. Pape sei für Ihre Diskussionsbeiträge und Korrekturen gedankt.