

TG Lackieranlagen

Technische Grundlage für die Beurteilung von Lackieranlagen

Impressum

Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort
Wien, 2007

Copyright und Haftung:

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des Bundeskanzleramtes und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autorin/des Autors dar und können der Rechtssprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls vorgreifen.

Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an betriebsanlagentechnik@bmdw.gv.at.

Inhalt

Vorwort	1
1 Einleitung	2
2 Begriffe	3
3 Technologie.....	12
3.1 Rohstoffe	12
3.1.1 Filmbildner.....	12
3.1.2 Lösungsmittel	12
3.1.3 Pigmente.....	13
3.1.4 Additive.....	13
3.2 Applikation.....	13
3.2.1 Vorbehandeln	13
3.2.2 Lackieren.....	14
3.2.3 Elektrottauchlackieren.....	15
3.2.4 Walz-, Flut- und Gießverfahren	15
3.2.5 Sprühverfahren.....	16
3.2.6 Applikation von Pulverlacken	18
3.3 Trocknung und Härtung.....	19
4 Gefahren	20
4.1 Gesundheitsgefahren durch Lösungsmittel	20
4.2 Umweltgefahren durch Lösungsmittel.....	20
4.3 Umweltbeeinträchtigung durch Feuerungsabgase	20
4.4 Belästigungen durch Lärm.....	20
4.5 Gefahren für Wasser und Boden.....	21
4.6 Brand- und Explosionsgefahr.....	21
5 Emissionen.....	23
5.1 Lösungsmittlemissionen	23
5.2 Staubemissionen (Lackpartikel).....	24

5.3	Abgasemissionen aus Feuerungen	24
5.4	Abwasser	25
5.5	Lärmemissionen	25
5.5.1	Luftschall.....	25
5.5.2	Körperschall und Erschütterungen	25
5.6	Geruchsemissionen	25
5.6.1	Geruchsstoffe, Geruchsqualitäten, Geruchsschwellen	25
5.6.2	Geruchswahrnehmung	26
5.6.3	Geruchsgemische	27
5.6.4	Geruchsmessungen - Olfaktometrie.....	28
5.6.5	Untersuchungen zu Geruchsemissionen bei Lackieranlagen	29
5.7	Emissionsgrenzwerte.....	30
5.7.1	Anlagen bis 500 kg/a Lösungsmittelverbrauch	30
5.7.2	Anlagen über 500 kg/a Lösungsmittelverbrauch	31
5.8	Emissionsmessungen für Luftschadstoffe	33
5.8.1	Einzelmessungen	34
5.8.2	Kontinuierliche Messungen.....	36
5.8.3	Ermittlung der flächenbezogenen Gesamtemissionen an flüchtigen organischen Verbindungen bei Anlagen der Fahrzeugbeschichtung	36
6	Maßnahmen zur Emissions- und Immissionsminderung sowie zum Boden- und Gewässerschutz	38
6.1	Lösungsmittel	38
6.2	Staub und Aerosole	38
6.3	Abwasser	39
6.4	Lärm.....	39
6.5	Boden- und Gewässerschutz	40
7	Brand- und Explosionsschutz, Strahlung.....	41
7.1	Allgemeines	41
7.2	Brandschutz	43

7.3	Fluchtwege	46
7.4	Elektrische Anlagen	47
7.5	Explosionsschutz.....	48
7.5.1	Allgemeine Anforderungen	48
7.5.2	Besondere Anforderungen für bestimmte Arten von Lackieranlagen.....	49
7.6	Strahlung	50
8	Einreichunterlagen gemäß § 353 GewO.....	51
8.1	Erforderliche Genehmigungsunterlagen	51
8.2	Nachweise, Bescheinigungen und Dokumente (nach Fertigstellung, jedoch vor der Inbetriebnahme).....	52
9	Anhänge.....	54
9.1	Berechnungsbeispiele für eine Spritzkabine gemäß EN 12215.....	54
9.1.1	Bestimmung der Konzentration brennbarer Stoffe hinsichtlich der UEG bei Spritzkabinen für flüssige organische Beschichtungsstoffe.....	54
9.1.2	Bestimmung der Emissionskonzentrationen an Staub und Lösungsmitteln	57
9.2	Berechnungsbeispiele für eine Kombinierte Spritz- und Trockenkabine gemäß EN 13355 und EN1539	57
9.2.1	Bestimmung der Konzentration brennbarer Stoffe hinsichtlich der UEG im Spritz-Betrieb nach ÖNORM EN 13355.....	57
9.2.2	Bestimmung der Konzentration brennbarer Stoffe hinsichtlich der UEG im Trocken-Betrieb nach ÖNORM EN 1539	59
9.2.3	Bestimmung der Konzentration organischer Lösungsmittel in der Abluft im Spritz-Betrieb	64
9.2.4	Bestimmung des Mindestabluftvolumenstroms (Trocken-Betrieb)	65
9.3	Berechnungsbeispiel für einen Spritzstand:.....	66
9.3.1	Hinsichtlich UEG unabhängig von NORMEN:	66
9.3.2	Hinsichtlich Emissionskonzentration	67
9.4	Grenzwerttabelle.....	68
9.5	Untersuchungsdaten zu den Geruchsmessungen.....	69
9.5.1	Anlagentypen.....	69
9.5.2	Gesamtkohlenstoffmessungen.....	71

9.5.3 Geruchsstoff-Messungen	72
9.6 Erlass des BMWA vom 12. Jänner 2005	75
9.7 Explosionsschutz 1.....	81
9.8 Explosionsschutz 2.....	90
Tabellenverzeichnis.....	121
Abbildungsverzeichnis.....	122
Literaturverzeichnis.....	123

Vorwort

Die vorliegende Technische Grundlage wurde von den technischen Amtssachverständigen auf Grund ihrer Erfahrungen in gewerbebehördlichen Genehmigungsverfahren erarbeitet. Wo es als zweckdienlich schien, wurden auch externe Experten gehört bzw. mit Detailfragen befasst.

Die Technische Grundlage bietet eine Zusammenfassung des für die Beurteilung des Sachgebietes notwendigen Basiswissens und gibt eine Übersicht über etwaig auftretende Gefahren, Emissionen oder Beeinträchtigungen und zeigt mögliche Abhilfemaßnahmen auf. Sie reflektiert die vielfältigen Erfahrungen einer langjährigen Verwaltungspraxis und dient dem Schutz von Personen und dem Schutz der Umwelt.

Die Technische Grundlage stellt die zu manchen Fragen zum Teil auch unterschiedlichen Auffassungen der technischen Amtssachverständigen auf eine gemeinsame Basis und ist grundsätzlich als Maximalbetrachtung des gestellten Themas zu sehen. Die in der Technischen Grundlage enthaltenen Inhalte sind daher nicht unbedingt in jedem Fall gegeben und vorgeschlagene Abhilfemaßnahmen sind nicht überall im gesamten Umfang notwendig.

Andererseits können im Einzelfall vorliegende Umstände andere als in der Technischen Grundlage vorgesehene bzw. zusätzliche Maßnahmen rechtfertigen.

Es obliegt daher dem technischen Amtssachverständigen im gewerbebehördlichen Genehmigungsverfahren, den jeweils konkret vorliegenden Sachverhalt nach den Erfordernissen des Einzelfalles zu beurteilen.

Der Technischen Grundlage kommt kein verbindlicher Charakter zu. Der Inhalt der Technischen Grundlage basiert auf dem zum Zeitpunkt ihrer Veröffentlichung im Arbeitskreis verfügbaren Wissen.

1 Einleitung

Die vorliegende Technische Grundlage soll den Projektanten und den mit der Genehmigung von Lackieranlagen befassten Sachverständigen als Hilfsmittel in der Beurteilung der verschiedenen Arten von Beschichtungsvorgängen von Werkstücken dienen und soll einen Überblick über die gängigen Verfahren sowie die damit in Verbindung stehenden Anforderungen bieten.

Der Anwendungsbereich erstreckt sich grundsätzlich auf alle Einrichtungen zum Auftragen und Trocknen von organischen flüssigen sowie pulverförmigen Beschichtungsstoffen, ausgenommen jene, in denen halogenierte Lösungsmittel eingesetzt werden.

Die Technische Grundlage befasst sich mit Fragen der Gesundheit und sicherheitstechnischen Anforderungen derartiger Anlagen. Spezielle Belange des ArbeitnehmerInnenschutzes werden in dieser Technischen Grundlage nicht behandelt. Einen Schwerpunkt bilden die Kapitel der Emissionen von Luftschadstoffen und deren Messung sowie die Betrachtung der Geruchsproblematik.

Aufgrund der Vielzahl von verschiedenen Anlagentypen entbindet die Technische Grundlage nicht vom Studium der jeweiligen Fachliteratur (siehe Kap. Literatur). In sicherheitstechnischer Hinsicht und über Brandschutz gibt die BGVR, BGI 740 einen guten Überblick.

2 Begriffe

Die Einteilung der Lacke kann nach dem Verwendungszweck (Kfz-Reparaturlacke, Holzlacke, Industrielacke, ...), der Art des Filmbildners (Alkydharzlack, Acrylharzlack, Cellulose-nitratlack („Nitrolack“), Polyurethanlack, ...), dem Feststoffgehalt (High-Solid-Lack), dem Aufbau der Lackierung (Grundierung, Füller, Decklack), den Effekten (Klarlack, Unilack, Metalllack, ...), der Art der Härtung/Trocknung (lufttrocknend, strahlenhärtend, forcierte Trocknung (Einbrennlack), ...), der Art der Verarbeitung (Einkomponentenlack, Zweikomponentenlack; Spritzlack, Tauchlack, ...) usw. erfolgen.

Aerosol

System aus Gasen (z.B. Luft) und darin fein verteilten festen oder flüssigen Teilchen von etwa 10⁻⁶ mm bis etwa 10⁻² mm Durchmesser.

Beschichtungsstoff

Eine flüssige, pastöse oder pulverförmige Zubereitung - einschließlich aller organischer Lösungsmittel oder Zubereitungen, die für ihre Gebrauchstauglichkeit organische Lösungsmittel enthalten -, die dazu dient, auf einer Oberfläche einen Film mit dekorativer, schützender oder sonstiger funktionaler Wirkung zu erzielen. Oberbegriff für Lacke, Farben, Anstrichmittel u. dgl.

Beschichtungsstoffe auf Lösungsmittelbasis (Lb)

Beschichtungsstoffe, deren Viskosität mit Hilfe von organischen Lösungsmitteln eingestellt wird.

Beschichtungsstoffe auf Wasserbasis (Wb)

Beschichtungsstoffe, deren Viskosität mit Hilfe von Wasser eingestellt wird (siehe auch „Wasserlacke“).

Brandabschnitt

Teil eines Gebäudes, der durch brandschutztechnische Maßnahmen gegen Brandausbreitung gesichert ist.

Decklacke

Pigmentierte Beschichtungsstoffe, die als Einfach- oder Mehrschichtlacke Glanz und Dauerhaftigkeit verleihen. Dazu gehören auch Grund- und Klarlacke.

Einkomponentenlack

Beschichtungsstoff, der ohne Mischung mit einer zweiten Komponente gebrauchsfertig ist.

Explosionsbereich (Zündbereich)

Konzentrationsbereich zwischen der unteren und der oberen Explosionsgrenze (Zündgrenze).

Im Hinblick auf die elektrischen Installationen und Betriebsmittel ergeben sich folgende Zoneneinteilungen (siehe BGR 104 und VEXAT):

Zone 0: umfasst Bereiche, in denen gefährliche explosionsfähige Atmosphäre durch Gase, Dämpfe oder Nebel ständig oder langfristig oder häufig vorhanden ist.

Zone 1: umfasst Bereiche, in denen (bei Normalbetrieb) damit zu rechnen ist, dass gefährliche explosionsfähige Atmosphäre durch Gase, Dämpfe oder Nebel gelegentlich auftritt.

Zone 2: umfasst Bereiche, in denen damit zu rechnen ist, dass gefährliche explosionsfähige Atmosphäre durch Gase, Dämpfe oder Nebel normalerweise nicht oder nur kurzzeitig auftritt.

Zone 20: umfasst Bereiche, in denen explosionsfähige Atmosphäre durch Staub ständig oder langfristig oder häufig vorhanden ist.

Zone 21: umfasst Bereiche, in denen gefährliche explosionsfähige Atmosphäre durch Staub gelegentlich auftreten kann. Ablagerungen oder Schichten von brennbarem Staub werden im Allgemeinen vorhanden sein.

Zone 22: umfasst Bereiche, in denen nicht damit zu rechnen ist, dass bei normalem Betrieb eine explosionsfähige Atmosphäre („Staubwolke“) auftreten kann; wenn sie dennoch auftritt, dann nur kurzzeitig oder indem Anhäufungen oder Schichten von brennbarem Staub vorhanden sind.

Explosionsfähiges Gemisch

Lösungsmitteldampf/Luft- bzw. Staub/Luft-Gemisch, in dem sich nach seiner Entzündung eine Flamme selbständig fortpflanzt, ohne dass hierzu eine weitere Energiezufuhr und Luftzutritt erforderlich sind.

Explosionsgrenze (Zündgrenze), untere bzw. obere

Niedrigste bzw. höchste Konzentration des brennbaren Lösungsmitteldampf/Luft- bzw. Staub/Luft-Gemisches, in dem sich nach dem Zünden eine Flamme gerade nicht mehr selbständig fortpflanzen kann.

Film

Eine zusammenhängende Beschichtung, die durch die Aufbringung einer oder mehrerer Schichten auf ein Substrat entsteht.

Flammpunkt

Niedrigste, unter festgelegten Bedingungen ermittelte Temperatur, bei der eine brennbare Flüssigkeit oberhalb des Flüssigkeitsspiegels mit Luft eine zündbare Dampfkonzentration bildet, die bei kurzzeitiger Einwirkung einer Zündquelle zur Entflammung kommt.

Je nach Flammpunkt wird im Sinne der VbF unterschieden zwischen:

- besonders gefährliche brennbare Flüssigkeiten (u.a. Flammpunkt unter -18 °C)
- leicht entzündliche Flüssigkeiten (Flammpunkt unter 21 °C): Gefahrenklasse I
- entzündliche Flüssigkeiten (Flammpunkt zwischen 21 °C und höchstens 55 °C): Gefahrenklasse II
- schwer entzündliche Flüssigkeiten (Flammpunkt zwischen 55 °C und 100 °C): Gefahrenklasse III.

Flüchtige organische Verbindung (VOC)

Definition nach VOC-Prod-RL: Eine organische Verbindung mit einem Anfangssiedepunkt von höchstens 250 °C bei einem Druck von 101,3 kPa (Definition gemäß RL 2004/42/EG).

Definition nach VAV und VOC-RL: Organische Verbindungen, die bei 293,15 K einen Dampfdruck von 0,01 kPa oder mehr haben oder unter den jeweiligen Verwendungsbedingungen eine entsprechende Flüchtigkeit aufweisen (Definition gemäß RL 1999/13/EG).

Füller und Spachtelmassen

Dickflüssige Verbindungen, die aufgebracht werden um vor Auftragen der Vorbeschichter tiefe Unebenheiten in der Oberfläche auszufüllen.

Geruchseinheit

Geruchseinheit (GE):

1 Geruchseinheit ist die Menge eines Geruchsstoffs (bzw. einer Mischung von Geruchsstoffen), die in einem Kubikmeter geruchsbehafteten Gases (unter Normbedingungen) an der für eine Gruppe von Prüfern (Panel) gültigen Wahrnehmungsschwelle vorhanden ist.

Europäische Geruchseinheit (GEE):

Menge eines/mehrerer Geruchsstoffes/Geruchsstoffe, die beim Verdampfen in einen Kubikmeter Neutralluft unter Normbedingungen die gleiche physiologische Reaktion eines Panels hervorruft (Wahrnehmungsschwelle), wie die durch eine Europäische Referenzgeruchsmasse (EROM; entspricht 123 µg n-Butanol) hervorgerufene Reaktion nach Verdampfen in einen Kubikmeter Neutralluft unter Normbedingungen.

Diese Definition ist die Grundlage der Rückverfolgbarkeit von Geruchseinheiten eines beliebigen Geruchsstoffes auf den Referenzgeruchsstoff. Dadurch werden Geruchsstoffkonzentrationen sinnvoll als „n-Butanol-Massenäquivalente“ dargestellt [ÖNORM EN 13725 „Luftbeschaffenheit - Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration mit dynamischer Olfaktometrie].

Grundierungen

Sind Beschichtungsstoffe, die vor Auftragen eines Vorbeschichters auf blankem Metall oder bereits vorhandenen Beschichtungen aufgetragen werden.

Metallgrundierungen:

Grundierungen als Haftverbesserer, Versiegelungsmittel, Vorbeschichter, Zwischenlacke, Kunststoffgrundierungen, Nass-auf-Nass, Füller und Sprühfüllmittel.

Waschgrundierungen:

Grundierungen mit einem Anteil von mindestens 0,5 Gewichtsprozent Phosphorsäure, die direkt auf blanke Oberflächen aufgebracht werden und Korrosionsbeständigkeit sowie Haftvermögen verleihen; Beschichtungsstoffe, die als schweißbare Grundierungen verwendet werden, und Beizmittel für galvanisierte Metalloberflächen.

Grundlacke

Pigmentierte Beschichtungsstoffe, die der Farbgebung und optischen Effekten dienen, nicht jedoch dem Glanz und der Widerstandsfähigkeit der Gesamtlackierung.

Härtung

Übergang vom flüssigen in den festen Zustand (Filmbildung) unter Molekülvergrößerung und/oder Vernetzung durch chemische/physikalische Reaktionen/Vorgänge.

Klarlacke (Transparentlacke)

Transparente Beschichtungsstoffe, die der Gesamtlackierung Glanz und Widerstandsfähigkeit verleihen.

Lackierraum

Raum, in welchem Beschichtungsstoffe auf die Oberfläche von Werkstücken aufgebracht werden.

MAK-Wert (Maximale Arbeitsplatz-Konzentration)

Höchstzulässige Konzentration eines Arbeitsstoffes als Gas, Dampf oder Schwebstoff in der Luft am Arbeitsplatz (genaue Definition siehe Grenzwerteverordnung).

Organisches Lösungsmittel

Eine flüchtige organische Verbindung, die allein oder in Verbindung mit anderen Stoffen zur Auflösung oder Verdünnung von Rohstoffen, Produkten oder Abfallstoffen, als Reinigungsmittel zur Auflösung von Verschmutzungen, als Dispersionsmittel, als Mittel zur Regulierung der Viskosität oder der Oberflächenspannung oder als Weichmacher oder Konservierungsstoff verwendet wird. Reaktivlösungsmittel sind keine organischen Lösungsmittel im Sinne dieser Technischen Grundlage (siehe Reaktivlösungsmittel).

Organische Verbindung

Eine Verbindung, die mindestens Kohlenstoff und eines der Elemente Wasserstoff, Halogene, Sauerstoff, Schwefel, Phosphor, Silizium oder Stickstoff oder mehrere davon enthält, ausgenommen Kohlenstoffoxide sowie anorganische Karbonate.

Pulverlacke

Beschichtungspulver, das nach dem Auftragen und Aufschmelzen auf dem Untergrund einen Film ergibt.

Reaktivlösungsmittel

Ein organisches Lösungsmittel, das bei der Filmbildung durch chemische Reaktion (z.B. Polymerisation) Bestandteil des Bindemittels wird, dadurch seine Eigenschaft als Lösungsmittel verliert (z.B. Styrol bei ungesättigten Polyesterharzen) und daher nicht emissionswirksam ist.

Speziallacke

Beschichtungsstoffe, die als Decklage mit einem einzigen Auftrag besondere Eigenschaften wie Metallic- oder Perlmutteffekte verleihen, sowie einfarbige oder transparente Hochleistungslacke (z.B. kratzfeste, fluorierte Klarlacke), reflektierende Grundlacke,

Struktureffektlacke (z.B. Hammerschlag), rutschhemmende Beschichtungen, Unterboden-Versiegelungsmittel, Schutzlacke gegen Steinschlag, Lacke für die Innenlackierung und Aerosole.

Spritzkabine

Ein allseitig abgeschlossener, mechanisch gelüfteter Raum zur Durchführung von Spritzlackierarbeiten, der fallweise auch zum Trocknen verwendet wird (kombinierte Spritz- und Trockenkabine).

Spritzstand

Nicht allseitig geschlossene Einrichtung zum Spritzlackieren mit mechanischer Absaugung.

Trockenraum

Raum zum Trocknen und Härten des auf die Werkstücke aufgetragenen Beschichtungstoffes.

Trocknung

Übergang vom flüssigen in den festen Zustand (Filmbildung) unter Abgabe von Lösungsmitteln und / oder Wasser.

VOC-Gehalt (VOC-Prod-RL)

In Gramm pro Liter (g/l) ausgedrückte Masse flüchtiger organischer Verbindungen in der Formulierung des gebrauchsfertigen Produkts. Die Masse flüchtiger organischer Verbindungen in einem bestimmten Produkt, die während der Trocknung chemisch reagieren und somit einen Bestandteil der Beschichtung bilden, gilt nicht als Teil des VOC-Gehalts. Gemäß Anhang II lit. B VOC-Prod-RL sollte der Wassergehalt des gebrauchsfertigen Produktes abgezogen werden.

VOC-Wert (VOC-RL, VAV)

Gehalt an flüchtigen organischen Verbindungen allgemein (g/l):

Masse der flüchtigen Anteile (inklusive Wasser) abzüglich der Masse des Wassers, ins Verhältnis gesetzt zum Volumen des Beschichtungsstoffes abzüglich des Volumens des darin enthaltenen Wassers.

Gehalt an flüchtigen organischen Verbindungen für Holzoberflächen (g/l):

Gehalt an flüchtigen organischen Verbindungen bezogen auf einen Liter Beschichtungsstoff wie folgt:

$$\text{VOC-Wert (g/l)} = (100 - nfa - m_w) \times \rho_s \times 10$$

ρ_s : Dichte des Beschichtungsstoffs in g/cm^3

nfa: nichtflüchtige Anteile in %

m_w : Masseanteil des Wassers in %

Vorbereitungs- und Reinigungsprodukte

Produkte zur mechanischen oder chemischen Entfernung von alten Beschichtungen und Rost oder zur Vorbereitung neuer Beschichtungen. Vorbereitungsprodukte umfassen Gerätereiniger (Produkte zur Reinigung von Sprühpistolen und anderen Geräten), Lackentferner, Entfettungsmittel (einschließlich antistatischer Mittel für Kunststoffe) und Silikonentferner. Dazu gehören auch Vorreiniger zur Entfernung der Oberflächenverschmutzung als Vorbereitung der Anwendung von Beschichtungsmitteln.

Vorbeschichter

Beschichtungsstoffe, die unmittelbar vor Auftragen des Decklacks zur Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit und des Haftvermögens des Decklacks sowie zur Bildung einer einheitlichen Oberfläche durch Korrektur geringfügiger Oberflächenunebenheiten aufgebracht werden.

Wasserlack

Kurzbezeichnung für einen Beschichtungsstoff auf Wasserbasis. Er enthält meist auch organische Lösungsmittel.

Zündtemperatur

Niedrigste, unter festgelegten Bedingungen ermittelte Temperatur, bei der sich ein brennbarer Stoff (Lösungsmitteldampf oder Staub) in Luft entzündet.

Zwei- oder Mehrkomponentenlack

Beschichtungsstoff, der vor der Anwendung durch Mischen zweier oder mehrerer Komponenten gebrauchsfertig gemacht werden muss („Harz + Härter“).

3 Technologie

3.1 Rohstoffe

3.1.1 Filmbildner

3.1.1.1 Höher molekulare physikalisch trocknende Filmbildner

(z.B. Cellulosenitrat, Celluloseacetobutyrat, thermoplastische Acrylate, PVC-Mischpolymerisate), welche durch Abgabe von Lösungsmitteln ohne chemische Reaktion verfestigen.

Vorteil: einfacher Prozess (Raumtemperatur)

Nachteil: hoher Lösungsmittelanteil

3.1.1.2 Niedermolekulare, chemisch reaktive Filmbildner

vernetzen bei erhöhter Temperatur (Einbrennlacke, Acrylat-Aminoharz-, Alkyd-Aminoharz- od. Phenolharzlacke) oder bei Raumtemperatur (Polyurethan- und 2-Komponenten Epoxidharzlacke, Alkydharze).

3.1.2 Lösungsmittel

3.1.2.1 aromatische Lösungsmittel

z.B. Xylol, Toluol

3.1.2.2 Aliphatische Lösungsmittel

z.B. Testbenzin, Ester wie Ethyl-/Butylacetat, Alkohole wie Ethanol, Propanol, Butanol oder diverse Ketone.

3.1.3 Pigmente

Bestimmen Farbigekeit und Deckvermögen, beeinflussen anwendungsspezifische Eigenschaften (z.B. UV- und Korrosionsschutz) z.B. Titandioxid, Eisenoxide, Zinkoxid; Ruß.

3.1.4 Additive

z.B. Benetzungshilfe, Verlaufförderer, Vernetzungsmittel, Katalysator f. Polymerisation, Glanzmittel, Flammschutzmittel, UV-Absorber, Konservierungsmittel, Härtungsmittel.

3.2 Applikation

3.2.1 Vorbehandeln

3.2.1.1 Holz

Schleifen („gut geschliffen ist halb lackiert“) und Beizen

3.2.1.2 3.2.1.2 Metalle

„Schicht bildende“ und „nicht Schicht bildende“ Vorbehandlungen

„Schicht bildende“ Verfahren:

Phosphatierung: führt zur Bildung einer dünnen, schlagelastischen Phosphatschicht auf der Oberfläche (z.B. FePO_4 , $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$).

„nicht Schicht bildende“ Verfahren:

Entfernen von Korrosionsprodukten (Oxidschichten), Korrosionsschutzölen, Zunder, Walzhäute, Fetten durch Bürsten, Schleifen, Strahlen unter Druck (Quarzsand, Korund, Glasperlen, Stahlkies), Cryo-Clean-Verfahren (festes CO_2 aufgestrahlt; in Risse eindringendes CO_2 sprengt beim Verdampfen Schicht ab), Flammstrahlgebläse für Rost und alte Anstriche;

Beizen: sauer od. alkalisch; HCl , H_2SO_4 , H_3PO_4 für Metalle oder NaOH speziell für Aluminium

Entfetten: mit Tensiden (kationisch/anionisch), CKW (rückläufig), Alkoholen, Estern.

3.2.1.3 Kunststoffe

Meist keine Vorbehandlung notwendig; Antistatizmittel werden manchmal aufgesprüht bzw. mit Tensiden abgewaschen.

3.2.1.4 Mineralische Untergründe

CO₂-sperrende Beschichtung um die durch Karbonatisierung bewirkte pH-Wert Senkung zu verhindern. Sandstrahlen, verschließen von Rissen durch Verspachteln.

3.2.1.5 Gläser

Mit wässrigen od. organischen Reinigern vorbehandeln, eventuell anätzen.

3.2.2 Lackieren

Entweder manuell oder prozessgesteuert mittels Automaten.

3.2.2.1 Handlackieren

Händische Beschichtung mittels Pinsel oder Walze (Streichen, Rollen). Erfassung lösungsmittelhaltiger Luft im Bedarfsfall mittels mechanischer Lüftung und geeignete Abführung über Dach notwendig; wasserverdünnbare Lacke vermehrt eingesetzt.

3.2.2.2 Tauchlackieren

Das Werkstück wird im Takt- oder Durchlaufverfahren in relativ niedrig viskosen Lack eingetaucht und nach Durchlaufen einer Abtropfstrecke luft- oder ofengetrocknet (Tauchwanne, Hub- und Senkeinrichtung, Wannensaugung, Trockenofen).

Nachteile: Hohlraumproblematik, keine gleichmäßige Schichtdicke, Kantenflucht

Vorteil: Geringer Lackverlust, keine Lacknebel

3.2.3 Elektrotauchlackieren

Mittels Gleichstrom wird auf einer leitfähigen, meist metallischen Oberfläche eine organische Lackschicht abgeschieden; gleichmäßige Beschichtung ohne Ausbildung von Auswascheffekten bei Hohlräumen.

3.2.4 Walz-, Flut- und Gießverfahren

Es werden plane Lackierobjekte mittels Transporteinrichtungen unter einer Lackauftragswalze („transfer roll“) vorbeigeführt, wobei der Lack aus einem Vorratsbehälter über eine Dosierwalze („pick-up roll“) zugeführt wird; manchmal ist noch eine nachgeschaltete Glättwalze vorhanden. Um dickere Schichten zu ermöglichen werden so genannte „Reversmaschinen“ eingesetzt, wobei hierbei die Walzen entgegengesetzt zur Bewegungsrichtung des Lackierobjektes drehen (bis zu 100 µm dicke Filme; bei Gleichlaufsystemen: 10 - 15 µm). Einrichtungen: Förderband, Walzen, Trockentunnel.

Unter der Bezeichnung „coil-coating“ werden Verfahren verstanden, bei denen Blechrollen in einem kontinuierlichen Verfahren abgewickelt, entfettet, vorbehandelt, lackiert, gehärtet und wieder aufgewickelt werden.

Beim Gießen wird der flüssige Beschichtungsstoff auf das Objekt gegossen. Für einen gleichmäßigen Lackauftrag wird das Beschichtungsmaterial durch einen Gießkopf in Form eines permanent ausfließenden Lackvorhanges aufgebracht. Der Gießkopf besteht aus einem Vorratsbehälter mit einem Spalt. Nass-in-Nass-Gießverfahren beinhalten mehrere Gießköpfe hintereinander. Gießverfahren sind besonders für Dickschichtlackierungen geeignet. Zusätzliche Einrichtung: Auffangwanne mit Lackrückführung

Eine technische Verknüpfung erfährt das Gießen mit dem Walzen in der so genannten Walz/Gießtechnik. Den Walzen ist hierbei ein Rakel nachgeschaltet, welches den Beschichtungsstoff von der Übergabewalze abnimmt und auf die zu lackierende Fläche abfließen lässt.

Das Fluten ist dem Tauchverfahren sehr ähnlich. Beim Fluten wird das Lackmaterial aus Düsen auf die vorbei geführten Werkstücke aufgebracht. Der überschüssige Lack wird in einer Auffangwanne gesammelt und nach Filtration wieder zu den Flutdüsen befördert.

Nachteil d. Flutens: starke Lösungsmittelverdunstung (daher eher für Wasserlacke geeignet), ungleiche Schichtdicken und Läuferbildung

3.2.5 Sprühverfahren

Der Lack wird zerstäubt und in Form feinsten Tröpfchen auf die Werkstückoberfläche gebracht. Das Zerstäuben kann durch hydrostatischen Druck, durch Hilfsgasunterstützung (Druckluft) oder durch elektrostatische Kräfte und Ausströmen aus einer Düse erfolgen. Bei entsprechend hoher Austrittsgeschwindigkeit wird der Flüssigkeitsfaden durch die Reibung mit der Luft in longitudinale Schwingungen versetzt, so dass Verdickungen und Einschnürungen auftreten, die letztlich zu Tropfen führen. Bei entsprechend hoher Geschwindigkeit treten Kollisionen der Primärtropfen auf, wodurch sekundäre Zerstäubungen auftreten. Die richtige Tropfengröße ist wichtig, da zu große Tropfen das Eigenschaftsbild der Oberfläche verschlechtern, zu kleine Tropfen zu einem „Overspray“ führen.

3.2.5.1 Airless Spritzlackieren (hydraulische- oder Höchstdruckzerstäubung)

Es wird im Hochdruckverfahren (30 - 200 hPa) ein Beschichtungsstoff mit geringem Lösungsmittelanteil zähflüssig verarbeitet. Einrichtungen: Spritzkabine mit gefilterter Zuluft (staubarmer Raum), Spritzstand mit Luftabsaugung und Farbnebelabscheider, Spritzpistole mit Vorratsbehälter oder zentraler Lackversorgung und eventuell Trockenofen.

3.2.5.2 3.2.5.1 Pneumatische Zerstäubung (Spritzlackieren mit Druckluft)

Wird je nach verwendetem Zerstäubungsdruck in Niederdruck- (0,5 - 1 hPa) und Hochdruckzerstäubung (4 - 8 hPa) eingeteilt. Es kann bis zu einem Liter Lack pro Minute zerstäubt werden. Bei Heißapplikation wird die Viskosität des Beschichtungsstoffes gesenkt und kann somit der Lösungsmittelgehalt reduziert werden.

Einrichtungen: Spritzkabine mit gefilterter Zuluft (staubarmer Raum), Druckluftanlage mit Öl- und Wasserabscheider, Spritzstand mit Luftabsaugung und Farbnebelabscheider, Spritzpistole mit Vorratsbehälter oder zentraler Lackversorgung und eventuell Trockenofen.

Nachteil: hohe Lösungsmittlemissionen durch Overspray

3.2.5.3 Elektrostatisches Versprühen

Bringt man geladene Flüssigkeiten in ein elektrisches Feld, so wirkt auf diese eine Kraft, wodurch die Teilchen von der entgegengesetzt geladenen Elektrode (Gegenelektrode) angezogen werden. Die elektrische Kraft ist der Ladung der Flüssigkeit und der elektrischen Feldstärke direkt proportional. Befindet sich Lack im Bereich einer Sprühkante, wird

dieser üblicherweise negativ aufgeladen, von dem als Gegenelektrode geschalteten Lackierobjekt angezogen und dadurch zu Fäden auseinander gezogen (in weiterer Folge zerfallen die Fäden in Tröpfchen).

Bei der rein elektrostatischen Zerstäubung ist die Tröpfchengröße direkt proportional zu den Materialeigenschaften Oberflächenspannung und Dielektrizitätskonstante sowie indirekt proportional zur Leitfähigkeit. Im einfachsten Fall bestehen Geräte aus einer mit einer scharfen Kante ausgestatteten Metallschiene. Ein besonderes Merkmal dieses Verfahrens besteht darin, dass trotz permanent angelegter Spannung die Zerstäubung nur stattfindet, wenn geerdete, d.h. als Gegenelektrode geschaltete Lackierobjekte nahe genug am Sprühorgan vorbeigeführt werden.

Nachteile: eckige Lackierobjekte oder solche mit Hohlräumen sind mit diesem Verfahren nicht zufrieden stellend zu lackieren

Vorteil: hohe Lackausbeute

Anpassungsfähiger und gleichzeitig leistungsfähiger sind langsam laufende Sprühglocken (Unterstützung durch Zentrifugalkräfte). Bei einfach geformten Massenartikeln wird die Sprühscheibe eingesetzt. Da die Scheibe nur horizontal sprüht, muss diese durch Hubzylinder zusätzlich vertikal geführt werden (z.B. Ω - Verfahren). Weiters werden noch Kombinationen der pneumatischen bzw. hydraulischen Verfahren mit der elektrostatischen Methode eingesetzt.

3.2.5.4 Ultraschallzerstäubung

Bei den Kapillarwellenzerstäubern werden dünne Flüssigkeitsfilme auf schwingenden Platten zur Wellenbewegung angeregt. Bei ausreichend hoher Amplitude der Wellenberge beginnen die Spitzen sich einzuschüren und in Tropfen zu verwandeln. Die Größe der Tropfen wird durch die Wellenlänge und damit die Frequenz der erregenden Welle festgelegt. Das Gerät selbst besteht aus dem oberen Schwingkörper („Stufenrüssel“) mit Piezokeramik und einem kegelförmigen Teller. Dieser wird durch eine an der Unterseite angebrachte Piezo-Keramik zu hochfrequenten Schwingungen angeregt, so dass die dem Kegel zugeführte Flüssigkeit nach Ausbilden eines dünnen Films in Tropfen übergeführt wird.

Vorteile: drucklose Flüssigkeitszuführung, geräuschlose Zerstäubung und Energieersparnis

Nachteile: schlechte Abscheidung

3.2.6 Applikation von Pulverlacken

Die elektrostatische Pulverbeschichtung erfolgt durch den Transport elektrisch geladener Pulverteilchen im elektrischen Feld und Abscheidung auf dem Lackierobjekt. Einrichtungen: Vorratsbehälter, Versorgungseinrichtungen, Vorrichtungen zur Pulveraufladung, Sprühsysteme und Kabinen inkl. Absaugung und Rückgewinnung von Overspray.

Die Aufladung erfolgt einerseits durch Corona-Entladung, wo an Spitzenelektroden Ionen erzeugt werden, die sich an die Pulverpartikel anlagern. Es wird hierbei entweder mit Außenaufladung (Werkstück = Gegenelektrode) gearbeitet, wodurch die Pistolenverschmutzung hintangehalten wird, oder mit Innenaufladung (zusätzlich Erdung in der Pistole), wodurch zwar eine bessere Hohlraumbeschichtung erzielt werden kann, aber die Verschmutzung der Pistole Probleme verursacht. Andererseits kann die Aufladung der Pulverteilchen mittels Tribo-Aufladung durch Reibung an einem Nichtleiter erfolgen.

Für Nischenanwendungen gibt es ein Tauchverfahren, bei dem vorbehandelte und anschließend aufgeheizte Lackierobjekte in ein Becken mit aufgewirbeltem Pulverlack getaucht werden. Die durch ein Sieb von unten in das Becken einströmende Luft fluidisiert das Pulver (Wirbelschicht).

Vorteile des Pulverlackes: Rückgewinnung des Oversprays

Nachteile: Staubexplosionsgefahr

Die Pulverlacke bestehen aus bei Raumtemperatur festen thermoplastischen oder reaktiven Polymeren. Die meisten Pulver sind reaktive Einkomponentensysteme, die sich nach der Verarbeitung durch Erwärmen verflüssigen, verlaufen und dann vernetzen. Als Filmbildner am weitesten verbreitet sind Epoxidharze, epoxidharzmodifizierte Polyester, reine Polyester mit epoxidgruppenhaltigen Härtern oder geblockte Isocyanate sowie Acrylatharze mit verschiedenen Vernetzern.

3.3 Trocknung und Härtung

Im Einzelnen handelt es sich bei dem Filmbildungsprozess um einen Stoffaustausch durch Abgabe von Lösungsmitteln in Verbindung mit chemischen Reaktionen im Falle vernetzender Systeme. Beide Vorgänge werden durch Zufuhr von Wärme beschleunigt bzw. initiiert.

Bei der Aushärtung flüssiger Lacke durch Verdunstung von organischen Lösungsmitteln oder Wasser muss möglichst eine quantitative Entfernung der flüchtigen Anteile erfolgen und die Polyadditions- oder Polykondensationsreaktion durch thermische Anregung beschleunigt werden.

Bei Lacken, die durch Polymerisationsreaktionen härten, wird keine Wärmeübertragung benötigt. Zur Anregung der chem. Vernetzungsreaktion genügen kurzwellige UV- oder Elektronenstrahlen.

Wird die Filmbildung ohne Lösungsmittelabgabe erreicht, spricht man von Härungsanlagen, ansonsten im Fall von Härtung inklusive physikalischer Trocknung von Trocknungsanlagen.

Beim Trocknen treten höhere Lösungsmittlemissionen auf, die insbesondere beim Trocknen bei erhöhter Temperatur eine erhöhte Explosionsgefahr darstellen.

Beim reinen Härten treten hingegen an flüchtigen Stoffen Spuren von Monomeren und eventuell Ozon auf. Die Trocknung bis 80° C erfolgt durch Heißluft. Trocknung und Härtung bei höheren Temperaturen wird in Trockenöfen entweder durch Konvektion (bewegte, erhitzte Luft) und/oder Infrarotstrahlung durchgeführt.

Beschichtungspulver schmelzen unter dem Einfluss erhöhter Temperaturen auf dem Untergrund auf. Bei Duroplasten härtet die Schicht durch Vernetzungsreaktion, bei Thermoplasten durch Erstarren beim Abkühlen.

4 Gefahren

4.1 Gesundheitsgefahren durch Lösungsmittel

Die meisten Beschichtungsstoffe und deren Lösungsmittel können bei unsachgemäßem Hantieren oder bei Einatmen zu Gesundheitsschäden führen.

4.2 Umweltgefahren durch Lösungsmittel

An die Umwelt emittierte Lösungsmittel tragen zusammen mit anderen Schadstoffen zur Bildung von Photooxidantien und bodennahem Ozon bei. Dieses schädigt in höheren Konzentrationen die Gesundheit von Menschen, Tieren, Pflanzen und Ökosystemen. Aus diesem Grund wurden auf EU- und Bundesebene Rechtsnormen geschaffen, um sowohl die gesamtstaatlichen Emissionsfrachten (NEC-RL bzw. EG-L), die Emissionskonzentrationen und -frachten technischer Anlagen (VOC-RL bzw. VAV) als auch die Lösungsmittelgehalte in Beschichtungsstoffen (VOC-Prod-RL bzw. Lösungsmittelverordnung) zu begrenzen.

4.3 Umweltbeeinträchtigung durch Feuerungsabgase

Die Luftvorwärmung der Lackieranlagen erfolgt entweder durch den Heißwasserkreislauf einer Heizungsanlage mittels eines Wärmetauschers oder über eigene Gas- bzw. Ölbrenner. Die Schadstoffgehalte im Abgas solcher Feuerungen sind zur Vermeidung lokaler Beeinträchtigungen und ihre Emissionsfrachten aufgrund der allgemeinen Minimierungspflicht zu begrenzen.

4.4 Belästigungen durch Lärm

Durch mechanische Bearbeitungen (z.B. Schleifen, Hämmern) und maschinelle Einrichtungen (z.B. Ventilatoren, Kompressoren und Druckluftanlagen, Heizungsanlagen, Lüftungsleitungen) kann es zu Lärmbeeinträchtigungen kommen.

4.5 Gefahren für Wasser und Boden

Da es sich bei den organischen Lösungs- und Verdünnungsmitteln sowie bei den Lacken (einschließlich der wasserverdünnbaren Lacke) im Regelfall um wassergefährdende Stoffe handelt, kann bei Gebrechen der Gebinde, unsachgemäßer Lagerung und Manipulation eine Verunreinigung der Gewässer und des Bodens verursacht werden. Das gleiche gilt für in Lackierereien anfallende gefährliche Abfälle.

4.6 Brand- und Explosionsgefahr

In Lackierräumen - dazu zählen auch Misch- und Bereitstellungsräume sowie Abdunst- und Trocknungsräume - und Lackiereinrichtungen werden Beschichtungsstoffe wie Anstriche, Lacke, Beizen, Lasuren, Wachse, Holzschutzmittel zur anschließenden Verarbeitung bereitgestellt, gemischt (zubereitet), aufgetragen und getrocknet.

Beschichtungsstoffe sind meist brennbar und können deshalb Brand- und Explosionsgefahren hervorrufen oder fördern. Dabei ist zwischen Beschichtungsstoffen auf Wasserbasis und auf Lösungsmittelbasis zu unterscheiden.

Beschichtungsstoffe auf Wasserbasis enthalten in der Regel auch einen geringen Prozentsatz brennbarer organischer Lösungsmittel, weshalb nur vom Hersteller selbst für das Produkt und dessen Verarbeitung beurteilt werden kann, ob Brand- und Explosionsgefahren auftreten können. Im Allgemeinen sind flüssige Beschichtungsstoffe in fein verteiltem Zustand (z.B. als Sprühnebel) immer brennbar. Eine Ausnahme bilden lediglich Wasserlacke mit einem hohen Wasseranteil.

Beschichtungsstoffe auf Lösungsmittelbasis sind grundsätzlich brennbar, fallen aber teilweise (z.B. aufgrund hohen Feststoffgehaltes) nicht unter die Bestimmungen der VbF. Aufgrund des Lösungsmittelgehaltes ist daher jedenfalls von einer Brand- und Explosionsgefahr auszugehen.

Bei Pulverbeschichtungsanlagen kommt es zur Bildung explosionsfähiger Staub/Luft-Gemische.

Bei bestimmten Beschichtungsstoffen, z.B. Naturlacken und -farben, die trocknende Öle enthalten (z.B. Teakholzöle, Leinölfirnisse), kann es infolge einer Reaktion mit dem Luftsauerstoff zur Erhitzung und zur Selbstentzündung kommen.

Auch die meisten ausgehärteten Lackstäube, z.B. Nitrozellulosestäube, sind brennbar und als Lackstaub/Luft-Gemisch unter bestimmten Umständen explosionsfähig. Stark beladene Filtermatten und mit ausgehärteten Lackfeststoffen verschmutzte Absaugeinrichtungen stellen deshalb eine große Brandlast dar.

Die Gefahr der Selbstentzündung ergibt sich bei der wechselweisen Verarbeitung von Beschichtungsstoffen, deren Ablagerungen leicht entzündlich sind (z.B. Nitrolacke wechselweise mit Lacken, die bei der Trocknung Wärme entwickeln).

Zusätzliche Brandgefahren können sich durch

- Beheizung bzw. heiße Oberflächen (z.B. Trockner, Zuluftvorwärmer)
- elektrische Anlagen
- Lackrückstände
- gebrauchte, lösungsmittelhaltige Putzlappen
- gebrauchte Filtermaterialien und
- gebrauchtes Abdeckpapier

ergeben.

5 Emissionen

5.1 Lösungsmittlemissionen

Bei Lackieranlagen werden insbesondere die für die Verarbeitung erforderlichen Lösungsmittel emittiert. Neben den Lackrezepturen ist für das Ausmaß der Lösungsmittlemissionen auch das Auftragsverfahren maßgeblich.

Für die verschiedenen Verfahren können - zumindest beim Lackieren von Großflächen - folgende Orientierungswerte für den Auftragswirkungsgrad (= der auf dem Produkt verbleibende Lackanteil bezogen auf den Gesamteinsatz) angesetzt werden:

- Druckluftspritzen 65 %
- Airless Spritzen 80 %
- Elektrostatisches Spritzen 95 %
- Tauchen, Fluten 90 %
- Streichen, Rollen, Gießen 98 %

(zum Vergleich: Pulverbeschichten, unter Rückführung des Sprühverlustes 98 %)

Die mit Abstand emissionsreichsten Lackierverfahren stellen die Spritzverfahren dar, da einerseits Verluste durch Lacknebel unvermeidbar, andererseits für die Verarbeitung überwiegend Lacke mit hohem Lösungsmittelanteil erforderlich sind. Der Lösungsmittelanteil beträgt beim spritzfertigen Lack (Beschichtungsstoff auf Lösungsmittelbasis) in der Regel zwischen 50 % und 70 %.

Die Aufteilung der Lösungsmittlemissionen zwischen Spritzlackieren und Trocknen ist abhängig von der Flüchtigkeit der Lösungsmittel im Lack, dem Auftragsverfahren und der Geometrie der zu beschichtenden Gegenstände. In der Regel wird die Verteilung zwischen Spritzlackieren und Trocknen zwischen 60:40 und 90:10 liegen.

Zusätzlich können sich aus der Vorbehandlung Lösungsmittlemissionen ergeben (z.B. Entfetten mit organischen Kohlenwasserstoffen; bei Verwendung von halogenierten Lösungsmitteln wird auf die Bestimmungen der HKW-Anlagen-Verordnung - HAV, BGBl. II Nr. 411/2005, hingewiesen).

Die Lösungsmittlemissionen verursachen aufgrund der mitunter relativ niedrigen Geruchsschwellen bei den Nachbarn Geruchsbelästigungen. Weiters sind emittierte organische Lösungsmittel in erheblichem Umfang an der Photooxidantienbildung in der freien Atmosphäre beteiligt.

Emissionsquellen: Vorbereitungsraum, Lackmischraum, Lackierraum, Trockenraum, Trocken-(Einbrenn-)ofen, Reinigungsgeräte (z.B. für Spritzpistolen), Behältnisse mit Lackresten sowie Lösungs-, Reinigungs- und Verdünnungsmittel.

5.2 Staubemissionen (Lackpartikel)

Durch den Overspray können feine Stäube aus Lackpartikeln emittiert werden.

Emissionsquellen: Absaugungen von Lackieranlagen.

5.3 Abgasemissionen aus Feuerungen

Die Anforderungen zur Begrenzung der Emissionen aus Gas- und Ölbrennern zur Luftvorwärmung hängen von der Ausführung der Lufterhitzer ab:

Bei indirekter Erwärmung der Zuluft über einen Wärmetauscher (und der Abgasführung über einen eigenen Abgasfang) gelten die Bestimmungen der Feuerungsanlagen-Verordnung (FAV, BGBl. II Nr. 331/1997), d.h. nachweisliche Einhaltung der Grenzwerte für die Emissionskonzentrationen an CO und NO_x sowie bei Ölfeuerungen zusätzlich für die Rußzahl.

Bei direkter Erwärmung der Zuluft ohne zwischengeschaltetem Wärmetauscher (so genannte direkt befeuerte Anlagen), bei denen sich der Brenner im Zuluftstrom (während der Trocknungsphase bei kombinierten Spritz- und Trockenkabinen auch im Umluftstrom) der Anlage befindet, werden seine Abgase gemeinsam mit dem Zuluftstrom durch die Lackieranlage geführt und mit dem Abluftstrom stark verdünnt emittiert. Die messtechnische Erfassung der Schadstoffkonzentrationen der Verbrennungsabgase (CO, NO_x) ist aufgrund dieser starken Verdünnung nicht zielführend.

5.4 Abwasser

Emissionsquellen: Abwasser aus Spritzanlagen mit Wasservorhang, Wasservorlage zur Farbnebelabscheidung, Waschwässer bei Verwendung von wasserverdünnbaren Lacken

5.5 Lärmemissionen

5.5.1 Luftschall

Emissionsquellen: Ventilatoren, Zu- und Abluftleitungen, Kompressoren, Spritzpistolen; Schleif- und Sandstrahleinrichtungen, Vorbereitungsarbeiten (Hämmern, Ausklopfen), Feuerungsanlagen

5.5.2 Körperschall und Erschütterungen

Emissionsquellen: Kompressoren, Ventilatoren, Rohrleitungen

5.6 Geruchsemissionen

5.6.1 Geruchsstoffe, Geruchsqualitäten, Geruchsschwellen

Gerüche werden durch in der Luft enthaltene Geruchsstoffe ausgelöst, die je nach Quelltyp oft als komplexes Gemisch verschiedener Einzelstoffe in sehr geringen Konzentrationen vorliegen.

Der Mensch kann als geübter Riecher 2.000 - 4.000 verschiedene Gerüche unterscheiden (ungeübter Riecher: ca. 30). Geruchsempfindungen können dabei in sogenannte Geruchskategorien eingeteilt werden, z.B. nach Amoore [VDI-Handbuch „Gerüche in der Außenluft“, 2001] zur Groborientierung die 7 bzw. 8 Primärgerüche: ätherisch, campherartig, moschusartig, blumig, minzig, stechend, faulig, (schweißig). Diese Geruchseigenschaften (Geruchstyp und Geruchscharakteristik) werden auch unter dem Begriff Geruchsqualität verstanden.

Bei sehr niedrigen Konzentrationen des Geruchsstoffes kommt beim Menschen zunächst eine unspezifische Geruchsempfindung zustande; erst bei höheren Konzentrationen wird

die spezifische Geruchsnote deutlich. Daher kann man zwischen einer Wahrnehmungsschwelle und einer Erkennungsschwelle unterscheiden.

Die Wahrnehmungsschwelle einer definierten Substanz ist jene kleinste Konzentration von Geruchsstoffen, bei der die Wahrscheinlichkeit der Wahrnehmung 0,5 beträgt. Bei dem Geruchseindruck handelt es sich hierbei um die Empfindung: „Es riecht nach irgendwas“, ohne dass die Reizqualität erkannt werden kann.

Die Erkennungsschwelle entspricht derjenigen Geruchsstoffkonzentration, bei der mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,5 die Geruchsqualität erkannt wird („Es riecht nach ...“).

Die Geruchsschwellen (Wahrnehmungs- oder Erkennungsschwellen) können sich bei verschiedenen Menschen um Größenordnungen unterscheiden und verändern sich mit dem Alter [BayLfU „Gerüche in der Umwelt“, 2000].

5.6.2 Geruchswahrnehmung

Immissionen von Stoffen, die Geruchsempfindungen hervorrufen, werden von den Sinnesorganen direkt erfasst und beurteilt. Sie führen daher, ähnlich wie Geräusche, beim Menschen häufig zu Belästigungen. Die wesentlichen Faktoren für den Grad der Belästigung sind:

- Häufigkeit und Dauer der Geruchswahrnehmungen
- Intensität des Geruchs
- Art des Geruchs
- das allgemeine Befinden des Riechenden (z.B. Hunger, Stress, Gesundheitszustand etc.) [Staub-Reinhaltung der Luft „Die Simulation der Geruchsausbreitung“, 1984]

Bei Dauerexposition gegenüber einem - sogar äußerst unangenehmen - Geruch lässt die Geruchsempfindung nach und hört meistens auf; dies ist die Folge der ziemlich raschen Adaptation des menschlichen olfaktorischen Systems. Die Adaptation ist auf den gerade wahrgenommenen Geruch beschränkt, während die Schwelle für andere Gerüche unverändert bleibt [BayLfU „Gerüche in der Umwelt“, 2000]. Da der Vorgang reversibel ist, ist dieses Adaptationsphänomen für die Immissionssituation in der Nachbarschaft geruchsstoffemittierender Betriebe mit stark schwankenden Immissionskonzentrationen jedoch nur von sekundärer Bedeutung. Jedenfalls ist der Adaptationseffekt aber bei der Vornahme olfaktometrischer Messungen zu beachten [ÖNORM EN 13725 „Luftbeschaffenheit - Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration mit dynamischer Olfaktometrie].

Die olfaktometrische Empfindungsstärke I (Geruchsintensität) hat einen Einfluss auf das Belästigungspotential und damit auf die Bewertung von Gerüchen. Sie nimmt mit zunehmender Geruchsstoffkonzentration zu und hängt nach dem Weber-Fechner Gesetz von der Geruchsstoffkonzentration wie folgt ab [VDI-Richtlinie 3882/1]:

$$I = k_w \cdot \lg(c_G/c^*_G) \text{ mit } c_G > c^*_G$$

I = Geruchsintensität

c_G = Geruchskonzentration

c^*_G = Schwellenkonzentration

k_w = Weber-Fechner-Koeffizient (abhängig von der Art des Geruchstoffes und/oder der Mischung von Geruchsstoffen)

Die logarithmische Abhängigkeit der Geruchsintensität von der Geruchsstoffkonzentration bedeutet, dass die Unterscheidungsfähigkeit des Menschen hinsichtlich der Geruchsintensität wenig ausgebildet ist, d.h. eine Geruchsemissionsminderung um 90 % ergibt nur eine Halbierung der Geruchsempfindung.

5.6.3 Geruchsgemische

Es bestehen folgende Möglichkeiten, wie Gemische verschiedener Geruchsstoffe (z.B. Lösungsmittelgemische in Lackieranlagen) wirken können [BayLfU „Gerüche in der Umwelt“, 2000]:

Die Einzelbestandteile/Komponenten des Gemisches bewahren ihre Eigenschaften. In diesem Fall wird ein Geruch nur wahrgenommen, wenn zumindest eine Komponente in einer Konzentration an oder über ihrer Schwelle vorhanden ist.

Die Bestandteile kompensieren einander, d.h. sie verhalten sich wie Antagonisten. Hier würde ein Duftgemisch, auch wenn eine oder mehrere seiner Komponenten in ihrer Schwellenkonzentration anwesend wären, nicht wahrgenommen.

Die Bestandteile addieren sich, d.h. eine Mischung der beiden Komponenten, welche in einer Konzentration, die jeweils beispielsweise ihrem halben Schwellenwert entspricht, vorhanden sind, könnte wahrgenommen werden.

Die Bestandteile potenzieren ihre Wirkung, d.h. sie wirken synergistisch: die einzelnen Komponenten könnten in geringeren Konzentrationen als bei Addition eine Geruchswahrnehmung hervorrufen.

Aufgrund der Vielfalt der Wirkmöglichkeiten ist die Berechnung von Geruchsstoffen von Mehrkomponentengemischen aus den Einzelkomponenten nicht zielführend. Bereits Gemische mit zwei oder drei Geruchsstoffen ergeben bei derartigen Einzelkomponenten-Untersuchungen nahezu unlösbare Probleme bei der Bestimmung einer Geruchsschwelle [Brauer „Gefahrstoffsensorik“, Loseblattsammlung; ecomed-Verlag].

5.6.4 Geruchsmessungen - Olfaktometrie

Die Olfaktometrie stellt ein standardisiertes sensorisches Messverfahren dar, welches die menschliche Nase bzw. den Geruchssinn als "Sensoren" verwendet.

Mit der Olfaktometrie werden z.B. ermittelt:

- die Geruchsschwelle bzw. die Geruchsstoffkonzentration [ÖNORM EN 13725 „Luftbeschaffenheit - Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration mit dynamischer Olfaktometrie]
- die hedonische Geruchswirkung (Bewertung des Geruchs) [VDI-Richtlinie 3882/2]

Die Geruchsstoffkonzentration einer gasförmigen Geruchsstoffprobe wird ermittelt, indem einer Gruppe ausgewählter und überprüfter Personen diese Probe in unterschiedlichen Konzentrationen durch Verdünnung mit Neutralluft dargeboten wird. Es wird jener Verdünnungsfaktor ermittelt, bei dem in 50 % der Fälle ein Geruch wahrgenommen wird (Z50-Wert). Bei diesem Verdünnungsfaktor ist die Geruchsstoffkonzentration per Definition 1 GE/m³. Durch Rückführung auf die Europäische Referenzgeruchsmasse (EROM) ist die Geruchsstoffkonzentration definitionsgemäß 1 GEE/m³.

Die Geruchsstoffkonzentration der untersuchten Probe (unverdünnt) kann dann als Vielfaches (entsprechend dem Verdünnungsfaktor bei Z50) einer Geruchseinheit je Kubikmeter (GE/m³ bzw. GEE/m³) unter den genormten Bedingungen für Olfaktometrie dargestellt werden.

Im Zusammenhang mit Geruchsstoffkonzentrationen sollte jedenfalls berücksichtigt werden, dass die Beziehung zwischen der Geruchsintensität und der Geruchsstoffkonzentration nicht linear ist und dass bei unterschiedlichen Geruchsstoffen (Mischungen) eine unterschiedliche Beziehung vorhanden sein kann.

Zur Ermittlung der hedonischen Geruchswirkung werden einem Probandenkollektiv Riechproben mit Geruchsstoffkonzentrationen oberhalb der Geruchsschwelle angeboten

und von diesem hinsichtlich der Lage auf einer Empfindungsskala von „äußerst angenehm“ bis „äußerst unangenehm“ beurteilt.

5.6.5 Untersuchungen zu Geruchsemissionen bei Lackieranlagen

Im Forschungsprojekt „Olfaktometrische Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration und der Geruchsintensität in der Abluft von Lackieranlagen“ [NU 59-1999, Amt der NÖ-Landesregierung, 1999] wurden Emissionszahlen (Geruchsintensität, Geruchsstoffkonzentration und Gesamtkohlenstoffkonzentration) für unterschiedliche Lackieranlagen erhoben und statistisch ausgewertet. Dabei wurden 3 Anlagen zur Metallbeschichtung (z.B. Kfz-Reparaturbetriebe) sowie 7 Anlagen zur Holzbeschichtung (z.B. Möbelhersteller, Tischlereibetriebe) untersucht, die sowohl Beschichtungsstoffe auf Lösungsmittelbasis (Lb) als auch auf Wasserbasis (Wb) einsetzen.

Bei den eingesetzten Lösungsmitteln handelte es sich durchwegs um Mehrkomponentengemische von möglichen Geruchsstoffen.

Die Untersuchungen zeigen neben dem geruchsspezifischen Emissionsverhalten von Lackieranlagen insbesondere mögliche mathematisch verwertbare Abhängigkeiten zwischen den Emissionen an Gesamtkohlenstoff und den Emissionen an Geruchsstoffen.

Tabelle 1: Mittlere Gesamt-Kohlenstoffkonzentration in der Abluft von Anlagen, die Beschichtungsstoffe auf Lösungsmittelbasis (Lb) und auf Wasserbasis (Wb) einsetzen

Anlagen	Wb mg C/Nm ³	Lb mg C/Nm ³
Mittel	6	183
Min	< 1	10
Max	48	740

Tabelle 2: Mittlere Geruchsstoffkonzentration in der Abluft von Anlagen, die Beschichtungsstoffe auf Lösungsmittelbasis (Lb) und auf Wasserbasis (Wb) einsetzen

Anlagen	Wb* GE/m ³	Lb GE/m ³
Mittel	17 (24)	386

Anlagen	Wb* GE/m ³	Lb GE/m ³
Min	4 (4)	47
Max	62 (94)	1293
Median	13 (18)	203

* Die Werte in Klammern berücksichtigen auch die Anlage J1 trotz „verunreinigter Probe“ (siehe Anhang 10.5)

Tabelle 3: Quotient aus Geruchsstoff- und Gesamt-Kohlenstoffkonzentration für Beschichtungsstoffe auf Lösungsmittelbasis (Lb) und auf Wasserbasis (Wb)

Anlagen	Wb* GE/mg C	Lb GE/mg C
Mittelwert	3,8	2,4
Min	0,1	0,2
Max	8,9	7,2
Median	3,1	2,3

Die in Tabelle 3 dargestellten Werte berücksichtigen nur jene Zeiten für die Auswertung, in denen die Gesamt-C-Konzentration gemessen wurde und gleichzeitig Geruchsproben gezogen wurden - d.h. ein direkter Vergleich von Gesamt-C- und Geruchsstoffkonzentrationen möglich ist.

Als Zusammenhang zwischen Geruchsstoffkonzentration und Gesamt-Kohlenstoffkonzentration ergibt sich aufgrund der durchgeführten Untersuchungen, dass der Quotient aus Geruchsstoff- und Gesamtkohlenstoffkonzentration im Mittel bei 3 GE/mg C liegt. Dieser Quotient ist für Beschichtungsstoffe auf Lösungsmittelbasis (Lb) und Beschichtungsstoffe auf Wasserbasis (Wb) nicht signifikant verschieden. Nähere Ausführungen finden sich unter 10.5 dieser Technischen Grundlage.

5.7 Emissionsgrenzwerte

5.7.1 Anlagen bis 500 kg/a Lösungsmittelverbrauch

Unabhängig von den durchgeführten Tätigkeiten gilt als Stand der Technik:

org.C (C_{ges}): 100 mg/m³ (HMW)

Staub (Lackpartikel): 3 mg/m³ (HMW)

Anmerkung: Diese Anlagen unterliegen nicht der VAV, aber die vorstehend angeführten Grenzwerte können als Stand der Technik für Anlagen dieser Größenordnung angesehen werden.

5.7.2 Anlagen über 500 kg/a Lösungsmittelverbrauch

Folgende Tätigkeiten nach der VAV sind im Rahmen dieser TG zu beachten:

Fahrzeugreparaturlackierung (einschließlich der damit verbundenen Entfettungstätigkeiten):

- a) Jede Tätigkeit der Lackierung von Kraftfahrzeugen gemäß der Richtlinie 70/156/EWG (ABl. L42 vom 23. 2. 1970 S 1), zuletzt geändert durch die Richtlinie 2000/40/EG (ABl. L203 vom 10. 8. 2000, S 9), oder eines Teils dieser Kraftfahrzeuge im Zuge einer Reparatur, Konservierung oder Verschönerung außerhalb der Fertigungsanlagen oder
- b) ursprünglichen Lackierung von Kraftfahrzeugen gemäß der Richtlinie 70/156/EWG oder eines Teils diese Kraftfahrzeuge mit Hilfe von Produkten zur Reparaturlackierung, sofern dies außerhalb der ursprünglichen Fertigungsstraße geschieht oder
- c) Lackierung von Anhängern (einschließlich Sattelanhängern) der Klasse O nach der Richtlinie 70/156/EWG.

Bandblechbeschichtung:

Jede Tätigkeit bei der Bandstahl, rostfreier Stahl, beschichteter Stahl, Kupferlegierungen oder Aluminiumbänder in einem Endlosverfahren entweder mit einer filmbildenden Schicht oder einem Laminat überzogen werden.

Sonstige Beschichtung:

- a) Beschichten von sonstigen Metall- oder Kunststoffoberflächen
- b) Jede Tätigkeit, bei der Metall- oder Kunststoffoberflächen einschließlich Schiffe, Flugzeuge usw. beschichtet werden.

Wickeldrahtbeschichtung:

Jede Tätigkeit zur Beschichtung von metallischen Leitern, die zum Wickeln von Spulen in Transformatoren und Motoren verwendet werden.

Holzbeschichtung:

Jede Tätigkeit, bei der durch einfachen oder mehrfachen Auftrag eine (zusammenhängende) Schicht auf Oberflächen von Holz oder Holzwerkstoffen aufgebracht wird.

Lederbeschichtung:

Jede Tätigkeit zur Beschichtung von Leder.

Serienbeschichtung von Kraftfahrzeugen, Fahrerhäusern, Nutzfahrzeugen, Bussen oder Schienenfahrzeugen:

- a) Serienbeschichtung von Kraftfahrzeugen: Eine Tätigkeit zum Serienbeschichten von Fahrzeugen der Klasse M1 gemäß der Richtlinie 70/156/EWG, sowie der Klasse N1, sofern sie in der gleichen VOC-Anlage wie Fahrzeuge der Klasse M1 lackiert werden.
- d) Serienbeschichtung von Fahrerhäusern: Eine Tätigkeit zum Serienbeschichten von Fahrerhäusern sowie allen integrierten Abdeckungen für die technische Ausrüstung von Fahrzeugen der Klassen N2 und N3 gemäß der Richtlinie 70/156/EWG.
- e) Beschichtung von Nutzfahrzeugen: Eine Tätigkeit zum Beschichten von Nutzfahrzeugen der Klassen N1, N2 und N3 gemäß der Richtlinie 70/156/EWG, jedoch ohne Fahrerhäuser.
- f) Beschichtung von Bussen: Eine Tätigkeit zum Beschichten von Bussen der Klassen M2 und M3 gemäß der Richtlinie 70/156/EWG.
- g) Beschichtung von Schienenfahrzeugen: Jede Tätigkeit zum Beschichten von Schienenfahrzeugen.

5.7.2.1 Grenzwerte für unterschwellige Anlagen der VAV

org.C (C_{ges}): 100 mg/m³ (HMW)

Staub (Lackpartikel): 3 mg/m³ (HMW)

5.7.2.2 Grenzwerte für überschwellige Anlagen der VAV

Begrenzung der Emissionen von Lösungsmitteln

Siehe Punkt 10.4 (Grenzwerttabelle für überschwellige Anlagen der VAV)

Begrenzung der Emissionen von Staub

Die Emission von Staub darf bei Lackieranlagen 3 mg/m^3 nicht übersteigen. Die Messwerte sind in Form von Halbstundenmittelwerten auf den jeweils gemessenen O_2 -Gehalt zu beziehen.

Begrenzung der Emissionen sonstiger Schadstoffe

Bei der Verwendung von thermischen Abgasreinigungsanlagen darf im gereinigten Abgas die Konzentration von

1. CO 100 mg/m^3 und
2. NO_x (als NO_2) 100 mg/m^3 , bei stickstoffhaltigen Lösungsmitteln 150 mg/m^3 nicht übersteigen. Die Messwerte sind in Form von Halbstundenmittelwerten auf den jeweils gemessenen O_2 -Gehalt und Normbedingungen zu beziehen.

5.8 Emissionsmessungen für Luftschadstoffe

Die Messungen sind unter den üblichen Betriebsbedingungen bei Verwendung des jeweils lösungsmittelreichsten Beschichtungsstoffes durchzuführen. Die Mess- und Betriebsbedingungen sind im Messbericht anzugeben.

Allgemeine Messnormen:

ÖNORM M 9410:1991-01-01, Emissionsmessgeräte und -systeme Luftreinhaltung, Messtechnik

ÖNORM M 9411:1999-11-01, Kontinuierlich arbeitende Konzentrationsmesssysteme für Emissionen luftverunreinigender Stoffe, Anforderungen, Einbau und Wartungen

ÖNORM M 9412:1994-08-01, Anforderungen an Auswerteeinrichtungen für kontinuierliche Emissionsmessungen luftverunreinigender Stoffe - Qualitätssicherung für automatische Messeinrichtungen

Für die Durchführung der Messungen sind Messplätze entsprechend der ÖNORM M 9415:2004 01 01, Messtechnik, Messung von Stoffemissionen in die Atmosphäre Allgemeine Anforderungen, einzurichten.

ÖNORM EN 14181:2004-09-01, Emissionen aus stationären Quellen - Qualitätssicherung für automatische Messeinrichtungen

ENTWURF ÖNORM EN 15267-3:2005-09-01, Teil 3: Mindestanforderungen und Prüfprozeduren für automatische Messeinrichtungen zur Überwachung von Emissionen aus stationären Quellen

ÖNORM EN 15259:2007-11-01, Luftbeschaffenheit – Messung von Emissionen aus stationären Quellen – Messstrategie, Messplanung, Messberichte und Gestaltung von Messplätzen

5.8.1 Einzelmessungen

Bei jedem Überwachungsvorgang sind mindestens drei Messwerte in Form von 1-Stundenmittelwerten zu bestimmen, sofern nicht z. B. in einer Verordnung ausdrücklich andere Mittelungszeiten festgelegt sind (z. B. für Kraftfahrzeugreparaturlackierung 15 min MW).

Der Emissionsgrenzwert gilt als eingehalten, wenn bei einem Überwachungsvorgang der Mittelwert aller Einzelmessungen den Emissionsgrenzwert nicht übersteigt und keines der Stundenmittel mehr als das 1,5fache des Emissionsgrenzwertes beträgt.

5.8.1.1 Messvorschriften

Die Messungen sind nach den Regeln der Technik durchzuführen:

Organischer Gesamtkohlenstoff:

ÖNORM EN 12619:1999-09-01, Emissionen aus stationären Quellen - Bestimmung der Massenkonzentration des gesamten gasförmig organisch gebundenen Kohlenstoffes in

geringen Konzentrationen in Abgasen - Kontinuierliches Verfahren unter Verwendung eines Flammenionisationsdetektors

Kohlenstoffmonoxid:

VDI 2459 Blatt 1, 2000-12, Messung gasförmiger Emissionen - Messen der Kohlenmonoxid-Konzentration mittels Flammenionisationsdetektor nach Reduktion zu Methan

VDI 2459 Blatt 6, 1980-11, Messung gasförmiger Emissionen; Messen der Kohlenmonoxid-Konzentration; Verfahren der Nichtdispersiven Infrarot-Absorption DIN EN 15058, Entwurf 2005-02, Emissionen aus stationären Quellen - Referenzverfahren zur Bestimmung von Kohlenmonoxid (NDIR-Verfahren)

Stickstoffoxide:

VDI 2456, 2004-11, Messen gasförmiger Emissionen - Referenzverfahren für die Bestimmung der Summe von Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid - Ionenchromatographisches Verfahren

Staub:

ÖNORM EN 13284-1:2002-03-01, Emissionen aus stationären Quellen - Ermittlung der Staubmassenkonzentration bei geringen Staubkonzentrationen - Teil 1: Manuelles gravimetrisches Verfahren

ÖNORM M 5861-1:1993-04-01, Manuelle Bestimmung von Staubkonzentrationen in strömenden Gasen; Gravimetrisches Verfahren

ÖNORM M 5861-2:1993-04-01, Manuelle Bestimmung von Staubkonzentrationen in strömenden Gasen; Gravimetrisches Verfahren; Besondere messtechnische Anforderungen

VDI 2066 Blatt 1, 1975-10, Messen von Partikeln; Staubbmessungen in strömenden Gasen; Gravimetrische Bestimmung der Staubbeladung; Übersicht

VDI 2066 Blatt 1, Entwurf, 2005-07, Staubbmessungen in strömenden Gasen; Gravimetrische Bestimmung der Staubbeladung

VDI 2066 Blatt 2, 1993-08, Messen von Partikeln; Manuelle Staubmessung in strömenden Gasen, Gravimetrische Bestimmung der Staubbelastung; Filterkopfgeräte (4 m³/h, 12 m³/h)

VDI 2066 Blatt 3, 1994-01, Messen von Partikeln; Manuelle Staubmessung in strömenden Gasen; Gravimetrische Bestimmung der Staubgehalte, Filterkopfgerät (40 m³/h)

VDI 2066 Blatt 7, 1993-08, Messen von Partikeln; Manuelle Staubmessung in strömenden Gasen; Gravimetrische Bestimmung geringer Staubgehalte; Planfilterkopfgeräte

5.8.2 Kontinuierliche Messungen

Die Datenaufzeichnung hat durch ein automatisch registrierendes Messgerät gemäß ÖNORM M 9410 und gemäß der ÖNORM M 9411 in Form von Halbstundenmittelwerten unter Angabe von Datum, Uhrzeit und Messstelle zu erfolgen. Die Verfügbarkeit der Daten hat mindestens 90 % der Betriebszeit zu betragen. Als Bezugszeitraum gilt ein Monat.

Das registrierende Messgerät ist im Abnahmeversuch und alle drei Jahre durch einen Sachkundigen zu kalibrieren.

Die Wartung des registrierenden Messgerätes ist durch einen Sachkundigen mindestens einmal jährlich vornehmen zu lassen.

Der Emissionsgrenzwert gilt als eingehalten, wenn kein Tagesmittelwert, gebildet aus den Halbstundenmittelwerten, den Emissionsgrenzwert übersteigt und kein Halbstundenmittelwert mehr als das 1,5fache des Emissionsgrenzwertes beträgt.

5.8.3 Ermittlung der flächenbezogenen Gesamtemissionen an flüchtigen organischen Verbindungen bei Anlagen der Fahrzeugbeschichtung

Die Fläche eines zu beschichtenden Produkts wird definiert als

- die Fläche, die sich aus der gesamten mit Hilfe der Elektrophorese beidseitig beschichteten Fläche errechnet, sowie die Fläche der Teile, die in aufeinanderfolgenden Phasen des Beschichtungsverfahrens hinzukommen und auf die die gleiche Schicht wie auf das betreffende Produkt aufgebracht wird, oder als
- die Gesamtfläche des in der Anlage beschichteten Produkts.

Für die Berechnung der mit Hilfe der Elektrophorese beschichteten Fläche gilt folgende Beziehung:

$$\frac{2 \times \text{Gesamtgewicht}}{\text{durchschnittliche Dicke des Metallblechs} \times \text{Dichte des Metallblechs}}$$

Dieses Verfahren findet auch auf andere beschichtete Blechteile Anwendung. Die Fläche der hinzukommenden Teile oder die in der Anlage beschichtete Gesamtfläche ist mit Hilfe von Computer Aided Design (CAD) oder anderen gleichwertigen Verfahren zu berechnen.

6 Maßnahmen zur Emissions- und Immissionsminderung sowie zum Boden- und Gewässerschutz

6.1 Lösungsmittel

Grundsätzlich sind die Lösungsmittlemissionen durch einzelne oder kombinierte Maßnahmen zu verringern.

Primärmaßnahmen: z.B. Umstieg auf Beschichtungsstoffe auf Wasserbasis oder lösungsmittelarme Systeme; Technologieänderung (z.B. Pulverbeschichtung, UV-Lacksysteme, Steigerung des Auftragswirkungsgrades)

Sekundärmaßnahmen: Abluftreinigung (z.B. thermische oder katalytische Nachverbrennung, Biofilter, Aktivkohle)

Durch eine Überdachführung der Abluft können Belästigungen durch Geruch bei den Nachbarn gemindert oder vermieden werden.

Abluftführung über Dach: (mindestens 2 m über First des Betriebsgebäudes, bzw. 3 m über Flachdächern, mindestens 10 m über Niveau (Gelände) und mindestens 5 m über Dachfirst von Wohngebäuden im Umkreis von 50 m), Ausblasung vertikal und unbehindert nach oben; Mindestaustrittsgeschwindigkeit 7 m/s. Dies entspricht den Anforderungen der ÖNORM M 9486.

6.2 Staub und Aerosole

Für die Abscheidung von Farbnebeln eignen sich Filtermatten oder mit Wasser besiedelte Spritzwände; damit kann ein Emissionsgrenzwert von 3 mg/m³ eingehalten werden.

Zur Staubabscheidung bei Pulverbeschichtungsanlagen eignen sich Gewebefilter; damit kann ein Emissionsgrenzwert von 3 mg/m³ eingehalten werden.

Bei Feuerungsanlagen ist als Brennstoff Heizöl „extra leicht“, Heizöl „extra leicht, schwefelarm“ oder Gas einzusetzen; damit kann die Russzahl 1 nach Bacharach bei Heizöl eingehalten werden.

6.3 Abwasser

Lackieranlagen müssen so betrieben werden, dass kein ungereinigtes Abwasser in die Kanalisation oder in einen Vorfluter abgeleitet wird.

Schadstoffbelastetes Wasser ist entweder zu reinigen oder entsprechend den Bestimmungen des Abfallwirtschaftsgesetzes 2002 zu entsorgen.

Bei der Ableitung (Kanal, Vorfluter) des mit Schadstoffen belasteten Wassers sind die Bestimmungen der AAEV (Allgemeine Abwasseremissions-Verordnung), der AEV Oberflächenbehandlung sowie der IEV (Indirekteinleiterverordnung) zu beachten.

Die Zwischenlagerung von mit Schadstoffen belastetem Abwasser darf bis zur Übernahme durch einen befugten Abfallsammler und -entsorger nur in flüssigkeitsdichten und medienbeständigen Behältern unter Berücksichtigung des Zwei-Barrieren-Systems (z.B. Auffangwanne, Doppelwandbehälter, usw.) erfolgen.

Leitungen für mit Schadstoff belastetes Abwasser müssen medienbeständig und flüssigkeitsdicht ausgeführt sein.

6.4 Lärm

Lärmemissionen sollen die örtlichen Verhältnisse nicht nachteilig verändern. Dies kann bei Lüftungsanlagen durch entsprechende Verlegung und Dimensionierung von Luftleitungen, Anbringen eines Antidröhnbelages, schalldämmende Ummantelung, Anbringen von Schalldämpfern im Bereich der Ansaug- und Ausblaseöffnungen, Einsetzen von flexiblen Zwischenstücken zwischen Ventilatoren und Luftleitungen, körperschallgedämmte und schwingungsisierte Aufhängung, Einbau geräuscharmer (z.B. langsam laufender) Ventilatoren, Kapselung der Ventilatoren und bei Kompressoren durch Ansaugeräuschkämpfer und körperschallgedämmte Aufstellung erreicht werden.

Weiters können Schallschutzfenster, schalldämmende Türen mit Selbstschließer, Geschlossenhalten von Türen und Fenstern, schallschluckende Verkleidung von Wänden

und Decken (den auftretenden Frequenzen entsprechende Wahl des Wand- und Deckenmaterials), mehrschalige Wände u.dgl. Verbesserungen bringen.

Siehe z.B. auch EN 13355 (Beschichtungsanlagen - Kombinierte Spritz- und Trocknungskabinen - Sicherheitsanforderungen, Pkt. 5.5).

6.5 Boden- und Gewässerschutz

In jenen Räumen, in denen Lacke und Lösungsmittel gelagert und verarbeitet werden, sind der Boden, die Anschlussfugen sowie allenfalls die Wände entsprechend der Nutzung (bis zur erforderlichen Höhe) flüssigkeitsdicht und medienbeständig herzustellen. Installationsschächte und -kanäle sowie die Anschlussfugen sind gegen Eindringen von Flüssigkeiten abzudichten, sodass Wasser gefährdende Stoffe nicht in den Untergrund gelangen können.

Für die Lagerung von Lacken und Lösungsmittel gelten die Vorgaben der VbF sinngemäß.

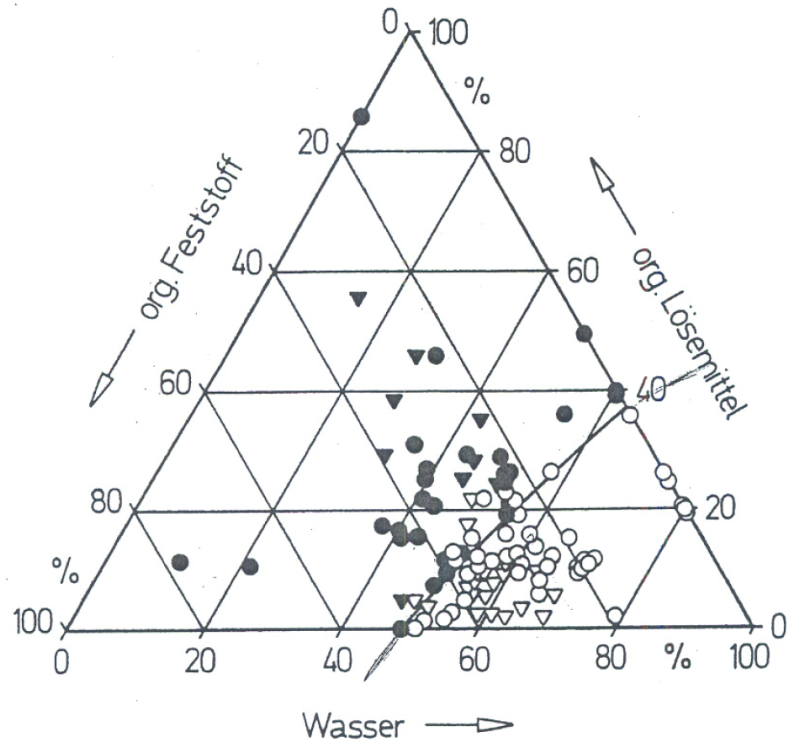
Lack- und Lösungsmittelrückstände, lack- oder lösungsmittelgetränkte Putzlappen sowie gebrauchte Filtereinsätze von Farbnebelabscheidern u.dgl. sind als gefährliche Abfälle im Sinne des AWG zu entsorgen. Lagerungen im Freien sind vor Niederschlagswässern geschützt vorzunehmen.

7 Brand- und Explosionsschutz, Strahlung

7.1 Allgemeines

Die Verwendung von Beschichtungsstoffen auf Wasserbasis („Wasserlacke“) erfährt immer größere Bedeutung. Der überwiegende Teil der handelsüblichen Wasserlacke ist zwar im versprühten Zustand nicht brennbar, aber als Lackschicht können sie nach teilweiser Trocknung wieder brennbar werden. Ferner ist zu berücksichtigen, dass auch Wasserlacke im Fall eines aus anderen Gründen entstandenen Brandes durch die resultierende Temperaturerhöhung Wasser verlieren und dann mitbrennen können und somit eine gewisse Brandlast darstellen. Aus diesen Gründen kann auch bei der Verwendung von Wasserlacken nicht auf jeglichen Brandschutz verzichtet werden. Es hängt daher, z.B. beim elektrostatischen Beschichten, vom jeweils verwendeten Beschichtungsstoff ab, welche Brand- und Explosionsschutzmaßnahmen im jeweiligen Fall notwendig sind.

Abbildung 1: Kumulative Darstellung des Brennverhaltens der Sprühnebel aller untersuchten Wasserlacke (die Massenanteile beziehen sich auf die gesamte Masse reduziert um den anorganischen Feststoffanteil)



- ▽ ○ nicht brennbar
- ▼ ● selbständig brennbar
- ● anorganischer Feststoffanteil kleiner 25 %
- ▽ ▼ anorganischer Feststoffanteil größer 25 %

Laut PTB-Bericht PEx5 vom 26.9.2005 wird ein Lack als „nicht brennbar“ eingestuft, wenn folgende Beziehung gilt:

$$[\% \text{H}_2\text{O}] > 63 / 37 \times [\% \text{org.LM}] + 49 / 51 \times [\% \text{org.Feststoff}]$$

- % H₂O Gewichtsprozent Wasser des betrachteten Lackes
- % org.LM Gewichtsprozent an organischer flüssiger Phase des betrachteten Lackes (z.B. organ. Lösungsmittel, flüssige organ. Bindemittel etc.)
- % org.Feststoff Gewichtsprozent an brennbarer organischer fester Phase des betrachteten Lackes (z.B. organ. Bindemittel, organ. Pigmente)

7.2 Brandschutz

Das Verarbeiten (Bereitstellen, Zubereiten, Auftragen, Trocknen) von brennbaren Flüssigkeiten (Beschichtungsstoffen) gemäß der VO über brennbare Flüssigkeiten - VbF - darf grundsätzlich nur in gesonderten Räumen - im Folgenden als Lackerräume bzw. Lacklager bezeichnet - erfolgen. Diese Räume, einschließlich der für den Lackierbetrieb erforderlichen Anlagen gelten als brandgefährdete Bereiche. Für brennbare flüssige Beschichtungsstoffe, die nicht der VbF unterliegen, ist die Verordnung über brennbare Flüssigkeiten sinngemäß als Regel der Technik anzuwenden.

Spritzkabinen und kombinierte Spritz- und Trockenkabinen sind Maschinen im Sinne der EG Maschinenrichtlinie. Für Spritzkabinen gilt die ÖNORM EN 12215, für kombinierte Spritz- und Trockenkabinen die ÖNORM EN 13355 und für Spritzkabinen für organische Pulverlacke die ÖNORM EN 12981. Die EN 13355 soll aus der Liste der harmonisierten Normen gestrichen werden und gemeinsam mit EN 12215 überarbeitet werden (Stand 7/07).

Generell gilt: Abweichungen von Harmonisierten Normen müssen in der Konformitätserklärung aufscheinen; es ist vom Aussteller der Konformitätserklärung die Gleichwertigkeit der Schutzmaßnahme durch Gutachten zu belegen.

Die Sicherheitsanforderungen der voranstehenden Normen in Bezug auf Brand- und Explosionsschutz beschränken sich im Wesentlichen auf

- betriebstechnische Maßnahmen,
- manuelle oder automatische Feuerlöschanlagen und
- die in der ÖNORM EN 13478 "Sicherheit von Maschinen - Brandschutz" festgelegten Anforderungen.

Bei diesen technischen Brandschutzmaßnahmen handelt es sich vorwiegend um in die Maschine integrierte Maßnahmen in Form von Sicherheitsbauteilen, wie sie in der Maschinenrichtlinie (98/37/EG) definiert sind. Nicht behandelt sind darin Maschinen für kontrollierte Verbrennungsprozesse (z.B. Verbrennungsmotoren, Öfen), es sei denn, dass diese Prozesse die Zündquelle für einen Brand sein können.

Grundsätzlich sollten Spritz- und Trockenkabinen eigene Brandabschnitte bilden bzw. die Spritz- und Trockenkabinen in eigenen Brandabschnitten aufgestellt sein und allenfalls mit den zugehörigen Vorbereitungsräumen (z.B. für das Aufbringen von Füllern und Schleifen) einen eigenen Brandabschnitt bilden. Die Brandabschnittsgröße ist im Einzelfall

in Abhängigkeit von der Art und der Umgebung der Betriebsanlage sowie den Brandlasten unter Berücksichtigung von besonderen brandschutztechnischen Maßnahmen (z.B. Brandmeldeanlage, Brandrauchentlüftung, Sprinkleranlage, Betriebsfeuerwehr, etc.) festzulegen.

Bei Spritzlackierkabinen und kombinierten Spritz- und Trockenkabinen, die keinen eigenen Brandabschnitt bilden, ist ein Bereich von 5 m um die Außenseite der Zugangstore als Brandschutzzone mit geringer Brandlast im Sinne der AStV (Arbeitsstättenverordnung) frei zu halten.

Bei nicht industriell gefertigten Kabinen gelten als eigene Brandabschnitte

- der Lackierraum,
- der Trockenraum bzw. der Aufstellungsraum der Lackier- und Trockenkabine (einschließlich Vorbereitungsraum) und
- der Lacklagerraum.

Aufstellungsbereiche und Aufstellungsräume der für den Lackierbetrieb erforderlichen Maschinen und Heizungen (Heizraum) sind, technisch sinnvollerweise, Teil des Brandabschnittes Lackierraum oder Trockenraum.

Falls aus betriebstechnischen Gründen keine brandschutztechnische Abtrennung des Lackier- und/oder Trockenbereiches möglich ist, sind jedenfalls der Brandschutz und die Brandschutzzonen projektsbezogen durch Gutachten befugter Sachverständiger festzulegen (Brandschutzkonzept).

Die Umfassungsbauteile der definierten Brandabschnitte zu angrenzenden Räumen und Gebäuden müssen

- im Sinne der ÖNORM EN 13501-2 einen Brandschutz mit raumabschließender und wärmedämmender, gegebenenfalls auch tragender Funktion aufweisen und
- einem Feuerwiderstand von mindestens 90 Minuten (z.B. REI 90) entsprechen.

Diese Umfassungsbauteile müssen der Brennbarkeitsklasse A1 bzw. die Bodenbeläge A1fl im Sinne der ÖNORM EN 13501-1 entsprechen und deren Oberflächen müssen leicht zu reinigen sein.

Diese Umfassungsbauteile dürfen keine Fugen aufweisen, in denen sich Reste von Beschichtungsstoffen ansammeln oder versickern können.

Brandabschnittsdurchdringungen dürfen keine Brandweiterleitung ermöglichen oder den Feuerwiderstand der Umfassungsbauteile verringern. Für Durchdringungsbauteile ist die ÖNORM EN 13501-3 anzuwenden.

Lüftungskanäle, einschließlich deren Konstruktions- und Befestigungsteile (z.B. Wärmedämmung, Filter) müssen aus Werkstoffen bestehen, durch die ein Brand nicht unterstützt wird, und sie sind innen- und außenseitig zu Reinigungszwecken zugänglich einzurichten. Die von den verarbeiteten Produkten bzw. Medien beaufschlagten Oberflächen luftführender Kanäle sind leicht reinigbar auszuführen und von Ablagerungen in regelmäßigen Abständen (in Abhängigkeit der Betriebszeiten und des Verschmutzungsgrades) zu reinigen.

Heizeinrichtungen (z.B. Heizkörper) müssen so angebracht sein, dass sich auf ihnen keine Ablagerungen von Beschichtungsstoffen bilden können. Darüber hinaus dürfen auf ihnen Gegenstände (z.B. Lackgebinde) nicht abgestellt werden können. Dazu sind in der Regel schräge Heizkörperabdeckungen der Brennbarkeitsklasse A1 im Sinne der ÖNORM EN 13501-1 (z.B. Bleche, Drahtgeflechte) anzubringen.

In Lackier-, Trocken- und Lagerräumen sind das Rauchen und das Hantieren mit offener Flamme verboten; dieses Verbot ist in jedem Raum und bei den Zugängen deutlich sichtbar, allgemein verständlich und dauerhaft im Sinne der Kennzeichnungsverordnung anzuschlagen.

Lack- und Lösungsmittelrückstände, lack- oder lösungsmittelgetränkte Putzlappen sowie gebrauchte Filtereinsätze von Farbnebelabscheidern u.dgl. sind in geschlossenen Behältern der Brennbarkeitsklasse A1 im Sinne der ÖNORM EN 13501-1 zu sammeln.

Vor der Durchführung von Reparatur- und Wartungsarbeiten, insbesondere bei Funken ziehenden Arbeiten (z.B. Schweißen, Schneiden) ist die Lackieranlage gründlich zu reinigen und brennbare Flüssigkeiten und brennbare Werkstücke sind zu entfernen.

Eine Erste und Erweiterte Löschhilfe im Sinne der Bestimmungen der TRVB F 124 (Technische Richtlinie vorbeugender Brandschutz) ist bereitzustellen. Jedenfalls sind mindestens bei den Zugängen zu den jeweiligen Brandabschnitten je ein Tragbarer Feuerlöscher mit einer jeweiligen Mindestfüllmenge von 12 kg, geeignet für die Brandklassen A,B,C; (im Sinne der ÖNORM EN 2) und einer Mindestlöschleistung von 43A und 183B (im Sinne der ÖNORM EN 3 Teil 7) gut sichtbar und leicht erreichbar bereitzuhalten. Feuerlöscher müssen zur allgemeinen Brandbekämpfung gemäß TRVB F 124 geeignet sein und der ÖNORM EN 3 entsprechen. Sie sind unmittelbar nach jedem Gebrauch, aber längstens

alle zwei Jahre, gemäß ÖNORM F 1053 überprüfen zu lassen. Die Standorte der Tragbaren Feuerlöscher sind mit Schildern gemäß Kennzeichnungsverordnung, ÖNORM Z 1000-2 oder ÖNORM F 2030 deutlich sichtbar zu kennzeichnen.

7.3 Fluchtwege

Grundsätzlich sind aus Lackierräumen und brandgefährdeten Betriebsbereichen mindestens zwei, möglichst an gegenüberliegenden Wänden befindliche Ausgänge unmittelbar ins Freie oder zu einem gesicherten, eigenen Brandabschnitt mit nur geringer Brandbelastung im Sinne der AStV, erforderlich.

Für Lackier- und Trockenkabinen mit vollautomatischem Betrieb ohne Bedienungspersonal in der Anlage sind die Fluchtwegbedingungen im Einzelfall festzulegen.

In den Normen "Spritzkabinen für flüssige organische Beschichtungsstoffe" (ÖNORM EN 12215), "kombinierte Spritz- und Trocknungskabinen" (ÖNORM EN 13355) und "Spritzkabinen für organische Pulverlacke" (ÖNORM EN 12981) sind besondere Festlegungen getroffen.

Bei Lackier- und Trockenräumen bzw. –kabinen mit weniger als 5 m Seitenlänge genügt ein Ausgang.

Kabinen bzw. Lackierräume müssen allseitig mindestens 1 m größer als das größte zu beschichtende Werkstück sein.

Flucht- und Rettungswege sind im Sinne der Bestimmungen der AStV einzurichten und sie dürfen eine tatsächliche Fluchtweglänge von 40 m nicht überschreiten. Es sind kürzere oder zusätzliche Fluchtwege, Notausgänge, Notausstiege oder fest verlegte Notleitern vorzusehen, wenn dies auf Grund besonderer Verhältnisse für einen wirksamen Schutz von Personen erforderlich ist. Ist die tatsächliche Fluchtweglänge aufgrund einer mobilen Raumnutzung nicht bekannt, gilt ein Abstand von 25 m bis zur nächst gelegenen Fluchttüre in der Regel als ausreichend.

Fluchtwege müssen im Sinne der Kennzeichnungsverordnung gekennzeichnet sein.

Fluchttüren müssen

- selbstschließend sein,

- in Fluchrichtung aufschlagen,
- dürfen nicht versperrbar sein oder sind mit einer Öffnungsvorrichtung im Sinne der ÖNORM EN 179 auszustatten.

Müssen sie aus betrieblichen Gründen offen gehalten werden, sind sie mit Brandfallsteuerungen im Sinne der Bestimmungen der TRVB S 151 (Technische Richtlinie vorbeugender Brandschutz) auszustatten, die im Brandfall ein selbsttätiges Schließen gewährleisten.

7.4 Elektrische Anlagen

Bezüglich der elektrischen Ausrüstung und Beleuchtung gelten für Spritzkabinen die Festlegungen gemäß ÖNORM EN 12215. Für Spritzräume kann diese ÖNORM sinngemäß angewendet werden. Für kombinierte Spritz- und Trockenräume wird eine sinngemäße Anwendung der ÖNORM EN 13355 empfohlen.

Antriebsmotoren von Ventilatoren dürfen nicht im Ab- oder Umluftstrom liegen.

Alle Motoren der Anlage sind durch thermische Motorschutzeinrichtungen zu überwachen.

Bei automatischen Löschanlagen sind die ÖNORM EN 13478, bzw. bei elektrostatischen Sprühanlagen die ÖVE EN 50176 (Ortsfeste elektrostatische Sprühanlagen für brennbare flüssige Beschichtungsstoffe), ÖVE EN 50177 (Ortsfeste elektrostatische Sprühanlagen für brennbare Beschichtungspulver), ÖVE/ÖNORM EN 50223 (Ortsfeste elektrostatische Flockanlagen für entzündbaren Flock), ÖVE/ÖNORM EN 50348 (Ortsfeste elektrostatische Sprüheinrichtungen für nichtbrennbare flüssige Beschichtungsstoffe), zu berücksichtigen.

Sämtliche metallische Teile der Spritzkabinen, der Spritzstände einschließlich der Luftleitungen sind in einen Potentialausgleich einzubeziehen und zu erden.

Die Be- und Entlüftungsanlagen müssen mittels eines Notschalters außerhalb des Lackier- raumes bzw. Lackierbereiches abschaltbar sein.

Die zum Spritzen verwendete Luft darf nur aus einem Bereich angesaugt werden, der frei von brennbaren Gasen, Lösungsmitteldämpfen und Staub/Luft-Gemischen ist.

Durch elektrische Verriegelungen ist sicherzustellen, dass für den Spritzlackierbetrieb Druckluft bzw. die zum Lackauftrag notwendige Energie nur dann freigegeben wird, wenn

die Lüftungsanlage und gegebenenfalls die Wasserzufuhr zum Farbnebelabscheider in Betrieb sind (Der Abluftvolumenstrom ist z.B. durch Differenzdruckmessung zu überwachen).

Lackerräume und Spritzstände sind mindestens wöchentlich, Abluftleitungen bei jedem Filtertausch, mindestens jedoch einmal jährlich, auf Lackablagerungen zu überprüfen und bei Bedarf zu reinigen; hierzu dürfen nur Hilfsmittel verwendet werden, die keine Funken reißen (z.B. solche aus Holz oder Messing).

In oder bei der Lackieranlage darf an Beschichtungsstoffen, Lösungs- und Verdünnungsmitteln nur der Tagesbedarf in dicht verschlossenen, unbrennbaren Behältern vorhanden sein.

Eine deutschsprachige Bedienungsvorschrift (sowie in der Landessprache allfälliger ausländischer Arbeitnehmer) für die Lackier- und Trocknungsanlage muss leicht erreichbar vorhanden sein.

7.5 Explosionsschutz

7.5.1 Allgemeine Anforderungen

Zur Vermeidung und Verringerung von Explosionsgefahren durch Dampf/Luft- bzw. Staub/Luft-Gemische sind grundsätzlich folgende Maßnahmen zu treffen:

- Verhinderung der Bildung explosionsfähiger Atmosphären oder, falls dies auf Grund der Art des Betriebes nicht möglich ist,
- Vermeidung wirksamer Zündquellen in explosionsgefährdeten Bereichen und, falls dies nicht sicher möglich ist,
- Begrenzung möglicher Explosionsauswirkungen.

Die beim Verarbeiten von Beschichtungsstoffen entstehenden Lacknebel, Lösungsmitteldämpfe oder Staub/Luft-Gemische sind möglichst nahe an der Entstehungsstelle abzusaugen. Die Lüftungsanlagen sind so zu berechnen und auszulegen, dass die Konzentration von Lösungsmitteldämpfen oder von Stäuben in der Abluft immer unter einem Viertel der unteren Explosionsgrenze liegt. Bei Spritzkabinen ohne Bedienungspersonal sind 50 % der UEG ausreichend.

Bei der Beurteilung, Festlegung und Dokumentation von Explosionsschutzmaßnahmen ist nach der ÖNORM EN 1127-1 und nach der Verordnung explosionsfähige Atmosphären - VEXAT vorzugehen. Als Stand der Technik für den Explosionsschutz gelten die Ausführungen in der BGI 740 (Lackierräume und –einrichtungen für flüssige Beschichtungsstoffe).

Die Einteilung der explosionsgefährdeten Bereiche in Zonen hat durch Personen zu erfolgen, die aufgrund ihrer Ausbildung und Erfahrung über umfassende Fachkenntnisse auf dem Gebiet des Explosionsschutzes verfügen.

Explosionsgefährdete Bereiche sind gemäß Kennzeichnungsverordnung zu kennzeichnen und in einem Ex-Zonenplan darzustellen. Dieser Plan muss im Betrieb aufliegen. In diesen Bereichen müssen elektrische Anlagen der ÖVE/ÖNORM 8065 entsprechen. Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen müssen der Explosionsschutzverordnung 1996 entsprechen.

Als Stand der Technik für die Ex-Zonen-Einteilung kann auch die BGR 104, „Explosionsschutz-Regeln (Ex-RL)“ herangezogen werden.

Einen Überblick über die aktuellen Regeln der Technik in Bezug auf Explosionsschutz bietet der Erlass des BMWA, ZI: BMWA-461.308/0001-III/2/2005 vom 12. Jänner 2005 (siehe Punkt 10.6).

7.5.2 Besondere Anforderungen für bestimmte Arten von Lackieranlagen

Explosionsschutz zonen und Explosionsschutzmaßnahmen sind abhängig vom jeweiligen Beschichtungsstoff und Beschichtungsverfahren entsprechend den jeweils zutreffenden EN Normen zu planen. Als Stand der Technik sind jedenfalls folgende technische Regeln heranzuziehen:

7.5.2.1 Elektrostatisches Pulverbeschichten

ÖVE EN 50177 „Ortsfeste elektrostatische Sprühanlagen für brennbare Beschichtungspulver“

ÖNORM EN 12981 „Beschichtungsanlagen - Spritzkabinen für organische Pulverlacke - Sicherheitsanforderungen“

ÖNORM EN 1953 „Spritz- und Sprühgeräte für Beschichtungsstoffe - Sicherheitsanforderungen“ BGI 764 „Elektrostatisches Beschichten“

7.5.2.2 Elektrostatisches Beschichten mit flüssigen organischen Beschichtungsstoffen

ÖNORM EN 12215 „Beschichtungsanlagen - Spritzkabinen für flüssige organische Beschichtungsstoffe – Sicherheitsanforderungen“

ÖNORM EN 1953 „Spritz- und Sprühgeräte für Beschichtungsstoffe - Sicherheitsanforderungen“

ÖNORM EN 13355 „Beschichtungsanlagen - Kombinierte Spritz- und Trocknungskabinen - Sicherheitsanforderungen“ BGI 764 „Elektrostatisches Beschichten

ÖVE EN 50176 „Ortsfeste elektrostatische Sprühanlagen für brennbare flüssige Beschichtungsstoffe“

7.5.2.3 Spritz- und Sprühbeschichten

ÖVE/ÖNORM EN 50223 "Ortsfeste elektrostatische Flockanlagen für entzündbaren Flock"

ÖVE/ÖNORM EN 50348 "Ortsfeste elektrostatische Sprüheinrichtungen für nichtbrennbare flüssige Beschichtungsstoffe"

ÖNORM EN 1953 „Spritz- und Sprühgeräte für Beschichtungsstoffe - Sicherheitsanforderungen“

ÖNORM EN 12215 „Spritzkabinen für flüssige organische Beschichtungsstoffe - Sicherheitsanforderungen“

ÖNORM EN 13355 „Beschichtungsanlagen - Kombinierte Spritz- und Trocknungskabinen - Sicherheitsanforderungen“

7.5.2.4 Trockner und Öfen

ÖNORM EN 1539 „Trockner und Öfen in denen brennbare Stoffe freigesetzt werden - Sicherheitsanforderungen“

ÖNORM EN 13355 „Beschichtungsanlagen - Kombinierte Spritz- und Trocknungskabinen - Sicherheitsanforderungen“

7.6 Strahlung

Heizsysteme mit Infrarot-Strahlern (IR) und Ultraviolett-Strahlern (UV) sind so zu gestalten und zu konstruieren, dass schädigende Effekte der Strahlung minimiert und Gesundheitsgefährdungen ausgeschlossen werden. Dies kann entweder durch eine Türverriegelung erfolgen, bei der das Heizsystem abgeschaltet wird bevor Personen die Anlage betreten oder durch spezielle Abtrennungen bzw. Einhausungen der Leuchtröhren.

An den Türen sind außen zusätzliche Warnhinweise anzubringen

8 Einreichunterlagen gemäß § 353 GewO

8.1 Erforderliche Genehmigungsunterlagen

- Übersichtsplan, in dem die Flächenwidmung ersichtlich ist (Ausschnittkopie des Flächenwidmungsplanes und/oder Bebauungsplanes)
- Namen und Anschriften des Eigentümers des Betriebsgrundstückes und der Eigentümer der an dieses Grundstück unmittelbar angrenzenden Grundstücke
- Lageplan (Maßstab 1:250, 1:500 oder 1:1000) mit lage- und maßstabgerechter Darstellung der Betriebsanlage, der nächstgelegenen (nicht nur angrenzenden)
- Liegenschaften und Gebäude von Nachbarn sowie der eventuell vorhandenen anderen Emittenten
- Grundrisspläne 1:100, aus denen die Bauweise (Art der Materialien, Brandmauern u.a.) und der Verwendungszweck der Räume ersichtlich sind, und in denen die Standorte der Maschinen, Geräte und Einrichtungen eingezeichnet und die Rauchfänge und die Mündungen der Abluftleitungen dargestellt sind
- In Einzelfällen, wo Details besonders wichtig sind, Pläne 1:50 (z.B. Lüftungsanlagen mit Darstellung der Standorte der Ventilatoren und Darstellung der Führung der Zu- und Abluftleitungen - ev. auch Schnitte)
- Betriebsbeschreibung
- Baubeschreibung
- Technische Beschreibungen der verwendeten Verfahren, Anlagen, Maschinen und Geräte; technische Beschreibungen zur Heizung sowie zu Lüftungs- und Absauganlagen; eventuelle Abhängigkeiten der elektrischen Schaltungen (z.B. elektrische Verriegelungen)
- Angabe des maximalen Tagesbedarfes an Lösungsmittel
- Angabe der Abluftvolumenströme und der Höhe der Abluftführungen über Bodenniveau sowie über höchsten Punkt der Betriebsanlage
- Sicherheitsdatenblätter für alle verwendeten Betriebsmittel (z.B. Lacke, Lösungsmittel, Verdüner, Härter, Reinigungsmittel)
- Emissionsberechnungen für gasförmige organische Verbindungen und Staub
- evtl. Geruchsprognose (Großanlagen)
- Angaben über sonstige Emissionen (z.B. bei Nachverbrennungsanlagen, Pulverbeschichtungsanlagen)

- Lösungsmittelprognose (voraussichtliche jährliche Einsatzmenge), bzw. Lösungsmittelbilanz
- Beschreibung eventuell vorgesehener Einrichtungen zur Ermittlung und Aufzeichnung von Emissionsmessdaten
- Angabe der Geräuschabgabe (Schallemission; A - bewerteter Schallleistungspegel) der verwendeten Maschinen (z.B. Herstellerangaben, Messdaten), Daten über die Schallemission an Ein- und Austrittsöffnungen bei Lüftungsanlagen (Schalldruckpegel mit Bezugsentfernung), Unterlagen über getroffene Schallschutzmaßnahmen (Lärmschutzkonzept wie z. B. Dimensionierung der Schalldämpfer, Schalldämmwerte vorgesehener Schutzkonstruktionen)
- brandschutztechnische Beschreibung
- Brandschutzkonzept (bei Großanlagen) nach TRVB A 107
- Beschreibung der Explosionsschutzmaßnahmen mit Ex-Zonenplan
- Berechnung der Konzentration brennbarer Stoffe in % der UEG
- Prüfzeugnis über elektrostatische Sprüheinrichtung
- Angaben über automatische Löschanlagen (soweit geplant)
- Abfallwirtschaftskonzept
- Planliche Darstellung und Beschreibung der Abwasserentsorgung

8.2 Nachweise, Bescheinigungen und Dokumente (nach Fertigstellung, jedoch vor der Inbetriebnahme)

MSV: Konformitätserklärung (IIA) als verkettete Maschine mit Angabe, welche Normen angewandt wurden.

ExSV: Konformitätserklärungen für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen.

VEXAT:

- Explosionsschutzdokument gemäß § 5 VEXAT
- Prüfbescheinigungen gemäß § 7 VEXAT
- Messprotokolle gemäß § 8 VEXAT
- Gefahrenanalyse gemäß § 9 VEXAT

VbF: Prüfbefunde für Lösungsmittelbehälter gemäß § 12 VbF

VAV (bei Inbetriebnahme): Messbericht gemäß § 5 (3) oder § 9 (1) VAV sofern der jährliche Lösungsmittelverbrauch über 2 t liegt; andernfalls Messbericht über eine Messung der Abluftvolumenströme (Strömungsgeschwindigkeit) bei maximaler Leistung der Abluftanlage der VOC-Anlage (gemäß Anhang 5 Abschnitt D VAV)

FAV (bei Inbetriebnahme): Prüfbericht nach § 23

9 Anhänge

9.1 Berechnungsbeispiele für eine Spritzkabine gemäß EN 12215

9.1.1 Bestimmung der Konzentration brennbarer Stoffe hinsichtlich der UEG bei Spritzkabinen für flüssige organische Beschichtungsstoffe

Um den Vergleich mit der unteren Explosionsgrenze (UEG) zu vereinfachen, wird die Konzentration als c_{UEG} (in % der UEG) ausgedrückt.

$$c_{UEG} = \frac{100 \times c}{UEG} \quad (1)$$

Die mittlere Konzentration (Masse) im Inneren der Spritzkabine hängt ab von der Menge der eingebrachten Lösungsmittel und dem Luftstrom:

$$c = \frac{M_{max} \times k_1 \times k_2 \times k_3}{Q_{min}} \quad (2)$$

c_{UEG} berechneter Wert der höchstzulässigen Konzentration brennbarer Lösungsmittel als Funktion von UEG in %

c durchschnittliche Konzentration brennbarer Lösungsmittel (in Luft) in der Spritzkabine in g/m^3

UEG untere Explosionsgrenze der Lösungsmittel oder Lösungsmittelgemische bei 293 K in g/m^3 . Wenn die Bestandteile der Lösungsmittelgemische bekannt sind, die UEG des Gemisches jedoch unbekannt ist, ist die UEG des Lösungsmittelbestandteiles mit dem geringsten Wert einzusetzen. Sind keine Angaben vorhanden, ist ein Wert von $40 \text{ g}/\text{m}^3$ einzusetzen.

M_{max} pro Stunde verspritzte Höchstmenge flüssiger organischer Beschichtungsstoffe in g/h

k_1 Massenanteil der in den flüssigen organischen Beschichtungsstoffen enthaltenen brennbaren Lösungsmittel während des Spritzverfahrens in %

- k_2 Geschätzte Menge brennbarer Lösungsmittel, die in der Spritzkabine durch Verdunstung freigesetzt werden in %
- k_3 Sicherheitsfaktor, der die Heterogenität der Lösungsmittelkonzentration und insbesondere die hohen Konzentrationen zwischen Spritzpistole, dem Werkstück und dessen Umgebung berücksichtigt
- Q_{\min} Mindest-Frischlufstrom innerhalb der Spritzkabine, der die freigesetzten brennbaren Lösungsmittel auf die zulässige Konzentration herabsetzt in m^3/h

Anmerkung: Bei einer Mehrzonenkabine muss zur Berechnung der c_{UEG} jede Sektion separat betrachtet werden.

9.1.1.1 Berechnung der Konzentration brennbarer Lösungsmittel auf der Grundlage einer durch Gestaltung und Konstruktion festgelegten mittleren Luftgeschwindigkeit (Beispiel)

Annahmen

Strömungsparameter einer vertikal belüfteten Spritzkabine (oder Sektion, in der lackiert wird):

Breite $B = 4 \text{ m}$

Länge $L = 8 \text{ m}$

mittlere durch Gestaltung und Konstruktion festgelegte Luftgeschwindigkeit $v = 0,3 \text{ m/s}$

Menge der zugeführten Beschichtungsstoffe $M_{\max} = 6.000 \text{ g/h}$

untere Explosionsgrenze $\text{UEG} = 40 \text{ g/m}^3$

Gehalt an brennbaren Lösungsmitteln $k_1 = 85 \% = 0,85$

Verdunstungsanteil $k_2 = 80 \% = 0,80$

Sicherheitsfaktor $k_3 = 3$

Der Mindestluftstrom Q_{\min} kann aus der Luftgeschwindigkeit v und der Breite B und der Länge L des Luftstromquerschnitts berechnet werden:

$$Q_{\min} = v \times B \times L \quad (3)$$

gemäß (3)

$$Q_{\min} = 0,30 \text{ m/s} \times 4 \text{ m} \times 8 \text{ m} \times 3.600 \text{ s/h} = 34.560 \text{ m}^3/\text{h}$$

gemäß (2)

$$c = (6.000 \text{ g/h} \times 0,85 \times 0,8 \times 3) / (34.560 \text{ m}^3/\text{h}) = 0,35 \text{ g/m}^3$$

gemäß (1)

$$c_{UEG} = 100 \times (0,35 \text{ g/m}^3 / 40 \text{ g/m}^3) = 0,88 \%$$

9.1.1.2 Berechnung des Frischluftstromes auf der Grundlage eines durch Gestaltung und Konstruktion festgelegten Konzentrationswertes (Beispiel)

Gleichungen (1) und (2) von 10.1.1 können auch zur Berechnung des Frischluftstromes verwendet werden:

Wenn:

$c_{max,UEG}$ maximale Konzentration (Sollwert) als UEG

$Q_{neu,min}$ in die Spritzkabine angesaugter Mindest-Frischluftstrom, um c_{max} im Inneren zu erhalten, dann ist

gemäß (1)

$$c_{max} = \frac{c_{UEG,max} \times UEG}{100} \quad (4)$$

gemäß (2)

$$Q_{neu,min} = \frac{M_{max} \times k_1 \times k_2 \times k_3}{c_{max}} \quad (5)$$

Annahmen:

Strömungsparameter einer (vertikal belüfteten) Spritzkabine (oder Sektion, in der lackiert wird):

Breite $B = 4 \text{ m}$

Länge $L = 8 \text{ m}$

Sollwert der Konzentration $c_{UEG,max} = 25 \%$

Menge der zugeführten Beschichtungsstoffe $M_{max} = 6.000 \text{ g/h}$

untere Explosionsgrenze UEG = 40 g/m^3

Gehalt an brennbaren Lösungsmitteln $k_1 = 85 \% = 0,85$

Verdunstungsanteil $k_2 = 80 \% = 0,80$

Sicherheitsfaktor $k_3 = 3$

gemäß (4)

$$c_{max} = (25 \times 40 \text{ g/m}^3) / 100 = 10 \text{ g/m}^3$$

gemäß (5)

$$Q_{neu,min} = (6.000 \text{ g/h} \times 0,85 \times 0,80) / (10 \text{ g/m}^3) \times 3 = 1.224 \text{ m}^3/\text{h}$$

9.1.2 Bestimmung der Emissionskonzentrationen an Staub und Lösungsmitteln

Entsprechend den Bestimmungen der VAV dürfen die Emissionsmessungen bei Betriebsanlagen mit einem jährlichen Lösungsmittelverbrauch bis 2 t durch Berechnungen ersetzt werden (§ 5 Abs. 3 und § 9 Abs. 1 VAV).

Dazu kann das Formblatt des BMWA als einfaches Hilfsmittel (besonders für die Anlagenbetreiber) verwendet werden, welches von der Homepage des BMWA heruntergeladen werden kann.

9.2 Berechnungsbeispiele für eine Kombinierte Spritz- und Trockenkabine gemäß EN 13355 und EN1539

9.2.1 Bestimmung der Konzentration brennbarer Stoffe hinsichtlich der UEG im Spritz-Betrieb nach ÖNORM EN 13355

Um den Vergleich mit der unteren Explosionsgrenze (UEG) zu vereinfachen, wird die Konzentration normgemäß als c_{UEG} in % der UEG ausgedrückt.

$$c_{UEG} = \frac{100 \times c}{UEG}$$

Die mittlere Konzentration (Massenkonzentration) im Inneren der kombinierten Kabine hängt ab von der Menge der eingebrachten Lösungsmittel und dem Luftstrom:

$$c = \frac{M_{max} \times k_1 \times k_2 \times k_3}{Q_{min}}$$

Es bedeuten:

c_{UEG}	berechneter Wert der höchstzulässigen Konzentration brennbarer Lösungsmittel	in % der UEG
c	mittlere Konzentration brennbarer Lösungsmittel in der kombinierten Kabine	in g/m^3
UEG	untere Explosionsgrenze der Lösungsmittel oder Lösungsmittelgemische bei 293 K. Wenn die Bestandteile der Lösungsmittelgemische bekannt sind, die UEG des Gemisches jedoch unbekannt ist, ist die UEG des Lösungsmittelbestand-	in g/m^3

	teiles mit dem geringsten Wert einzusetzen. Sind keine Angaben vorhanden, ist ein Wert von 40 g/m^3 einzusetzen	
M_{\max}	verspritzte Höchstmenge der Beschichtungsstoffe	in g/h
k_1	Massenanteil der in den organischen Beschichtungsstoffen enthaltenen brennbaren Lösungsmittel im Spritz-Betrieb	
k_2	geschätzter Anteil aus Vortrocknungsverlust und Overspray	
$k_3=3$	Sicherheitsfaktor, der die Heterogenität der Lösungsmittelkonzentration und insbesondere die hohen Konzentrationen zwischen der Spritzpistole, dem Werkstück und dessen Umgebung berücksichtigt	
Q_{\min}	Mindest-Frischlufstrom innerhalb der kombinierten Kabine, der die freigesetzten brennbaren Lösungsmittel auf die erforderliche Konzentration herabsetzt	in m^3/h

Der Vortrocknungsverlust wird gemäß der normativen Ausführungen der ÖNORM EN 1539 eingesetzt und zwar nach einer mittleren Vortrocknungszeit von

10 Minuten mit 25 %

20 Minuten mit 45 %

30 Minuten mit 50 % der aufgebrauchten Lösungsmittelmenge.

Als mittlere Vortrocknungszeit gilt die Hälfte der Zeit, die zum Beschichten des Gutes gebraucht wird, zuzüglich einer etwaigen Wartezeit nach dem Beschichten des Gutes bis zur Umstellung auf Trockner-Betrieb. Der Overspray ist vom Beschichtungsverfahren abhängig.

$$k_2 = \text{Oversprayanteil} + (1 - \text{Oversprayanteil}) \times \text{Vortrocknungsverlust}$$

Bei einer Mehrzonenkabine muss zur Berechnung von c_{UEG} jede Sektion separat betrachtet werden

9.2.1.1 Beispiel: Bestimmung der zulässigen Konzentration c_{UEG}

Annahmen

Kombinierte Kabine im Spritz-Betrieb mit handgehaltener Spritzpistole

- Breite B (innen) = 4 m
- Länge L (innen) = 8 m
- durch Gestaltung und Konstruktion festgelegte Luftgeschwindigkeit $v = 0,3 \text{ m/s}$

- $M_{\max} = 6000 \text{ g/h}$
- $UEG = 58 \text{ g/m}^3$
- $k_1 = 0,85$
- $k_2 = 0,80$
- $k_3 = 3$

Der Mindestluftstrom Q_{\min} kann aus der Luftgeschwindigkeit v , der Breite B und der Länge L des Luftstromquerschnitts berechnet werden:

$$Q_{\min} = v \times B \times L$$

$$Q_{\min} = 0,3 \text{ m/s} \times 4 \text{ m} \times 8 \text{ m} \times 3600 \text{ s/h} = 34560 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$c = \frac{6000 \text{ g/h} \times 0,85 \times 0,80 \times 3}{34560 \text{ m}^3/\text{h}} = 035 \text{ g/m}^3$$

$$c_{UEG} = \frac{100 \times 0,35 \text{ g/m}^3}{58 \text{ g/m}^3} = 0,60 \% \text{ der UEG}$$

Da der Wert c_{UEG} mit 0,60 % der UEG weit unter der höchstzulässigen Konzentration von 25 % der UEG liegt, wird die kombinierte Kabine sicher betrieben.

9.2.2 Bestimmung der Konzentration brennbarer Stoffe hinsichtlich der UEG im Trocken-Betrieb nach ÖNORM EN 1539

Die weiteren Ausführungen zum Trocken-Betrieb betreffen einen Kammertrockner bei schneller Verdampfung, wobei auf die Formlack- oder Tränkharztrocknung nicht eingegangen wird.

Es bedeuten:

c_{UEG}	berechneter Wert der höchstzulässigen Konzentration brennbarer Lösungsmittel	in % der UEG
c_{zul}	höchstzulässige Lösungsmittelkonzentration im Trockner	in g/m^3
UEG	untere Explosionsgrenze der Lösungsmittel oder Lösungsmittelgemische bei 293 K. Wenn die Bestandteile der Lösungsmittelgemische bekannt sind, die UEG des Gemisches jedoch unbekannt ist, ist die UEG des Lösungsmittelbestandteiles mit dem geringsten Wert einzusetzen. Sind keine Angaben vorhanden, ist ein Wert von 40 g/m^3 einzusetzen	in g/m^3

M_{\max}	gesamte, d.h. höchstzulässige, in den Trockner eingebrachte Menge an Lösungsmitteln	in g
ϑ	Trocknungstemperatur	in °C
V	Gesamtdampfraum des Trockners	in m ³
γ	Verhältnis von höchstzulässigen Konzentration brennbarer Lösungsmittel zu der Konzentration, die sich ergeben würde, wenn kein Luftaustausch stattfindet	
τ	Zeitverhältnis	
t_0	theoretische Verdampfzeit der gesamten in den Trockner, eingebrachten Lösungsmittelmenge M_{\max} bei Trocknungstemperaturen unter der fiktiven Annahme, dass die Anfangsverdampfungsgeschwindigkeit während des ganzen Trocknungsvorganges konstant bleibt	in h
t_w	Zeit für einen Luftwechsel im Gesamtdampfraum des Trockners	in h
$Q_{\min, \vartheta}$	Mindest-Frisch- bzw. Abluftstrom bei Trocknungstemperatur innerhalb der kombinierten Kabine, der die freigesetzten brennbaren Lösungsmittel auf die erforderliche Konzentration herabsetzt	

$$c_{zul} = \frac{c_{UEG} \times UEG}{100}$$

Die Lüftungstechnische Berechnung ist nach folgenden Gleichungen durchzuführen:

$$\gamma = \frac{c_{zul} \times 293 \times V}{M_{max} \times (273 + \vartheta)}$$

Die Abhängigkeit γ von t_0/t_w kann nach folgender Gleichung ermittelt werden:

$$\tau = \frac{t_0}{t_w}$$

Liegt τ vor, ist $\gamma = \frac{l}{\tau} \times e^{-\frac{\ln \tau}{\tau - l}}$

Ist hingegen τ zu ermitteln, können folgende Näherungsgleichungen verwendet werden:

Sofern $\gamma \leq 0,3$, gilt

$$\ln \tau = 1,6284 - 3,7003 \times \gamma - 1,6627 \times \gamma^2$$

Weiters gilt für die Berechnung der theoretischen Verdampfungszeit t_0 der gesamten in den Trockner eingebrachten Lösungsmittelmenge bei Trocknungstemperatur ϑ

$$t_0 = \frac{2,58}{\vartheta} [h]$$

für die Zeit t_w für einen Luftwechsel im Gesamtdampfraum V des Trockners

$$t_w = \frac{V}{Q_{min,\vartheta}}$$

und damit für den Mindest-Abluftvolumenstrom bei Trocknungstemperatur $Q_{min,\vartheta}$

$$Q_{min,\vartheta} = \frac{V}{t_w}$$

Die maximale in den Trockner einzubringende Lösungsmittelmenge ergibt sich nach

$$M_{max} = \frac{c_{zul} \times 293 \times V}{(273 + \vartheta) \times \gamma}$$

9.2.2.1 Beispiel: Berechnung des notwendigen Mindestabluf-Volumenstromes

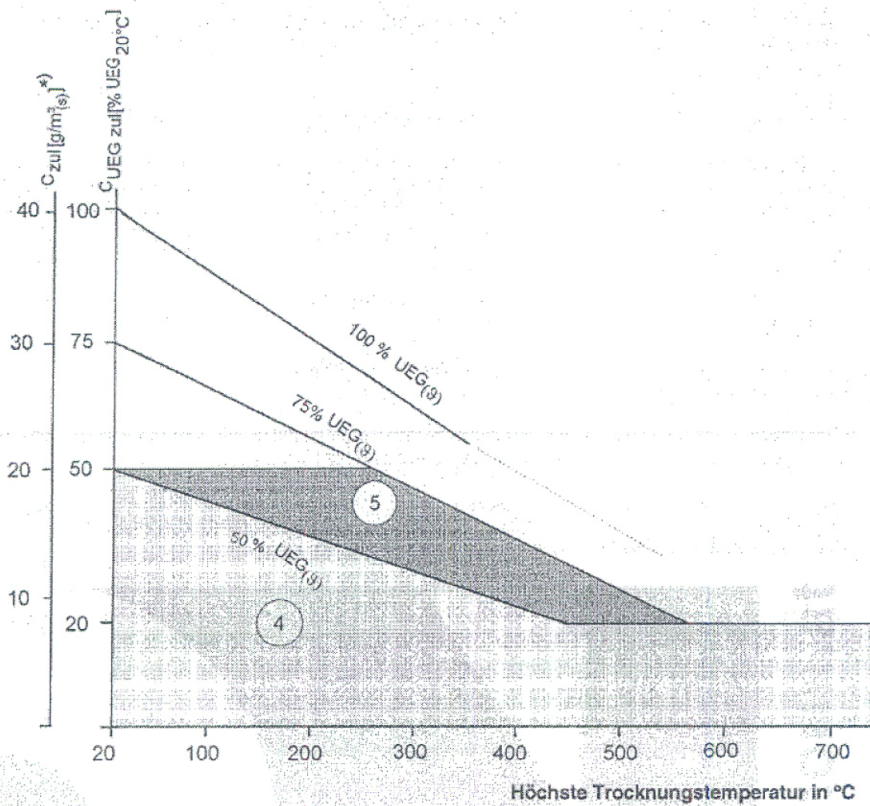
In einem Trockner mit einem Gesamtdampfraum von 96 m^3 befinden sich mit ursprünglich 6000 g Lack beschichtete Teile zum Trocknen bei einer Trocknungstemperatur von $60 \text{ }^\circ\text{C}$. Die Beschichtung der Teile dauert 40 min , wobei der Lösungsmittelanteil des Lackes 50% ist. Die UEG beträgt 58 g/m^3 .

Wie groß ist der Mindestabluf-Volumenstrom?

Als mittlere Vortrocknungszeit ergibt sich die Hälfte der Beschichtungszeit zu 20 min und damit der Vortrocknungsverlust zu 45% . Bei 6000 g Lack mit 50% Lösungsmittelanteil ergeben sich $\frac{6000 \times 50}{100} \text{ g}$ Lösungsmittel im Lack, von denen unter Berücksichtigung des Vortrocknungsverlustes von 45% dann $\frac{(100-45) \times 6000 \times 50}{100 \times 100} \text{ g} = 1650 \text{ g}$ Lösungsmittel zu Beginn der Trocknung vorhanden sind.

Der Trockner arbeitet in allen Bereichen unterhalb der Grenztemperatur und soll nicht mit Gaswarneinrichtungen ausgerüstet werden. Daher ist der Trockner dem Bereich 4 von Diagramm 2 zuzuordnen.

Abbildung 2: Trockner vom Typ A(ii) (Quelle: ÖNORM EN 13335)



*) In diesem Beispiel wurde UEG = 40 g/m^{3(g)} eingesetzt. Dies ist erforderlich, wenn die UEG nicht bekannt ist. (Definition von UEG(9), siehe C.2)

④ grundlegende Sicherheitsanforderungen

⑤ grundlegende Sicherheitsanforderungen und Überwachung der brennbaren Stoffe und durch die Auslegung und Konstruktion der Beschichtungseinrichtung begrenzte Zufuhr an brennbaren Stoffen

$$g/m^3_{(g)} = g/m^3 \text{ (bei } 20^\circ\text{C und } 1013 \text{ mbar)}$$

Höchstzulässige Konzentration an brennbaren Stoffen und zulässige Betriebsbereiche für Trockner, bei denen an allen Teilen des Gesamtdampftraumes, die in Kontakt mit brennbaren Stoffen kommen, die Temperaturen unter der Grenztemperatur liegen.

Nach Abbildung 2 ergibt sich für die Trocknungstemperatur von 60 °C ein c_{UEG} von 46 % der UEG. Damit ergibt sich die höchstzulässige Lösungsmittelmenge in der Trockneratmosphäre

$$c_{zul} = \frac{46 \times 58}{100} \frac{g}{m^3} = 26,7 \frac{g}{m^3} \text{ und } \gamma = \frac{26,7 \times 293 \times 96}{1650 \times (273 + 60)} = 1,3668 h$$

Womit sich τ über die Näherungsgleichung errechnet $\tau = \frac{t_0}{t_w} = 0,00145$

Da $t_0 = \frac{2,58}{60} h = 0,043 h$ ist, folgt $t_W = \frac{0,043}{0,00145} h = 29,66 h$ und man erhält für den Mindestabluft-Volumenstrom $Q_{min,v} = \frac{96 m^3}{29,66 h} = 3,2 \frac{m^3}{h}$

Demnach wäre ein (unrealistisch niedriger) Mindestabluft-Volumenstrom von $3,2 m^3/h$ (bei einer Trocknungstemperatur von $60^\circ C$) erforderlich.

9.2.2.2 Beispiel: Berechnung der höchstzulässigen Lackmenge

In einem Trockner mit einem Gesamtdampfraum von $96 m^3$ sollen lackierte Gegenstände bei einer Trocknungstemperatur von $60^\circ C$ getrocknet werden; bei dieser Trocknungstemperatur wurde ein Mindestabluft-Volumenstrom von $3800 m^3/h$ gemessen.

Wie viel Lack darf maximal aufgebracht werden, wenn er einen Massenanteil von 60 % Lösungsmittel enthält und die mittlere Vortrocknungszeit 20 min beträgt?

Da die untere Explosionsgrenze und die molare Masse des Lösungsmittels unbekannt sind, wird $UEG = 40 g/m^3$ eingesetzt. Der Trockner arbeitet in allen Bereichen unterhalb der Grenztemperatur. Daher ist dieser Trockner dem Bereich 4 des Diagrammes 2 zuzuordnen, nach dem sich für $60^\circ C$ Trocknungstemperatur ein c_{UEG} von 46 % der UEG ergibt. Dementsprechend $c_{zul} = \frac{46 \times 40 g}{100 m^3} = 18,4 \frac{g}{m^3}$

Bei einer Trocknungstemperatur von $60^\circ C$ ergibt sich eine Verdampfungszeit von $t_0 = \frac{2,58 h}{60} = 0,0430 h$

Die Zeit für einen Luftwechsel im Gesamtdampfraum des Trockners erhält man zu $t_W = \frac{96}{3800} h = 0,0253$

Damit ist das Verhältnis $\frac{t_0}{t_W} = \frac{0,043}{0,0253} = 1,6996$ und $\gamma = 0,276$

Die gesamte einzubringende Lösungsmittelmenge $M_{max} = \frac{18,4 \times 293 \times 96}{0,276 \times (273 + 60)} g = 5631 g$

Bei einer mittleren Vortrocknungszeit von 20 min ist ein Vortrocknungsverlust von 45 % anzusetzen. Somit entspricht M_{max} 55 % der im Beschichtungsstoff vor der Vortrocknung enthaltenen Lösungsmittelmenge, d.h. es können als höchstzulässige Lösungsmittelmenge $\frac{5631 \times 100}{55} g = 10238 g$ Lösungsmittel im aufgetragenen Lack enthalten sein. Bei

einem Lösungsmittelanteil von 60 % ergeben sich somit $\frac{10238 \times 100}{60} g = 17064 g$ Lack. Bei einer Charge dürfen maximal 17 kg Lack aufgetragen werden.

9.2.3 Bestimmung der Konzentration organischer Lösungsmittel in der Abluft im Spritz-Betrieb

Die mittlere Konzentration (Massenkonzentration) in der Abluft hängt von der Menge der eingebrachten Lösungsmittel und dem Luftstrom ab:

$$c = \frac{M_{max} \times k_1 \times k_2 \times k_4 \times 1000}{Q}$$

c	mittlere Konzentration organischer Lösungsmittel in der Abluft	in mg org.C/m ³
k ₁	Massenanteil der in den Beschichtungsstoffen enthaltenen organischen Lösungsmittel im Spritz-Betrieb	in %
k ₂	geschätzter Anteil aus Vortrocknungsverlust und Overspray	in %
k ₄	Umrechnungsfaktor für mg Lösungsmittel in mg org.C (bestimmbar aus der Rezeptur); ist der Umrechnungsfaktor nicht bekannt, so kann er mit 0,75 angegeben werden	
Q	Abluftstrom der kombinierten Kabine im Spritz-Betrieb	in m ³ /h
M _{max}	verspritzte Höchstmenge an Beschichtungsstoffen	in g/h

9.2.3.1 Beispiel: Berechnung der Konzentration organischer Lösungsmittel in der Abluft im Spritz-Betrieb

Annahmen:

Kombinierte Kabine im Spritz-Betrieb mit handgehaltener Spritzpistole

Breite B (innen) = 4 m

Länge L (innen) = 8 m

durch Gestaltung und Konstruktion festgelegte Luftgeschwindigkeit v = 0,3 m/s

M_{max} = 3000 g/h

k₁ = 60 % = 0,6

Die Beschichtung dauert 40 min. Der Vortrocknungsverlust beträgt 45 %; der Overspray 40 %

k₂ = 67 % = 0,67 (Oversprayanteil + (1-Oversprayanteil) x Vortrocknungsverlust = 0,4 + (1-0,4)·0,45 = 0,67)

k₄ = 0,75

Der Abluftluftstrom Q kann aus der Luftgeschwindigkeit v, der Breite B und der Länge L des Luftstromquerschnitts berechnet werden:

Q = v x B x L

Q = 0,3 m/s x 4 m x 8 m x 3600 s/h = 34560 m³/h

$$c = \frac{3000 \text{ g/h} \times 0,6 \times 0,67 \times 0,75 \times 1000}{34560 \text{ m}^3/\text{h}} = 26 \text{ mg/m}^3$$

9.2.4 Bestimmung des Mindestabluftvolumenstroms (Trocken-Betrieb)

Die weiteren Ausführungen zum Trocken-Betrieb betreffen einen Kammertrockner bei schneller Verdampfung, wobei auf die Formlack- oder Tränkharztrocknung nicht eingegangen wird.

$$Q_{min} = \frac{M \times k_4}{t \times c_{zul}}$$

c_{zul}	höchstzulässige Lösungsmittelkonzentration in der Abluft	in mg/m^3
t	Trocknungszeitraum	in h
k_4	Umrechnungsfaktor für mg Lösungsmittel in mg org.C (bestimmbar aus der Rezeptur); ist der Umrechnungsfaktor nicht bekannt, so kann er mit 0,75 angenommen werden	
Q_{min}	Mindestabluftstrom bei Trocknungstemperatur innerhalb der kombinierten Kabine, der die freigesetzten brennbaren Lösungsmittel auf die erforderliche Konzentration herabsetzt	in m^3/h

9.2.4.1 Beispiel: Berechnung des notwendigen Mindestabluft-Volumenstromes

In einem Trockner mit einem Gesamtdampfraum von 96 m^3 befinden sich mit ursprünglich 1200 g Lack beschichtete Teile zum Trocknen bei einer Trocknungstemperatur von $60 \text{ }^\circ\text{C}$. Die Beschichtung der Teile dauert 40 min , wobei der Lösungsmittelanteil des Lackes 60% ist. Die höchstzulässige Lösungsmittelkonzentration in der Abluft beträgt $50 \text{ mg orgC/m}^3 = 0,05 \text{ g orgC/m}^3$. Die Trocknungszeit wird mit einer halben Stunde angenommen.

Wie groß ist der Mindestabluft-Volumenstrom?

Als mittlere Vortrocknungszeit ergibt sich die Hälfte der Beschichtungszeit von 20 min zuzüglich einer Wartezeit von 10 min (auch nach der Norm erforderlich) und damit der Vortrocknungsverlust zu 50% . Bei 1200 g Lack mit 60% Lösungsmittelanteil ergeben sich $\frac{1200 \times 60}{100} \text{ g}$ Lösungsmittel im Lack, von denen unter Berücksichtigung des Vortrocknungsverlustes von 50% dann $\frac{(100-50) \times 1200 \times 60}{100 \times 100} \text{ g} = 360 \text{ g}$ Lösungsmittel zu Beginn der Trocknung vorhanden sind.

$$Q_{min} = \frac{360 \text{ g} \times 0,75}{0,5 \text{ h} \times 0,05 \text{ g/m}^3} = 10800 \text{ m}^3/\text{h}$$

Demnach ist ein Mindestabluft-Volumenstrom von 10800 m³/h (bei Normbedingungen) erforderlich

9.3 Berechnungsbeispiel für einen Spritzstand:

9.3.1 Hinsichtlich UEG unabhängig von NORMEN:

Bei den Recherchen (Lösungsmittelbilanzen, Genehmigungen der letzten Jahre etc.) hat sich gezeigt, dass bei Spenglern / Schlossern meist ca. 1,5-2 kg Lack pro Stunde eingesetzt werden, wobei der Lösungsmittelgehalt meist bei ca. 50 % lag bzw. liegt. Noch immer stark verbreitet sind als Lösungsmittel z.B.: Butylacetat (MG 116) und Xylol (MG 106; wird aber möglicherweise chemikalienrechtlich verboten werden). Die untere UEG geht dabei von ca. 1 %_{Vol} aufwärts. Somit wurden für die Berechnung der Einfachheit halber (ist auch eher die sichere Seite) ein Molekulargewicht (MG) von 100 und eine UEG von 1 %_{Vol} angenommen. Die Luftmengen für derartige Anlagen liegen meist im Bereich von 6000 - 10000 m³/h.

Es wurden für die Berechnung der Emissionskonzentration der Auftrag von 1,5 kg Lack/h mit 50 % Lösungsmittelanteil und eine Luftmenge beim Spritzen von 8000 m³/h, der Zeitraum für das Trocknen mit 60 min bei Raumtemperatur angenommen. Weiters wird im Beispiel die Lösungsmittelfreisetzung mit 60:40 bezüglich Spritzen zu Trocknen angesetzt.

Für die Überprüfung der Unterschreitung der UEG muss jedoch von der maximalen Leistung der Spritzpistole ausgegangen werden. Diese ist abhängig von der Düsengröße, dem Spritzdruck, der Viskosität des verwendeten Lackes usw. und beträgt ca. 10 bis 16 kg/h. Im folgenden Beispiel wird eine maximale Leistung von 15 kg/h angenommen.

Spritzen: 15 kg Lack mit 50 % Lösungsmittel/h => 7,5 kg Lösungsmittel/h;

60 % ergeben 4,5 kg Verdunstung/h

4500 g/100 (Molg.) = 45 mol; bei 20 °C hat ein mol ein Gasvolumen von ca. 24 Litern (24,37)

(p.V = n.R.T; V = n.R.T/p = 1.0,08314.293,15/1)

=> ergibt ca. 1080 l (1,08 m³) Liter gasförmiges Lösungsmittel/h

auf 8000 m³ ergibt 0,0135 % (also weit unter der UEG von 1 %)

Trocknen: 3 kg Abdunstung auf 60 min;
3 kg ergeben 30 mol; bei 20 °C hat ein mol ein Gasvolumen von ca. 24 Litern
=> ca 720 (0,72 m³) Liter gasförmiges Lösungsmittel/h
50 % Abluftmenge von 8000: 4000 m³/h
=> 0,018 % (auch noch weit unter UEG von 1 %)

9.3.2 Hinsichtlich Emissionskonzentration

9.3.2.1 Spritzlackieren

1,5 kg Lack/h, 50 % LM-Anteil, 8000 m³/h Abluft,
Spritzen (60 %): 0,45 kg LM/h
ergibt 56,3 mg/m³ LM in der Abluft; für die näherungsweise Umrechnung von mg LM auf mg orgC kann der Faktor 0,75 verwendet werden ⇒ 42,4 mg C/m³; für die näherungsweise Umrechnung auf Normbedingungen für trockene Abluft kann ein Faktor von 1,2 angewendet werden, das ergibt 50,9 mg C/m³.

9.3.2.2 Trocknen

1,5 kg Lack/h, Abdunstung auf 60 min, 8000 m³/h Abluft
Trocknen (40 %): 0,3 kg LM/h
ergibt 37,5 mg/m³ LM in der Abluft; für die näherungsweise Umrechnung von mg LM auf mg orgC kann der Faktor 0,75 verwendet werden B 28,1 mg C/m³; für die näherungsweise Umrechnung auf Normbedingungen für trockene Abluft kann ein Faktor von 1,2 angewendet werden, das ergibt 33,8 mgC/m³.

9.4 Grenzwerttabelle

Tabelle 4: Grenzwerttabelle für überschwellige Anlagen der VAV

Tätigkeit (Schwellenwert für den Lösungsmittelverbrauch in Tonnen/Jahr)	Schwellenwert (Schwellenwert für den Lösungsmittelverbrauch in Tonnen/Jahr)	Emissionsgrenzwerte für Abgase (mg C/m ³) bei Nachverbrennung/Sonstiges	Grenzwerte für diffuse Emissionen (in % der eingesetzten Lösungsmittel)		Gesamtemissionsgrenzwert	
			Neuanlagen ²⁾	Altanlagen gem. § 10	Neuanlagen ²⁾	Altanlagen gem. § 10
Fahrzeugserien (<15) und Fahrzeugreparaturlackierung (>0,5)	>0,5-5	50 ³⁾		25		
	>5	30/50 ³⁾		25		
Bandblechbeschichtung (>5)	>5-25	30/75	5		10	
	>25	30/50 (100 ⁴⁾)	5		10	
Sonstige Beschichtung (u.a. Metall, Kunststoff, Textil, Gewebe, Folien, Papier) (>5)	>5-10	30/75 ⁵⁾		25 ⁵⁾		
	>10	30/75 ⁵⁾		20 ⁵⁾		
Wickeldrahtbeschichtung (>5)	>5	30/75			10 g/kg ⁶⁾	5 g/kg ⁷⁾
Holzbeschichtung (>5)	>5-25	30/75 ⁸⁾		25		
	>25	30/75 ⁸⁾		20		
Lederbeschichtung (>5)	>5-25	30/75			85 g/m ² (150 g/m ²) ⁹⁾	
	>25	30/75			75 g/m ² (150 g/m ²) ¹⁰⁾	

¹⁾ Bezogen auf den jeweils gemessenen O₂-Gehalt.

²⁾ Im Zeitpunkt des Inkrafttretens dieser Verordnung nicht genehmigte Betriebsanlagen.

³⁾ Die Einhaltung der Grenzwerte ist anhand von 15-minütigen Durchschnittsmessungen nachzuweisen.

⁴⁾ Gilt für VOC-Anlagen mit Rückgewinnung und Wiederverwendung.

⁵⁾ Beschichtungstätigkeiten, die nicht unter gefassten Bedingungen vorgenommen werden können (z.B. bei großen sperrigen Gütern, im Schiffbau, bei der Flugzeuglackierung), dürfen gem. § 3 Abs. 7 von diesen Werten ausgenommen werden.

^{6) 7)} Gilt für VOC-Anlagen mit einem mittleren Drahtdurchmesser bis bzw. über 0,1 mm.

⁸⁾ Der Emissionsgrenzwert gilt für die Beschichtungs- und Trocknungsverfahren unter gefassten Bedingungen.

⁹⁾ Die Gesamtemissionsgrenzwerte sind in Gramm emittierter Lösungsmittel je m² des Endproduktes angegeben.

¹⁰⁾ Gilt für Lederbeschichtung in der Möbelherstellung und bei besonderen Lederwaren, die als kleinere Konsumgüter verwendet werden ...

Tabelle 5:

Tätigkeit (Schwellenwert für den Lösungsmittelverbrauch in Tonnen/Jahr)	Schwellenwert (Schwellenwert für den Lösungsmittelverbrauch in Tonnen/Jahr)	Emissionsgrenzwerte für Abgase (mg C/m ³) bei Nachverbrennung/Sonstiges	Grenzwerte für diffuse Emissionen (in % der eingesetzten Lösungsmittel)	Gesamtemissionsgrenzwert
Beschichtung von Neufahrzeugen (>15)	>15	30/75		35 g/m ²
Beschichtung von neuen Fahrerhäusern (>15)	>15	30/75		45 g/m ²
Beschichtung von neuen Nutzfahrzeugen (>15)	>15	30/75		70 g/m ²
Beschichtung von neuen Bussen (>15)	>15	30/75		150 g/m ²
Beschichtung von Schienenfahrzeugen (>15)	>15	30/75		110 g/m ²

9.5 Untersuchungsdaten zu den Geruchsmessungen

9.5.1 Anlagentypen

Folgende unterschiedlichen Anlagentypen wurden messtechnisch untersucht:

Anlage A

Walzbeschichtung von Holzplatten

Einsatzstoffe: Holzbeize auf Wasserbasis, Lösungsmittelanteil ~ 1 Gew.%

eingesetzte Menge/Stunde: 0,3 kg

Volumenstrom [Nm³/h], trocken: 2 024

Anlage B

Spritzstand mit 3 Arbeitsplätzen

Einsatzstoffe: Holzlack auf Wasserbasis

eingesetzte Menge/Stunde: 7,6 kg

Volumenstrom [Nm³/h], trocken: 17 738

Anlage C

Spritzstand mit 1 Arbeitsplatz

Einsatzstoffe: Holzlack auf Wasserbasis
eingesetzte Menge/Stunde: 2,9 kg
Volumenstrom [Nm³/h], trocken: 4 448

Anlage D

Spritzstand mit 1 Arbeitsplatz
Einsatzstoffe: Holzlack auf Wasserbasis, <4 Gew.% Lösungsmittel
eingesetzte Menge/Stunde: 6,8 kg
Volumenstrom [Nm³/h], trocken: 4 324

Anlage E

Spritzkabine mit 1 Arbeitsplatz
Einsatzstoff: Holzlack auf Wasserbasis, <1 Gew.% Lösungsmittel
Volumenstrom [Nm³/h], trocken: 5 425

Anlage F

Spritzkabine für PKW
Einsatzstoffe: Metalllack auf Wasserbasis 10% LM
eingesetzte Menge/Stunde: 1,5 kg
Volumenstrom [Nm³/h], trocken: 7602

Anlage G

Spritzstand mit 3 Arbeitsplätzen
Einsatzstoffe: Holzlack 65 Gew.% Lösungsmittel
eingesetzte Menge/Stunde: 8,5 kg
Volumenstrom [Nm³/h], trocken: 23 092

Anlage H

Spritzstand mit 1 Arbeitsplatz
Einsatzstoffe: Holzlack 60 Gew.% Lösungsmittel
eingesetzte Menge/Stunde: 2,5 kg
Volumenstrom [Nm³/h], trocken: 7 315

Anlage I

Spritzkabine für Pkw/Lkw
Einsatzstoffe: Metalllack 60 % LM
eingesetzte Menge/Stunde: 13 kg
Volumenstrom [Nm³/h], trocken: 9 827

Anlage J

Spritzkabine für Pkw

Einsatzstoffe: Basislack LM-hältig, Lack auf Wasserbasis

eingesetzte Menge/Messung¹ Basislack: 0,5 kg, Wasserlack 0,1 kg

Volumenstrom [Nm³/h], trocken: 9 290

9.5.2 Gesamtkohlenstoffmessungen

Folgende Ergebnisse für die Gesamtkohlenstoffmessungen (Halbstundenmittelwerte) wurden erhalten:

Tabelle 6: Ergebnisse der Gesamt-Kohlenstoffkonzentrations-Messungen in den Lackieranlagen, die Beschichtungsstoffe auf Wasserbasis einsetzen

Anlage	A	B	C	D	E	F	J ₁ *
	mg C/Nm ³						
Mittel	12	7	6	3	2	4	19
Min	4	<1	<1	1	2	<1	10
Max	48	16	22	4	2	23	40
Median	9	7	4	3	2	2	15

J₁* Anlage J während der Verarbeitung des Beschichtungsstoffes auf Wasserbasis

Tabelle 7: Ergebnisse der Gesamt-Kohlenstoffkonzentrations-Messungen in den Lackieranlagen, die Beschichtungsstoffe auf Lösungsmittelbasis einsetzen

Anlage	G	H	I	J ₂ *
	mg C/Nm ³			
Mittel	212	110	227	101
Min	30	19	28	10
Max	740	265	525	346
Median	201	117	203	74

¹ Dauer der Arbeiten mit dem Wasserlack etwa 15 Minuten

Anlage	G	H	I	J ₂ *
--------	---	---	---	------------------

J₂* Anlage J während der Verarbeitung des Beschichtungsstoffes auf Lösungsmittelbasis

9.5.3 Geruchsstoff-Messungen

Folgende Ergebnisse für die Geruchsstoff-Messungen (einzelne Geruchsproben während charakteristischer und den Gesamt-Kohlenstoffmessungen zuordenbarer Emissionszeiten) wurden erhalten:

Tabelle 8: Geruchstoffkonzentration in der Abluft der einzelnen untersuchten Anlagen

	Geruchs- stoffkon- zentra- tion	95 % Ver- trauens- bereich	Geruchs- stoffkon- zentra- tion	95 % Ver- trauens- bereich	Geruchs- stoffkon- zentra- tion	95 % Ver- trauens- bereich	Geruchs- stoffkon- zentra- tion	95 % Ver- trauens- bereich	Geruchs- stoffkon- zentra- tion	95 % Ver- trauens- bereich	Geruchs- stoffkon- zentra- tion	95 % Ver- trauens- bereich	Geruchs- stoffkon- zentra- tion	95 % Ver- trauens- bereich
Beschichtungsstoffe auf Wasserbasis														
Anlage	A	B	C	D	E	F			J₁[*]					
GE/m ³														
Probe 1	26	18-37	24	14-39	6	3-10	10	6-17	12	11-13	3	-	35	23-50
Probe 2	23	19-28	14	11-17	14	12-17	18	16-20	11	10-13	14	11-18	48	36-57
Probe 3	26	21-32	16	12-19	12	11-14	20	17-24	9	8-9	9	8-10	94	83-113
Probe 4	62	46-85	18	16-20	12	11-14	29	23-37	9	8-9	9	8-10	36	30-44
Probe 5	56	47-66	21	14-31	12	11-14	26	21-32	4	2-10	11	9-13		
Mittel	39		18		12		21		9		9		53	

Geruchs- stoffkon- zentra- tion	95 % Ver- trauens- bereich	Geruchs- stoffkon- zentra- tion	95 % Ver- trauens- bereich	Geruchs- stoffkon- zentra- tion	95 % Ver- trauens- bereich	Geruchs- stoffkon- zentra- tion	95 % Ver- trauens- bereich	Geruchs- stoffkon- zentra- tion	95 % Ver- trauens- bereich	Geruchs- stoffkon- zentra- tion	95 % Ver- trauens- bereich	Geruchs- stoffkon- zentra- tion	95 % Ver- trauens- bereich
--	----------------------------------	--	----------------------------------	--	----------------------------------	--	----------------------------------	--	----------------------------------	--	----------------------------------	--	----------------------------------

Beschichtungstoffe auf Lösungsmittelbasis

Anlage	G	H		I		J₂	
						GE/m ³	
Probe 1	1008	932-1231	1142	915-1440	71	59-85	685 589-827
Probe 2	732	615-873	1293	1071-1585	47	36-61	108 82-141
Probe 3	437	327-582	203	170-246	48	40-57	143 115-190
Probe 4	372	289-477	88	58-133	56	47-66	245 181-328
Probe 5	512	400-658	72	55-92	72	55-92	
Mittel	612		562		59		295

9.6 Erlass des BMWA vom 12. Jänner 2005

An alle Arbeitsinspektorate

Name/Durchwahl:

Josef Kerschhagl/2182

Geschäftszahl:

BWMA-461.308/0001-III/2/2005

Antwortschreiben bitte unter Anführung
der Geschäftszahl an die E-Mail-Adresse

post@III/2.bmwa.gv.at richten.

Betreff: Explosionsschutz - Stand der Technik

Sehr geehrte Damen und Herren!

Liebe Kolleginnen und Kollegen!

Dieser Erlass regelt die Konkretisierung von Arbeitnehmerschutzvorschriften zum Schutz vor explosionsfähigen Atmosphären. Für die am häufigsten vorkommenden Fälle in der Praxis werden technische Regelwerke, die als Stand der Technik für die Konkretisierung von Arbeitnehmerschutzvorschriften zum Schutz vor explosionsfähiger Atmosphäre herangezogen werden können, aufgelistet. Auch sind Festlegungen für staubbeseitigende Geräte (Industriestaubsauger, Entstauber und Kombigeräte aus beiden sowie Kehrsaugmaschinen) angeführt.

Konkretisierungen zum Schutz vor explosionsfähiger Atmosphäre können insbesondere betreffen: ASchG, VEXAT, VbF, FGV, DGPLV 2002, Flüssiggas-TankenstellenVO

Bezug	Stand der Technik (jeweils aktuelle Fassung)	Titel der Internetlink mit Bemerkung
Kenndaten und Kenngrößen von Arbeitsstoffen und für explosionsfähige Atmosphären	GETIS-Stoffdatenbank des BGIA	www.hvbg.de/d/bia/fac/stoffdb/index.html Gefahrstoffinformationssystem der gewerblichen Berufsgenossenschaften. Physikalisch-Chemische Stoffdaten von etwa 7000 Stoffen mit Explosionskenngrößen
	GETIS-STAU-EX „Datenbank - Brenn- und Explosionsgrößen von Stäuben“	www.hvbg.de/d/bia/fac/expl/index.html Explosionskenngrößen für ca. 4000 Stäube
	BIA-Report 12/97	Brenn- und Explosionskenngrößen von Stäuben“ Explosionskenngrößen für mehr als 800 Stäube und staubförmige Produkte
	BIA-Report 11/97	„Dokumentation - Staubexplosionen“
Explosionsschutz allgemein (brennbare Gase, Dämpfe, Nebel und Stäube)	BGR 104 (bisherige ZH 1/10)	„Explosionsschutzregeln“ Regeln für das Vermeiden der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphären mit Beispielsammlung für die technisch und organisatorisch sichere Beseitigung sehr vieler Gefahrenquellen
	KOM (2003) 515 endgültig (explosionsfähige Atmosphären)	Mitteilung der Kommission über den nicht verbindlichen Leitfaden für bewährte Verfahren im Hinblick auf die Durchführung der Richtlinie 1999/92/EG - als Orientierungshilfe
Elektrostatische Entladungen	BGR 132 (bisherige ZH 1/200)	„Richtlinie Statische Elektrizität“ Für die Beurteilung und die Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Auf- bzw. Entladungen in explosionsgefährdeten Bereichen
Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Bereichen	ÖVE/ÖNORM EN 60079-10	„Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche - Teil 10: Einteilung der explosionsgefährdeten Bereiche“
	ÖVE/ÖNORM EN 50281-3	„Betriebsmittel zur Verwendung in Bereichen mit brennbarem Staub - Teil 3: Einteilung von staubexplosionsgefährdeten Bereichen“
Laden von nicht gasdichten Elektrobatterien	ÖVE/ÖNORM EN 50272-2	Sicherheitsanforderungen an Batterien und Batterieanlagen, Teil 2: Stationäre Batterien“ Gefahr durch Knallgas; Lüftung, Zonen
	BGI 603 (bisher ZH 1/260)	Leitfaden für den Umgang mit Gabelstaplern“

Bezug	Stand der Technik (jeweils aktuelle Fassung)	Titel der Internetlink mit Bemerkung
Gase	ÖWAV-Regelblatt 30	„Sicherheitsrichtlinien für den Bau und Betrieb von Faulgasbehältern auf Abwasserreini- gungsanlagen“
	ÖWAV-Arbeitsbehelf 24	„Evaluierung von Arbeitsplätzen in Abwasseranlagen und deren Dokumentation“
	„Biogasanlagen“ Nichtverbindlicher Leitfaden erstellt von Technischen Amtssachverständigen	Technische Grundlage für die Beurteilung von Biogasanlagen
	BGV D 34 (bisher VBG 21)	„Verwendung von Flüssiggas“
	BGI 645 (bisher ZH 1/388	„Sichere Verwendung von Flüssiggas in Metallbetrieben“
Laboratorien	TRGS 526	„Laboratorien“ u.a. Explosionsschutz
Lösemittel-Reinigungsan- lagen	BGR 180	„Richtlinien für Einrichtungen zum Reinigen von Werkstücken mit Lösemitteln“
	ZH 1/566	„Merkblatt für Explosionsschutzmaßnahmen an Lösemittel-Reinigungsanlagen“ Oberflä- chenbehandlung
Lackieranlagen (Inverkehr- bringung)	ÖNORM EN 13355	„Beschichtungsanlagen - Spritzkabinen für flüssige organische Beschichtungsstoffe - Sicher- heitsanforderungen“
Lackerräume/Lackierein- richtungen	BGI 740 (bisher ZH 1/152)	„Lackerräume und -einrichtungen“ Anwendungsbereich: Für Misch- und Bereitstellungs- räume, Abdunst- und Trockenräume sowie Lackiereinrichtungen
Brennbare Flüssigkeiten	TRbF	„Technische Regel für brennbare Flüssigkeiten“ (Deutschland) Insbesondere zur Beurteilung von Zonen
Elektrostatisches Be- schichten	BGI 764 (bisher ZH 1/60	„Elektrostatisches Beschichten“
	BGV D 25 (bisherige VBG 23)	„Verarbeiten von Beschichtungsstoffen“

Bezug	Stand der Technik (jeweils aktuelle Fassung)	Titel der Internetlink mit Bemerkung
Holzstaub	BGI 739 D 25 (bisherige ZH 1/739)	„Holzstaub - Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz beim Erfassen, Absaugen und Lagern“ Aktualisiert Brand- und Explosionsschutz. War bisher in BGI 728 und BGI 730 enthalten.
Leichtmetallstäbe	BGR 204 (bisher ZH 1/328)	„Umgang mit Magnesium“ Auch Knallgasgefahr!
	BGR 106 (bisher ZH 1/32)	„Richtlinien zur Vermeidung der Gefahren von Staubexplosionen beim Schleifen, Bürsten und Polieren von Aluminium und seinen Legierungen“
Druckentlastung von Staubexplosionen	VDI 3673 Blatt 1	„Druckentlastung von Staubexplosionen“ Als Stand der Technik heranzuziehen, insbesondere für nicht autonome Schutzsysteme, z.B. bauliche Druckentlastung von Aufstellungsräumen. Hinweis! Autonome Schutzsysteme müssen den Anforderungen des konstruktiven Explosionsschutzes nach Inverkehrbringervorschriften - RL 94/9/EG oder national ExSV 1996 - ab 1. Juli 2003 entsprechen.

Festlegungen für staubbeseitigende Geräte (Industriestaubsauger, Entstauber und Kombigeräte aus beiden sowie Kehrsaugmaschinen).

In explosionsgefährdeten Bereichen stellen die angeführten staubbeseitigenden Geräte grundsätzlich eine mögliche Zündquelle dar. Gemäß § 15 Abs. 3 VEXAT dürfen je nach festgelegter Zone oder bei der Reinigung anzunehmender lokaler Zonen um das Äußere des Gerätes – nur Geräte der Gruppe II und der Zone entsprechender Kategorie nach ExSV 1996 (Herstellervorschrift) eingesetzt werden.

Technische und harmonisierte Normen für staubbeseitigende Geräte, die die ExSV 1996 konkretisieren, werden erst ausgearbeitet. Weiters sind Festlegungen zu treffen, wie bei alten staubbeseitigenden Geräten in Zukunft vorzugehen ist.

Für das Aufsaugen brennbarer Stäube in der bisher geltenden Zone 11 waren Geräte der sogenannten Bauart 1 zulässig. Und zwar allgemein unter folgenden Voraussetzungen:

Für Stäube mit Mindestzündenergie $MZE > 1$ mJ: Bauart 1 (zündquellenfreie Bauart, elektrische Betriebsmittel (el. Motor) reinluftseitig in IP 54 ausgeführt), elektrostatische Entladungen im Inneren (Zone 10) vermieden, z.B. durch Erdung, Staubklasse (Durchlassgrad - Filter) mindestens M (alt mindestens S nach ZH 1/487) und Kennzeichnung "Keine Zündquellen einsaugen!" Für einzelne Staubarten, wie Holzstaub, Mehlstaub und diesen hinsichtlich MZE vergleichbaren, waren noch weitere Begünstigungen zulässig:

- war das Sammelvolumen der staubbeseitigenden Maschine bis $0,05$ m³ (50 l) und die Leistungsaufnahme bis 1,2 kW begrenzt, so genügte es, wenn die elektrischen Betriebsmittel (el. Motor) reinluftseitig angebracht wurden.

Für Stäube mit Mindestzündenergien $MZE \sim 1$ mJ: Bezogen auf den Einzelfall waren zusätzliche Maßnahmen erforderlich, z.B. Mengenbegrenzung, Nassabscheider oder andere technische Maßnahmen.

Da die Anforderungen an das Vermeiden wirksamer Zündquellen in der neuen Zone 22 keinesfalls höher sein müssen als in der bisherigen Zone 11, ist es zuzulassen, wenn die Arbeitgeber/innen bis zum Zeitpunkt, wo Herstellervorschriften eindeutige Festlegungen vorgeben, die oben angeführten Anforderungen erfüllen.

Nicht zulässig ist jedoch der Einsatz der angeführten staubbeseitigenden Geräte in Bereichen (außen um die Geräte), die Zone 21 oder 20 aufweisen. In diesem Fall dürfen die staubbeseitigenden Geräte, die nur oben angeführten Anforderungen entsprechen, erst

nach Arbeitsfreigabe und zumindest Zonenrückstufung auf Zone 22 - entsprechende Maßnahmensetzung erforderlich - eingesetzt werden.

Achtung!

Für staubbeseitigende Geräte können nach Stand der Technik noch weitere Maßnahmen festgelegt sein, z.B. BGI 739 „Holzstaub“ Anhang 16 betreffend Brand- und Explosionsschutz und für Entstauber ist die Anzahl (der Anschluss) von abzusaugenden Arbeitsmitteln begrenzt, z.B. BGI 739 „Holzstaub“ Punkt 3.4.3 und Anhang 7.

Die Erlässe Zl. 61.230/1-2/98 vom 18. Oktober 1999 „Explosionsschutz - Holzstaub“ und Zl. 61.300/7-2/98 vom 5. August 1998 „Direktbeheizung von kombinierten Lackier- und Trockenkabinen mittels Flächengasbrennern, Betriebsanlagengenehmigungsverfahren (BAG)“ werden aufgehoben.

Anlage

Mit freundlichen Grüßen
Wien, am 12.01.2005
Für den Bundesminister:
Dr. Eva-Elisabeth Szymanski

Anlage zu BMWA-461.308/0001-III/2/2005 Sonstiger Stand der Technik für staubbeseitigende Geräte:

Grundsätzlich kommt ÖVE/ÖNORM EN 60335-2-69+A1 zur Anwendung. Durch diese Norm sind die Durchlassgrade der Filter für gesundheitsgefährdende Arbeitsstoffe über Staubklassen L (leichte Gefahr, $MAK > 1 \text{ mg/m}^3$), M (mittlere Gefahr, $MAK > 0,1 \text{ mg/m}^3$), H (hohe Gefahr, restliche gesundheitsgefährdende Stäube einschließlich krebs- und krankheitserregende). Für alte Industriestaubsauger, Kehrsaugmaschinen und Entstauber existiert eine andere Bezeichnung, die im Folgenden den neuen Bezeichnungen zugeordnet ist.

Stäube - Grenzwerte	ZH 1/487 bis 2003 (alt)		ÖVE/ÖNORM EN 60335-2-69+A1	
	Verwendungskategorie	Maximaler Durchlassgrad	Staubklasse	Maximaler Durchlassgrad
MAK >1mg/m ³	Mindestens U (S, G, C, K1, K2)	≤5 %	Mindestens L (M, H)	<1 %
MAK >0,1 mg/m ³	Mindestens S (G, C, K1, K2)	≤1 %	Mindestens M (H)	<0,1 %
MAK = 0,1 mg/m ³	Mindestens G (C, K1, K2)	≤0,5 %	Mindestens H* ¹	0,005 %
MAK < 0,1 mg/m ³	Mindestens C (K1, K2)	≤0,1 %	Mindestens H	<0,005 %
Zur Abscheidung von jeglichen Stäuben mit allen Grenzwerten, einschließlich krebs- und krankheitserregenden Stäuben	Mindestens K1, K2	≤0,05 % ≤0,005 % für Asbest	Mindestens H	<0,005 %
brennbare Arbeitsstoffe (MZE >1 mJ)	Mindestens S auf Grund vom Explosionsschutz oder höher auf Grund von MAK (TRK) und Bauart 1 zusätzlich		Mindestens M auf Grund vom Explosionsschutz oder höher auf Grund von MAK (TRK) und Zuordnung Zone - Kategorie nach VEXAT (bis eindeutige Festlegungen für Inverkehrbringung auch gemäß diesem Erlass)	

*¹ Änderung gemäß internationalem Normungskomitee auf Staubklasse M möglich!

9.7 Explosionsschutz 1

Explosionsschutz

Dipl.-Ing. Capellari Gerhard

Amt der Steiermärkischen Landesregierung, FA 17B

Inhalt

Beschichtungsanlagen – Spritzkabinen für flüssige organische Beschichtungsstoffe; Bestimmung der Konzentration brennbarer Stoffe hinsichtlich der UEG nach ÖNORM EN 12215/2004

Übersicht

1. Allgemeine Grundlagen

1.1. Gefährdungen durch Explosionen

1.2. Sicherheitsanforderungen und/oder Maßnahmen

1.2.1. Sicherheitsanforderungen und/oder Maßnahmen gegen Explosionen

1.2.2. Sicherheitsanforderungen und/oder Maßnahmen gegen Einatmen von Aerosolen und Lösungsmitteldämpfen

1.2.3. Messungen

1.2.3.1. Spritzkabinen mit Bedienungsperson

1.2.3.2. Spritzkabinen ohne Bedienungsperson

2. Berechnungen

2.1. Bestimmung der Konzentration brennbarer Stoffe hinsichtlich der UEG

2.2. Berechnung der Konzentration brennbarer Lösungsmittel auf der Grundlage einer durch Gestaltung und Konstruktion festgelegten mittleren Luftgeschwindigkeit

2.3. Berechnung des Frischluftstromes auf der Grundlage eines durch Gestaltung und Konstruktion festgelegten Konzentrationswertes

1. Allgemeine Grundlagen

In den im nachfolgenden behandelten Spritzkabinen bzw. Mehrzonen-Spritzkabinen werden flüssige organische Beschichtungsstoffe (Anstriche, Lacke usw.) in einem teilweise oder vollständig geschlossenen räumlichen Bereich kontrolliert auf Werkstücken aufgetragen.

Die dieser Arbeit zu Grunde liegende Norm wurde als Europäische Norm von dem Technischen Komitee CEN TC 271 "Oberflächenbehandlungsgeräte – Sicherheit" ausgearbeitet und mit Datum 01.03.2005 als nationale Norm (ÖNORM EN 12215) veröffentlicht.

In dieser Norm werden alle signifikanten Gefährdungen und Gefährdungssituationen für diese Art von Maschinen untersucht und entsprechend die notwendigen Sicherheitsanforderungen und -maßnahmen festgelegt.

Die Berechnung befasst sich mit einem Teilaspekt der möglichen Gefährdungen, nämlich der Gefährdungen durch Explosionen.

1.2 Gefährdungen durch Explosionen

Diese Gefährdungen können auftreten, wenn die Konzentration der brennbaren Stoffe in Luft die untere Explosionsgrenze (UEG) überschreitet und eine wirksame Zündquelle vorhanden ist.

Brennbare Stoffe, die in Konzentrationen über Normalniveau auftreten können, sind z.B.:

- Lösungsmitteldämpfe, die während der Abdunstphase entstehen;
- Kraftstoffdämpfe und/oder Verbrennungsprodukte des Heizsystems;
- freigesetzte Dämpfe aus Ablagerungen;
- brennbare Heizgase;
- Lösungsmitteldämpfe, die aus Leckagen von defekten Rohrleitungen oder Armaturen entweichen sind;
- Reinigungsflüssigkeiten;
- Lösungsmitteldämpfe durch Umluftführung in automatischen Spritzkabinen

Beispiele für Zündquellen sind:

- heiße Oberflächen, z. B. an Heizsystemen, an elektrischer Ausrüstung;
- mechanisch erzeugte Funken, z. B. an Ventilatoren, Fördereinrichtungen;
- elektrostatische Entladungen;
- elektrische Funken;
- Schweißverfahren und andere Quellen thermischer Energie, die während Instandhaltungs- und Reinigungsarbeiten verwendet werden.

1.3. Sicherheitsanforderungen und/oder Maßnahmen

1.3.1 Sicherheitsanforderungen und/oder Maßnahmen gegen Explosionen

Durch Maßnahmen muss sichergestellt sein, dass durch technische Lüftung die Konzentration an brennbaren Stoffen unter der UEG (untere Explosionsgrenze) gehalten wird und dass das Vorhandensein von Zündquellen ausgeschlossen oder reduziert wird.

Darüber hinaus müssen vorbeugende Maßnahmen getroffen sein, um Leckagen von brennbaren Gasen auszuschließen und die damit verbundene Möglichkeit von Explosionen zu vermeiden, z.B. durch natürliche Konvektion, Vor- oder Nachspülen mit Luft, Dichtigkeitsprüfungen an Gasleitungen.

Es gelten folgende Festlegungen:

In Spritzkabinen mit Bedienungsperson muss die Konzentration an brennbaren Stoffen auf einen Wert von maximal 25 % der UEG begrenzt sein.

In Spritzkabinen ohne Bedienungsperson muss die Konzentration an brennbaren Stoffen auf einen Wert von maximal 50 % der UEG begrenzt sein, dies gilt auch für Umluftsysteme.

Wenn die UEG des Lösungsmittels nicht bekannt ist, muss zur Berechnung der Wert 40 g/m^3 eingesetzt werden.

Die o.a. Grenzwerte dürfen nur zur Einteilung der Gefahrenzonen und zur Festlegung der elektrischen Ausrüstung verwendet werden. Die Einteilung der Gefahrenzonen ist ein wesentlicher Bestandteil des Sicherheitskonzeptes für den Explosionsschutz. Die Zündschutzart von Ausrüstung und Bauteilen, die in Spritzkabinen eingebaut sind, hängt ab von der Begrenzung der Konzentration an brennbaren Stoffen durch technische Lüftung.

Ist die Konzentration an brennbaren Stoffen auf unter 25 % der UEG begrenzt:

- so ist/sind das Innere der Spritzkabine einschließlich der Umluft- und Abluftleitungen und externe Räume, gebildet um ständige Öffnungen im Abstand von bis zu 1m, als Zone 2 einzustufen.

Liegt die Konzentration an brennbaren Stoffen zwischen 25 % und 50 % der UEG:

- ist das Innere der Spritzkabine einschließlich der Umluft- und Abluftleitungen als Zone 1 einzustufen.
- sind externe Räume, gebildet um ständige Öffnungen im Abstand von bis zu 1 m, als Zone 2 einzustufen.

Anmerkungen:

Türen werden nicht als ständige Öffnung betrachtet (wenn sie selbstschließend sind).

Zone 1: ist ein Bereich, in dem sich bei Normalbetrieb (= der Zustand, in dem Anlagen innerhalb ihrer Auslegungsparameter benutzt werden) gelegentlich eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln bilden kann.

Zone 2: ist ein Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig auftritt.

Wenn die Konzentration an brennbaren Stoffen gleich oder größer 25 % der UEG ist, muss die Spritzkabine entweder mit Explosions-Druckentlastungsflächen oder mit einer Konzentrationsüberwachungseinrichtung, die die Zufuhr an brennbaren Stoffen bei einem Wert von 50 % der UEG oder höher unterbricht, ausgestattet sein.

1.3.2 Sicherheitsanforderungen und/oder Maßnahmen gegen Einatmen von Aerosolen und Lösungsmitteldämpfen

In Spritzkabinen muss im Arbeitsbereich der Bedienungsperson das Einatmen von Aerosolen und Lösungsmitteldämpfen durch Reduzierung der Konzentration unterhalb der Expositionsgrenzwerte vermieden sein. Dies muss durch Einbau einer technischen Lüftung geschehen, die auf die Spritzverfahren, Größe und Form der zu beschichtenden Werkstücke, Menge der verspritzten Gefahrstoffe und deren Expositions-Grenzwerte sowie alle Betriebsbedingungen abgestimmt ist.

Spritzkabinen für manuelles Auftragen müssen für nachfolgende Luftgeschwindigkeiten in einer leeren Spritzkabine gestaltet sein.

Für geschlossene Spritzkabinen mit vertikaler und horizontaler Lüftung, sowie nach oben offene Spritzkabinen mit vertikaler Lüftung gilt:

- Die mittlere Luftgeschwindigkeit muss mindestens 0,30 m/s betragen. – Messungen an einzelnen Punkten müssen mindestens Werte von 0,25 m/s ergeben

Anmerkungen:

Wenn bei einer vertikal belüfteten Spritzkabine durch das Werkstück die Volumenstrom-Messebene um mehr als 30 % verringert wird, müssen die geforderten Mindestwerte bei beladener Kabine erreicht werden.

In einer vertikal belüfteten Spritzkabine mit Arbeitsgrube gilt für die Luftgeschwindigkeiten in der Arbeitsgrube bei Platzierung des Werkstückes über der Arbeitsgrube wie folgt:

- Die mittlere Luftgeschwindigkeit in der Arbeitsgrube muss mindestens 0,30 m/s betragen.
- Messungen an einzelnen Punkten müssen mindestens Werte von 0,25 m/s ergeben

Für Spritzkabinen mit offener Zugangsseite (= Spritzstand) und horizontaler Lüftung gilt:

- Die mittlere Luftgeschwindigkeit muss mindestens 0,50 m/s betragen.
- Messungen an einzelnen Punkten müssen mindestens Werte von 0,40 m/s ergeben.

1.3.3. Messungen

1.3.3.1 Spritzkabinen mit Bedienungsperson

In Spritzkabinen mit Bedienungsperson muss die Übereinstimmung mit den Anforderungen an die Luftgeschwindigkeit geprüft werden. Bei Übereinstimmung sind Messungen der Konzentration an brennbaren Stoffen nicht erforderlich. Sind die Luftgeschwindigkeiten nicht mit dem Auftragsverfahren vereinbar, sind Messungen der Konzentration erforderlich und gegebenenfalls ist die Verwendung von Atemschutzgeräten erforderlich.

1.3.3.2 Spritzkabinen ohne Bedienungsperson

In Spritzkabinen ohne Bedienungsperson wird die Konzentration an brennbaren Lösungsmitteln in % der UEG (c_{UEG} , Berechnung siehe unten) bestimmt.

In Abhängigkeit vom errechneten Wert von c_{UEG} sind folgende Konzentrationsmessungen durchzuführen:

Berechnete Konzentration $c_{UEG} \leq 10\%$ \Rightarrow keine Messung erforderlich

$10\% < \text{Berechnete Konzentration } c_{UEG} \leq 25\%$ \Rightarrow Messung(en) in der(en) Abluftleitung(en)

$25\% < \text{Berechnete Konzentration } c_{UEG} \leq 50\%$ \Rightarrow Messungen im Inneren der Spritzkabine an in der ÖNORM EN 12215 festgelegten Messpunkten \Rightarrow Messung(en) in der(en) Abluftleitung(en)

2. Berechnungen

Die im Anhang B der ÖNORM EN 12215 enthaltenen Berechnungen, stehen im Zusammenhang mit der Verhinderung des Auftretens von Explosionen, indem man die Konzentration brennbarer Stoffe durch geeignete Zufuhr von Frischluft unterhalb der unteren Explosionsgrenze hält. Unmittelbar aus den Berechnungsergebnissen ableitbar sind die Ex-Zoneneinteilung, oder die Messanforderungen, die in Abhängigkeit der Konzentrationsschwellenwerte von 10 %, 25 % und 50 % der UEG wahrzunehmen sind. Weiter kann aus dem Luftvolumenstrom mit den geometrischen Größen eine mittlere Luftgeschwindigkeit bestimmt werden, die über Zulässigkeit hinsichtlich Expositionsgrenzwerte Auskunft gibt.

2.2.1 Bestimmung der Konzentration brennbarer Stoffe hinsichtlich der UEG

Um den Vergleich mit der unteren Explosionsgrenze (UEG) zu vereinfachen, wird die Konzentration als c_{UEG} (in % der UEG) ausgedrückt.

$$c_{UEG} = (100 \times C') / UEG$$

Die mittlere Konzentration (Masse) im Inneren der Spritzkabine hängt ab von der Menge der eingebrachten Lösungsmittel und dem Luftstrom.

$$C' = (M_{\max} \times k_1 \times k_2 \times k_3) / Q_{\min}$$

c_{UEG} = berechneter Wert der höchstzulässigen Konzentration brennbarer Lösungsmittel als Funktion von UEG [%]

C' = durchschnittliche Konzentration brennbarer Lösungsmittel (in Luft) in der Spritzkabine [g/m³]

UEG = untere Explosionsgrenze der Lösungsmittel oder Lösungsmittelgemische bei 293K (20 °C) [g/m³] Wenn die Bestandteile der Lösungsmittelgemische bekannt sind, die UEG des Gemisches jedoch unbekannt ist, ist die UEG des Lösungsmittelbestandteiles mit dem geringsten Wert einzusetzen. Sind keine Angaben vorhanden, ist ein Wert von 40 g/m³ einzusetzen.

M_{\max} = pro Stunde versprühte Höchstmenge flüssiger organischer Beschichtungsstoffe [g/h]

k_1 = Masseanteil (in %) der in den flüssigen organischen Beschichtungsstoffen enthaltenen brennbaren Lösungsmittel während des Spritzverfahrens z.B.: 85 % = 0,85

k_2 = geschätzte Menge (in %) brennbarer Lösungsmittel, die in der Spritzkabine durch Verdunstung freigesetzt werden z.B.: 85 % = 0,85

k_3 = Sicherheitsfaktor, der die Heterogenität der Lösungsmittelkonzentration und insbesondere die hohen Konzentrationen zwischen Spritzpistole, dem Werkstück und dessen Umgebung berücksichtigt

Q_{\min} = Mindest-Frischlufstrom innerhalb der Spritzkabine, der die freigesetzten brennbaren Lösungsmittel auf die zulässige Konzentration herabsetzt [m^3/h]

Anmerkung:

Bei einer Mehrzonenkabine muss zur Berechnung der C_{UEG} jede Sektion separat betrachtet werden.

2.2.2. Berechnung der Konzentration brennbarer Lösungsmittel auf der Grundlage einer durch Gestaltung und Konstruktion festgelegten mittleren Luftgeschwindigkeit Mit Hilfe der zuvor angegebenen Gleichungen (2.2.1) kann nun in einer Spritzkabine (oder Sektion), wenn die Strömungsparameter – M_{\max} , UEG, k_1 , k_2 , k_3 bzw. Q_{\min} oder v (mittlere durch die Konstruktion festgelegte Luftgeschwindigkeit) – bekannt sind, die Nennkonzentration C_{UEG} in Abhängigkeit von eben diesen Parameter errechnet werden.

Das Ergebnis der Rechnung ist wie folgt zu deuten: Die errechnete Nennkonzentration C_{UEG} wird erreicht, wenn die technische Lüftung der Spritzkabine für eine mittlere Luftgeschwindigkeit (bzw. einen Mindestluftstrom) – wie angenommen - ausgelegt ist.

Da in der Berechnung ein Sicherheitsfaktor eingesetzt wird, wird die tatsächliche mittlere Konzentration unter der errechneten liegen. In der Praxis wird ein Sicherheitsfaktor von 3 eingesetzt, d.h. die tatsächliche mittlere Konzentration beträgt 1/3 der errechneten Nennkonzentration.

Nach dem Vergleich des errechneten Nennwertes mit den Konzentrationsschwellenwerten von 10 %, 25 % und 50 % der UEG sind notwendige weitere Maßnahmen zu treffen. (siehe 3.1.2)

Hinweis:

Wenn in einer Spritzkabine die mittlere Luftgeschwindigkeit bekannt ist, kann aus den geometrischen Angaben des Luftstromquerschnittes der Mindestluftstrom Q_{\min} wie folgt errechnet werden.

$$Q_{\min} = L \times B \times v$$

Anmerkungen:

Der Luftstromquerschnitt (L x B) ist in Abhängigkeit davon zu bestimmen, ob die Kabine horizontal oder vertikal durchströmt wird, d.h. kann auch (B x H) sein.

$$v \text{ [m/h]} = v \text{ [m/s]} \cdot 3600$$

2.2.3. Berechnung des Frischluftstromes auf der Grundlage eines durch Gestaltung und Konstruktion festgelegten Konzentrationswertes

Die Gleichungen aus 2.2.1 können auch zur Berechnung des Frischluftstromes verwendet werden. Das heißt, es kann bestimmt werden, wie groß der Frischluftstrom zumindest sein muss, um eine vorgegebene maximale Konzentration $C_{UEG, \max}$ zu erreichen (Zum Beispiel die Konzentrationsschwellenwerte von 10 %, 25 % und 50 % der UEG).

Wenn:

$C_{UEG, \max}$ = Maximale Konzentration (Sollwert) als UEG [%]

$Q_{\text{neu}, \min}$ = Mindest-Frischluftstrom innerhalb der Spritzkabine, um C'_{\max} im Inneren zu erhalten [m^3/h]

dann ist:

$$C'_{\max} = (C_{UEG, \max} \times UEG) / 100$$

und:

$$Q_{\text{neu}, \min} = (M_{\max} \times k_1 \times k_2 \times k_3) / C'_{\max}$$

Das Ergebnis der Rechnung ist wie folgt zu deuten: Um eine maximale Nennkonzentration (Sollwert) des Lösungsmittels von $C_{UEG, \max}$ (einschließlich eines Sicherheitsfaktors – in der Praxis wird ein Sicherheitsfaktor von 3 eingesetzt) zu erreichen, muss ein Mindest-Frischluftstrom von $Q_{\text{neu}, \min}$ in die Spritzkabine geleitet werden.

Quellennachweis

ÖNORM EN 1539: 2000-04-01 „Trockner und Öfen, in denen brennbare Stoffe freigesetzt werden: Sicherheitsanforderungen“

ÖNORM EN 12215: 2005-03-01 "Beschichtungsanlagen – Spritzkabinen für flüssige organische Beschichtungsstoffe: Sicherheitsanforderungen"

9.8 Explosionsschutz 2

Explosionsschutz

Dipl.-Ing. Capellari Gerhard

Inhalt Der Produktnormen

ÖNORM EN 1539 „Trockner und Öfen, in denen brennbare Stoffe freigesetzt werden“

ÖNORM EN 12215 „Beschichtungsanlagen – Spritzkabinen für Flüssige Organische Beschichtungsstoffe“

ÖNORM EN 13355 „Beschichtungsanlagen – Kombinierte Spritz- und Trocknungskabinen“ in bezug auf explosionsschutztechnische Sicherheitsmaßnahmen

Übersicht

0. Allgemeine Grundlagen

1. ÖNORM EN 1539, Ausgabe: 2000-04-01 „Trockner und Öfen, in denen brennbare Stoffe freigesetzt werden“

1.1. Allgemein, Definition und Einteilung

1.2. Gefährdungen durch Explosion

1.3. Sicherheitsanforderungen und Maßnahmen

1.3.1. Gesundheitsschutz

1.3.2. Explosionsschutzmaßnahmen

1.3.2.1. Trockner vom Typ A

1.3.2.1.1 Technische Lüftung – Berechnung

1.3.2.1.2. Steuerungen

1.3.2.1.3. Explosionsdruckentlastung

1.3.2.1.4. Zulässige Betriebsbereiche

1.3.2.2. Trockner vom Typ B

1.3.2.3. Trockner vom Typ C

1.3.2.4. Schutzmaßnahmen gegen Versagen der Energieversorgung

2. ÖNORM EN 12215: 2005-03-01 "Beschichtungsanlagen – Spritzkabinen für flüssige organische Beschichtungstoffe: Sicherheitsanforderungen"

2.1. Definition

2.2. Gefährdungen durch Explosionen

2.3. Sicherheitsanforderungen und/oder Maßnahmen

2.3.1. Sicherheitsmaßnahmen gegen Einatmen von Aerosolen und Lösungsmitteldämpfen

2.3.2. Sicherheitsanforderungen und/oder Maßnahmen gegen Explosionen

2.3.3. Sicherheitseinrichtungen und Steuerungen

2.3.4. Schutzmaßnahmen gegen Versagen der Energieversorgung

2.3.5. Messungen

2.3.5.1. Spritzkabinen mit Bedienungsperson

2.3.5.2. Spritzkabinen ohne Bedienungsperson

3. ÖNORM EN 13355: 2005-04-01 "Beschichtungsanlagen – Kombinierte Spritz- und Trocknungskabinen: Sicherheitsanforderungen"

3.1. Definition

3.2. Gefährdungen durch Explosionen

3.3. Sicherheitsanforderungen und/oder Maßnahmen

3.3.1. Sicherheitsanforderungen und/oder Maßnahmen gegen Explosionen

3.3.2. Sicherheitsanforderungen und/oder Maßnahmen gegen Einatmen von Aerosolen und Lösungsmitteldämpfen

3.3.3. Sicherheitseinrichtungen und Steuerungen

3.3.4. Schutzmaßnahmen gegen Versagen der Energieversorgung

0. Allgemeine Grundlagen

Gegenstand dieser Betrachtung sind sogenannte Typ C-Normen (= Produktnormen, maschinenspezifische Normen). Wenn Festlegungen in Typ C-Normen von Festlegungen in Typ A-Normen (= Grundnormen, enthalten grundlegende Begriffe und Festlegungen für alle Maschinen) und Typ B-Normen (= Gruppennormen, sind Normen mit sicherheitstechnischen Aussagen, die mehrere Arten von Maschinen betreffen können) abweichen, haben die Festlegungen in Typ C-Normen Vorrang gegenüber den anderen Normen.

Der grundsätzliche Aufbau dieser Normen ist im Wesentlichen wie folgt:

Nach den Begriffsfestlegungen werden die signifikanten Gefährdungen definiert. In einem weiteren Abschnitt werden Sicherheitsanforderungen und -maßnahmen beschrieben und im darauf folgenden Abschnitt ist festgehalten, wie man die Übereinstimmung mit den Sicherheitsmaßnahmen feststellt. In einem abschließenden Kapitel werden Aussehen und Inhalt der Benutzerinformationen festgelegt.

Das Augenmerk dieser Abhandlung richtet sich hauptsächlich auf die Gefährdungen im Hinblick auf Gefährdungen durch Explosionen und auf Sicherheitseinrichtungen und Steuerungen.

CE- Kennzeichnung:

Die nachfolgend behandelten Normen sind Produktnormen und beziehen sich auf Maschinen im Sinne der Richtlinie 98/37/EG („Maschinenrichtlinie“). (Artikel 1(2) der Richtlinie definiert eine Maschine u.a. als „eine Gesamtheit von Maschinen, die, damit sie zusammenwirken, so angeordnet sind und betätigt werden, dass sie als Gesamtheit funktionieren“). Gemäß Artikel 8 (1) der Richtlinie muss der Hersteller oder sein in der Gemeinschaft niedergelassener Bevollmächtigter für jede hergestellte Maschine bzw. jedes hergestellte Sicherheitsbauteil eine EG-Konformitätserklärung ausstellen bzw. die Maschine mit einer CE- Kennzeichnung versehen.

Vorbemerkung: Wasserlösliche Lacke:

Von der Physikalisch Technischen Prüfanstalt Braunschweig wurden Untersuchungen angestellt, unter welchen Umständen von sogenannten "wasserlöslichen" Lacken gesprochen werden kann und somit die Entstehung von explosionsfähigen Atmosphären hintangehalten werden. Das Kriterium ist dabei der Wasseranteil des Einsatzstoffes, der folgender Zahlenwertgleichung (aus PTB-Bericht W-57, Braunschweig vom Februar 1994) entsprechen muss.

$$[\% \text{ Wasser}] > 63/37 \times [\% \text{ organ. Lösungsmittel}] + 49/51 \times [\% \text{ organ. Feststoff}]$$

Gemäß jüngsten Erkenntnissen der Physikalisch Technischen Prüfanstalt Braunschweig wurde obige Formel erneut bestätigt. Man kann also davon ausgehen, dass von Lacken bzw. Beschichtungsstoffen die obige Formel erfüllen keine Explosionsgefahr durch Bildung von explosionsfähigen Gemischen mit Luft ausgeht. Es wird aber darauf hingewiesen, dass sich im Zusammenwirken mit eingesetzten Zusatzstoffen (Härter, Verdüner) Stoffzusammensetzungen ergeben könnten, die zusammen mit Luft dennoch explosionsgefährliche Atmosphären bilden könnten, die wiederum dementsprechende Maßnahmen erforderlich machen könnten.

Vorbemerkung zu Steuerungen:

Die Risikominderung einer Maschine kann außer durch strukturelle Maßnahmen auch durch sicherheitsrelevante Steuerungsfunktionen erfolgen. Für diese Steuerungsfunktionen sind, abgestuft nach der Höhe des Risikos, besondere Anforderungen zu beachten, die in ÖNORM EN 954-1 „Sicherheit von Maschinen, Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen“ beschrieben sind. Die Anforderungen an sicherheitsrelevante Teile von Steuerungen sind, abgestuft nach der Höhe des Risikos, in Kategorien eingeteilt. Die untenstehende Tabelle zeigt eine Kurzfassung der Anforderungen für diese Kategorien. Der vollständige Text für die Anforderungen ist in der ÖNORM EN 954-1 Abschnitt 6 enthalten. In den Kategorien sind grundlegende Anforderungen zur Gestaltung von Steuerungen festgelegt, die sie robust gegen Ausfälle der Hardware machen. Für komplexe Steuerungen, insbesondere programmierbare elektronische Systeme sind weitergehende Aspekte zu beachten, damit zufällige Ausfälle der Hardware beherrscht, systematische Fehler in der Hardware und der Software vermieden und systematische Fehler in der Hardware und der Software beherrscht werden, so dass sie ausreichend funktionssicher für sicherheitskritische Aufgaben sind.

Beschreibung der Anforderungen für die Kategorien nach EN 954-1:

Kategorie ¹⁾	Kurzfassung der Anforderungen	Systemverhalten ²⁾	Prinzipien zum Erreichen der Sicherheit
B	Die sicherheitsbezogenen Teile von Steuerungen und/oder ihre Schutzeinrichtungen als auch ihre Bauteile müssen in Übereinstimmung mit den zutreffenden Normen so gestaltet, gebaut, ausgewählt, zusammengestellt und kombiniert werden, dass sie den zu erwartenden Einflüssen standhalten können.	Das Auftreten eines Fehlers kann zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen.	Überwiegend durch Auswahl von Bauteilen charakterisiert
1	Die Anforderungen von B müssen erfüllt sein. Bewährte Bauteile und bewährte Sicherheitsprinzipien müssen angewendet werden.	Das Auftreten eines Fehlers kann zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen, aber die Wahrscheinlichkeit des Auftretens ist geringer als in Kategorie B.	
2	Die Anforderungen von B und die Verwendung bewährter Sicherheitsprinzipien müssen erfüllt sein. Die Sicherheitsfunktion muss in geeigneten Zeitabständen durch die Maschinensteuerung geprüft werden.	... Das Auftreten eines Fehlers kann zum Verlust der Sicherheitsfunktion zwischen den Prüfungsabständen führen. ... Der Verlust der Sicherheitsfunktion wird durch die Prüfung erkannt.	Überwiegend durch die Struktur charakterisiert
3	Die Anforderungen von B und die Verwendung bewährter Sicherheitsprinzipien müssen erfüllt sein. Sicherheitsbezogene Teile müssen so gestaltet sein, dass ... ein einzelner Fehler in jedem dieser Teile nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion führt, und ... wann immer in angemessener Weise durchführbar, der einzelne Fehler erkannt wird.	Wenn der einzelne Fehler auftritt, bleibt die Sicherheitsfunktion immer erhalten. ... Einige, aber nicht alle Fehler werden erkannt. ... Eine Anhäufung unerkannter Fehler kann zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen.	
4	Die Anforderungen von B und die Verwendung bewährter Sicherheitsprinzipien müssen erfüllt sein. Sicherheitsbezogene Teile müssen so gestaltet sein, dass: ... ein einzelner Fehler in jedem dieser Teile nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion führt und ... der einzelne Fehler bei oder vor der nächsten Anforderung an die Sicherheitsfunktion erkannt wird, oder, wenn dies nicht möglich ist, darf eine Anhäufung von Fehlern dann nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen.	... Wenn Fehler auftreten, bleibt die Sicherheitsfunktion immer erhalten. ... Die Fehler werden rechtzeitig erkannt, um einen Verlust der Sicherheitsfunktion zu verhindern.	

¹⁾ Die Kategorien sind nicht dazu bestimmt, in irgendeiner gegebenen Reihenfolge oder hierarchischen Anordnung in Bezug auf die sicherheitstechnischen Anforderungen angewendet zu werden.

²⁾ Aus der Risikobeurteilung wird sich ergeben, ob der gesamte oder teilweise Verlust der Sicherheitsfunktion(en) aufgrund von Fehlern akzeptabel ist.

1. ÖNORM EN 1539, Ausgabe: 2000-04-01 „Trockner und Öfen, in denen brennbare Stoffe freigesetzt werden“

1.1. Allgemein (Definition und Einteilung)

Trockner, manchmal auch Öfen genannt, sind Einrichtungen, in denen Trocknungs- und/oder Aushärtungsverfahren stattfinden und in denen brennbare Stoffe freigesetzt werden. Trockner sind in der Regel mit einer technischen Lüftung und in der Regel mit einem Heiz- oder anderem Energiesystem ausgestattet.

Die grundsätzliche Unterteilung von Trockner erfolgt in 3 Gruppen:

A. Trockner, die so betrieben werden, dass die Konzentration an brennbaren Stoffen unter die Grenzwerte, die von der Temperatur und eingebauten Sicherheitseinrichtungen abhängen, verdünnt wird. Trockner vom Typ A werden außerdem wie folgt unterteilt:

- I. Betrieb, bei dem die Temperaturen in einem beliebigen Teil des Trockners, der mit brennbaren Stoffen in Kontakt kommen kann, über der Grenztemperatur liegen.
- II. Betrieb, bei dem die Temperaturen in allen Teilen des Trockners, die mit brennbaren Stoffen in Kontakt kommen können, unter der Grenztemperatur liegen.

Anmerkung:

Grenztemperatur: niedrigste Entzündungstemperatur oder das 0,8-fache der Zündtemperatur eines brennbaren Gases oder Dampfes einer brennbaren Flüssigkeit oder eines brennbaren Feststoffes, die/der in einem Trockner verwendet werden/wird.

Entzündungstemperatur: Niedrigste Temperatur, bei der Verbrennungserscheinungen an dem unbeschichteten oder beschichteten Gut auftreten können.

Zündtemperatur (eines brennbaren Gases oder einer brennbaren Flüssigkeit): Die unter vorgeschriebenen Versuchsbedingungen ermittelte niedrigste Temperatur einer heißen Oberfläche, bei der die Entzündung einer brennbaren Substanz als Gas/Luft- oder Dampf/Luft-Gemisch eintritt

- B. Trockner, die mit einer Sauerstoffkonzentration betrieben werden, die so begrenzt ist, dass keine explosionsfähigen Gemische gebildet werden können (weder im Trockner noch im Abluft- und Umluftsystem).
- C. Trockner, die explosionsdruckfest oder explosionsdruckstoßfest gebaut sind.

Diese Unterteilung in die unterschiedlichen Typen ist im Hinblick auf die zu treffenden Maßnahmen bzw. auf zulässige Betriebsbereiche von Interesse.

Eine weitere Unterscheidung kann getroffen werden zwischen:

- Kammertrockner (= sind geschlossene Trockner mit chargenweiser Beschickung) und
- Durchlauftrockner (= sind Trockner mit durchlaufender Beschickung).

1.2. Gefährdungen durch Explosion

Neben mechanischen, elektrischen Gefährdungen und Gefährdungen durch thermische Einflüsse, Lärm und Strahlung gehen vor allem von den Stoffen, die in den Trocknern verarbeitet, verwendet, freigesetzt und abgeführt werden Gefährdungen aus. Die Gefährdung besteht einerseits durch Kontakt mit oder Einatmen von gesundheitsgefährlichen Flüssigkeiten, Gasen, Dämpfen, Nebeln, Rauchgasen und Stäuben und andererseits durch Explosion. Gefährdungen durch Explosion können auftreten, wenn die Konzentration der brennbaren Stoffe in Luft die untere Explosionsgrenze (UEG) überschreitet und eine wirksame Zündquelle vorhanden ist.

Brennbare Stoffe, die in Konzentrationen über Normalniveau auftreten können, sind z.B.:

- Lösungsmitteldämpfe, die während des Trocknungsprozesses entstehen;
- freigesetzte Dämpfe aus Ablagerungen;
- brennbare Verbrennungsprodukte, die durch das Heizmittel entstehen;
- brennbare Heizgase;
- Dämpfe von Kraftstoff;
- Gesteuerte und manuell zugeführte und damit nicht steuerbare Beimengung von Lösungsmitteln beim Gummituchwaschen;

Beispiele für Zündquellen sind:

- heiße Oberflächen, z. B. an Heizsystemen, an elektrischer Ausrüstung;

- mechanisch erzeugte Funken, z. B. an Ventilatoren, Fördereinrichtungen;
- elektrostatische Entladungen;
- elektrische Funken;
- Schweißverfahren und andere Quellen thermischer Energie, die während Instandhaltungs- und Reinigungsarbeiten verwendet werden.

1.3. Sicherheitsanforderungen und Maßnahmen

1.3.1. Gesundheitsschutz

Trockner müssen so gestaltet sein und konstruiert sein, dass eine Kontamination des Arbeitsbereiches oberhalb der relevanten Grenzwerte – MAK-Werte (MAK = Mittlere Arbeitsplatzkonzentration) – vermieden ist. Technische Maßnahmen müssen Vorrang haben, sofern technische Maßnahmen nicht ausreichen, ist persönliche Schutzausrüstung (Atemschutz, Schutzhandschuhe, etc.) erforderlich.

1.3.2. Explosionsschutzmaßnahmen

Durch Gestaltung und Konstruktion der Trockner ist das Auftreten von gefährlichen explosionsfähigen Gemischen zu vermeiden, um die Wahrscheinlichkeit einer Explosion auf ein Minimum herabzusetzen.

1.3.2.1. Trockner vom Typ A

1.3.2.1.1. Technische Lüftung – Berechnung

Es muss durch den Volumenstrom der technischen Lüftung (Abluftvolumenstrom) verhindert werden, dass bei einem höchstzulässigen Durchsatz (auch bei kurzzeitigen Spitzenwerten) an brennbaren Stoffen die höchstzulässige Konzentration dieser brennbaren Stoffe überschritten wird. Die Lüftungsanlage muss folgenden grundsätzlichen Anforderungen entsprechen:

Es muss eine gleichmäßige Spülung des gesamten Dampfraumes – inklusive aller Sektionen, Rohrleitungen und Abluftsysteme des Trockners – erfolgen (keine Toträume).

Drosselklappen müssen so gestaltet sein, dass der erforderliche Mindest-Abluftvolumenstrom zu jeder Zeit sichergestellt ist (Überwachung der Klappenpositionen mit Positionsschaltern).

Der Mindest-Abluftvolumenstrom ist durch Strömungswächter zu prüfen und mit dem Verfahrensablauf zu verriegeln – Prüfung bevorzugt durch Differenzdruckschalter oder Staudruckmesser bzw. unter bestimmten Voraussetzungen durch Geschwindigkeits- bzw. Drehzahlüberwachung des Ventilatorlaufrades.

Bei Kammertrockner kann nach der Hauptverdampfungszeit eine Drosselung des Abluftvolumenstromes bis auf 25 % des Mindestabluftvolumenstromes erfolgen.

Im Anhang der Norm befindet sich eine Berechnungsanleitung für die Auslegung der technischen Lüftung mit Berechnungsbeispielen. Auf die Berechnung wird nicht näher eingegangen.

Die Ergebnisse der Berechnungen können wie folgt gedeutet werden: In Abhängigkeit von den einzelnen Verfahren werden unterschiedliche höchstzulässige Lösungsmittelmengen zugelassen. Im Ansatz können unterschiedliche (Haupt-)Verdampfungszeiten und Vortrocknungsverluste angesetzt werden. Wesentlichen Einfluss nehmen auch die Art der zu trocknenden Werkstücke, die Art des Beschichtungsmaterials und die Trocknungstemperatur.

Allgemein gilt:

Die Ergebnisse von Lüftungsberechnungen (erforderlicher Abluftvolumenstrom, höchstzulässiger Eintrag – Menge bzw. Durchsatz – von Lösungsmittel) ist vom Hersteller anzugeben und sollte auf dem Typenschild der Trockenanlage ersichtlich sein.

1.3.2.1.2. Steuerungen

Elektrische Steuerungs-, Überwachungs- und Messsysteme, die für sicherheitsrelevante Funktionen zur Vermeidung des Entstehens gefährlicher explosionsfähiger Gemische eingesetzt werden, müssen den Anforderungen der Kategorie 3 nach der EN 954–1 entsprechen (siehe 1.).

Grundsätzlich lässt sich zu dieser Kategorie 3 anmerken, dass Einfehlersicherheit mit partieller Fehlererkennung realisiert wird. Das heißt, dass ein einzelner Fehler noch zu keinem Verlust der Sicherheitsfunktion führt und dass einige Fehler (nicht alle) vom System erkannt werden. Mehrere unerkannte Fehler können zu einem Verlust der Sicherheitsfunktionen führen.

Anzahl und Art der sicherheitsrelevanten Funktionen hängen u.a. vom Betriebsbereich, für den Trockner konstruiert sind, ab.

(Diese Einteilung dieser Betriebsbereiche erfolgt nach der höchstzulässigen Konzentration der brennbaren Stoffe in Abhängigkeit von der höchsten auftretenden Trocknertemperatur. Im Anhang A der Norm sind die Betriebsbereiche graphisch dargestellt.)

Solche Sicherheitsfunktionen sind:

- Mindest-Abluftvolumenstrom der technischen Lüftung
- Umluftvolumenstrom
- Grenztemperatur
- NOT-AUS- Stromkreise

Anmerkungen:

Die Steuerungen für hydraulische oder pneumatische Systeme, die den Volumenstrom der technischen Lüftung und den Explosionsschutz beeinträchtigen müssen die Steuerungen mindestens Kategorie 1 nach der EN 954 – 1 entsprechen.

Für Sicherheitssysteme, die elektrische/elektronische/programmierbare elektronische Geräte enthalten, ist in diesen Fällen die ÖVE/ÖNORM EN 61508-1 "Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme Teil 1: Allgemeine Anforderungen" heranzuziehen.

Nachfolgend sind Voraussetzungen, die beim Betrieb von Trocknern vom Typ A steuerungstechnisch umgesetzt (z.B. durch Verriegelung) werden müssen, angeführt:

Die technische Lüftung muss den Gesamtdampfraum (einschließlich aller Sektionen, Rohrleitungen und Abluftsysteme) mindestens mit der fünffachen Menge des Gesamtdampfraumes an Frischluft vospülen; erst danach darf die Heizung in Betrieb genommen werden.

Der Trockner ist vor dem ersten Anlaufen und nach jedem Ausfall des Abluftvolumenstromes der technischen Lüftung, über die Nachlaufzeit des Ventilators hinaus zu spülen.

Anmerkung:

Durch das Spülen sollen alle Stoffe, die freigesetzt werden können (Lösungsmittel, Brennstoffflecken) auf 20 % ihrer UEG reduziert werden.

Ausnahmen (geringere Luftwechsel) sind zulässig, wenn eine geringere Anzahl von Luftwechseln nachweislich die gleiche Sicherheit gewährleistet.

Der Trockner darf nicht mit freisetzbaren brennbaren Stoffen beschickt werden, bevor der Volumenstrom der technischen Lüftung den Mindest-Volumenstrom der technischen Lüftung erreicht oder überschritten hat. (Bei Kammertrocknern muss der Beschickungsvorgang besonders beachtet werden) Bei Ausfall der Heizung ist die Beschickung des Trockners mit Beschickungsstoffen sofort zu beenden. (Bei Heizungsausfall kommt es zu Verdunstungsverlagerungen innerhalb des Trockners) Nach Ausfall der Heizung muss die technische Lüftung ausreichend lange betrieben werden, dass die dampf- bzw. und gasförmigen Rückstände aus dem Gesamtdampfraum des Trockners entfernt werden. (Heizungssystem-Neustart ohne Spülen möglich, wenn Lüftung durchgelaufen ist bzw. für einen ausreichenden Zeitraum erhalten wurde) Trockner sind mit Temperaturbegrenzungseinrichtungen auszustatten, welche bei Ansprechen die Heizeinrichtung abschalten und die Beschickung stoppen. (Hinsichtlich Spülen, Nachlaufen der Lüftung und Ausfall der Heizung gilt zuvor Gesagtes – es ist kein automatisches Wiederanlaufen der Heizeinrichtung gestattet)

Temperaturregelungs- und -begrenzungseinrichtungen müssen unabhängig voneinander arbeiten. Wenn die Trocknertemperatur die Grenztemperatur selbst bei Betriebsstörungen nicht überschreiten kann, ist eine Temperaturbegrenzung nicht erforderlich.

Bei Ausfall der technischen Lüftung ist nach deren Reparatur eine Spülung (5-facher Luftwechsel) erforderlich.

Sonderfall: Unterschiedliche Abluftvolumenströme

Wenn prozessbedingt innerhalb des Trockners unterschiedliche Abluftvolumenströme vorgesehen sind, gilt für die Steuerungen der Beschickungseinrichtungen, der Drosselklappen, der Ventilatorzahl und der Strömungsüberwachung Kategorie 3 nach EN 954–1 als erfüllt, wenn während des Betriebes eine falsche Einstellung der Drosselklappen und der Steuerungen (Lösungsmitteldurchsatz oder Beschickung mit Lösungsmitteln) ausgeschlossen ist. Das schließt die Verwendung von manuellen Drosselklappen für solche Systeme aus.

Allgemein gilt:

Alle o.a. Ausfälle müssen durch einen akustischen und optischen Alarm angezeigt werden.

1.3.2.1.3. Explosionsdruckentlastung

Bei allen Trocknern vom Typ A muss eine Explosionsdruckentlastung installiert sein. Zurzeit existiert noch keine EN-Norm zur Berechnung dieser Druckentlastungsflächen, die Berechnungen erfolgen zurzeit entsprechend dem Informationspapier ANSI/NFPA 68 "Venting of deflagrations".

Zur prinzipiellen Ausführung von Druckentlastungsflächen sind grundsätzliche Festlegungen in der ÖNORM EN 1127-1 "Explosionsfähige Atmosphären, Explosionsschutz Teil 1: Grundlagen und Methodik" getroffen.

In besonderen Fällen können in einigen Trocknern auch Explosionsunterdrückungssysteme eingebaut werden.

In folgenden Ausnahmefällen kann auf die Ausführung von Explosionsdruckentlastungsflächen bei Trockner vom Typ A verzichtet werden.

Trockner mit einem Gesamtdampfraum kleiner als 1 m³

Trockner oder Trocknersektionen derart gestaltet (Art der Beschichtungsstoffe, Art des Verfahrens, Eigenschaften der Beschichtung und des Untergrundes), dass die Konzentration an brennbaren Stoffen unter keinen Umständen mehr als 10 % der UEG erreicht.

Durchlauftrockner, mit einer Konzentration an brennbaren Stoffen betrieben (gesteuert), die unter keinen Umständen, selbst im Fehlerfall, 25 % der UEG überschreiten kann.

Durchlauf- oder Kammertrockner mit einer Begrenzung der Lösungsmittelkonzentration auf unter 25 % der UEG in Verbindung mit zusätzlichen Gaswarneinrichtungen und Verriegelungen, die die Beschickung mit brennbaren Stoffen unterbrechen und/oder den Volumenstrom der technischen Lüftung erhöhen, wenn die Konzentration auf 25 % der UEG ansteigt. (Steuerung nach Kategorie 3)

1.3.2.1.4. Zulässige Betriebsbereiche

In Abhängigkeit von der höchstzulässigen Konzentration der brennbaren Stoffe und in Abhängigkeit von der höchsten auftretenden Trocknertemperatur sind für Trockner vom Typ A(i) und A(ii) Betriebsbereiche festgelegt, die neben den zuvor erwähnten grundlegenden

Anforderungen noch zusätzlichen Anforderungen genügen müssen. (Im Anhang A der Norm sind die Betriebsbereiche graphisch dargestellt.)

Diese zusätzlichen Anforderungen sind für Trockner vom Typ A(i) wie folgt:

Gaswarneinrichtungen müssen vorhanden sein, deren Eignung für die zum Einsatz kommenden Lösungsmittel, die Temperaturbereiche, Ansprechzeiten und eventuelle Kondensationsprobleme nachgewiesen sein muss.

Zusätzliche Steuerungen, wie z.B. Erhöhung des Luftvolumenstromes der technischen Lüftung bei Erreichen festgelegter Konzentrationswerte oder Verringerung der Temperatur – und damit Verringerung der Verdampfungsrate im Trockner – zugehörige Steuerkreise müssen Kategorie 3 entsprechen.

Begrenzung der höchstzulässigen Beschickungsmenge oder des höchstzulässigen Durchsatzes in Zusammenhang mit automatischen Messungen – zugehörige Steuerkreise müssen Kategorie 3 entsprechen.

Für Trockner vom Typ A(ii) gilt zusätzlich:

Alle Sektionen, Rohrleitungen und Abluftsysteme, die mit brennbaren Stoffen in Kontakt kommen können, müssen zu jeder Zeit unter der Grenztemperatur betrieben werden. Zusätzlich sind Maßnahmen zur Vermeidung wirksamer Zündquellen anzuwenden.

Die elektrische Ausrüstung innerhalb des Gesamtdampfraumes muss Zone 2 entsprechen.

Die Höchsttemperatur der Heizquellen und aller Oberflächen innerhalb des Gesamtdampfraumes darf die Grenztemperatur – auch im Fehlerfall – nicht überschreiten.

Die Ausrüstung des Gesamtdampfraumes muss frei von Zündquellen (z.B. mechanisch erzeugte Funken oder elektrostatische Entladungen) sein.

Katalytische Heizungen sind in der Regel als Zündquellen anzusehen (daher üblicherweise nur für Trockner von Typ A(i) geeignet). – sonst Nachweis erforderlich, dass sie keine Zündquelle darstellen.

In einem speziellen Betriebsbereich ist in Ergänzung zu den zusätzlichen Anforderungen für Trockner vom Typ A(ii) die elektrische Ausrüstung innerhalb des Gesamtdampftraumes gemäß Zone 1 auszuführen.

1.3.2.2. Trockner vom Typ B

In Trocknern vom Typ B muss der Sauerstoffgehalt (z.B. kleiner als 7 % Volumenkonzentration bei 150 °C) während des Betriebes so begrenzt sein, dass freigesetzte Brennstoffe unter keinen Umständen gezündet werden können.

Dazu muss ein Inertgas im Inneren des Trockners wirksam gehalten und ein Austreten verhindert werden. Eine derartige Bauweise erfordert im Allgemeinen keine Verwendung von Explosionsdruck-Entlastungsflächen.

Allgemein gilt:

Alle Störungen, die die Sicherheit beeinträchtigen, müssen durch einen akustischen und optischen Alarm angezeigt werden.

Im Besonderen gilt:

Um die erforderliche Sauerstoffkonzentration (kleiner als 7 % Volumenkonzentration bei 150 °C) sicherzustellen muss

bei Durchlauftrocknern:

- die Sauerstoffkonzentration gemessen werden (vor und während des Trocknungsvorganges)
- der Volumenstrom und, wenn zweckdienlich der Druck des Inertgases während des gesamten Trocknungsvorganges/Trocknerbetriebes gemessen und überwacht werden – Maßnahmen bei Abweichungen: Alarmierung, Zufuhr brennbarer Stoffe stoppen, Öffnungen verschließen, Volumenstrom Inertgas erhöhen, Heizsystem abschalten

bei Kammertrocknern:

- wie bei Durchlauftrocknern vorgegangen werden oder

- der Volumenstrom des Inertgases am Ein- und Auslass während des gesamten Trocknungsvorganges/Trocknerbetriebes gemessen und überwacht werden – Alarmerung bei relativen Abweichungen (Auslass zu Einlass), Erhöhung des Volumenstroms des Inertgases, Abschaltung der Heizung, Erhöhter Volumenstrom muss bis zum Ende des Prozesses aufrecht bleiben.

Weiter ist allgemein sicherzustellen, dass

- alle mit freigesetzten brennbaren Stoffen beladenen Inertgase, die aus den Einrichtungen austreten, derart behandelt werden, dass sie sich nicht mit Luft vermischen und explosionsfähige Gemische mit 50 % der UEG zur Zeit der Freisetzung bilden können.
- die Eignung der Sauerstoffmessenrichtungen bei den auftretenden Temperaturen und den auftretenden Gemischen nachgewiesen wird.
- bei dynamischen Systemen (gesteuerte variable Inertgasdurchsätze und damit der Sauerstoffkonzentration) zugehörige Steuerkreise Kategorie 3 entsprechen müssen. Diese Trockner müssen mit Sauerstoffmessenrichtungen und Hilfssystemen zum Fluten mit Inertgas ausgestattet sein. Wenn keine Fluteinrichtungen eingebaut werden können, sind in diesem Fall Explosionsdruckentlastungsflächen vorzusehen.
- der Gesamtdampfraum des Trockners mit Inertgas gespült wird, damit
- sichergestellt ist, dass vor Beschickung (bei Durchlauf Trocknern) bzw. vor Trocknungsbeginn (bei Kammetrocknern) die Sauerstoffkonzentration entsprechend abgesenkt wurde.
- Steuerungen, die den Inertgasdurchsatz beeinflussen gilt, der Kategorie 3 entsprechen.

1.3.2.3. Trockner vom Typ C

Diese Trockner inkl. ihrer Abluftanlagen für die Lösungsmittel-Dampfemissionen müssen in jeder Hinsicht so konstruiert sein, dass sie – ohne Beschädigung – den Auswirkungen der maximal frei werdenden Energie aus den freisetzbaren brennbaren Stoffen und einer Zündquelle standhalten.

1.3.2.4. Schutzmaßnahmen gegen Versagen der Energieversorgung

Wenn bei Ausfall der Energieversorgung oder durch andere funktionale Störungen andere Konzentrationen auftreten als die, für die die Trockner gestaltet und konstruiert sind, und die Möglichkeit einer Zündquelle oder Explosion gegeben ist, muss dies berücksichtigt werden.

Maßnahmen dazu wären z.B.:

- Unterbrechung der Beschickung
- Inertisierung
- Verhindern eines unkontrollierten (Wieder)anlaufes
- Vermeidung einer Reduktion des Volumenstromes der technischen Lüftung (Notlüftung, erweiterte Nachlaufcharakteristik, unterbrechungsfreie Energiezufuhr, Ersatzantriebssysteme)

Hinweis zu NOT-AUS-Einrichtungen:

Das Betätigen von NOT-AUS-Einrichtungen darf nicht zum Unterbrechen des Luftvolumenstromes führen, wenn durch die Unterbrechung die Bildung gefährlicher explosionsfähiger Gemische zu erwarten ist. Der Trockner ist in einen sicheren Zustand zu bringen (z.B. Beschickung stoppen, Ventilator genügend lange nachlaufen lassen)

2. ÖNORM EN 12215: 2005-03-01 "Beschichtungsanlagen – Spritzkabinen für flüssige organische Beschichtungsstoffe: Sicherheitsanforderungen"

2.1. Definition

In den im nachfolgenden behandelten Spritzkabinen bzw. Mehrzonen-Spritzkabinen werden flüssige organische Beschichtungsstoffe (Anstriche, Lacke usw.) in einem teilweise oder vollständig geschlossenen räumlichen Bereich kontrolliert auf Werkstücke aufgetragen. Die vorliegende Norm wurde als Europäische Norm von dem Technischen Komitee CEN TC 271 "Oberflächenbehandlungsgeräte – Sicherheit" ausgearbeitet und mit Datum 01.03.2005 als nationale Norm (ÖNORM EN 12215) veröffentlicht.

Spritzkabinen sind eine Gesamtheit von Maschinen und Komponenten, die für das Auftragen von flüssigen organischen Stoffen in einem teilweise oder vollständig umschlossenen räumlichen Bereich (begrenzt durch Wände) miteinander verbundenen sind.

Die angesprochenen Maschinen und Komponenten sind z.B.:

- Technische Lüftung durch einen oder mehrere Ventilatoren
- Trockenluftfilter- und/oder Luft-Nassreinigungssysteme
- Steuer- und Regeleinrichtungen (z.B. Verriegelung von technischer Lüftung und Spritzeinrichtung)
- Heizsystem für die technische Lüftung

- Automatische Feuerlöscheinrichtung
- Warneinrichtungen, elektrische Einrichtungen
- Spritzkabinen können von allen Seiten umschlossen oder nach oben offen ausgeführt sein. Es gibt auch Spritzkabinen mit offener Zugangsseite (sog. Spritzstände)

2.2. Gefährdungen durch Explosionen

Neben mechanischen, elektrischen Gefährdungen und Gefährdungen durch thermische Einflüsse, Lärm und Strahlung gehen vor allem von den Stoffen, die in den Spritzkabinen verarbeitet, verwendet, freigesetzt und abgeführt werden Gefährdungen aus. Die Gefährdung besteht einerseits durch Kontakt mit oder Einatmen von gesundheitsgefährlichen Flüssigkeiten, Gasen, Dämpfen, Nebeln, Rauchgasen und Stäuben und andererseits durch Explosion.

Gefährdungen durch Explosion können auftreten, wenn die Konzentration der brennbaren Stoffe in Luft die untere Explosionsgrenze (UEG) überschreitet und eine wirksame Zündquelle vorhanden ist.

Brennbare Stoffe, die in Konzentrationen über Normalniveau auftreten können, sind z.B.:

- Lösungsmitteldämpfe, die während der Abdunstphase entstehen;
- Kraftstoffdämpfe und/oder Verbrennungsprodukte des Heizsystems;
- freigesetzte Dämpfe aus Ablagerungen;
- brennbare Heizgase;
- Lösungsmitteldämpfe, die aus Leckagen von defekten Rohrleitungen oder Armaturen entwichen sind;
- Reinigungsflüssigkeiten;
- Lösungsmitteldämpfe durch Umluftführung in automatischen Spritzkabinen

Beispiele für Zündquellen sind:

- heiße Oberflächen, z.B. an Heizsystemen, an elektrischer Ausrüstung;
- mechanisch erzeugte Funken, z.B. an Ventilatoren, Fördereinrichtungen;
- elektrostatische Entladungen;
- elektrische Funken;
- Schweißverfahren und andere Quellen thermischer Energie, die während Instandhaltungs- und Reinigungsarbeiten verwendet werden.

2.3. Sicherheitsanforderungen und/oder Maßnahmen

2.3.1. Sicherheitsmaßnahmen gegen das Einatmen von Aerosolen

Im Arbeitsbereich von Spritzkabinen mit Bedienungsperson muss das Einatmen von Aerosolen und Lösungsmitteldämpfen vermieden werden. In Spritzkabinen muss im Arbeitsbereich der Bedienungsperson das Einatmen von Aerosolen und Lösungsmitteldämpfen durch Reduzierung der Konzentration unterhalb der Expositionsgrenzwerte vermieden sein. – MAK-Werte (MAK = Mittlere Arbeitsplatzkonzentration).

Dies muss durch Einbau einer technischen Lüftung geschehen, die auf die Spritzverfahren, Größe und Form der zu beschichtenden Werkstücke, Menge der verspritzten Gefahrstoffe und deren Expositions-Grenzwerte sowie alle Betriebsbedingungen abgestimmt ist.

Wenn dies nicht möglich ist, ist eine entsprechende persönliche Schutzausrüstung (Atemschutz) für die Bedienungsperson erforderlich.

Im Arbeitsbereich von Spritzkabinen ohne Bedienungsperson besteht diese Gefahr nur bei Einstellungs-, Steuerungs- und Instandhaltungsarbeiten. Entsprechende Sicherheitseinrichtungen sind zu installieren.

Luft, die Lösungsmitteldämpfe in gesundheitsgefährlichen Mengen oder Konzentrationen enthält, darf nicht aus der Spritzkabine in den Arbeitsbereich entweichen.

Bezüglich der Strömungsrichtung in Spritzkabinen für manuelles Auftragen gilt:

Muss so gerichtet sein, dass im Atembereich der Bedienungspersonen keine Grenzwertüberschreitungen ergeben.

Der Luftstrom muss im gesamten Arbeitsbereich möglichst homogen sein.

Wenn während des Spritzens eine Bewegung um einen fest positionierten Gegenstand erforderlich ist, muss die Belüftung vertikal erfolgen.

Vertikal belüftete Spritzkabinen müssen 1 m breiter sein als das breiteste zu beschichtende Werkstück und der Luftstrom muss abwärts gerichtet sein.

Bezüglich Luftgeschwindigkeiten in Spritzkabinen für manuelles Auftragen gilt (Auslegung für leere Spritzkabine):

Für Spritzkabinen und für nach oben offene Spritzkabinen muss die mittlere Luftgeschwindigkeit mindestens 0,30 m/s betragen (Messungen an vorgegeben Punkten mindestens Werte von 0,25 m/s).

Für Spritzkabinen mit offener Zugangsseite muss die mittlere Luftgeschwindigkeit mindestens 0,50 m/s betragen (Messungen an vorgegeben Punkten mindestens Werte von 0,40 m/s).

Für vertikal belüftete Spritzkabinen für das Beschichten von jeweils einem großen Werkstück (mit genau definierten Abmessungen – Verringerung der Volumenstrom-Messenebene um mehr als 30 %) muss bei beladener Kabine die mittlere Luftgeschwindigkeit mindestens 0,30 m/s betragen (Messungen an vorgegeben Punkten mindestens Werte von 0,25 m/s) – es dürfen keine kleineren Werkstücke beschichtet werden.

Für vertikal belüftete Spritzkabinen mit Arbeitsgrube muss die mittlere Luftgeschwindigkeit in der Arbeitsgrube mindestens 0,30 m/s betragen (Messungen an vorgegeben Punkten mindestens Werte von 0,25 m/s).

Dem Anhang der Norm können bildhafte Darstellungen zu einzelnen Kabinenausführungen entnommen werden, ebenso die für die Messungen vorgegebenen Messpunkte.

Geringere Luftgeschwindigkeiten können akzeptiert werden, wenn Nachweise erbracht werden, dass die Gesundheit der Bedienungsperson nicht gefährdet ist. (Geringere Luftgeschwindigkeit kann manchmal eine prozessbedingte Anforderung sein)

2.3.2. Sicherheitsanforderungen und/oder Maßnahmen gegen Explosionen

Durch Maßnahmen muss sichergestellt sein, dass durch technische Lüftung die Konzentration an brennbaren Stoffen unter der UEG (untere Explosionsgrenze) gehalten wird und dass das Vorhandensein von Zündquellen ausgeschlossen oder reduziert wird.

Darüber hinaus müssen vorbeugende Maßnahmen getroffen sein, um Leckagen von brennbaren Gasen auszuschließen und die damit verbundene Möglichkeit von Explosionen zu vermeiden, z.B. durch natürliche Konvektion, Vor- oder Nachspülen mit Luft, Dichtigkeitsprüfungen an Gasleitungen.

Es gelten folgende Festlegungen:

In Spritzkabinen mit Bedienungsperson muss die Konzentration an brennbaren Stoffen auf einen Wert von maximal 25 % der UEG begrenzt sein.

In Spritzkabinen ohne Bedienungsperson muss die Konzentration an brennbaren Stoffen auf einen Wert von maximal 50 % der UEG begrenzt sein, dies gilt auch für Umluftsysteme.

Wenn die UEG des Lösungsmittels nicht bekannt ist, muss zur Berechnung der Wert 40 g/m³ eingesetzt werden.

Die o.a. Grenzwerte dürfen nur zur Einteilung der Gefahrenzonen und zur Festlegung der elektrischen Ausrüstung verwendet werden. Die Einteilung der Gefahrenzonen ist ein wesentlicher Bestandteil des Sicherheitskonzeptes für den Explosionsschutz. Die Zündschutzart von Ausrüstung und Bauteilen, die in Spritzkabinen eingebaut sind, hängt ab von der Begrenzung der Konzentration an brennbaren Stoffen durch technische Lüftung.

Ist die Konzentration an brennbaren Stoffen auf unter 25 % der UEG begrenzt:

- so ist/sind das Innere der Spritzkabine einschließlich der Umluft- und Abluftleitungen und externe Räume, gebildet um ständige Öffnungen im Abstand von bis zu 1 m, als Zone 2 einzustufen.

Liegt die Konzentration an brennbaren Stoffen zwischen 25 % und 50 % der UEG:

- ist das Innere der Spritzkabine einschließlich der Umluft- und Abluftleitungen als Zone 1 einzustufen.
- sind externe Räume, gebildet um ständige Öffnungen im Abstand von bis zu 1 m, als Zone 2 einzustufen.

Anmerkungen:

Türen werden nicht als ständige Öffnung betrachtet (wenn sie selbstschließend sind).

Zone 1: ist ein Bereich, in dem sich bei Normalbetrieb (= der Zustand, in dem Anlagen innerhalb ihrer Auslegungsparameter benutzt werden) gelegentlich eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln bilden kann.

Zone 2: ist ein Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig auftritt.

Wenn die Konzentration an brennbaren Stoffen gleich oder größer 25 % der UEG ist, muss die Spritzkabine entweder mit Explosions-Druckentlastungsflächen oder mit einer Konzentrationsüberwachungseinrichtung, die die Zufuhr an brennbaren Stoffen bei einem Wert von 50 % der UEG oder höher unterbricht, ausgestattet sein.

Anmerkungen zu elektrischer Ausrüstung von Spritzkabinen:

Die elektrische Ausrüstung in Zone 1 muss mindestens der Gruppe II Kategorie 2G entsprechen. (Zusatz G bedeutet Gas)

Die elektrische Ausrüstung in Zone 2 muss mindest der Gruppe II Kategorie 3G entsprechen. (Zusatz G bedeutet Gas)

Anmerkungen zu nichtelektrischer Ausrüstung von Spritzkabinen:

Von nichtelektrischer Ausrüstung und Bauteilen, die in explosionsfähiger Atmosphäre installiert sind, darf ebenfalls keine Explosionsgefahr durch Zündfunken ausgehen. Diese Ausrüstungen müssen den Anforderungen der ÖNORM EN 13463-1 und der ÖNORM EN 13463-5 entsprechen.

Grundsätzlich gilt es Zündgefahren der explosionsfähigen Atmosphären durch Zündfunken, heiße Oberflächen und elektrostatische Aufladungen zu vermeiden.

2.3.3. Sicherheitseinrichtungen und Steuerungen

Elektrische Steuerungs-, Überwachungs- und Messsysteme, die für sicherheitsrelevante Funktionen eingesetzt werden, um die Bildung von gesundheitsgefährdeten Gasen und Dämpfen und die Entstehung von explosionsgefährlichen Atmosphären zu vermeiden, müssen den Anforderungen der Kategorie 3 nach der EN 954–1 entsprechen (siehe 3.1.).

Bei Einsatz von Rechnern und speicherprogrammierbaren Steuerungen für sicherheitsrelevante Funktionen müssen Fehlfunktionen erkannt und die Spritzkabine abgeschaltet und in einen sicheren Zustand geführt werden.

Folgende grundsätzliche Anforderungen werden an Spritzkabinen gestellt:

Spritzkabinen müssen mit einer Einrichtung ausgestattet sein, die jede Verschlechterung der Luftleistung anzeigt (z.B. Differenzdruckwächter). Unterschreitung (Grenzwerte nach 3.1.2.3.1) muss mit optischem und akustischem Alarm angezeigt werden. Der Leistungsverlust darf 10 % nicht übersteigen.

Spritzkabinen müssen mit einer Einrichtung ausgestattet sein, die technische Lüftung, Heizsystem und Spritzeinrichtung miteinander koppelt.

- Spritzeinrichtung darf nur bei wirksamer technischer Lüftung in Betrieb genommen werden können.
- Bei Ausfall der Lüftung muss Spritzeinrichtung unverzüglich gestoppt werden. (Inbetriebnahme erst wieder möglich bei wirksamer technischer Lüftung)
- Heizsystem darf nur bei wirksamer technischer Lüftung in Betrieb genommen werden können. (Ausnahmen: Heißwasserradiatoren, Wärmeübertragung durch heiße Flüssigkeiten oder katalytische Heizsysteme, bei denen geprüft ist, dass keine Beschichtungsstoffe oder Lösungsmittel gezündet werden können)
- Bei Ausfall der Lüftung muss Heizsystem unverzüglich ausgeschaltet werden. (Inbetriebnahme erst wieder möglich bei wirksamer technischer Lüftung)
- Nachlaufen der technischen Lüftung nach Beendigung des Beschichtungsvorganges muss möglich sein (Abkühlung der Wärmetauscher, Absaugung restlicher Lösungsmitteldämpfe)

Anmerkung zu Spritzkabinen ohne Bedienungspersonal:

Durch entsprechende Einrichtungen muss der Zugang für Einstell-, Instandhaltungs- und Prüfarbeiten an der Ausrüstung möglich sein, wie z.B.:

- Zeiteinstellung für Nachlauf der technischen Lüftung nach "Spritz-Stopps", bis Atmosphäre im Inneren der Spritzkabine ungefährlich ist.
- Atemschutzgeräte

Diese Anforderungen gelten auch für Umluftsysteme

Anmerkung zu Schutzmaßnahmen gegen Berühren von elektrischen Teilen:

Grundsätzlich gilt:

Die elektrische Ausrüstung muss gegen äußere mechanische Einflüsse geschützt sein und ihre Isolierung muss resistent gegen die Einsatzstoffe (Lösungsmittel oder andere aggressive Flüssigkeiten) sein und alle leitfähigen mechanischen Teile müssen geerdet sein.

Bei automatischen Einrichtungen zum elektrostatischen Versprühen muss der Zugang zu Gefahrenzonen während des Betriebes sicher verhindert sein. (z.B. durch Verriegelungseinrichtungen) – automatische Abschaltung der Hochspannungsenergieversorgung der Spritz- und Sprühausrüstung.

2.3.4. Schutzmaßnahmen gegen Versagen der Energieversorgung

Alle Spritzkabinen müssen mit beleuchteten Warneinrichtungen und mit einer Beleuchtung der Notausgänge und der automatischen Feuerlöscheinrichtung (falls vorhanden) ausgestattet sein.

2.3.5. Messungen

2.3.5.1. Spritzkabinen mit Bedienungsperson

In Spritzkabinen mit Bedienungsperson muss die Übereinstimmung mit den Anforderungen an die Luftgeschwindigkeit geprüft werden. Bei Übereinstimmung sind Messungen der Konzentration an brennbaren Stoffen nicht erforderlich. Sind die Luftgeschwindigkeiten nicht mit dem Auftragsverfahren vereinbar, sind Messungen der Konzentration erforderlich und gegebenenfalls ist die Verwendung von Atemschutzgeräten erforderlich.

2.3.5.2. Spritzkabinen ohne Bedienungsperson

In Spritzkabinen ohne Bedienungsperson wird die Konzentration an brennbaren Lösungsmitteln in % der UEG (c_{UEG} , Berechnung siehe Berechnungstool) bestimmt.

In Abhängigkeit vom errechneten Wert von c_{UEG} sind folgende Konzentrationsmessungen durchzuführen:

Berechnete Konzentration $c_{UEG} \leq 10\%$ \Rightarrow keine Messung erforderlich

$10\% < \text{Berechnete Konzentration } c_{UEG} \leq 25\% \Rightarrow$ Messung(en) in der(en) Abluftleitung(en)

25 % < Berechnete Konzentration $c_{UEG} \leq 50$ % \Rightarrow Messungen im Inneren der Spritzkabine an in der in ÖNORM EN 12215 festgelegten Messpunkten \Rightarrow Messung(en) in der(en) Abluftleitung(en)

3. ÖNORM EN 13355:2005-04-01 "Beschichtungsanlagen – Kombinierte Spritz- und Trocknungskabinen: Sicherheitsanforderungen"

3.1. Definition

Im nachfolgenden werden kombinierte Kabinen zum Auftragen von organischen flüssigen Beschichtungstoffen durch Bedienungspersonen bei einer höchsten Trockentemperatur von 100 °C behandelt. Im Wesentlichen basieren die Festlegungen in dieser Norm auf den Bestimmungen der zuvor behandelten Vorschriften, der ÖNORM EN 12215 und der ÖNORM EN 1539.

Kombinierte Spritz- und Trockenkabinen sind eine Gesamtheit von Maschinen und Komponenten, die miteinander verbunden sind für das Auftragen und Trocknen von flüssigen organischen Stoffen, in einem mit einer Lüftung ausgestatteten geschlossenen Raum.

Die angesprochenen Maschinen und Komponenten sind z.B.:

- Technische Lüftung durch einen oder mehrere Ventilatoren
- Heizsystem für die technische Lüftung (Wärmetauscher oder Brenner)
- Kraftbetriebene Drossel- und Umschaltklappen
- Trockenluftfilter- und/oder Luft-Nassreinigungssysteme
- Automatische Brandlöscheinrichtung
- elektrische Zusatzausrüstung
- Steuer- und Energiekreise
- Eventuell Arbeitsgrube

3.2. Gefährdungen durch Explosionen

Neben mechanischen, elektrischen Gefährdungen und Gefährdungen durch thermische Einflüsse, Lärm und Strahlung gehen vor allem von den Stoffen, die in den kombinierten Spritz- und Trockenkabinen verarbeitet, verwendet, freigesetzt und abgeführt werden Gefährdungen aus. Die Gefährdung besteht einerseits durch Kontakt mit oder Einatmen von gesundheitsgefährlichen Flüssigkeiten, Gasen, Dämpfen, Nebeln, Rauchgasen und Stäuben und andererseits durch Explosion.

Gefährdungen durch Explosion können auftreten, wenn die Konzentration der brennbaren Stoffe in Luft die untere Explosionsgrenze (UEG) überschreitet und eine wirksame Zündquelle vorhanden ist.

Brennbare Stoffe, die in Konzentrationen über Normalniveau auftreten können, sind z.B.:

- Lösungsmitteldämpfe, die während der Spritz- und Trocknungsphase entstehen;
- Dämpfe von Brennstoffen und/oder Verbrennungsprodukte des Heizsystems;
- freigesetzte Dämpfe aus Ablagerungen;
- brennbare Heizgase;
- Kraftstoffdämpfe

Beispiele für Zündquellen sind:

- heiße Oberflächen, z.B. an Heizsystemen, an elektrischer Ausrüstung;
- mechanisch erzeugte Funken, z. B. an Ventilatoren, Fördereinrichtungen;
- elektrostatische und atmosphärische Entladungen;
- elektrische Funken;
- Schweißverfahren und andere Quellen thermischer Energie (z.B. während Instandhaltungsarbeiten)

3.3. Sicherheitsanforderungen und/oder Maßnahmen

3.3.1 Sicherheitsanforderungen und/oder Maßnahmen gegen Einatmen von Aerosolen und Lösungsmitteldämpfen

Um die Gefährdungen durch Einatmen von Aerosolen und Lösungsmitteldämpfen zu reduzieren, müssen kombinierte Kabinen mit einer angemessenen technischen Lüftung ausgestattet sein.

Auslegungskriterien sind:

- Art des Auftragsverfahrens
- Größe und Form der Werkstücke
- Menge der verspritzten gesundheitsgefährdenden Stoffe
- Expositions-Grenzwerte der verwendeten Beschichtungsstoffe (MAK-Werte, MAK = Mittlere Arbeitsplatzkonzentration)
- Luft, die Lösungsmitteldämpfe in gesundheitsgefährlichen Mengen oder Konzentrationen enthält, darf nicht aus der Spritzkabine in den Arbeitsbereich entweichen.

Der Luftstrom muss im gesamten Arbeitsbereich möglichst homogen sein und so gerichtet sein, dass die Bedienungspersonen keine mit organischen Beschichtungsstoffen gesundheitsgefährlich belastete Luft einatmet.

Bezüglich Luftgeschwindigkeiten in kombinierten Kabinen gilt (Auslegung für leere Spritzkabine):

Für kombinierte Kabinen zum Beschichten von gleichartigen (z.B. Pkw) und großen gleichartigen Werkstücken (z.B. Lkw) muss die mittlere Luftgeschwindigkeit mindestens 0,30 m/s betragen (Messungen an vorgegebenen Punkten mindestens Werte von 0,25 m/s).

Für kombinierte Kabinen zum Beschichten von Werkstücken unterschiedlicher Größe darf die Luftgeschwindigkeit an keinem Messpunkt unter 0,30 m/s liegen.

Für kombinierte Kabinen mit Arbeitsgruben muss die mittlere Luftgeschwindigkeit mindestens 0,30 m/s betragen (Messungen an vorgegebenen Punkten in der Arbeitsgrube mindestens Werte von 0,25 m/s).

Die entsprechenden Messpunkte sind im Anhang der Norm vorgegeben.

Spezielle Luftgeschwindigkeiten (z.B. beim Spritzen von sehr langen Werkstücke – Eisenbahnwagons) können akzeptiert werden, wenn Nachweise erbracht werden, dass die Gesundheit der Bedienungsperson nicht gefährdet ist.

In umschlossenen Bereichen (z.B. im Inneren der Wagons oder in Arbeitsgruben) ist das Benutzen von Atemschutzgeräten erforderlich.

3.3.2. Sicherheitsanforderungen und/oder Maßnahmen gegen Explosionen

Durch Maßnahmen muss sichergestellt sein, dass durch technische Lüftung die Konzentration an brennbaren Stoffen unter 25 % der UEG (untere Explosionsgrenze) gehalten wird und dass das Vorhandensein von Zündquellen ausgeschlossen oder reduziert wird.

Für die technische Lüftung sind die beiden Betriebszustände (Spritzen und Trocknen) zu betrachten. Die Verdünnung der brennbaren Stoffe ist nach den Vorschriften, der ÖNORM EN 12215 (für das Spritzen) und der ÖNORM EN 1539 (für das Trocknen) zu berechnen.

Es sind folgende Anforderungen durch die technische Lüftung zu erfüllen:

Es muss eine gleichmäßige Spülung aller Bereiche, Sektionen, Rohrleitungen und Abluftsysteme der kombinierten Kabine erfolgen (keine Toträume).

Drosselklappen müssen so gestaltet sein, dass der erforderliche Mindest-Abluftvolumenstrom zu jeder Zeit (auch bei minimaler Klappenstellung) sichergestellt ist.

Die Konzentration an brennbaren Stoffen muss auf 25 % der UEG begrenzt sein.

Das Heizsystem darf nicht in Funktion sein, bevor die technische Lüftung in Betrieb ist.

Nach einem Ausfall des Heizsystems muss die technische Lüftung in Betrieb genommen werden.

Die technische Lüftung muss mindestens mit der fünffachen Menge des Gesamtdampf-raumes an Frischluft vorspülen; erst danach darf das Heizsystem wieder in Betrieb genommen werden.

Die Spritzeinrichtung darf nur bei wirksamer technischer Lüftung in Betrieb genommen werden können.

Bei Ausfall der Lüftung muss die Spritzeinrichtung unverzüglich gestoppt werden. (Inbetriebnahme erst wieder möglich bei wirksamer technischer Lüftung)

Gefahrenzonen:

Da die Konzentration an brennbaren Stoffen bei kombinierten Kabinen auf unter 25 % der UEG begrenzt ist, ist das Innere der kombinierten Kabinen einschließlich der Umluft- und Abluftleitungen und externe Räume gebildet, um ständige Öffnungen im Abstand von bis zu 1m, als Zone 2 einzustufen.

Anmerkungen zur elektrischen Ausrüstung von kombinierten Kabinen:

Die elektrische Ausrüstung in Zone 2 muss mindest der Gruppe II Kategorie 3G entsprechen. (Zusatz G bedeutet Gas)

Insbesondere sind die folgenden Maßnahmen zu beachten:

Alle elektrisch leitfähigen Teile sind untereinander zu verbinden und zu erden.

Der Bedienungsstand ist außerhalb der kombinierten Kabine anzuordnen.

Für fest hinter einer transparenten und stoßfesten Abdeckung installierte Beleuchtungseinrichtungen, die so zur Kabine abgedichtet sind, dass Lösungsmitteldämpfe aus dem Inneren der kombinierten Kabine nicht in die Beleuchtungseinrichtung gelangen, ist die Schutzart IP 54 ausreichend.

Für Motoren außerhalb der kombinierten Kabine ist die Schutzart IP 44 ausreichend. Motoren dürfen nicht in Abluftleitungen installiert sein.

Anmerkungen zu nichtelektrischer Ausrüstung von kombinierten Kabinen:

Von nichtelektrischer Ausrüstung und Bauteilen, die in explosionsfähiger Atmosphäre installiert sind, darf ebenfalls keine Explosionsgefahr durch Zündfunken ausgehen. Diese Ausrüstungen müssen den Anforderungen der ÖNORM EN 13463-1 und der ÖNORM EN 13463-5 entsprechen.

Grundsätzlich gilt es Zündgefahren der explosionsfähigen Atmosphären durch Zündfunken, heiße Oberflächen und elektrostatische Aufladungen zu vermeiden.

Anmerkung zu Heizsystemen:

Heizsysteme, die mit brennbaren Stoffen betrieben werden, müssen mit den entsprechenden Normen übereinstimmen (EN 764-1, EN 764-2, EN 525)

Grundsätzlich ist die Rückführung von belasteter Luft zu vermeiden (Frischlufteinlass muss vom Abluftauslass und vom Brenner entfernt installiert sein)

Es muss eine Verriegelung zwischen technischer Lüftung und Gaseinlassventil des Brenners installiert sein. Die Heizung darf nur bei wirksamer technischer Lüftung (oder wirksamen Umluftsystem) funktionsfähig sein.

Bei direkter Zuluftbeheizung muss die Konzentration an während der Verbrennung freigesetzten Gasen unter den Expositionsgrenzwerten liegen (MAK-Werte). Diese Forderung kann durch Gaswarneinrichtungen erfüllt werden, die das Heizsystem bei Überschreiten der Grenzwerte abschalten.

Weiter gilt, dass der Einlass des Luftgenerators und die Brennerflamme außerhalb des Spritzbereiches und außerhalb der Zone 2 installiert sein müssen.

3.3.3. Sicherheitseinrichtungen und Steuerungen

Elektrische Steuerungs-, Überwachungs- und Messsysteme, die für sicherheitsrelevante Funktionen eingesetzt werden, um die Bildung von gesundheitsgefährdenden Gasen und Dämpfen und die Entstehung von explosionsgefährlichen Atmosphären zu vermeiden, müssen den Anforderungen der Kategorie 3 nach der EN 954–1 entsprechen (siehe 3.1.).

Es können auch Teile verwendet werden, die Kategorie 1 entsprechen, diese müssen aber bei Kombination mindestens der Kategorie 3 entsprechen.

Bei Einsatz von Rechnern und speicherprogrammierbaren Steuerungen für sicherheitsrelevante Funktionen müssen Fehlfunktionen erkannt und die Spritzkabine abgeschaltet und in einen sicheren Zustand geführt werden.

Folgende grundsätzliche Anforderungen werden an kombinierte Kabinen gestellt:

Kombinierte Kabinen müssen mit einer Einrichtung ausgestattet sein, welche die Luftleistung überwacht. Unterschreitung (Grenzwerte nach 3.1.3.3.1) muss mit optischem und akustischem Alarm angezeigt werden.

Kombinierte Kabinen müssen mit einer Einrichtung ausgestattet sein, die technische Lüftung, Heizsystem und Spritzeinrichtung miteinander verriegelt. Die Verriegelung muss folgende sicherheitsrelevante Funktionen der Steuerung sicherstellen.

- Überwachung der Luftgeschwindigkeit
- Umluftüberwachung
- Drosselklappenregelung
- Überwachung der Heizflächen-/Heizluft-Temperatur in Abhängigkeit von der höchsten Trocknungstemperatur
- NOT-AUS- Stromkreise
- Einrichtung, die Spritzbetrieb nur bei wirksamer technischer Lüftung erlaubt
- Einrichtung die IR(Infrarot)-Heizung während des Spritzbetriebes verhindert
- Auslösen der automatischen Feuerlöschanlage

Anmerkung:

- Die Steuerungen für hydraulische oder pneumatische Systeme, die den Volumenstrom der technischen Lüftung und den Explosionsschutz beeinträchtigen, müssen mindestens Kategorie 1 nach EN 954–1 entsprechen.

3.3.4. Schutzmaßnahmen gegen Versagen der Energieversorgung

Um zu vermeiden, dass gefährliche explosionsfähige Gemische in der kombinierten Kabine auf Grund einer Reduzierung des Volumenstromes der technischen Lüftung gebildet werden können, dürfen die Ventilatoren nicht mit einer Unterbrechungseinrichtung ausgestattet sein, durch die die Hauptstromversorgung abgeschaltet wird. Maßnahmen zur Verhinderung eines unkontrollierten (Wieder)Anlaufes sind vorzusehen.

Hinweis zu NOT-AUS-Einrichtungen:

Das Betätigen von NOT-AUS-Einrichtungen darf nicht zum Unterbrechen des Luftvolumenstromes führen, wenn durch die Unterbrechung die Bildung gefährlicher explosionsfähiger Gemische zu erwarten ist. Die kombinierte Kabine ist in einen sicheren Zustand zu bringen (z.B. Ventilator genügend lange nachlaufen lassen)

Quellennachweis

ÖNORM EN 1539:2000-04-01 „Trockner und Öfen, in denen brennbare Stoffe freigesetzt werden: Sicherheitsanforderungen“

ÖNORM EN 12215:2005-03-01 "Beschichtungsanlagen – Spritzkabinen für flüssige organische Beschichtungsstoffe: Sicherheitsanforderungen"

ÖNORM EN 13355:2005-04-01 "Beschichtungsanlagen – Kombinierte Spritz- und Trocknungskabinen: Sicherheitsanforderungen"

ÖNORM EN 954–1: 1.Mai 1997 " Sicherheit von Maschinen, Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen, Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze"

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Mittlere Gesamt-Kohlenstoffkonzentration in der Abluft von Anlagen, die Beschichtungsstoffe auf Lösungsmittelbasis (Lb) und auf Wasserbasis (Wb) einsetzen	29
Tabelle 2: Mittlere Geruchsstoffkonzentration in der Abluft von Anlagen, die Beschichtungsstoffe auf Lösungsmittelbasis (Lb) und auf Wasserbasis (Wb) einsetzen	29
Tabelle 3: Quotient aus Geruchsstoff- und Gesamt-Kohlenstoffkonzentration für Beschichtungsstoffe auf Lösungsmittelbasis (Lb) und auf Wasserbasis (Wb)	30
Tabelle 4: Grenzwerttabelle für überschwellige Anlagen der VAV	68
Tabelle 5:	69
Tabelle 6: Ergebnisse der Gesamt-Kohlenstoffkonzentrations-Messungen in den Lackieranlagen, die Beschichtungsstoffe auf Wasserbasis einsetzen	71
Tabelle 7: Ergebnisse der Gesamt-Kohlenstoffkonzentrations-Messungen in den Lackieranlagen, die Beschichtungsstoffe auf Lösungsmittelbasis einsetzen	71
Tabelle 8: Geruchsstoffkonzentration in der Abluft der einzelnen untersuchten Anlagen	73

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kumulative Darstellung des Brennverhaltens der Sprühnebel aller untersuchten Wasserlacke (die Massenanteile beziehen sich auf die gesamte Masse reduziert um den anorganischen Feststoffanteil)	42
Abbildung 2: Trockner vom Typ A(ii) (Quelle: ÖNORM EN 13335)	62

Literaturverzeichnis

Gesetze und Verordnungen (in der jeweils gültigen Fassung)

AAEV (Allgemeine Abwasser-Emissionsverordnung), BGBl. Nr.186/1996

Abfallnachweisverordnung 2003, BGBl. II Nr.618/2003

Abfallwirtschaftsgesetz 2002 – AWG 2002, BGBl. I Nr.102/2002

AEV Oberflächenbehandlung, BGBl. II Nr.44/2002

Arbeitsstättenverordnung (AStV), BGBl. II Nr. 368/1998

ATEX-Richtlinie, 99/92/EG, ATEX 137 (für den Betreiber)

ATEX-Richtlinie, 94/9/EG, ATEX 100 (für den Hersteller)

ExSV 1996 Explosionsschutzverordnung 1996 BGBl. Nr.252/1996

Feuerungsanlagenverordnung – FAV, BGBl. II Nr. 331/1997

Grenzwerteverordnung 2003 – GKV 2003, BGBl.II Nr.253/2001

HKW-Anlagen-Verordnung – HAV, BGBl. II Nr.411/2005

IEV (Indirekteinleiterverordnung), BGBl. II Nr.222/1998

Kennzeichnungsverordnung – KennV, BGBl. II Nr. 101/1997

Lösungsmittelverordnung 2005 – LMV 2005, BGBl. II Nr.398/2005

Maschinen-Sicherheitsverordnung, BGBl. Nr.306/1994

Verordnung über brennbare Flüssigkeiten – VbF, BGBl. 240/1991

Verordnung explosionsfähige Atmosphären – VEXAT, BGBl. II 309/2004

VOC-Anlagen-Verordnung – VAV, BGBl. II Nr. 301/2002

Normen

DIN EN 15058, Entwurf 2005-02, Emissionen aus stationären Quellen – Referenzverfahren zur Bestimmung von Kohlenmonoxid (NDIR-Verfahren)

DIN VDE 0105-4, Betrieb von Starkstromanlagen – Zusatzfestlegungen für ortsfeste elektrostatische Sprühanlagen (Ausgabe 9/88 + Entw. 7/02)

ÖNORM EN 2:2004-12-01 Brandklassen (konsolidierte Fassung)

ÖNORM EN 3 Tragbare Feuerlöscher

ÖNORM EN 179:2002-11-01 (Entwurf 2003-04-01), Schlösser und Baubeschläge – Notausgangsverschlüsse mit Drücker oder Stoßplatte – Anforderungen und Prüfverfahren

ÖNORM EN 1127-1:1997-10-01 (Entwurf 2005-03-01), Explosionsfähige Atmosphären - Explosionsschutz – Teil 1: Grundlagen und Methodik

ÖNORM EN 1539:2000-04-01, Trockner und Öfen, in denen brennbare Stoffe freigesetzt werden – Sicherheitsanforderungen

ÖNORM EN 1953:1999-01-01, Spritz- und Sprühgeräte für Beschichtungsstoffe – Sicherheitsanforderungen

ÖNORM EN 12215:2005-03-01, Beschichtungsanlagen – Spritzkabinen für flüssige organische Beschichtungsstoffe – Sicherheitsanforderungen

ÖNORM EN 12619:1999-09-01, Emissionen aus stationären Quellen – Bestimmung der Massenkonzentration des gesamten gasförmigen organisch gebundenen Kohlenstoffs in geringen Konzentrationen in Abgasen – Kontinuierliche Methode unter Verwendung eines Flammenionisationsdetektors

ÖNORM EN 12981:2005 09 01, Beschichtungsanlagen – Spritzkabinen für organische Pulverlacke – Sicherheitsanforderungen

ÖNORM EN 13284-1:2002-03-01, Emissionen aus stationären Quellen – Ermittlung der Staubmassenkonzentration bei geringen Staubkonzentrationen – Teil 1: Manuelles gravimetrisches Verfahren

ÖNORM EN 13284-2:2004-12-01, Emissionen aus stationären Quellen – Ermittlung der Staubmassenkonzentration bei geringen Staubkonzentrationen – Teil 2: Automatische Messeinrichtungen

ÖNORM EN 13355:2005-04-01, Beschichtungsanlagen – Kombinierte Spritz- und Trocknungskabinen – Sicherheitsanforderungen

ÖNORM EN 13478:2002-04-01, Sicherheit von Maschinen – Brandschutz

ÖNORM EN 13501-1:2002-06-01, Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten

ÖNORM EN 13501-2:2004-01-01, Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen

ÖNORM EN 13501-3:2006-04-01, Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 3: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen an Bauteilen von haustechnischen Anlagen: feuerwiderstandsfähige Leitungen und Brandschutzklappen.

ÖNORM EN 13725:2006-04-01, Luftbeschaffenheit – Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration mit dynamischer Olfaktometrie

ÖNORM EN 14181:2004-09-01, Emissionen aus stationären Quellen – Qualitätssicherung für automatische Messeinrichtungen

ÖNORM EN 14792:2006-04-01, Emissionen aus stationären Quellen – Bestimmung der Massenkonzentration von Stickstoffoxiden (NO_x). Referenzverfahren: Chemilumineszenz

ÖNORM EN 15259 Ausgabe:2007-11-01, Luftbeschaffenheit – Messung von Emissionen aus stationären Quellen – Messstrategie, Messplanung, Messberichte und Gestaltung von Messplätzen

ÖNORM EN 15267-3:2005-09-01, Luftbeschaffenheit – Zertifizierung von automatischen Messeinrichtungen – Teil 3: Mindestanforderungen und Prüfprozeduren für automatische Messeinrichtungen zur Überwachung von Emissionen aus stationären Quellen (Entwurf)

ÖNORM F 1053:2004-11-01, Überprüfung, Instandhaltung und Kennzeichnung tragbarer Feuerlöscher sowie Überprüfungsplakette

ÖNORM F 2030:1998-05-01, Kennzeichen für den Brandschutz – Anforderungen, Ausführungen, Verwendung und Anbringung

ÖNORM M 5861-1:1993-04-01, Manuelle Bestimmung von Staubkonzentrationen in strömenden Gasen – Gravimetrisches Verfahren

ÖNORM M 5861-2:1993-04-01, Manuelle Bestimmung von Staubkonzentrationen in strömenden Gasen – Gravimetrisches Verfahren – Besondere messtechnische Anforderungen

ÖNORM M 9410:1991-01-01, Luftreinhaltung – Messtechnik – Begriffsbestimmungen und Merkmale von kontinuierlich arbeitenden Konzentrationsmessgeräten für Emissionen und Immissionen

ÖNORM M 9411:1999-11-01, Kontinuierlich arbeitende Konzentrationsmesssysteme für Emissionen luftverunreinigender Stoffe – Anforderungen, Einbau und Wartungen

ÖNORM M 9412:1994-08-01, Anforderungen an Auswerteeinrichtungen für kontinuierliche Emissionsmessungen luftverunreinigender Stoffe – Qualitätssicherung für automatische Messeinrichtungen

ÖNORM M 9415:2004-01-01, Messtechnik – Messung von Stoffemissionen in die Atmosphäre

ÖNORM M 9486:1998-08-01, Emissionsmessungen von flüchtigen organischen Verbindungen, insbesondere von Lösungsmitteln – allgemeine Anforderungen

ÖNORM Z 1000-2:2002-08-01, Sicherheitskennfarben und -kennzeichen – Teil 2: Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichen

ÖVE EN 1 bzw. ÖVE/ÖNORM E 8001 Errichtung von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V (WS) und 1500 V (GS) – in der durch die ETV 2002 verbindlich erklärten Form

ÖVE/ÖNORM E 8065:2005-08-01, Errichtung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen

ÖVE/ÖNORM EN 50050:2002-09-01, Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche – Elektrostatische Handsprüheinrichtungen

ÖVE EN 50053-1:1991-09-09, Bestimmungen für die Auswahl, Errichtung und Anwendung elektrostatischer Sprühanlagen für brennbare Sprühstoffe; Teil 1: Elektrostatische Handsprüheinrichtungen

ÖVE EN 50176:1998-12-10, Ortsfeste elektrostatische Sprühanlagen für brennbare flüssige Beschichtungsstoffe

ÖVE EN 50177:1998-12-10, Ortsfeste elektrostatische Sprühanlagen für brennbare Beschichtungspulver

ÖVE/ÖNORM EN 50223:2002-03-01, Ortsfeste elektrostatische Flockanlagen für entzündbaren Flock

ÖVE/ÖNORM EN 50348:2002-06-01, Ortsfeste elektrostatische Sprüheinrichtungen für nichtbrennbare flüssige Beschichtungsstoffe

ÖVE/ÖNORM EN 60079-14:2004-08-01, Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche - Teil 14: Elektrische Anlagen für gefährdete Bereiche (ausgenommen Grubenbaue)

Richtlinien

BGI 740 Lackierräume und -einrichtungen für flüssige Beschichtungsstoffe

BGI 764, elektrostatisches Beschichten (10/00)

BGR 104, Explosionsschutzregeln (Ex-RL; Ausgabe 12/2002)

BGR 132, Vermeidung von Zündgefahren in Folge elektrostatischer Aufladungen (3/03), bisher ZH 1/200

BGV D 24, Trockner für Beschichtungsstoffe (1/1993)

Erlass des BMWA - Zentral-Arbeitsinspektorat, Zl: BMWA-461.308/0001-III/2/2005 vom 12. Jänner 2005 (Explosionsschutz – Stand der Technik)

Gefahrstoffsensorik, Brauer, Loseblattsammlung, ecomed-Verlag

Gerüche in der Außenluft, VDI-Handbuch 2001

Gerüche in der Umwelt, BayLfU, 2000

Olfaktometrische Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration und der Geruchsintensität in der Abluft von Lackieranlagen, NU 59-1999, Amt der NÖ-Landesregierung, 1999

Simulation der Geruchsausbreitung, Staub-Reinhaltung der Luft, 1984

TRVB A 107 Brandschutzgutachten, Ausgabe 2004

TRVB F 124 Erste und Erweiterte Löschhilfe, Ausgabe 1997

TRVB B 148 Feststellanlagen für Brandschutz- und Rauchabschlüsse, Ausgabe 1984

TRVB S 151 Brandfallsteuerungen, Ausgabe 1994

VDI 2066 Blatt 1, 2006-01, Messen von Partikeln, Staubmessungen in strömenden Gasen; Gravimetrische Bestimmung der Staubbeladung

VDI 2066 Blatt 2, 1993-08, Messen von Partikeln; Manuelle Staubmessung in strömenden Gasen, Gravimetrische Bestimmung der Staubbeladung; Filterkopfgeräte (4 m³/h, 12 m/h)

VDI 2066 Blatt 3, 1994-01, Messen von Partikeln, Manuelle Staubmessung in strömenden Gasen, Gravimetrische Bestimmung der Staubbelastung, Filterkopfgeräte (40 m³/h)

VDI 2066 Blatt 7, 1993-08, Messen von Partikeln, Manuelle Staubmessung in strömenden Gasen, Gravimetrische Bestimmung geringer Staubgehalte, Planfilterkopfgeräte

VDI 2263 Blatt 2, 1992-05, Staubbrände und Staubexplosionen; Gefahren, Beurteilung, Schutzmaßnahmen; Inertisierung

VDI 2456, 2004-11, Messen gasförmiger Emissionen - Referenzverfahren für die Bestimmung der Summe von Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid - Ionenchromatographisches Verfahren

VDI 2459 Blatt 1, 2000-12, Messen gasförmiger Emissionen - Messen der Kohlenmonoxid-Konzentration mittels Flammenionisationsdetektor nach Reduktion zu Methan

VDI 2459 Blatt 6, 1980-11, Messen gasförmiger Emissionen; Messen der Kohlenmonoxid-Konzentration; Verfahren der nichtdispersiven Infrarot-Absorption

VDI 3481 Blatt 3, 1995-10, Messen gasförmiger Emissionen - Messen von flüchtigen organischen Verbindungen, insbesondere von Lösungsmitteln, mit dem Flammen-Ionisations-Detektor (FID)

VDI 3673 Blatt 1, 2002-11, Druckentlastung von Staubexplosionen

VDI 3882 Blatt 2, 1994-09, Olfaktrometrie - Bestimmung der hedonischen Geruchswirkung

PTB-Bericht W-57:1994, Vermeiden der Entzündung von Sprühnebeln handelsüblicher wasserverdünnbarer Lacke (Wasserlacke) beim Verarbeiten mit elektrostatischen Sprühanlagen und -einrichtungen (Ulrich Pidoll/Helmut Krämer), Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig Februar 1994.

PTB-Bericht PEx5 200500185, Schlussfolgerungen aus den Untersuchungen der PTB Vorhaben 37001 und 3428 bezüglich der Anforderungen an Wasserlacken und Explosionsschutz bei elektrostatischen Lackieranlagen und Sprühkabinen, 26.9.2005

Bezugsquellen

Österreichische Gesetze und Verordnungen: www.ris.bka.gv.at

BGVR - Richtlinien: Carl Heymann Verlag KG., Köln

ÖNORMEN, EN-Normen, VDI- und VDMA-Richtlinien: Österreichisches Normungsinstitut, Postfach 130, 1021 Wien

ÖVE-Richtlinien: ÖVE, Eschenbachgasse 9, 1010 Wien

BGI: Jedermann Verlag, Heidelberg, und Carl Heymann Verlag, Köln.

TRVB-Richtlinien: Österreichischer Berufsfeuerwehrverband, Siebenbrunnengasse 21, 1050 Wien

Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort

Stubenring 1, 1010 Wien

+43 1 711 00-0

betriebsanlagentechnik@bmdw.gv.at

[bmdw.gv.at](https://www.bmdw.gv.at)