

113-606

DGUV Regel 113-606



Herstellung von Beschichtungsstoffen

komm**mit****mensch** ist die bundesweite Kampagne der gesetzlichen Unfallversicherung in Deutschland. Sie will Unternehmen und Bildungseinrichtungen dabei unterstützen eine Präventionskultur zu entwickeln, in der Sicherheit und Gesundheit Grundlage allen Handelns sind. Weitere Informationen unter www.kommmitmensch.de

Impressum

Herausgegeben von:
Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
Fax: 030 13001-9876
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Sachgebiet Explosionsschutz
des Fachbereichs Rohstoffe und chemische Industrie der DGUV

Ausgabe: Dezember 2020

DGUV Regel 113-606
zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger oder unter
www.dguv.de/publikationen Webcode: p113606

© Diese Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Die Vervielfältigung,
auch auszugsweise, ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung gestattet.

Bildnachweis

Titel, Abb. 3 © Axalta Coating Systems, Deutschland Holding GmbH & Co. KG;
Abb. 1, 6, 8, 12, 13, 14 a, 14b, 16-19, 20, 25–28, 34, 35, 38-41, 49–53 © BASF
Coatings GmbH; Abb. 2©ELAFLEX – Gummi Ehlers GmbH; Abb. 4, 5, 10, 11,
15 a, 15b, 46, 61, 62 © AkzoNobel; Abb. 7, 33, 42 © Mankiewicz Gebr. & Co
(GmbH & Co. KG); Abb. 9 © Pelikan PBS Produktionsgesellschaft mbH & Co.
KG; Abb. 21–23, 29–32 © Sun Chemical Group GmbH; Abb. 36, 37, 43, 45, 47
© Berger-Gruppe, Grünstadt; Abb. 44 © Boplan Deutschland GmbH; Abb. 48
© D.W.RENZMANN Apparatebau GmbH; Abb. 54 © Siegwerk Büdingen
GmbH; Abb. 55–59, 63 © Emil Frei GmbH & Co. KG; Abb. 60 © DDP Specialty
Products Germany GmbH & Co. KG

Herstellung von Beschichtungsstoffen

Inhaltsverzeichnis

	Seite		Seite		
1	Wozu diese Regel?	5	3.4	Abfüllen, Verpacken, Transport	39
2	Grundlagen für den Arbeitsschutz	6	3.4.1	Abfüllen von Hand.....	39
2.1	Was für alle gilt.....	6	3.4.2	Arbeiten an Abfüllautomaten.....	41
2.2	Was für die Branche gilt	11	3.4.3	Verpacken.....	43
3	Arbeitsplätze und Tätigkeiten –		3.4.4	Bereitstellen, Lagern und inner-	
	Gefährdungen und Maßnahmen	15		betrieblicher Transport.....	45
3.1	Ansetzen.....	18	3.5	Reinigen.....	48
3.1.1	Zugeben flüssiger Rohstoffe.....	18	3.5.1	Reinigen von Behältern und Anlagen.....	49
3.1.2	Zugeben fester Rohstoffe	20	3.5.2	Weitere Reinigungsarbeiten:	
3.1.3	Arbeiten an Rührwerken, Mischern			Kleinteile, Produktionsräume	52
	und Knetern	22	3.6	Herstellen von Bindemitteln.....	54
3.2	Dispergieren.....	26	3.7	Herstellen von Pulverlacken	56
3.2.1	Arbeiten an Rührwerksmühlen.....	26	3.7.1	Arbeiten an Extrudern	56
3.2.2	Arbeiten an Walzenmaschinen	28	3.7.2	Arbeiten an Mahlanlagen.....	58
3.3	Qualitätskontrolle	30	3.8	Tätigkeiten mit Nitrocellulose	60
3.3.1	Probenahme.....	31	3.9	Maßnahmen zur Zündquellenvermeidung ...	62
3.3.2	Beschichten von Oberflächen	33			
3.3.3	Arbeiten an Druckmaschinen	36			

1 Wozu diese Regel?

Was ist eine DGUV Regel?

Arbeitsschutzmaßnahmen passgenau für Ihre Branche – dabei unterstützt Sie diese DGUV Regel. Sie wird daher auch „Branchenregel“ genannt. DGUV Regeln werden von Fachleuten der gesetzlichen Unfallversicherung sowie weiteren Expertinnen und Experten zum Arbeitsschutz verfasst, die den betrieblichen Alltag in Unternehmen Ihrer Branche kennen und wissen, wo die Gefahren für Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten liegen.

DGUV Regeln helfen Ihnen, staatliche Arbeitsschutzvorschriften, Unfallverhütungsvorschriften, Normen und viele verbindliche gesetzliche Regelungen konkret anzuwenden. Daneben erhalten Sie auch zahlreiche praktische Tipps und Hinweise für einen erfolgreichen Arbeitsschutz in Ihrem Unternehmen. Als Unternehmerin oder Unternehmer können Sie andere Lösungen wählen. Diese müssen aber im Ergebnis mindestens ebenso sicher sein.

An wen wendet sich diese DGUV Regel?

Mit dieser DGUV Regel sind in erster Linie Sie als Unternehmerin oder Unternehmer angesprochen. Denn Sie sind für die Sicherheit und Gesundheit Ihrer Beschäftigten verantwortlich. Durch den hohen Praxisbezug bietet die DGUV Regel aber auch großen Nutzen für alle weiteren Akteurinnen und Akteure in Ihrem Unternehmen, etwa Ihrem Personal- und Betriebsrat, Ihren Fachkräften für Arbeitssicherheit, Ihren Betriebsärztinnen und -ärzten sowie Ihren Sicherheitsbeauftragte.

Die vorliegende DGUV Regel bietet konkrete Hilfestellungen bei den Arbeitsschutzmaßnahmen im Rahmen der Herstellung von Beschichtungsstoffen. Sie umfasst die wichtigsten Präventionsmaßnahmen, um die gesetzlich vorgeschriebenen Schutzziele für Ihr Unternehmen und Ihre Belegschaft zu erreichen.

2 Grundlagen für den Arbeitsschutz

2.1 Was für alle gilt

Von der betriebsärztlichen und sicherheitstechnischen Betreuung über die Unterweisung und Gefährdungsbeurteilung bis hin zur Ersten Hilfe: Wer die Sicherheit und Gesundheit seiner Beschäftigten systematisch in allen Prozessen berücksichtigt und diese dabei beteiligt, schafft eine solide Basis für einen gut organisierten Arbeitsschutz.



Rechtliche Grundlagen

- Arbeitsschutzgesetz
- Arbeitssicherheitsgesetz
- Arbeitsstättenverordnung
- Betriebssicherheitsverordnung
- Gefahrstoffverordnung
- PSA-Benutzungsverordnung
- Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge

- DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“
- DGUV Vorschrift 2 „Betriebsärzte und Fachkräfte für Arbeitssicherheit“

- „Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen“ (Technische Regel für Betriebssicherheit, TRBS 1201)
- „Zur Prüfung befähigte Personen“ (TRBS 1203)
- „Barrierefreie Gestaltung von Arbeitsstätten“ (Technische Regel für Arbeitsstätten, ASR V3 a.2)
- „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung“ (ASR A1.3)
- „Maßnahmen gegen Brände“ (ASR A2.2)
- „Fluchtwege und Notausgänge, Flucht- und Rettungsplan“ (ASR A2.3)
- „Erste-Hilfe-Räume, Mittel und Einrichtungen zur Ersten Hilfe“ (ASR A4.3)



Weitere Informationen

- DGUV Information 204-022 „Erste Hilfe im Betrieb“
- DGUV Information 205-023 „Brandschutzhelfer“
- DGUV Information 250-010 „Eignungsuntersuchungen in der betrieblichen Praxis“

Als Unternehmerin oder Unternehmer sind Sie für die Sicherheit und Gesundheit Ihrer Beschäftigten in Ihrem Unternehmen verantwortlich. Dazu verpflichtet Sie das Arbeitsschutzgesetz. Doch es gibt viele weitere gute Gründe, warum Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz in Ihrem Unternehmen wichtig sein sollten. So sind Beschäftigte, die in einer sicheren und gesunden Umgebung arbeiten, nicht nur weniger häufig krank, sie arbeiten auch engagierter und motivierter. Mehr noch: Investitionen in den Arbeitsschutz lohnen sich für Unternehmen nachweislich auch ökonomisch.

Die gesetzliche Unfallversicherung unterstützt Sie bei der Einrichtung des Arbeitsschutzes in Ihrem Unternehmen. Der erste Schritt: Setzen Sie die grundsätzlichen Präventionsmaßnahmen um, die auf den folgenden Seiten beschrieben sind. Sie bieten Ihnen die beste Grundlage für einen gut organisierten Arbeitsschutz und stellen die Weichen für weitere wichtige Präventionsmaßnahmen in Ihrem Unternehmen.



Verantwortung und Aufgabenübertragung

Die Verantwortung für die Sicherheit und Gesundheit Ihrer Beschäftigten liegt bei Ihnen als Unternehmerin oder Unternehmer. Das heißt, dass Sie die Arbeiten in Ihrem Betrieb so organisieren müssen, dass eine Gefährdung für Leben und Gesundheit möglichst vermieden wird und die Belastung Ihrer Beschäftigten nicht über deren individuelle Leistungsfähigkeit hinausgeht.

Diese Aufgabe können Sie auch schriftlich an andere zuverlässige und fachkundige Personen im Unternehmen übertragen. Sie sind jedoch dazu verpflichtet, regelmäßig zu prüfen, ob diese Personen ihre Aufgabe erfüllen. Legen Sie bei Bedarf Verbesserungsmaßnahmen fest. Insbesondere nach einem Arbeitsunfall oder nach Auftreten einer Berufskrankheit müssen deren Ursachen ermittelt und die Arbeitsschutzmaßnahmen angepasst werden.

Betriebsärztliche und sicherheitstechnische Betreuung

Unterstützung bei der Einrichtung von sicheren und gesunden Arbeitsplätzen erhalten Sie von den Fachkräften für Arbeitssicherheit, Betriebsärztinnen und Betriebsärzten sowie Ihrem Unfallversicherungsträger. Die DGUV Vorschrift 2 gibt vor, in welchem Umfang Sie diese betriebsärztliche und sicherheitstechnische Betreuung gewährleisten müssen.

Sicherheitsbeauftragte

Arbeiten in Ihrem Unternehmen mehr als 20 Beschäftigte, müssen Sie zusätzlich Sicherheitsbeauftragte bestellen. Sicherheitsbeauftragte sind Beschäftigte Ihres Unternehmens, die Sie ehrenamtlich neben ihren eigentlichen Aufgaben bei der Verbesserung der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes unterstützen. Sie achten beispielsweise darauf, dass Schutzvorrichtungen und -ausrüstungen vorhanden sind und weisen ihre Kolleginnen und Kollegen auf sicherheits- oder gesundheitswidriges Verhalten hin. So geben sie Ihnen verlässliche Anregungen zur Verbesserung des Arbeitsschutzes.

Qualifikation für den Arbeitsschutz

Wirksamer Arbeitsschutz erfordert fundiertes Wissen. Stellen Sie daher sicher, dass alle Personen in Ihrem Unternehmen, die mit Aufgaben im Arbeitsschutz betraut sind, ausreichend qualifiziert sind. Geben Sie diesen Personen die Möglichkeit, an Aus- und Fortbildungsmaßnahmen teilzunehmen. Die Berufsgenossenschaften, Unfallkassen und die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung bieten hierzu vielfältige Seminare sowie Aus- und Fortbildungsmöglichkeiten an.

Beurteilung der Arbeitsbedingungen und Dokumentation (Gefährdungsbeurteilung)

Wenn die Gefahren für Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz nicht bekannt sind, kann sich auch niemand davor schützen. Eine der wichtigsten Aufgaben des Arbeitsschutzes ist daher die Beurteilung der Arbeitsbedingungen, auch „Gefährdungsbeurteilung“ genannt. Diese hat das Ziel, für jeden Arbeitsplatz in Ihrem Unternehmen mögliche Gefährdungen für die Sicherheit und Gesundheit Ihrer Beschäftigten festzustellen und Maßnahmen zur Beseitigung dieser Gefährdungen festzulegen. Beurteilen Sie dabei sowohl die körperlichen als auch die psychischen Belastungen Ihrer Beschäftigten.

Beachten Sie Beschäftigungsbeschränkungen und -verbote, beispielsweise für Jugendliche, Schwangere und stillende Mütter, insbesondere im Hinblick auf schwere körperliche Arbeiten sowie den Umgang mit Gefahrstoffen. Es gilt: Gefahren müssen immer direkt an der Quelle beseitigt oder vermindert werden. Wo dies nicht vollständig möglich ist, müssen Sie Schutzmaßnahmen nach dem T-O-P-Prinzip ergreifen. Das heißt, Sie müssen zuerst technische (T), dann organisatorische (O) und erst zuletzt personenbezogene (P) Maßnahmen festlegen und durchführen. Mit der anschließenden Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung kommen Sie nicht nur Ihrer Nachweispflicht nach, sondern erhalten auch eine Übersicht der Arbeitsschutzmaßnahmen in Ihrem Unternehmen. So lassen sich auch Entwicklungen nachvollziehen und Erfolge aufzeigen.

Arbeitsmedizinische Maßnahmen

Ein unverzichtbarer Baustein im Arbeitsschutz Ihres Unternehmens ist die arbeitsmedizinische Prävention. Dazu gehören die Beteiligung des Betriebsarztes oder der Betriebsärztin an der Gefährdungsbeurteilung, die Durchführung der allgemeinen arbeitsmedizinischen Beratung sowie die arbeitsmedizinische Vorsorge mit individueller arbeitsmedizinischer Beratung der Beschäftigten. Ergibt die Vorsorge, dass bestimmte Maßnahmen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes ergriffen werden müssen, so müssen Sie diese für die betroffenen Beschäftigten in die Wege leiten.

Unterweisung

Ihre Beschäftigten können nur dann sicher und gesund arbeiten, wenn sie über die Gefährdungen an ihrem Arbeitsplatz sowie ihre Pflichten im Arbeitsschutz informiert sind und die erforderlichen Maßnahmen und betrieblichen Regeln kennen. Hierzu gehören auch die Betriebsanweisungen. Deshalb ist es wichtig, dass Ihre Beschäftigten eine Unterweisung möglichst an ihrem Arbeitsplatz erhalten. Diese kann durch Sie selbst oder eine von Ihnen beauftragte zuverlässige und fachkundige Person durchgeführt werden. Setzen Sie Beschäftigte aus Zeitarbeitsunternehmen ein, müssen Sie diese so unterweisen wie Ihre eigenen Beschäftigte. Betriebsärztin, -arzt oder Fachkraft für Arbeitssicherheit können hierbei unterstützen. Die Unterweisung muss mindestens einmal jährlich erfolgen und dokumentiert werden. Bei Jugendlichen ist dies halbjährlich erforderlich. Zusätzlich müssen Sie für Ihre Beschäftigten eine Unterweisung sicherstellen

- vor Aufnahme einer Tätigkeit,
- bei Zuweisung einer anderen Tätigkeit,
- bei Veränderungen im Aufgabenbereich und Veränderungen in den Arbeitsabläufen.

Gefährliche Arbeiten

Manche Arbeiten in Ihrem Unternehmen sind besonders gefährlich für Ihre Beschäftigten. Sorgen Sie in solchen Fällen dafür, dass eine zuverlässige, mit der Arbeit vertraute Person die Aufsicht führt. Ist nur eine Person allein mit einer gefährlichen Arbeit betraut, so sind Sie verpflichtet, für geeignete technische oder organisatorische Schutzmaßnahmen zu sorgen, beispielsweise Kontrollgänge einer zweiten Person, zeitlich abgestimmte Telefon-/Funkmeldesysteme oder Personen-Notsignal-Anlagen. Ihr Unfallversicherungsträger berät Sie dazu gerne.

Zugang zu Vorschriften und Regeln

Machen Sie die für Ihr Unternehmen relevanten Unfallverhütungsvorschriften sowie die einschlägigen staatlichen Vorschriften und Regeln an geeigneter Stelle für alle zugänglich. So sorgen Sie nicht nur dafür, dass Ihre Beschäftigten über die notwendigen Präventionsmaßnahmen informiert werden, Sie zeigen ihnen auch, dass Sie Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz ernst nehmen. Bei Fragen zum Vorschriften- und Regelwerk hilft Ihnen Ihr Unfallversicherungsträger weiter.

Persönliche Schutzausrüstungen

Wenn durch technische und organisatorische Maßnahmen Gefährdungen für Ihre Beschäftigten nicht ausgeschlossen werden können, sind Sie als Unternehmerin oder Unternehmer verpflichtet, ihnen kostenfrei persönliche Schutzausrüstungen (PSA) zur Verfügung zu stellen. Bei der Beschaffung ist darauf zu achten, dass die PSA mit einer CE-Kennzeichnung versehen ist. Welche PSA dabei für welche Arbeitsbedingungen und Beschäftigten die richtige ist, leitet sich aus der Gefährdungsbeurteilung ab. Vor der Bereitstellung sind Sie verpflichtet, die Beschäftigten anzuhören.

Zur Sicherstellung des Schutzziels ist es wichtig, dass die Beschäftigten die PSA entsprechend der Gebrauchsanleitung und unter Berücksichtigung bestehender Tragezeitbegrenzungen und Gebrauchsdauern bestimm-

nungsgemäß benutzen, regelmäßig auf ihren ordnungsgemäßen Zustand prüfen und Ihnen festgestellte Mängel unverzüglich melden. Die bestimmungsgemäße Benutzung der PSA muss den Beschäftigten im Rahmen von Unterweisungen vermittelt werden. Durch die Organisation von Wartungs-, Reparatur- und Ersatzmaßnahmen sowie durch ordnungsgemäße Lagerung tragen Sie dafür Sorge, dass die persönlichen Schutzausrüstungen während der gesamten Nutzungsdauer gut funktionieren und sich in hygienisch einwandfreiem Zustand befinden.

Werden in Ihrem Unternehmen PSA zum Schutz gegen tödliche Gefahren oder bleibende Gesundheitsschäden eingesetzt (z. B. PSA gegen Absturz, Atemschutz), müssen zusätzliche Maßnahmen beachtet werden. So müssen Unterweisungen zur bestimmungsgemäßen Benutzung dieser PSA praktische Übungen beinhalten. Weitere Maßnahmen können z. B. die Planung und sachgerechte Durchführung von Rettungsmaßnahmen, Überprüfung der Ausrüstungen durch einen Sachkundigen oder die Erstellung von speziellen Betriebsanweisungen betreffen.

Mit Gebotszeichen zur Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung können Sie die Beschäftigten darauf hinweisen, an welchen Arbeitsplätzen PSA benutzt werden müssen.

Brandschutz- und Notfallmaßnahmen

Im Notfall müssen Sie und Ihre Beschäftigten schnell und zielgerichtet handeln können. Daher gehören die Organisation des betrieblichen Brandschutzes, aber auch die Vorbereitung auf sonstige Notfallmaßnahmen, wie zum Beispiel die geordnete Evakuierung Ihrer Arbeitsstätte, zum betrieblichen Arbeitsschutz. Lassen Sie daher so viele Beschäftigte wie möglich zu Brandschutzhelferinnen und Brandschutz Helfern ausbilden, empfehlenswert sind mindestens fünf Prozent der Belegschaft. Empfehlenswert ist auch die Bestellung einer oder eines Beschäftigten zum Brandschutzbeauftragten. Das zahlt sich im Notfall aus. Damit Entstehungsbrände wirksam bekämpft werden können, müssen Sie Ihren Betrieb mit geeigneten Feuerlöscheinrichtungen, wie zum Beispiel tragbaren Feuerlöschern, ausstatten und alle Beschäftigten mit deren Benutzung durch regelmäßige Unterweisung vertraut machen.



Erste Hilfe

Die Organisation der Ersten Hilfe in Ihrem Betrieb gehört zu Ihren Grundpflichten. Unter Erste Hilfe versteht man alle Maßnahmen, die bei Unfällen, akuten Erkrankungen, Vergiftungen und sonstigen Notfällen bis zum Eintreffen des Rettungsdienstes, eines Arztes oder einer Ärztin erforderlich sind. Dazu gehört zum Beispiel: Unfallstelle absichern, Verunglückte aus akuter Gefahr retten, Notruf veranlassen, lebensrettende Sofortmaßnahmen durchführen sowie Betroffene betreuen. Den Grundbedarf an Erste-Hilfe-Material decken der „Kleine Betriebsverbandkasten“ nach DIN 13157 bzw. der „Große Betriebsverbandkasten“ nach DIN 13169 ab. Zusätzlich können ergänzende Materialien aufgrund betriebsspezifischer Gefährdungen erforderlich sein.

Je nachdem wie viele Beschäftigte in Ihrem Unternehmen arbeiten, müssen Ersthelferinnen und Ersthelfer in ausreichender Anzahl zur Verfügung stehen. Diese Aufgabe können alle Beschäftigten übernehmen. Voraussetzung ist die erfolgreiche Fortbildung in einem Erste-Hilfe-Lehrgang und die regelmäßige Auffrischung alle zwei Jahre (Erste-Hilfe-Fortbildung). Die Lehrgangsgebühren werden von den Berufsgenossenschaften und Unfallkassen getragen. Beachten Sie, dass auch im Schichtbetrieb und während der Urlaubszeit genügend Ersthelferinnen und -helfer anwesend sein müssen.



Wie viele Ersthelferinnen und Ersthelfer?

1. Bei 2 bis zu 20 anwesenden Versicherten	eine Ersthelferin bzw. ein Ersthelfer
2. Bei mehr als 20 anwesenden Versicherten	
a) in Verwaltungs- und Handelsbetrieben	5 %
b) in sonstige Betrieben	10 %



Regelmäßige Prüfung der Arbeitsmittel

Schäden an Arbeitsmitteln können zu Unfällen führen. Daher müssen die in Ihrem Unternehmen eingesetzten Arbeitsmittel regelmäßig kontrolliert und je nach Arbeitsmittel geprüft werden. Vor der Verwendung eines Arbeitsmittels muss dieses durch Inaugenscheinnahme, gegebenenfalls durch eine Funktionskontrolle, auf offensichtliche Mängel kontrolliert werden, die so schnell entdeckt werden können. Neben diesen

Kontrollen müssen Sie für wiederkehrende Prüfungen in angemessenen Zeitabständen sorgen. Wie, von wem und in welchen Abständen dies geschehen soll, beschreiben die TRBS 1201 und die TRBS 1203 (siehe Infobox „Rechtliche Grundlagen“). Im Einschichtbetrieb hat sich bei vielen Arbeitsmitteln ein Prüfungsabstand von einem Jahr bewährt. Die Ergebnisse der Prüfungen müssen Sie mindestens bis zur nächsten Prüfung aufbewahren.



Planung und Beschaffung

Es lohnt sich, das Thema Sicherheit und Gesundheit von Anfang an in allen betrieblichen Prozessen zu berücksichtigen. Wenn Sie schon bei der Planung von Arbeitsstätten und Anlagen sowie dem Einkauf von Arbeitsmitteln und Arbeitsstoffen an die Sicherheit und Gesundheit Ihrer Beschäftigten denken, erspart Ihnen dies (teure) Nachbesserungen.



Barrierefreiheit

Denken Sie auch an die barrierefreie Gestaltung der Arbeitsräume in Ihrem Unternehmen. Barrierefreiheit kommt nicht nur Ihren Beschäftigten mit Behinderung zugute, Ihre gesamte Belegschaft kann davon profitieren. So können zum Beispiel ausreichend breite Wege oder Armaturen, Lichtschalter und Türgriffe, die gut erreichbar sind, sowie trittsichere Bodenbeläge Unfallrisiken senken und zu weitaus geringeren Belastungen und Beanspruchungen führen.



Gesundheit im Betrieb

Gesundheit ist die wichtigste Voraussetzung, damit Ihre Beschäftigten bis zum Rentenalter beschäftigungs- und leistungsfähig bleiben. Frühzeitige Maßnahmen, die arbeitsbedingte physische und psychische Belastungen verringern helfen, zahlen sich doppelt aus – sowohl für die Beschäftigten als auch den Betrieb. Dazu gehören die Gestaltung sicherer und gesunder Arbeitsplätze und ein Betriebliches Eingliederungsmanagement (BEM). Auch die Stärkung eines gesundheitsbewussten Verhaltens Ihrer Beschäftigten und die Schaffung gesundheitsförderlicher Arbeitsbedingungen tragen zur Gesundheit Ihrer Beschäftigten bei. Ein Tipp: Ihre Beschäftigten wissen oft am besten, was sie an ihrem Arbeitsplatz beinträchtigt. Beziehen Sie sie daher in Ihre Überlegungen für Verbesserungsmaßnahmen mit ein. Das sorgt auch für motivierte Beschäftigte.



Fremdfirmen, Lieferanten und Einsatz auf fremdem Betriebsgelände

Auf Ihrem Betriebsgelände halten sich Fremdfirmen und Lieferanten auf? Hier können ebenfalls besondere Gefährdungen entstehen. Treffen Sie die erforderlichen Regelungen und sorgen Sie dafür, dass diese Personen die betrieblichen Arbeitsschutzregelungen Ihres Unternehmens kennen und beachten.

Arbeiten Sie bzw. Ihre Beschäftigten auf fremdem Betriebsgelände, gilt dies umgekehrt auch für Sie: Sorgen Sie auch in Sachen Arbeitssicherheit für eine ausreichende Abstimmung mit dem Unternehmen, auf dessen Betriebsgelände Sie im Einsatz sind.



Integration von zeitlich befristet Beschäftigten

Die Arbeitsschutzanforderungen in Ihrem Unternehmen gelten für alle Beschäftigten – auch für Beschäftigte, die nur zeitweise in Ihrem Betrieb arbeiten, wie zum Beispiel Zeitarbeitnehmerinnen und -arbeitnehmer sowie Praktikantinnen und Praktikanten. Stellen Sie sicher, dass diese Personen ebenfalls in den betrieblichen Arbeitsschutz eingebunden sind.



Allgemeine Informationen

- Datenbank Vorschriften, Regeln und Informationen der gesetzlichen Unfallversicherung:
 - ▶ www.dguv.de/publikationen
- Kompetenz-Netzwerk Fachbereiche Prävention:
 - ▶ www.dguv.de (Webcode: d36139)
- Datenbank der gesetzlichen Unfallversicherung zu Bio- und Gefahrstoffen (GESTIS):
 - ▶ www.dguv.de (Webcode: d3380)
- Arbeitsschutzgesetz und -verordnungen:
 - ▶ www.gesetze-im-internet.de
- Technische Regeln zu Arbeitsschutzverordnungen:
 - ▶ www.baua.de

2.2 Was für die Branche gilt

Ihre Branche umfasst im Wesentlichen drei Bereiche: Beschichtungsstoffe für industrielle Zwecke, Lacke und Farben für Bauten und Druckfarben für Publikationen und Verpackungen. Typische Gefährdungen gehen von Stoffen, Maschinen und Anlagen aus. Unfallschwerpunkte liegen im innerbetrieblichen Transport und bei Störungsbeseitigung oder Instandhaltung.



Rechtliche Grundlagen

- Arbeitsstättenverordnung
- Betriebssicherheitsverordnung
- Gefahrstoffverordnung
- Lastenhandhabungsverordnung
- Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge
- DGUV Vorschrift 68 und 69 „Flurförderzeuge“
- Technische Regeln für Betriebssicherheit (TRBS)
- Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)
- Technische Regeln für Arbeitsstätten (ASR)
- DGUV Regel 109-002 „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“
- DGUV Regel 113-001 „Explosionsschutz-Regeln (EX-RL)“



Weitere Informationen

- DGUV Information 209-046 „Lackierräume und -einrichtungen für flüssige Beschichtungsstoffe“
- DGUV Information 213-054 „Maschinen – Sicherheitskonzepte und Schutzeinrichtungen“ (Merkblatt T 008 der BG RCI)
- DGUV Information 213-850 „Sicheres Arbeiten in Laboratorien – Grundlagen und Handlungshilfen“
- DIN EN ISO 12100:2011-03 „Sicherheit von Maschinen – Allgemeine Gestaltungsleitsätze – Risikobeurteilung und Risikominderung“
- Merkblattreihe M für Gefahrstoffe der BG RCI
- Merkblatt T 008-0 „Maschinen – Bau, Beschaffung und Bereitstellung“ der BG RCI
- „Wesentliche Veränderungen an Maschinen – eine interaktive Arbeitshilfe der BG RCI“
Quelle: Homepage der BG RCI
- Leitmerkalmethode (Heben und Tragen, Schieben und Ziehen, Manuelle Arbeitsprozesse),
Quelle: Homepage BAuA
- EmpfBS 1114 „Anpassung an den Stand der Technik bei der Verwendung von Arbeitsmitteln“

Maschinen und Anlagen – Stand der Technik

Bei automatisierten Produktionsabläufen entstehen häufig gefahrbringende Bewegungen, die durch Schutzsysteme und Schutzeinrichtungen gesichert werden müssen. Deshalb benötigen Sie durchgängige Schutzkonzepte, die neben dem Normalbetrieb sämtliche möglichen Betriebszustände berücksichtigen. Überproportional viele Unfälle ereignen sich bei Instandhaltung, Wartung und Reinigung.

Prüfen Sie, ob Gründe für die Manipulation von Schutzeinrichtungen vorliegen und verringern Sie entsprechende Anreize durch Verbesserung des Sicherheitskonzepts.

Der Stand der Sicherheitstechnik entwickelt sich ständig weiter. Einen Bestandsschutz für gebrauchte Maschinen gibt es nicht.

Arbeitsmittel dürfen insbesondere erst verwendet werden, nachdem Sie

- eine Gefährdungsbeurteilung nach Betriebssicherheitsverordnung durchgeführt haben,
- die dabei ermittelten Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik getroffen haben,
- festgestellt haben, dass die Verwendung des Arbeitsmittels nach dem Stand der Technik sicher ist.

Gefahrstoffe

Neben Umwelt- und physikalischen Gefahren wie der Verursachung von Bränden und Explosionen können Gefahrstoffe auch direkt gesundheitsschädigend wirken. Während die Wirkungen ätzender oder toxischer Stoffe unmittelbar zu erkennen sind, werden Wirkungen durch beispielsweise krebserzeugende oder sensibilisierende Stoffe häufig erst nach langer Zeit erkannt.

Entsprechende Informationen können Sie den aktuellen Sicherheitsdatenblättern entnehmen.

Treffen Sie geeignete Schutzmaßnahmen nach dem Minimierungsgebot der Gefahrstoffverordnung in der Rangfolge „STOP“:

1. Substitution: Erörtern Sie Möglichkeiten, Gefahrstoffe oder Arbeitsverfahren durch weniger gefährliche zu ersetzen.
2. Technische Maßnahmen: Vermeiden Sie einen offenen Umgang mit Gefahrstoffen und achten Sie auf eine angemessene Be- und Entlüftung. Freigesetzte Gefahrstoffe müssen so nahe wie möglich an der Entstehungsstelle abgesaugt werden.
3. Organisatorische Maßnahmen: Sorgen Sie für eine geeignete Arbeitsschutzorganisation – Gefahrstoffverzeichnis, Kennzeichnung, Betriebsanweisung, Unterweisung. Kontrollieren Sie das sichere Verhalten der Beschäftigten.
4. Persönliche Schutzmaßnahmen: Beschaffen Sie unter Einbeziehung Ihrer Beschäftigten geeignete Schutzbrillen, ableitfähige Sicherheitsschuhe, Chemikalienschutzhandschuhe, Schutzkleidung und falls erforderlich Atemschutzgeräte.

Für eine wirksame Erste Hilfe tragen Sie dafür Sorge, dass an geeigneten Stellen Körper- und Augennotduschen zur Verfügung stehen, um Kontaminationen durch Gefahrstoffe zu entfernen.

Informationen zur Prüfung von Körper- und Augennotduschen sowie zu Tragezeiten von Chemikalienschutzhandschuhen entnehmen Sie der DGUV Information 213-850 „Sicheres Arbeiten in Laboratorien – Grundlagen und Handlungshilfen“. Die Inhalte zu diesen Themen gelten auch für Produktionsbetriebe.

Bei Alleinarbeit mit Gefahrstoffen sind zusätzliche Schutzmaßnahmen für gefährliche Arbeiten (siehe Kapitel 2.1) zu gewährleisten.

Besondere Aufmerksamkeit ist krebserzeugenden, keimzellmutagenen und reproduktionstoxischen Stoffen entgegen zu bringen (z. B. formaldehydhaltigen Melaminharzen, Chromatpigmenten, Benzol als Bestandteil von Rohöldestillaten, Nickel-Titantrioxid). Dabei sind zusätzliche Maßnahmen der Gefahrstoffverordnung und der entsprechenden Technischen Regeln für Gefahrstoffe umzusetzen (u.a. Expositionsverzeichnis, arbeitsmedizinische Vorsorge, Meldung zur nachgehenden Vorsorge/ODIN).

Bei sensibilisierenden Stoffen wie beispielsweise Isocyanaten können durch einmaligen intensiveren Kontakt oder mehrfachen Kontakt mit geringeren Isocyanatmengen Atemwege oder Haut sensibilisiert werden. Bei zukünftigem Kontakt können dann allergische Erkrankungen bei den Beschäftigten auftreten.

Der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) und den entsprechenden arbeitsmedizinischen Regeln (AMR) entnehmen Sie konkrete Anlässe zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (Pflichtvorsorge, Angebotsvorsorge, Wunschvorsorge). Pflichtvorsorge ist beispielsweise erforderlich, wenn bei Tätigkeiten mit Isocyanaten ein regelmäßiger Hautkontakt nicht ausgeschlossen werden kann oder eine Luftkonzentration von $0,05 \text{ mg/m}^3$ überschritten wird. Auch Feuchtarbeit (Tragen von Chemikalienschutzhandschuhen fällt darunter) von regelmäßig mehr als vier Stunden pro Tag führt zur Pflichtvorsorge, zwischen zwei und vier Stunden zu einer Angebotsvorsorge.

Explosionsschutz

Explosionen bzw. Brände mit gefährlichen Auswirkungen können auftreten, wenn vier Voraussetzungen gleichzeitig erfüllt sind:

- Hoher Verteilungsgrad brennbarer Stoffe. Hierzu gehören Gase, Dämpfe (z. B. von Lösemitteln), Nebel oder Stäube, innerhalb ihrer Explosionsgrenzen.
- Ausreichend Oxidationsmittel (z. B. Luftsauerstoff).
- Wirksame Zündquelle wie heiße Oberflächen, offene Flammen, mechanisch erzeugte Funken, elektrische Funken, Entladungen statischer Elektrizität.
- Gefahrdrohende Menge explosionsfähiger Atmosphäre.

Wenn Sie mit entzündbaren Lösemitteln arbeiten, wenn bei Ihnen brennbare Stäube entstehen oder wenn Sie Lacke versprühen (Aerosole), dann prüfen Sie, ob Sie Maßnahmen zum Explosionsschutz treffen müssen. Bereits ein Rest von einem Teelöffel Benzin füllt ein 200 Liter Fass mit gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre. Schon 10 Liter zusammenhängende explosionsfähige Atmosphäre in geschlossenen Räumen sind unabhängig von der Raumgröße als gefahrdrohend zu betrachten.

Auch wasserbasierende Aerosole können eine Explosionsgefahr darstellen. Die DGUV Regel 113-001 „Explosionsschutz-Regeln (EX-RL)“ enthält in Anlage 4 „Beispielsammlung“ unter Abschnitt 4.5.1 eine Formel, mit der Sie berechnen können, ob ein wasserbasierender Beschichtungsstoff explosionsfähige Gemische bilden kann.

Kann die Entstehung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre nicht verhindert werden, müssen Sie jegliche Zündquellen vermeiden. Ist dies nicht möglich, so kommt der konstruktive Explosionsschutz wie beispielsweise explosionsdruckfeste Bauweise oder explosionstechnische Entkopplung (Flammendurchschlagsicherung usw.) ins Spiel.

Treffen Sie die erforderlichen Maßnahmen gemeinsam mit einer fachkundigen Person:

- Ermitteln Sie explosionsgefährdete Bereiche und nehmen Sie eine Zoneneinteilung vor. Für Gase und Dämpfe können die Zonen 0, 1, 2, für Stäube die Zonen 20, 21 und 22 vorliegen. Dokumentieren Sie dies und die festgelegten Maßnahmen im Explosionsschutzdokument.
- Lassen Sie Staubablagerungen in Arbeitsräumen in angemessenen Zeitabständen beseitigen (absaugen – nicht abblasen). So vermeiden Sie eine Einteilung des Arbeitsraums als Zone 22 und die damit einhergehenden besonderen technischen Anforderungen.
- Für Feuerarbeiten Erlaubnisscheine ausstellen, Maßnahmen durchführen und überprüfen.
- Falls erforderlich, Abschaltmöglichkeiten für elektrische Einrichtungen und Anlagen außerhalb des gefährdeten Bereiches schaffen.

Elektrostatische Aufladungen

Eine häufig unterschätzte Zündquelle sind Entladungen statischer Elektrizität: Mit Aufladungen ist beispielsweise zu rechnen beim

- Handhaben organischer Lösemittel und Harze sowie körniger oder pulverförmiger Stoffe (z. B. Pulverlacke),
- Umgang mit nicht ableitfähigen Oberflächen wie beispielsweise Kunststoffgebinden, -leitungen und -folien,
- Füllen und Entleeren von Behältern mit Flüssigkeiten,
- Umpumpen, Rühren, Mischen und Versprühen von Flüssigkeiten,
- Verwenden nicht ableitfähiger Schuhe,
- Verwenden von Arbeitsmitteln wie Flurförderzeuge, Leitern oder Gerüste mit fehlerhaftem Potentialausgleich.

Mit folgenden Maßnahmen sind Sie auf der sicheren Seite:

- Verwenden Sie ausschließlich leitfähige oder ableitfähige Materialien und Arbeitsmittel, bei denen Sie die Erdung durch eine zur Prüfung befähigte Person regelmäßig prüfen lassen.
- Lassen Sie arbeitstäglich die Erdung durch Betriebspersonal auf äußerlich erkennbare Schäden überprüfen.
- Im Prüfungsumfang auch Anlagenteile berücksichtigen, die neben ihrer eigentlichen Funktion auch andere Anlagenteile erden und in den Potenzialausgleich einbeziehen, beispielsweise Schlauch und Zapfventil.
- Explosionsgefährdete Bereiche der Zonen 0, 1, 20 oder 21 mit ableitfähigen Fußböden ausstatten, Verschmutzungen oder Beschichtungen können die Ableitfähigkeit aufheben.
- Beschaffen Sie für Ihre Beschäftigten ableitfähige Schuhe.
- Arbeitskleidung oder Schutzkleidung darf in explosionsgefährdeten Bereichen der Zonen 0 und 1 nicht gewechselt, nicht aus- und nicht angezogen werden.

Innerbetrieblicher Transport

Bei der Herstellung von Beschichtungsstoffen stellt der innerbetriebliche Transport einen Unfallschwerpunkt dar. Er kann beispielsweise mittels Hubwagen, kraftbetriebenen Flurförderzeugen oder Rollenbahnen erfolgen.

- Setzen Sie ausschließlich geeignete, ausgebildete und beauftragte Personen zum Führen von Flurförderzeugen ein.
- Verhindern Sie die unbefugte Benutzung von Flurförderzeugen.
- Verwenden Sie als Rückhaltesystem vorzugsweise Bügel- oder Kabinentüren.
- Stellen Sie sicher und überprüfen Sie, dass Sicherheitsgurte angelegt werden.
- Setzen Sie für die Vorwärts- und Rückwärtsfahrt optische („Bluespot“, „Redspot“) oder akustische Warneinrichtungen ein.
- Sorgen Sie für eine sichere Gestaltung der Verkehrswege für Fußgänger bzw. Fußgängerinnen und Flurförderzeuge und trennen Sie diese, wo es möglich ist.
- Kennzeichnen Sie Lagerflächen und sorgen Sie dafür, dass andere Flächen nicht durch Lagergut zugestellt werden.

Ergonomie, Transport von Hand

Bei der Herstellung von Beschichtungsstoffen werden Arbeitsmittel und -stoffe häufig händisch transportiert. Bei diesen Tätigkeiten ereignen sich auch überproportional viele Unfälle, außerdem können sich langfristig Muskel-Skelett-Erkrankungen entwickeln.

- Setzen Sie zur Gefährdungsbeurteilung die Leitmerkmalmethoden der BAuA ein.
- Stellen Sie geeignete Lastaufnahme- und Transportmittel zur Verfügung.
- Setzen Sie bewegliche Hebehilfen wie Vakuumheber und Fasskippvorrichtungen oder Hubtische ein.
- Unterweisen Sie Ihre Beschäftigten, auf die richtige Körperhaltung zu achten (z. B. Heben mit möglichst gerader Wirbelsäule, Last möglichst nah am Rumpf halten, Heben und Tragen mit verdrehtem Oberkörper vermeiden). Bewährt hat sich die praxisorientierte Unterweisung direkt am Arbeitsplatz.

3 Arbeitsplätze und Tätigkeiten – Gefährdungen und Maßnahmen

Die wesentlichen Gefährdungen bei der Herstellung von Beschichtungsstoffen auf einen Blick: Das ist das Prinzip der nachfolgenden Seiten. Aufgeführt nach Arbeitsplätzen und Tätigkeiten unterstützen Sie die Informationen dabei, Ihre Gefährdungsbeurteilung zu erstellen, diese zu aktualisieren und die Unterweisungen Ihrer Beschäftigten durchzuführen.



Abb. 1
Blick in eine Produktionsanlage



Rechtliche Grundlagen

- Explosionsschutzrichtlinie 2014/34/EU (ATEX)
- Maschinenrichtlinie 2006/42/EG
- Betriebssicherheitsverordnung
- Gefahrstoffverordnung
- Lärm- und Vibrationsarbeitsschutzverordnung
- Lastenhandhabungsverordnung
- PSA-Benutzungsverordnung
- TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“
- TRGS 500 „Schutzmaßnahmen“
- TRGS 727 „Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen“
- TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“
- TRBS 2152/TRGS 720 „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines“
- TRBS 2152 Teil 1/TRGS 721 „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Beurteilung der Explosionsgefährdung“
- TRBS 2152 Teil 2/TRGS 722 „Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre“
- TRGS 723 „Gefährliche explosionsfähige Gemische – Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Gemische“
- TRGS 724 „Gefährliche explosionsfähige Gemische – Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes, welche die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken“
- TRGS 725 „Gefährliche, explosionsfähige Atmosphäre – Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen im Rahmen von Explosionsschutzmaßnahmen“
- DGUV Regel 109-002 „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“
- DGUV Regel 113-001 „Explosionsschutz-Regeln (EX-RL)“
- DGUV Regel 113-004 „Behälter, Silos und enge Räume, Teil 1: Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen“



Weitere Informationen

- DGUV Information 213-072 „Lösemittel“ (Merkblatt M 017 der BG RCI)
- DGUV Information 213-080 „Arbeitsschutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ (Merkblatt M 053 der BG RCI)
- Fachbereich AKTUELL FBRCI-004 „Sicherheitsanforderungen für Stativ- und Hängerührwerke“
- Merkblatt A 008 „Persönliche Schutzausrüstungen“ der BG RCI
- Merkblatt T 012 „Betriebliches Transportieren und Lagern“ der BG RCI
- Merkblatt T 020 „Rührwerke“ der BG RCI
- Merkblatt T 028 „Transport von Hand“ der BG RCI
- Merkblatt T 049 „Explosionsschutz – Antworten auf häufig gestellte Fragen“ der BG RCI
- Explosionsschutzportal der BG RCI unter
▶ www.bgrci.de/exinfode/start/

Grundsätzlich werden bei den Beschichtungsstoffen Pulverlacke und flüssige Beschichtungsstoffe unterschieden.

Zur Herstellung von Pulverlacken werden die Bestandteile in Extrudern homogenisiert und danach zu feinen Pulvern vermahlen.

Flüssige Beschichtungsstoffe bestehen in der Regel aus einem Bindemittel, Pigmenten, Farbstoffen, Füllstoffen, Additiven und Lösemitteln (auch Wasser). Das Herstellungsverfahren gliedert sich üblicherweise in sechs Hauptarbeitsschritte:

- Ansetzen
- Dispergieren
- Komplettieren
- Qualitätskontrolle
- Abfüllen, Verpacken, Transport
- Reinigen

Die festen oder flüssigen Inhaltsstoffe werden in einer bestimmten Reihenfolge in mit Rührwerken versehene Mischgefäße gegeben und gerührt, bis eine homogene Mischung vorliegt. Diese wird anschließend in Dispergier-einheiten bearbeitet, um eine Feinverteilung und gute Benetzung der Pigmente und Füllstoffe durch die Bindemittel zu erreichen. Anschließend erfolgt eventuell die Zugabe restlicher Bindemittel- und Additivanteile entsprechend der Rezeptur. Die Farbtöne werden gemäß den Vorgaben angeglichen.

Nach Prüfung der weiteren Spezifikationen werden die Lacke über Siebe geleitet und in Transportgefäße abgefüllt.

Tinten bedürfen eines hohen Aufwandes bei der Filtration und enthalten in vielen Fällen keine Bindemittel.

Zur Fertigung von Dispersionsfarben werden in Polymerisationskesseln im wässrigen Medium Kunststoffdispersionen aus flüssigen Monomeren hergestellt und mit Pigmenten, Füllstoffen und anderen Hilfsmitteln versehen. Die verwendeten Bindemittel, d. h. organische Polymere (Harze), werden von den größeren Lackherstellern häufig selbst produziert. Hierbei sind besondere Anforderungen an den Verfahrensablauf zu stellen.

Beim Herstellen von Beschichtungsstoffen, die eine hohe Viskosität aufweisen (z. B. Spachtelmassen, Druck- oder Künstlerfarben) werden zum Mischen und Dispergieren überwiegend Knetter oder Walzenmaschinen verwendet.

Das Reinigen der Ansetzgefäße und eventuell zurückgenommener Transportgefäße wird in einer Maschine oder per Hand mit Lösemitteln und/oder wässrigen Tensiden vorgenommen.

Was erwartet Sie auf den folgenden Seiten?

Entlang des Herstellungsprozesses von Beschichtungstoffen werden die wesentlichen Gefährdungen an branchentypischen Arbeitsplätzen mit den entsprechenden Tätigkeiten geschildert. Aufgrund des Gefahrenpotentials werden Tätigkeiten mit Nitrocellulose und Maßnahmen zur Zündquellenvermeidung separat behandelt. Es werden geeignete Schutzmaßnahmen vorgestellt, die sich eng an der betrieblichen Praxis orientieren. Sie erhalten so die wichtigsten Informationen auf einen Blick, um für die Sicherheit und Gesundheit Ihrer Beschäftigten zu sorgen.

Diese Branchenregel erhebt nicht den Anspruch, sämtliche in Ihrem Unternehmen auftretenden Gefährdungen umfassend zu berücksichtigen. Außerdem kann sie Ihnen die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung für Ihren Betrieb mit seinen spezifischen Rahmenbedingungen nicht abnehmen. Sie bietet Ihnen aber die grundlegenden Informationen, um Ihre Gefährdungsbeurteilung und darauf basierende Betriebsanweisungen zu erstellen und schließlich die Unterweisungen Ihrer Beschäftigten durchzuführen.

**Sie haben Fragen zu Themen der Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit?**

- Wenden Sie sich an die Expertinnen und Experten Ihres Unfallversicherungsträgers!
- Als Mitgliedsunternehmen haben Sie Anspruch auf eine umfassende Beratung und vielfältige Informationen zu Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz.

3.1 Ansetzen

Beim Ansetzen werden flüssige und feste Rohstoffe in einem definierten Mischungsverhältnis homogenisiert.

3.1.1 Zugeben flüssiger Rohstoffe

Die flüssigen Rohstoffe zur Herstellung von Beschichtungsstoffen werden in der erforderlichen Menge und in einer bestimmten Reihenfolge in mit Rührwerken versehene Mischgefäße gegeben und solange gerührt, bis eine homogene Mischung vorliegt.



Rechtliche Grundlagen

- TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“
- TRGS 727 „Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen“



Weitere Informationen

- DGUV Information 213-072 „Lösemittel“ (Merkblatt M 017 der BG RCI)
- DGUV Information 213-080 „Arbeitsschutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ (Merkblatt M 053 der BG RCI)
- DGUV Information 213-850 „Sicheres Arbeiten in Laboratorien – Grundlagen und Handlungshilfen“



Gefährdungen

- Beim Zugeben von Rohstoffen aus Fässern, Eimern und Kannen können Beschäftigte durch häufiges Anheben und Halten der Lasten gesundheitlich geschädigt werden.
- Bei Dosierungen in versenkte Behälter besteht die Gefahr, durch die Öffnung zu stürzen.
- Wenn Stoffe auslaufen, besteht die Gefahr des Ausrutschens auf den benetzten Flächen.
- Bei der Zugabe flüssiger Rohstoffe können Personen durch Spritzer, Schwalle, Gase und Dämpfe mit Gefahrstoffen kontaminiert werden.
- Verschüttete oder auslaufende Flüssigkeiten können auf großer Fläche verdampfen und zu einer Gesundheitsgefährdung führen.
- Beim Umgang mit entzündbaren Flüssigkeiten können sich explosionsfähige Gas-Luftgemische bilden.



Maßnahmen

Ergonomie

- Beziehen Sie Rohprodukte in möglichst kleinen Gebindeeinheiten.
- Setzen Sie beim Eingießen aus Transportbehältern bewegliche Hebehilfen ein (z. B. Fassmanipulator, Fasskippvorrichtungen).
- Unterweisen Sie Ihre Beschäftigten über die richtige Körperhaltung (z. B. Heben mit möglichst gerader Wirbelsäule, Last möglichst nah am Rumpf halten, Heben und Tragen mit verdrehtem Oberkörper vermeiden).

Sturz auf der Ebene, Ausrutschen, Stolpern

- Sehen Sie für Schlauchleitungen Befestigungsmöglichkeiten am Kesselrand vor.
- Lassen Sie herumliegende Gegenstände umgehend beseitigen.
- Schläuche nach Gebrauch so ablegen, dass nichts auslaufen kann.
- Sorgen Sie für eine ausreichende Beleuchtung des Arbeitsbereiches.



Abb. 2 Betriebliche Zapfstelle



Abb. 3 Befestigung einer Schlauchleitung am Kesselrand



Abb. 4 Schutzgitter an der Einfüllöffnung eines Behälters



Abb. 5 Körper- und Augennotdusche

Absturz

- Sichern Sie Behälteröffnungen durch Umwehungen oder eingebaute Gitterroste (hier haben sich Gitterweiten von maximal 30 × 30 cm bewährt).

Gefahrstoffe

- Sichern Sie alle Gefäße gegen Wegrollen und Umkippen.
- Installieren Sie Auffangvorrichtungen wie Auffangwannen, Tropfbleche und stellen Sie Aufsaugmittel wie Blähglimmer oder Kieselgur bereit, um die Ausbreitung von etwaigen Leckagen schnellstmöglich zu verhindern.
- Verwenden Sie, um Kontakt zu Gefahrstoffen zu vermeiden, möglichst geschlossene Zugabesysteme (z. B. Rohrleitungen) oder saugen Sie freiwerdende Substanzen an der Entstehungs- bzw. Austrittsstelle ab.
- Decken Sie Mischbehälter und Vorratsgefäße möglichst ab, um Verdunstungen zu vermeiden.
- Vermeiden Sie Toträume in Vorratsbehältern und Zuleitungen.
- Achten Sie durch Einbringen der Flüssigkeiten an tiefergelegener Stelle oder entlang der Behälterwand darauf, dass diese möglichst nicht verspritzen.
- Damit Sie Lecks und Undichtigkeiten frühzeitig erkennen, führen Sie regelmäßige Sichtprüfungen durch.
- Achten Sie bei der Begleitheizung an Zuleitungen und Vorratsgefäßen bei hochviskosen Flüssigkeiten darauf,

dass die Temperatur des Heizmediums steuerbar und die maximale Oberflächentemperatur des Außenmantels begrenzt ist.

- Verhindern Sie durch Dosierarmaturen mit automatischer Abschaltung eine Überfüllung der Behälter.
- Installieren Sie Not-Halt-Einrichtungen an kraftbetätigten Ventilen oder sehen Sie nachgeschaltete Handventile vor.
- Installieren Sie für Notfälle in der Nähe der Arbeitsplätze mit Kontaminationsgefahr Körper- und Augennotduschen.
- Sorgen Sie durch regelmäßige Prüfungen dafür, dass Körper- und Augennotduschen stets funktionsfähig sind.

Brand- und Explosionsschutz

- Verhindern Sie beim Umgang mit entzündbaren Flüssigkeiten die Entstehung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre, beispielsweise durch Installation von Absaugungen möglichst nahe an der Entstehungsstelle, Lüftung oder Inertisierung.
- Ist dies nicht oder nicht vollständig möglich, nehmen Sie eine Zoneneinteilung vor und legen geeignete Maßnahmen fest (Zündquellenvermeidung, konstruktiver Explosionsschutz).
- Erstellen Sie ein Explosionsschutzdokument.

3.1.2 Zugeben fester Rohstoffe

Feste Rohstoffe wie Farbpigmente, Bindemittel, Füllstoffe und Additive werden aus Behältnissen wie Säcken und FIBC („Big Bags“) meist direkt in die Mischbehälter eingefüllt. Dies geschieht oftmals bei laufendem Rührwerk, um Zusammenballungen zu vermeiden.

Pulverlacke

Für die Herstellung von Pulverlacken werden überwiegend pulverförmige oder pulverisierbare Rohstoffe (z. B. Chips oder Granulat) eingesetzt. Üblich ist auch der Einsatz von vorgefertigten Masterbatches, die als Pulver oder staubarme Chips vorgelegt werden. Die festen Bindemittel und Härter (z. B. Epoxy-, Polyurethan- oder Polyesterharze) werden vorzerkleinert und mit Pigmenten, Füllstoffen, Katalysatoren und Additiven vermischt.



Rechtliche Grundlagen

- TRGS 727 „Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen“
- DGUV Regel 112-202 „Benutzung von Stechschutzbekleidung, Stechschutzhandschuhen und Armschützern“



Weitere Informationen

- IFA Handbuch Sicherheitstechnisches Informations- und Arbeitsblatt 510 210/1 „Maschinen zur Beseitigung gesundheitsgefährlicher Stäube – Positivliste“



Gefährdungen

- Beim Zugeben von Feststoffen aus Säcken oder schweren Gebinden können Beschäftigte durch häufiges Anheben und Halten der Lasten gesundheitlich geschädigt werden.
- Beim Öffnen der Säcke mit Messern besteht die Gefahr sich zu schneiden.
- Es kann zu einer Gesundheitsschädigung durch Staubexposition kommen. Dies gilt auch für die Entsorgung der leeren Säcke.
- Brennbare Stäube können durch Funken oder in Ablagerungen durch hohe Temperaturen entzündet werden.
- Nicht brennbare Stäube können bei Schüttvorgängen durch elektrostatische Aufladungen vorhandene explosionsfähige Gas-Luft-Gemische entzünden.



Maßnahmen

Ergonomie

- Beurteilen Sie die Gefährdungen aufgrund der Handhabung von Lasten, beispielsweise mit der Leitmerkmalmethode der BAuA.
- Als Orientierungswert für das maximale Gewicht von Säcken gehen Sie von 25 kg bei männlichen und 12,5 kg bei weiblichen Beschäftigten aus. Eine genaue Festlegung erfolgt unter Berücksichtigung des Lebensalters und der Häufigkeit der Lastenhandhabung. Wählen Sie das Lastgewicht generell so klein wie möglich.
- Nutzen Sie geeignete Hebevorrichtungen, um die Säcke auf Arbeitshöhe zu bringen (z. B. Vakuumheber, Scherentische, Bühnen).
- Unterweisen Sie Ihre Beschäftigten auf die richtige Körperhaltung zu achten (z. B. Heben mit möglichst gerader Wirbelsäule, Last möglichst nah am Rumpf halten, Heben und Tragen mit verdrehtem Oberkörper vermeiden).

Mechanische Gefährdungen

- Wählen Sie geeignete Messer (z. B. Sicherheitsmesser), die immer rechtzeitig nachgeschärft werden und deren Klingen keine Beschädigungen aufweisen.



Abb. 6 Produktionsanlage mit Sackschütte



Abb. 7 Vakuümheber zum Umsetzen von Säcken



Abb. 8 Explosionsgeschützter Industriestaubsauger

Gefahrstoffe und Explosionen

- Verwenden Sie staubarme Feststoffe wie Granulate, Pasten, staubarme Chips oder angefeuchtete Stoffe.
- Nutzen Sie geschlossene Prozesse beispielsweise durch Befüllung aus Silos oder Sackentleeranlagen. Bei brennbaren Stäuben kann es insbesondere in nicht abgesaugten, geschlossenen Anlagen zur Bildung von explosionsfähigen Gemischen kommen. Dies ist bei der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen.
- Installieren Sie für Notfälle in der Nähe der Arbeitsplätze mit Kontaminationsgefahr Körper- und Augennotduschen.
- Lassen sich Staubbildungen nicht durch die Rohstoffauswahl vermeiden, sollten Sie Maßnahmen zur sicheren Abführung (z. B. Absaugungen) der Stäube anwenden.
- Erfassen Sie freiwerdende Stäube möglichst vollständig direkt an der Entstehungsstelle und entsorgen Sie diese fachgerecht.
- Bei der Entsorgung leerer Säcke können Sie Staubbildung vermeiden, indem Sie die Säcke in Umverpackungen legen und erst an einem Ort außerhalb des Arbeitsbereichs der Beschäftigten komprimieren.
- Mit Staub verunreinigte Flächen sollten Sie mit staubarmen Methoden reinigen, beispielsweise durch Verwendung geeigneter Industriestaubsauger oder durch feuchtes Aufwischen.
- Wenn Sie für brennbare Stäube Absaugungen verwenden, müssen diese den Anforderungen des Explosionsschutzes genügen (spezielle Filteranlagen).
- Legen Sie fest, wann Staubablagerungen in Arbeitsräumen beseitigt werden müssen und stellen Sie sicher, dass die Staubablagerungen in den vorgegebenen Zeiträumen entfernt werden. Die Zeitabstände sind hierbei den Betriebsverhältnissen entsprechend so festzulegen, dass keine gefährlichen Staubablagerungen entstehen können. Durch die regelmäßige Reinigung muss sichergestellt sein, dass die Menge des abgelagerten Staubes den Wert der Unteren Explosionsgrenze unterschreitet.
- Achten Sie darauf, zunächst die Entstehung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre zu verhindern. Ist dies nicht, oder nicht vollständig möglich, legen Sie geeignete Maßnahmen zur Zündquellenvermeidung fest und dokumentieren beides in Ihrem Explosionsschutzdokument.
- Bewahren Sie Messer sicher auf (z. B. an einer Kette befestigt), um mögliche Funkenbildung in Behältern zu vermeiden.
- Legen Sie für Arbeitsbereiche mit Tätigkeiten mit entzündbaren Feststoffen und Flüssigkeiten und Arbeitsplätze explosionsgefährdete Bereiche fest, nehmen eine Zoneneinteilung vor und erstellen ein Explosionsschutzdokument.
- Transportieren Sie Einsatzstoffe nur in geschlossenen Behältern. Verwenden Sie auch für Kleinmengen nur elektrisch (ab)leitfähige und funkenarme Gebinde sowie Eintragshilfen.

3.1.3 Arbeiten an Rührwerken, Mischern und Knetern

Rührwerke bestehen aus einer Rührwelle mit einem Mischorgan, die durch einen Motor angetrieben wird und in einen Rührbehälter eintaucht. Mischorgane können unterschiedliche Formen haben, beispielsweise Scheiben oder Propeller. Mit Rührwerken werden die Einsatzstoffe zu homogenen Zubereitungen verarbeitet und feste Stoffe dispergiert.



Rechtliche Grundlagen

- TRLV Lärm „Teil: Allgemeines“ mit den Teilen 1–3



Weitere Informationen

- DGUV Information 209-023 „Lärm am Arbeitsplatz“
- DIN EN ISO 13857:2018-01 – Entwurf „Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen“
- Fachbereich AKTUELL FBRCI-004 „Sicherheitsanforderungen für Stativ- und Hängerührwerke“ des Sachgebiets „Maschinen der chemischen Industrie“ im Fachbereich Rohstoffe und chemische Industrie der DGUV
- Merkblatt T 020 „Rührwerke“ der BG RCI
- Merkblatt T 028 „Transport von Hand“ der BG RCI



Gefährdungen

- Durch manuelle Transportvorgänge beim Schieben und Ziehen von mobilen Behältern kann es insbesondere zu Hand- und Fußverletzungen kommen und es können längerfristig Muskel-Skelett-Erkrankungen entstehen.
- Bei Rüstarbeiten können sich Beschäftigte am Deckel und Spannzangen quetschen oder durch absinkende Deckel gefährdet werden.
- Durch die Rotation des Mischorgans und der Rührwelle können Beschäftigte durch Einziehen, Fangen oder Anstoßen verletzt werden.
- Bei offenem Rühren oder der manuellen Reinigung von Mischorganen oder Rührwellen mit Lösemitteln kann es zur Aufnahme von Gefahrstoffen über die Atemwege oder durch Spritzer auf Haut und Kleidung kommen.
- Der Transport von Behältern, aber auch Rührprozesse führen zu elektrostatischen Aufladungen, die eine explosionsfähige Atmosphäre entzünden können.

- Bei hohen Drehzahlen kann die Lärmeinwirkung durch Rührwerke, Mischer oder Knetter gehörschädigend sein.



Maßnahmen

Ergonomie

- Installieren Sie drehbar gelagerte, breite Fahrrollen, um die Belastungen beim manuellen Transport von Mischbehältern zu minimieren.
- Nutzen Sie beim Transport von schweren Behältern Schienensysteme, Luftkissen oder Flurförderzeuge.
- Bremsvorrichtungen erleichtern das Anhalten der Behälter und vermindern so sowohl ergonomische Belastungen als auch ein „Überschwappen“ der Behälterinhalte.

Gefahrstoffe

- Sorgen Sie dafür, dass lösemittelhaltige Ansätze nicht offen gerührt werden.
- Saugen Sie Gefahrstoffe generell an der Quelle ab, um eine Exposition von Personen sowie die Entstehung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre zu verhindern.

Mechanische Gefährdungen

- Lassen Sie kraftbetätigte Bewegungen an Hubvorrichtungen mit Quetschgefahr nur mit einer Zweihandschaltung oder Befehleinrichtung außerhalb des Gefahrenbereichs mit selbsttätiger Rückstellung zu.
- Verhindern Sie das unkontrollierte Absinken von Maschinenteilen wie Deckel, Rührmotor und Rührwelle beispielsweise durch entspernbare Rückschlagventile am Zylinder, selbsthemmende Antriebe oder Gegengewichte.
- Verwenden Sie zur Absicherung der mechanischen Gefährdungen am Mischorgan vorrangig geschlossene Prozesse. Verriegeln Sie den Antrieb des Rührwerks so, dass dieses nur starten kann, wenn keine Gefahrstelle mehr erreichbar ist. Dies ist der Fall, wenn sich das Mischorgan im Behälter befindet und dieser durch einen geschlossenen Deckel gegen Zugriff geschützt ist.



Abb. 9 Schutzgitter mit elektrischer Verriegelung als trennende Schutzeinrichtung



Abb. 10 Wellenschutz eines Rührwerks durch einen Faltenbalg



Abb. 11 Wellenschutz eines kleinen Rührwerks

- Wenn ein geschlossener Prozess aus technischen Gründen nicht möglich ist, sichern Sie den Gefahrenbereich durch trennende Schutzvorrichtungen wie Umwehungen ab.
- Wenn die zwei vorgenannten Maßnahmen nicht möglich sind, verhindern Sie den Zugriff zum Mischorgan, indem sich das Mischorgan nur einschalten lässt, wenn es sich im unteren Bereich des Behälters befindet. Hier hat sich das untere Drittel in der Praxis bewährt. Sichern Sie die rotierende Welle durch Wellenschutzhülsen (Schutzrohr, Teleskoprohr, Faltenbalg) ab.
- Innen liegende Abweiser können das Erreichen der Welle erschweren.
- Sichern Sie die Zugabeöffnungen durch einen mit dem Antrieb verriegelten Deckel/eine Klappe oder durch Gitter/Stäbe (Abstand max. 50 mm) ab.
- Durch geeignete Ablagen vor der Öffnung (z. B. Sackschütte, Ablagetisch) gestalten Sie den Sicherheitsabstand zu den Gefahrstellen ausreichend groß.
- Gewährleisten Sie den sicheren Stand des Behälters beispielsweise durch eine Arretierung gegen Mitdrehen.



Abb. 12 Rührwerk mit teleskopartigem Rührwellenschutz



Abb. 13 Innen liegender Wellenschutz mit durch Schutzrohr schwer erreichbarer Welle

Explosionen

- Verwenden Sie ableitfähige Rollen, damit sich Behälter beim Transport nicht aufladen können.
- Legen Sie eine ausreichende Menge einer leitfähigen Flüssigkeit vor.
- Sorgen Sie beim Rühren für die sichere Ableitung von elektrostatischen Aufladungen, beispielsweise durch Anklemmen von Erdungszangen am Behälter oder fest installierte Erdungssysteme.
- Verhindern Sie mechanische Zündquellen, beispielsweise durch Reibung und Schlag durch die Konstruktion der Rührwerke. Nachrüstempfehlungen finden Sie im Explosionsschutzportal der BG RCI (www.bgrci.de/exinfo/start/). Nähere Erläuterungen entnehmen Sie dem Merkblatt T 020 „Rührwerke“ der BG RCI.
- Stellen Sie bei Stativ- und Einbaurührwerken sicher, dass der Rührer niemals Wandungen oder den Boden des Rührgefäßes berühren kann. Dies erreichen Sie beispielsweise durch Arretierung des Behälters, konzentrische Arretierung der Kombination Rührwelle/ Mischorgan, Begrenzung der maximalen Absenkbewegung des Mischorgans bei zugleich dazu passend gewählten Behälterhöhen.

Physikalische Gefährdungen: Lärm

- Reduzieren Sie die Lärmpegel im Rahmen eines Lärm-minderungsprogrammes unter 80 dB (A). Zur Lärm-minderung eignen sich beispielsweise die Kapselung von Lärmquellen oder raumakustische Maßnahmen durch bauliche Installationen von schalldämmenden Elementen.
- Ist eine Reduktion unter 80 dB (A) technisch nicht möglich, so stellen Sie geeignete persönliche Schutzausrüstungen zur Verfügung. In Lärmbereichen mit einem Tageslärnexpositionspegel oberhalb von 85 dB (A) besteht Tragepflicht für Gehörschutz sowie die Notwendigkeit arbeitsmedizinischer Pflichtvorsorge.

Rührwerke im Laborbetrieb

Bei bestimmten Einsatzbedingungen lassen sich nicht alle genannten Schutzmaßnahmen umsetzen. Im Laborbetrieb werden häufig unterschiedlich große Gebinde in schnellem Wechsel an einem Rührwerk bearbeitet. Oftmals sind dabei die Abstände zur Welle und zum Werkzeug sehr gering. Zudem müssen die Einsatzstoffe häufig in kleinen Mengen unter Rühren zugegeben werden. Produktverluste führen hierbei zu Qualitätseinbußen.

Abb. 14

Laborrührwerk mit ausreichenden
Schutzeinrichtungen:

- links: überwachte Spannzange, einstellbare Wellenschutzhülse bzw.
rechts: angehängtem Rührwellenschutz für Rührwerke mit einer Antriebsleistung von maximal 300 Watt

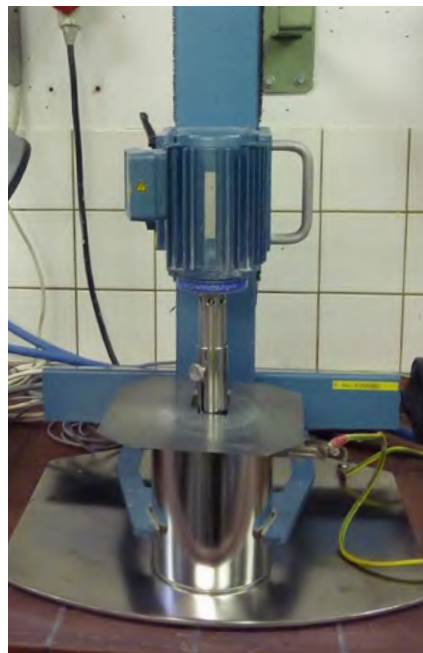




Abb. 15 Rührregale für Kleingebinde mit Wellenschutz



In diesen Fällen müssen die Abweichungen von jeder einzelnen Schutzmaßnahme schriftlich in einer Gefährdungsbeurteilung begründet werden. Die Begründung und zusätzlich erforderliche organisatorische und personenbezogene Maßnahmen sind dabei zu dokumentieren. Weitere Hinweise dazu sind im Fachbereich AKTUELL FBRCI-004 „Sicherheitsanforderungen für Stativ- und Hängerührwerke“ zu finden.

Bei kleineren Antriebsleistungen (< 300 W) gilt: Im Rahmen Ihrer Gefährdungsbeurteilung können Sie vereinfachte Maßnahmen festlegen, solange keine besondere Gefährdung, beispielsweise durch scharfe Kanten oder Messer, vom Mischorgan ausgeht.

Bei mobilen Rührwerken sind besondere Maßnahmen erforderlich. Um diese gegen unbefugtes Benutzen zu schützen, schließen Sie beispielsweise den Netzstecker oder gleich das ganze Rührwerk ein. Ebenfalls sollten Sie diese nur durch Zustimmungsschalter betätigen können, so dass das mobile Rührwerk anhält, wenn der Schalter losgelassen wird.

Stellen Sie sicher, dass enganliegende Kleidung und bei Bedarf Haarnetze getragen werden. Achten Sie aber darauf, dass keine Handschuhe getragen werden.



Abb. 16 Laborrührwerk mit Wellenschutzhülse, Erdung und Absaugung (Gebinde 30 Liter)



Abb. 17 Laborrührwerk (< 1500 Watt) mit Faltenbalg, Behälter ist gegen Mitdrehen gesichert (mit Antrieb verriegelt)

3.2 Dispergieren

Unter Dispergieren wird das Zerkleinern und feine Verteilen von Partikeln in einer flüssigen Phase mit Hilfe von Rührwerksmühlen oder Walzenmaschinen verstanden. Durch das Dispergieren entsteht die optimale Durchmischung der einzelnen Rezepturbestandteile des Beschichtungstoffes.

3.2.1 Arbeiten an Rührwerksmühlen

Rührwerksmühlen dispergieren mit Hilfe von Mahlkörpern in einer Flüssigkeit suspendierte Feststoffe. Zum Dispergieren werden überwiegend geschlossene Rührwerksmühlen, sogenannte Perlmühlen, eingesetzt. Mit Hilfe von Mahlkörpern wie beispielsweise Keramik-, Glas-, Zirkonoxid- oder Stahlperlen werden feste Rezepturbestandteile in einer Flüssigkeit fein verteilt, so dass eine homogene Mischung entsteht. Vorteile dieses Verfahrens sind die kontinuierliche Fertigung sowie geringe bis keine Lösemittelemissionen.



Rechtliche Grundlagen

- TRLV Lärm „Teil: Allgemeines“ mit den Teilen 1–3



Weitere Informationen

- DGUV Information 209-023 „Lärm am Arbeitsplatz“
- Merkblatt T 011 „Wissenswertes über Lärm“ der BG RCI



Abb. 18 Rührwerksmühlen in der Produktion



Abb. 19 Rührwerksmühle im Technikumsmaßstab



Gefährdungen

- Bei Tätigkeiten an Rührwerksmühlen oder Reinigungsarbeiten mit Lösemitteln kann es zu Gefahrstoffexpositionen kommen.
- Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre kann beispielsweise beim Rührvorgang oder bei Reinigungstätigkeiten mit Lösemitteln entstehen.
- Verbrennungsgefahr besteht beim Überhitzen von Mühlen beispielsweise bei Kühlwasserausfall oder hochviskosen Produkten.
- An Rührwerksmühlen besteht eine Gefährdung durch Lärmeinwirkung.



Maßnahmen

Gefahrstoffe

- Installieren Sie wirksame Erfassungs- und Absaugsysteme an Rührwerksmühlen und achten Sie bei der Verwendung von mobilen Systemen auf die richtige Positionierung der Absaugvorrichtung (an der Entstehungsstelle). Verwenden Sie insbesondere bei Reinigungstätigkeiten mit Lösemitteln wirksame Absaugvorrichtungen.
- Decken Sie Entnahme- und Aufnahmebehälter ab und halten diese möglichst geschlossen.

Explosionen

- Vermeiden Sie das Auftreten von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre durch Inertisierung der Mühle, beispielsweise durch Stickstoff, vollständige Flüssigkeitsfüllung oder Absaugsysteme.
- Vermeiden Sie Zündquellen wie mechanische Funken, elektrostatische Entladungen und heiße Oberflächen (z. B. überwachte Kühlung).



Abb. 20 Vorlagebehälter für Laborrührwerksmühle mit Absaugung

Physikalische Gefährdungen: Lärm, heiße Oberflächen

- Setzen Sie lärmarme Antriebsaggregate und Mühlen ein oder reduzieren Sie die Lärmpegel im Rahmen eines Lärmminimierungsprogrammes unter 80 dB (A). Zur Lärmminimierung eignen sich beispielsweise die Kapselung von Lärmquellen oder raumakustische Maßnahmen durch bauliche Installationen von schalldämmenden Elementen.
- Ist eine Reduktion unter 80 dB (A) technisch nicht möglich, so stellen Sie geeignete persönliche Schutzausrüstungen zur Verfügung. In Lärmbereichen mit einem Tageslärmmexpositionspegel oberhalb von 85 dB (A) besteht Tragepflicht für Gehörschutz sowie die Notwendigkeit arbeitsmedizinischer Pflichtvorsorge.
- Verhindern Sie die Entstehung heißer Oberflächen durch eine Temperaturüberwachung mit Abschaltung.

3.2.2 Arbeiten an Walzenmaschinen

Walzenmaschinen sind Walzwerke, die in einem Walzenspalt Farben und ähnliche Mischungen zerkleinern, mischen und homogenisieren. Sie werden in der Regel beim Dispergieren von hochviskosen Materialien eingesetzt.



Rechtliche Grundlagen

- Betriebssicherheitsverordnung
- TRGS 727 „Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen“



Weitere Informationen

- DGUV Information 213-054 „Maschinen – Sicherheitskonzepte und Schutzeinrichtungen“ (Merkblatt T 008 der BG RCI)
- DGUV Information 213-072 „Lösemittel“ (Merkblatt M 017 der BG RCI)
- DIN EN ISO 13857:2018-01 - Entwurf „Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen“



Gefährdungen

- Der Spalt der drehenden Walzen bildet eine gefährliche Einzugsstelle.
- Am Abstreifmesser der Walzenmaschinen besteht Schnittgefahr.
- Gefahrstoffkontakt bei Tätigkeiten an Walzenmaschinen ist insbesondere bei der Reinigung der Walzen mit Lösemitteln möglich.
- Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre kann beim Walzvorgang oder bei Reinigungstätigkeiten mit Lösemitteln entstehen.



Maßnahmen

Mechanisch

- Verhindern Sie den Eingriff in den Walzenspalt, indem Sie feststehende trennende Schutzeinrichtungen oder bewegliche, aber mit dem Antrieb verriegelte Schutzeinrichtungen einsetzen.
- Achten Sie besonders bei Reinigungstätigkeiten auf die Verwendung von technischen Schutzeinrichtungen am Walzenspalt (Einlegekeil) mit gleichzeitiger reduzierter Geschwindigkeit durch Kopplung/Verriegelung über Endschalter.
- Installieren Sie Not-Halt-Einrichtungen so, dass diese jederzeit leicht mit Händen, Kopf, Brust, Bauch oder Knien wirksam betätigt werden können.
- Veranlassen Sie eine regelmäßige Prüfung der Not-Halt-Einrichtungen (Empfehlung: zu jedem Schichtbeginn).
- Vor dem Reinigen der Ablaufschürzen entfernen Sie die Abstreifmesser oder decken Sie diese zuverlässig ab.
- Wählen Sie die Wechselintervalle der Abstreifmesser so, dass diese durch den Walzenkontakt nicht extrem scharf angeschliffen werden.
- Sichern Sie lose eingehängte Ablaufschürzen gegen versehentliches Aushängen, beispielsweise mittels einer Fangkette.



Abb. 21 Dreiwalze mit Schutzhaube und Verriegelung



Abb. 22 Verriegelung der Schutzhaube an der Dreiwalze



Abb. 23 Vollständig abgedeckter Dreiwalzenstuhl mit Absaugung

Gefahrstoffe/Explosionen

- Installieren Sie wirksame Erfassungs- und Absaugsysteme an offenen Walzenmaschinen. Verwenden Sie insbesondere bei Reinigungstätigkeiten mit Lösemitteln wirksame Absaugvorrichtungen.
- Decken Sie Entnahme- und Aufnahmebehälter ab und halten diese möglichst geschlossen.
- Entsorgen Sie mit Farbe oder Reinigungsmittel getränkte Lappen in geschlossenen Behältern.
- Nehmen Sie eine Zoneneinteilung vor und legen geeignete Maßnahmen fest (Zündquellenvermeidung, konstruktiver Explosionsschutz).
- Erstellen Sie ein Explosionsschutzdokument.

Persönliche Schutzausrüstungen

- Stellen Sie geeignete Schnittschutzhandschuhe mit langen Stulpen für den Wechsel des Abstreifmessers zur Verfügung.
- Sorgen Sie dafür, dass beim Arbeiten an laufenden Walzen keine Handschuhe getragen werden. Stellen Sie sicher, dass enganliegende Kleidung und bei Bedarf Haarnetze getragen werden.

3.3 Qualitätskontrolle

Unter Qualitätskontrolle versteht man die Prüfung der gewünschten Produkteigenschaften, die durch staatliche Vorschriften, Normen oder Absprachen mit dem Kunden vorgegeben sind.

Für den zu verarbeitenden Beschichtungsstoff sind Stabilität, umweltrelevante Aspekte sowie Applikationsfähigkeit entscheidende Kriterien. Sie werden durch physikalische, chemische und technologische Prüfungen des Beschichtungsstoffes oder der Beschichtung selbst beurteilt. Dazu werden Proben entnommen und vor Ort oder im Labor geprüft.

Auf die verschiedenen Gefährdungen bei physikalischen Prüfmethode wird hier aufgrund der Vielzahl und Varianz nicht näher eingegangen.

3.3.1 Probenahme

Proben von festen und flüssigen Stoffen werden gezogen zur

- Prüfung der Identität und Qualität von Einsatzstoffen,
- Kontrolle und Steuerung von Produktionsverfahren,
- Überprüfung der Qualität von Zwischen- und Endprodukten.

Beim Wareneingang sowie bei Zwischen- und Endprodukten kann die Probenahme mittels langer Kellen oder über Probenahmeventile erfolgen. Bei festen Stoffen erfolgt die Probenahme manuell nach Öffnen der Gebinde oder Silos.



Rechtliche Grundlagen

- TRGS 723 „Gefährliche explosionsfähige Gemische – Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Gemische“



Weitere Informationen

- Merkblatt T 015 „Befüllen und Entleeren von Transporttanks für Flüssigkeiten – Eisenbahnkesselwagen, Tankfahrzeuge, Tankcontainer und Aufsetztanks“ der BG RCI



Gefährdungen

- Bei der Beprobung von Tanklastzügen oder großen Behältern besteht Absturzgefahr.
- Durch laufende Rührwerke bei der Probenahme oder durch den Einsatz von Messern beim Öffnen von Gebinden kann es zu mechanischen Gefährdungen kommen.
- Bei der Probenahme kann es zu Kontakt mit Gefahrstoffen über die Haut, die Augen oder die Atemwege kommen.
- Bei der Probenahme entzündbarer Stoffe kann gefährliche explosionsfähige Atmosphäre vorliegen oder entstehen.



Maßnahmen

Verringern Sie die Probenzahl, beispielsweise durch Online-Messungen oder organisatorische Maßnahmen wie Herstellerzertifikate und mitgelieferte Proben zur Sicherstellung von Identität und Qualität von Einsatzstoffen.

Absturz

- Stellen Sie geeignete Aufstiegshilfen, idealerweise verfahrbare oder festinstallierte Arbeitsbühnen zur Verfügung oder richten Sie Umwehrungen ein, damit die Probenahmestelle sicher erreicht werden kann.
- Sichern Sie Behälteröffnungen durch Umwehrungen oder eingebaute Gitterroste (hier haben sich Gitterweiten von maximal 30 × 30 cm bewährt).



Abb. 24 Aufstiegshilfe zur Probenahmestelle



Abb. 25 Pneumatisches Probenahmeventil am Mischer



Abb. 26 Probenahmehahn

Mechanisch

- Sorgen Sie dafür, dass die Probenahme nicht bei laufendem Rührwerk erfolgen kann, beispielsweise durch automatische Abschaltvorrichtungen.
- Verwenden Sie geeignete Werkzeuge wie Kellen mit langen Stielen oder Becher mit Griffen.
- Um Schnittverletzungen zu vermeiden, verwenden Sie Sicherheitsmesser.

Gefahrstoffe/Explosionen

- Durch selbstschließende Probenahmeventile oder geschlossene Systeme verhindern Sie gefährliche Staub- und Dampfkonzentrationen sowie unkontrolliertes Austreten von Gefahrstoffen.
- Erstellen Sie gegebenenfalls ein Explosionsschutzdokument und achten Sie auch auf die Zündquellenvermeidung bei den Tätigkeiten. Der Einsatz von funkenarmem Werkzeug ist zu empfehlen und die Gefährdung durch elektrostatische Auf- bzw. Entladung zu beachten.

3.3.2 Beschichten von Oberflächen

Im Herstellungsgang von Beschichtungsstoffen muss im Komplettierungsschritt insbesondere deren Farbstärke, Farbton und Glanz überprüft werden. Aber auch die Entwicklung von Lacken und Farben sowie die Qualitätsvorgaben für Verkaufsprodukte erfordern ständige Kontrollen ihrer chemischen und physikalischen Eigenschaften.



Abb. 27
Beschichten von
Farbtonmuster-
tafeln

Dies macht es notwendig, Proben auf solche Materialien aufzubringen, für die das Endprodukt vorgesehen ist (Metalle, Holz, Kunststoffe, Papier). Dazu müssen die Untergründe in der Regel vorbehandelt werden, um sie danach mit einem anwendungstypischen Verfahren zu beschichten. Nach dem Trocknen und Aushärten, das überwiegend maschinell erfolgt, können die Prüfungen vorgenommen werden.



Rechtliche Grundlagen

- Technische Regel zur Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung – TROS Inkohärente Optische Strahlung
- DGUV Regel 100-500 bzw. 100-501 „Betreiben von Arbeitsmitteln, Kapitel 2.28 „Betreiben von Trocknern für Beschichtungsstoffe“ und Kapitel 2.29 „Arbeiten mit Beschichtungsstoffen“
- DGUV Regel 109-013 „Schutzmaßnahmenkonzept für Spritzlackierarbeiten – Lackaerosole“



Weitere Informationen

- DGUV Information 209-014 „Lackieren und Beschichten“
- DGUV Information 209-046 „Lackierräume und -einrichtungen für flüssige Beschichtungsstoffe – Bauliche Einrichtungen, Brand- und Explosionsschutz, Betrieb“
- DGUV Information 209-052 „Elektrostatisches Beschichten“
- DGUV Information 213-713 „BG/BGIA-Empfehlungen für die Gefährdungsbeurteilung nach der Gefahrstoffverordnung – Spritzlackieren von Hand bei der Holzbe- und -verarbeitung“
- IFA Handbuch Sicherheitstechnisches Informations- und Arbeitsblatt 510 210/1 „Maschinen zur Beseitigung gesundheitsgefährlicher Stäube – Positivliste“



Gefährdungen

- Bei Beschichtung mittels Hochdruckverfahren kann es zu mechanischen Schädigungen der Augen und der Haut durch den hohen Druck kommen.
- Bei der Zerstäubung von Lacken mittels Hochdruckverfahren entstehen oft momentane Schalldruckpegel von > 90 dB (A).
- Bei Umgang mit Musterblechen besteht die Gefahr von Schnittverletzungen.
- Bei der Farbapplikation mittels Walzen besteht eine Gefährdung durch offene, ungesicherte Einzugsstellen.
- Beim elektrostatischen Beschichten kann es zu einem gefährlichen elektrischen Schlag kommen.
- Beim offenen Umgang kann es zu Kontakt mit Gefahrstoffen über die Haut, die Augen oder die Atemwege kommen. Besonders hohe Gefährdungen treten bei Spritz- und Sprühverfahren auf.
- Bei Verarbeitung entzündbarer Beschichtungsstoffe durch Streichen, Spritzen, Gießen, Walzen, Tauchen, Pulverbeschichten oder Rakeln ist mit gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre und erhöhter Brandgefahr zu rechnen.
- Beim Einbrennen und Trocknen von Beschichtungsstoffen kann es zu Verbrennungen an heißen Musterstücken oder an den eingesetzten Öfen kommen. Bei Überladung der Öfen besteht die Gefahr der Bildung eines explosionsfähigen Gemisches.
- Bei der Aushärtung von Beschichtungen mittels UV-Strahlung kann es zu Schäden der Haut oder Augen kommen.



Maßnahmen

Mechanisch

- Musterbleche sollten frei von Graten sein und über abgerundete Ecken verfügen.
- Unterweisen Sie Ihre Beschäftigten über die besondere Gefährdung durch hohe Drücke. Stellen Sie Augenschutz zur Verfügung.
- Ungesicherte Einzugsstellen sichern, beispielsweise durch Füllstücke, feststehende, trennende Schutzeinrichtungen oder Springrollen einsetzen.

Elektrische Gefährdungen durch Hochspannung

- Bereiche bei anliegender Hochspannung absperren und gegen Betreten sichern. Durch Verriegelung der Zugänge zu gefährdeten Bereichen sicherstellen, dass vor dem Betreten alle Potentiale durch automatische Entladung abgeführt sind.
- Die Beschäftigten unterweisen. Die Unterweisung muss Übungen enthalten. Die Einhaltung der Vorgehensweise muss kontrolliert werden.

Brände und Explosionen

- Verwenden Sie eine technische Lüftung mit explosionsgeschützter Absaugeinrichtung und Filter.
- Vermeiden Sie beim elektrostatischen Beschichten die Aufladung der Musterbleche und anderer leitfähiger Gegenstände durch Erdung und Potentialausgleich.
- Legen Sie explosionsgefährdete Bereiche fest und erstellen Sie ein Explosionsschutzdokument.
- Legen Sie Maßnahmen zur Zündquellenvermeidung fest.
- Beachten Sie die Beschickungsanweisung zur höchstzulässigen Beschickung des Trockenofens.
- Lassen Sie Staubablagerungen in Arbeitsräumen in angemessenen Zeitabständen beseitigen (absaugen – nicht abblasen). Industriestaubsauger müssen den Prüfanforderungen für Staubexplosionsschutz genügen.

Gefahrstoffe

- Gewährleisten Sie bei offener Anwendung von Gefahrstoffen eine ausreichende technische und/oder natürliche Lüftung sowie Objektabsaugung und geeignete Luftführung. Störungen der Lüftung müssen durch eine selbsttätig wirkende Warneinrichtung angezeigt werden.

- Legen Sie einen Hautschutzplan fest und stellen Sie geeignete Hautschutz-, Hautreinigungs- und Hautpflegemittel zur Verfügung.
- Sorgen Sie dafür, dass die Tragedauer von Chemikalienschutzhandschuhen minimiert wird, beispielsweise durch „Jobrotation“.
- Beachten Sie die Durchbruchzeiten der Handschuhe und stellen Sie Baumwoll-Unterziehhandschuhe zur Verminderung der Schweißeinwirkung unter den flüssigkeitsdichten Handschuhen zur Verfügung.
- Lassen Sie die Gefährdungsbeurteilung bezüglich UV-Strahlung gemäß TROS IOS durch Fachkundige erstellen und bewahren Sie diese 30 Jahre lang auf. Die Arbeitsmedizinische Beratung gemäß TROS IOS sowie die arbeitsmedizinische Angebots- und Pflichtvorsorge bezüglich UV-Strahlung ist zu gewährleisten.
- Setzen Sie möglichst geschlossene Systeme oder weniger energiereiche Strahlung ein. Schirmen Sie gegebenenfalls die entstehende UV-Strahlung ab. Tragen Sie körperbedeckende Kleidung, Schutzhandschuhe und Augenschutz (Polycarbonatgläser sind in der Regel geeignet).
- Verwenden Sie Lackierroboter, damit die Beschäftigten sich nicht im Lärmbereich befinden. Treffen Sie raumakustische Maßnahmen oder stellen Sie Gehörschutz zur Verfügung.

Physikalische Gefährdungen: Heiße Oberflächen, UV-Strahlung, Lärm

- Tragen Sie beim Umgang mit heißen Musterstücken Hitzeschutzhandschuhe und kennzeichnen Sie Abkühlbereiche.



Abb. 28
Lackierroboter zur Beschichtung von Mustern

3.3.3 Arbeiten an Druckmaschinen

Zur Qualitätsprüfung von Druckfarben und ähnlichen Erzeugnissen müssen diese auf den entsprechenden Untergrund (Papier o. ä.) aufgebracht werden. Für realistische Praxistests werden Geräte vom Labormaßstab bis hin zu kleineren vollwertigen Druckmaschinen, wie sie auch in Druckereien stehen, verwendet.



Abb. 29
Labordruckmaschine mit
Einhausung und Schiebetüren



Rechtliche Grundlagen

- TRBS 2121 Teil 2 „Gefährdung von Beschäftigten bei der Verwendung von Leitern“
- TRLV Lärm „Teil Allgemeines“ mit TRLV Lärm Teile 1–3
- DGUV Regel 100-500 bzw. 100-501 „Betreiben von Arbeitsmitteln“, Kapitel 2.2 „Betreiben von Trocknern für Beschichtungsstoffe, Arbeiten mit Beschichtungsstoffen“
- DGUV Regel 113-002 „Sicherheitsregeln für Durchluftrockner von Druck- und Papierverarbeitungsmaschinen“



Weitere Informationen

- DGUV Information 213-080 „Arbeitsschutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ (Merkblatt M 053 der BG RCI)



Gefährdungen

- Durch die Handhabung schwerer und unhandlicher Papierrollen oder Druckzylinder können Beschäftigte gesundheitlich geschädigt werden.
- Rakelmesser von Laborgeräten und Druckmaschinen sind besonders beim Reinigen oder beim Herausnehmen/Wiedereinsetzen in Zusammenhang mit Reinigung eine Quelle häufiger Schnittverletzungen.
- Bei Druckmaschinen besonders im Labor- und Technikumsmaßstab kommt es zu Gefährdungen durch drehende Teile (Druckwalzen, Antriebselemente).
- Quetsch- oder Scherstellen können im Zusammenhang mit bewegten Teilen zur Zuführung/Entnahme von Bedrucks substraten (z. B. Papierstapel), bei abklappbaren Druckwalzen oder beweglichen Abdeckungen vorkommen.
- Absturzgefahren an Druckmaschinen mit Arbeitsplattformen oder bei der Benutzung mobiler Aufstiegshilfen (z. B. Plattformleitern)

- Druckfarben, Verdüner, Feuchtmittel und Reiniger können Gefahrstoffe enthalten. Die Exposition der Gefahrstoffe kann durch Hautkontakt oder durch Einatmen von Aerosolen infolge hoher Umdrehungsgeschwindigkeiten der Druckmaschinen erfolgen.
- Druckmaschinen und deren Hilfsaggregate können erhebliche Lärmquellen sein, die Lärmschutzmaßnahmen erforderlich machen.
- Für Druckfarben mit Härtung durch UV- oder Elektronenstrahlung werden hohe Strahlungsintensitäten benötigt, die für ungeschützte Augen oder Hautoberflächen schädlich sein können.
- Bei Druckmaschinen, die mit lösemittelbasierten Druckfarben betrieben werden, kann es aufgrund der hohen Geschwindigkeiten beim Beschichten zu elektrostatischer Aufladung kommen.



Maßnahmen

Ergonomie

- Stellen Sie für Handhabung und Transport schwerer Lasten wie Papierrollen oder -stapel sowie Druckwalzen geeignete Transportmittel und Hebezeuge bereit. Lastaufnahmemittel müssen für Form und Gewicht der Lasten geeignet sind.

Absturz

- Arbeitsplattformen müssen durch Geländer mit dreiteiligem Seitenschutz gegen Absturz gesichert werden.
- Falls der Einsatz mobiler Aufstiegshilfen erforderlich ist, sind bevorzugt verfahrbare Gerüste einzusetzen. Der Einsatz von Leitern ist in der Regel nur bei kurzzeitigen Tätigkeiten geringer Gefährdung zulässig.

Mechanische Gefährdungen

- Sichern Sie bewegte Maschinenteile sowie Schneid- und Scherstellen durch trennende Schutzeinrichtungen wie Schutzgittern oder Schutzbalken ab.
- Einstell- und Montagearbeiten an Druckmaschinen dürfen nur von fachkundigen Personen durchgeführt werden. Stellen Sie geeignete Schutzhandschuhe für feine Montagearbeiten zur Verfügung.



Abb. 30 Abnehmbares Geländer an der Arbeitsplattform einer Druckmaschine



Abb. 31 Fingerschutzabdeckung an Druckwalze



Abb. 32
Aerosolabsaugung an Druckwalze,
darunter Gitter als Berührungsschutz

Gefahrstoffe

- Führen Sie Aerosole durch Absaugungen an der Entstehungsstelle ab.
- Auch bei der Härtung von Druckfarben durch UV-Strahlen entstehendes Ozon entfernen Sie durch eine Absaugung aus dem Arbeitsbereich.
- Stellen Sie beim Umgang mit sensibilisierenden Druckfarben Schutzhandschuhe zur Verfügung. Beachten Sie die Vorgaben zur Tragezeitbegrenzung und das Verbot des Arbeitens mit Schutzhandschuhen an drehenden Teilen.
- Stellen Sie bei Tätigkeiten mit niedrigviskosen Druckfarben und zum Schutz gegen verspritzende Druckfarben Schutzbrillen zur Verfügung.

Brände und Explosionen

- Verwenden Sie möglichst Reiniger mit hohen Flammpunkten und begrenzen Sie die Dosiermenge durch spezielle Dosierkannen oder Sparanfeuchter.
- Bei lösemittelhaltigen Produkten (insbesondere toluolbasiert!) müssen konsequente Erdungsmaßnahmen getroffen werden.
- Legen Sie explosionsgefährdete Bereiche fest und erstellen Sie ein Explosionsschutzdokument.
- Legen Sie Maßnahmen zur Zündquellenvermeidung fest.
- Der Einsatz von Antistatik-Additiven ist eine weitere Möglichkeit zur Reduzierung elektrostatischer Aufladungen.

Physikalische Gefährdungen: Lärm, UV-Strahlung

- Treffen Sie technische Lärmschutzmaßnahmen, um die Entstehung von Lärm zu vermeiden oder zu verringern.
- Sollte dies nicht ausreichend sein, stellen Sie Gehörschutz zur Verfügung. Stellen Sie bei der Auswahl des Gehörschutzes sicher, dass akustische Warnsignale wahrgenommen werden können.
- Stellen Sie sicher, dass nachgeschaltete oder integrierte Trockeneinheiten mit UV-Strahlern oder Elektronenstrahlern konstruktiv so ausgeführt sind, dass Strahlung nicht austreten kann.
- Wartungsabdeckungen sind mit verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen wie Endschaltern zu versehen, die zuverlässig die Energiezufuhr unterbrechen.

3.4 Abfüllen, Verpacken, Transport

Nach der Herstellung der Beschichtungsstoffe werden die Produkte in unterschiedliche Gebinde abgefüllt und verpackt. Der innerbetriebliche Transport ist ein Unfallschwerpunkt in der Branche.

3.4.1 Abfüllen von Hand

Das Abfüllen von Hand erfolgt ohne maschinelle Unterstützung mit einfachen Arbeitsmitteln wie beispielsweise Trichtern, Sieben und Dosierventilen in unterschiedliche Gebinde wie Dosen, Kannen, Eimer, Fässer oder Hobbocks. Die Gebinde werden nach dem Abfüllen verschlossen, etikettiert und verpackt.



Rechtliche Grundlagen

- TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“
- TRGS 401 „Gefährdung durch Hautkontakt – Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen“
- TRGS 500 „Schutzmaßnahmen“
- DGUV Regel 112-189 „Benutzung von Schutzkleidung“



Weitere Informationen

- DGUV Information 213-072 „Lösemittel“ (Merkblatt M 017 der BG RCI)
- DGUV Information 213-080 „Arbeitsschutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ (Merkblatt M 053 der BG RCI)
- Merkblatt A 023 „Hand- und Hautschutz“ der BG RCI
- IFA Handbuch Sicherheitstechnisches Informations- und Arbeitsblatt 510 210/1 „Maschinen zur Beseitigung gesundheitsgefährlicher Stäube – Positivliste“



Gefährdungen

- Beim Heben, Schieben und Ziehen von Lasten können Beschäftigte aufgrund falscher oder unergonomischer Körperhaltung und des Lastengewichts Rückenschäden erleiden.
- Beim Verschließen von Gebinden mit Spannringen kann das Handgelenk erheblich belastet werden.
- An mobilen Rollenbahnen und anderen Stetigförderern können Quetsch-, Scher-, Einzugs- und Auflaufstellen vorhanden sein.
- Durch den Umgang mit offenen Gebinden können gefährliche Dämpfe oder Stäube freigesetzt und eingeatmet werden, zudem ist durch Verspritzen von Flüssigkeiten oder Staubeentwicklung Hautkontakt möglich.

- Das Tragen von Schutzhandschuhen über längere Zeiträume (Feuchtarbeit) kann zu Hauterkrankungen führen.
- Beim Abfüllen von entzündbaren Lacken kann es zur Entstehung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre kommen.
- Beim Abfüllen heißer Produkte kann es durch Kontakt zum Produkt oder einer heißen Oberfläche zu Verbrennungen oder Verbrühungen kommen.



Maßnahmen

Ergonomie

- Beurteilen Sie die Gefährdungen aufgrund der Handhabungen von Lasten, beispielsweise mit den Leitmerkmalmethoden der BAuA.
- Nutzen Sie möglichst kleine Gebindeeinheiten und stellen Sie Hebehilfen zur Verfügung.
- Unterweisen Sie Ihre Beschäftigten, auf die richtige Körperhaltung zu achten (beim Heben Wirbelsäule gerade halten, Last nah am Rumpf führen, Oberkörper möglichst nicht verdrehen).
- Setzen Sie ein geeignetes Werkzeug zum Verschließen von Spannringen ein.

Mechanisch

- Verhindern Sie den Zugriff zu Einzugsstellen, beispielsweise durch geeignete trennende Schutzeinrichtungen.
- Ihre Beschäftigten sollten enganliegende Kleidung tragen und, falls erforderlich, Haarschutznetze und -hauben benutzen.

Gefahrstoffe

- Sorgen Sie dafür, dass entweichende Gefahrstoffe abgesaugt werden, beispielsweise durch den Einsatz mobiler Absaugungen.
- Gewährleisten Sie bei offener Anwendung von Gefahrstoffen eine ausreichende Lüftung und geeignete



Abb. 33 Werkzeug zum Verschließen von Spannringen



Abb. 34 Vakuümheber für die Handhabung von Hobbocks



Abb. 35 Manuelle Abfüllung

Luftführung. Störungen müssen durch eine selbsttätig wirkende Warneinrichtung angezeigt werden.

- Legen Sie einen Hautschutzplan fest und stellen Sie geeignete Hautschutz-, Hautreinigungs- und Hautpflegemittel zur Verfügung.
- Sorgen Sie dafür, dass die Tragedauern von Chemikalienschutzhandschuhen minimiert werden, beispielsweise durch „Jobrotation“.
- Beachten Sie die Durchbruchzeiten der Handschuhe und stellen Sie Baumwoll-Unterziehhandschuhe zur Verminderung der Schweißbildung unter den flüssigkeitsdichten Handschuhen zur Verfügung.

Explosionsschutz

- Vermeiden Sie elektrostatische Aufladung von Behältern, Trichtern, Maschinenteilen und anderen leitfähigen Gegenständen durch Erdung und Potentialausgleich.
- Legen Sie explosionsgefährdete Bereiche fest, nehmen Sie die Zoneneinteilungen vor und erstellen Sie ein Explosionsschutzdokument.
- Lassen Sie Staubablagerungen in Arbeitsräumen in angemessenen Zeitabständen beseitigen (absaugen – nicht abblasen). Industriestaubsauger müssen gemäß der Zoneneinteilung ausgewählt werden.
- Verwenden Sie explosionsgeschützte Absaugeinrichtungen und Filter.

Physikalische Gefährdungen: Heiße Oberflächen

- Isolieren Sie heiße Oberflächen, Auffangbehälter und Vorlagebehälter.

3.4.2 Arbeiten an Abfüllautomaten

Das Abfüllen an Abfüllautomaten erfolgt hierbei mit maschineller Unterstützung in unterschiedliche Gebinde. Hochviskose Produkte werden durch Auspressvorrichtungen und Dosierventile abgefüllt.



Abb. 36 Abfüllanlage



Abb. 37 Abfüllanlage

Je nach Anlage erfolgt

- eine automatische Volumen- oder Gewichtsdosierung,
- automatisches Verschließen der Gebinde,
- automatisches Etikettieren, automatisches Verpacken und Palettieren.



Rechtliche Grundlagen

- TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“
- TRGS 500 „Schutzmaßnahmen“
- TRLV Lärm Teil 3 „Lärmschutzmaßnahmen“



Weitere Informationen

- DIN EN ISO 13857:2018-01 - Entwurf „Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen“
- DIN EN 349:2008-09 „Sicherheit von Maschinen – Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen“



Gefährdungen

- Frei zugängliche bewegte Maschinenteile und Antriebe an Abfüllanlagen führen zu mechanischen Gefährdungen. Es entstehen gefährliche Quetsch-, Scher-, Schneid-, Stich-, Einzugs- und Auflaufstellen.
- Auch bei der automatischen Abfüllung kann es zu Expositionen der Beschäftigten gegenüber Gefahrstoffen kommen.
- Durch lösemittelhaltige Produkte und Reinigungsprozesse kann es zur Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre kommen.
- Abfüllautomaten verursachen Lärm.
- Ein Hautkontakt mit heißen Medien wie beispielsweise heißem Leim oder heißen Oberflächen an Maschinen kann zu schweren Verletzungen führen.



Maßnahmen

Mechanisch

- Sichern Sie Gefahrenbereiche an Abfüllautomaten und Förderern durch trennende Schutzeinrichtungen, die mit dem Antrieb verriegelt oder fest montiert sind.



Abb. 38 Fassabfüllung mit Erdungsüberwachung



Abb. 39 Containerabfüllung mit Erdungsüberwachung

- Vor Gefahrstellen eignen sich auch Lichtschranken oder Kontaktschalteinrichtungen als Absicherung.
- Zur Ortsbindung der Hände eignen sich Zweihandschaltungen, beispielsweise zum Auslösen des Pressstempels bei der Abfüllung hochviskoser Produkte.
- Sichern Sie den Auspressstempel an der Auspressstation gegen Absinken.

Gefahrstoffe/Explosionen

- Minimieren Sie mögliche Expositionen gegenüber Gefahrstoffen vorzugsweise durch technische Maßnahmen wie beispielsweise Absaugungen an der Quelle.
- Gewährleisten Sie bei offener Anwendung eine ausreichende Lüftung und geeignete Luftführung.
- Störungen der Lüftungsanlage müssen durch eine selbsttätig wirkende Warneinrichtung angezeigt werden.

Physikalische Gefährdung: Lärm

- Setzen Sie lärmarme Antriebsaggregate und Abfüllautomaten ein.
- Reduzieren Sie den Lärmpegel im Rahmen eines Lärmreduzierungsprogrammes unter 80 dB (A). Hierfür eignen

- sich beispielsweise die Kapselung von Lärmquellen oder raumakustische Maßnahmen durch Einbau von schalldämmenden Elementen.
- Versehen Sie Druckluftauslässe pneumatischer Antriebe oder Steuerungen mit Schalldämpfern.
- Vermeiden Sie das Anstoßen der Gebinde bei der Förderung durch elastische Zwischenlagen.
- Setzen Sie, wenn möglich, Kunststoffgebilde ein.
- Kapseln Sie Abfüllautomaten vollständig oder schirmen Sie diese durch Trennwände ab.
- Sorgen Sie für eine regelmäßige Wartung der Anlagen.

Physikalische Gefährdungen: Heiße Oberflächen und Medien

- Sichern Sie den Zugriff zu heißen Oberflächen durch trennende Schutzeinrichtungen, beispielsweise bei Heißleimgeräten die Stelle, an der bis zu 180 °C heißer Leim austreten kann.
- Stellen Sie geeignete Aufnahmegefäße zur Leimentnahme und Spatel zum Auftragen zur Verfügung.

3.4.3 Verpacken

Die verschiedenen abgefüllten Gebinde werden manuell oder automatisch verpackt. Eine Verpackung ist als Voraussetzung zum sicheren Transport notwendig. Die Art der Verpackung hängt von der Gebindegröße und -art und von den Erfordernissen des weiteren Transports ab. In vielen Fällen ist das Palettieren Teil des Verpackungsvorgangs.



Abb. 40
Halbautomatische Wickelmaschine (Verpackungsmaschine) mit Trittmatte



Rechtliche Grundlagen

- TRLV Lärm Teil 3 „Lärmschutzmaßnahmen“



Weitere Informationen

- DIN EN 415-4:2019-02 - Entwurf „Sicherheit von Verpackungsmaschinen – Teil 4: Palettierer und Depalettierer“
- DIN EN 415-10:2014-07 „Sicherheit von Verpackungsmaschinen – Teil 10: Allgemeine Anforderungen“



Gefährdungen

- Bei der manuellen Verpackung werden unterschiedlich schwere Gebinde und Lasten (Paletten) bewegt, wobei es auch zur Drehung des Rumpfes kommen kann.
- Quetsch- und Scherstellen an frei zugänglichen bewegten Maschinenteilen und Antriebe an Verpackungsanlagen. Insbesondere Öffnungen für den Produktein- und -austritt bilden häufig gefährliche Quetsch- und Scherstellen.
- Durch Umwickeln mit Stretchfolien können elektrostatische Aufladungen entstehen, die bei Entladung zu Schreckreaktionen bei den Beschäftigten führen können (Sekundärnfälle).
- In explosionsgefährdeten Bereichen kann eine elektrostatische Entladung als Zündquelle wirken.
- Brandgefährdung entsteht beim Folienschrumpfen aufgrund der Arbeitstemperatur und der Brandlasten durch die Verpackungsmaterialien.
- Verpackungsmaschinen können Lärm verursachen.



Maßnahmen

Ergonomie

- Beurteilen Sie die Gefährdungen anhand der Leitmerkmalmethoden der BAuA.
- Stellen Sie Hebe- und Tragehilfen zur Verfügung, beispielsweise Vakuumheber.
- Verringern Sie die Belastung Ihrer Beschäftigten durch Jobrotation.
- Unterweisen Sie Ihre Beschäftigten über die richtige Körperhaltung bei der Handhabung von Lasten.

Mechanisch

- Gefahrbereiche, in die betriebsmäßig häufig eingegriffen werden muss, sichern Sie durch trennende Schutzeinrichtungen wie Verdeckungen oder Schutzhauben, die mit dem Antrieb verriegelt sind. Ebenso eignen sich Lichtschranken oder Kontaktschalteinrichtungen als Absicherung.
- Setzen Sie, wenn geeignet, ortsbindende Schutzeinrichtungen wie Zweihandschaltungen, Tiptaster und Zustimmungseinrichtungen ein.
- Sichern Sie Einzugs- und Auflaufstellen an Stetigförderern durch trennende Schutzeinrichtungen.

Brandschutz und Explosionsschutz

- Sorgen Sie dafür, dass bei Schrumpfeinrichtungen an Verpackungsmaschinen die Luftumwälzung und Transportgeschwindigkeit aneinander angepasst sind. Die Flammen nicht zu lang einstellen und stabilisieren. Besondere Vorsicht beim Umgang mit handgeführten Schrumpfgeräten.
- Sorgen Sie für eine kontinuierliche Ableitung statischer Elektrizität (Erdung) beim Abwickeln der Folie und führen diese Tätigkeit außerhalb explosionsgefährdeter Bereiche aus.

Physikalische Gefährdung: Lärm

- Setzen Sie hydraulische lärmarme Antriebsaggregate ein.
- Reduzieren Sie den Lärmpegel im Rahmen eines Lärm-minderungsprogrammes unter 80 dB (A). Hierfür eignen sich beispielsweise die Kapselung von Lärmquellen oder raumakustische Maßnahmen durch Einbau von schalldämmenden Elementen.



Abb. 41 Palettierroboter mit Sicherheitslichtschranke

3.4.4 Bereitstellen, Lagern und innerbetrieblicher Transport

Das Kommissionieren geht dem Bereitstellen von Aufträgen zum innerbetrieblichen Transport voraus. Der innerbetriebliche Transport kann mittels Hubwagen, kraftbetriebenen Flurförderzeugen oder Rollenbahnen erfolgen. Auch beim innerbetrieblichen Transport sind die Grundsätze zur Ladungssicherung zu beachten. Die Produkte werden bis zum Transport zum Kunden sachgemäß gelagert.



Abb. 42
Getrennte Verkehrswege
für Fußgänger und Fahrzeuge
im Betrieb

§

Rechtliche Grundlagen

- DGUV Vorschrift 52 bzw. 53 „Krane“
- DGUV Vorschrift 68 bzw. 69 „Flurförderzeuge“
- TRGS 509 „Lagern von flüssigen und festen Gefahrstoffen in ortsfesten Behältern sowie Füll- und Entleerstellen für ortsbewegliche Behälter“
- TRGS 510 „Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern“
- TRLV Vibrationen Teil 3 „Vibrationsschutzmaßnahmen“
- DGUV Regel 108-007 „Lagereinrichtungen und -geräte“

i

Weitere Informationen

- DGUV Information 205-006 „Arbeiten in sauerstoffreduzierter Atmosphäre“
- DGUV Information 208-043 „Sicherheit von Regalen“
- DGUV Information 213-084 „Lagerung von Gefahrstoffen“ (Merkblatt M 062 der BG RCI)
- DGUV Information 213-085 „Lagerung von Gefahrstoffen – Antworten auf häufig gestellte Fragen“ (Merkblatt M 063 der BG RCI)
- DIN EN 15635:2009-08 „Ortsfeste Regalsysteme aus Stahl – Anwendung und Wartung von Lagereinrichtungen“; Deutsche Fassung EN 15635:2008



Gefährdungen

- Beim innerbetrieblichen Transport mit Flurförderzeugen oder anderen Lastaufnahmemitteln kann es durch Anfahren, Aufprallen, Überfahren, herabfallende Lasten und Umkippen zu Personenschäden kommen.
- Durch Überbelastung oder Beschädigung von Regalen wie Anfahrtschäden kann es beim Herabfallen von Lagergut oder durch Zusammenbruch der Regale zu Verletzungen der Beschäftigten kommen.
- Durch die Beschädigung von Gebinden kann es zum Austritt von Gefahrstoffen kommen. Dies kann Brand- und Explosions- sowie Gesundheitsgefahren nach sich ziehen.
- Beim Fahren von Flurförderzeugen und anderen Fahrzeugen kann es zu belastenden Ganzkörperschwingungen kommen.



Maßnahmen

Organisatorisch

- Setzen Sie nur geeignete, ausgebildete und beauftragte Personen zum Führen von Flurförderzeugen ein.
- Verhindern Sie unbefugtes Benutzen von Flurförderzeugen: Schlüssel abziehen.
- Kennzeichnen Sie Verkehrswege und Lagerflächen und trennen Sie konsequent den Fußgänger- vom Fahrverkehr. Sorgen Sie für eine übersichtliche Gestaltung der Verkehrswege und für eine Einsicht in alle Bereiche (z. B. Panoramaspiegel an Kreuzungen).

Mechanisch

- Stellen Sie sicher, dass durch die Art der Beladung ein Herabfallen oder unkontrolliertes Bewegen von Lasten vermieden wird (Ladungssicherung).
- Rüsten Sie Flurförderzeuge mit geeigneten Rückhaltesystemen aus, ziehen Sie Kabinen- oder Bügeltüren Sicherheitsgurten vor.
- Zur frühzeitigen Erkennung von Flurförderzeugen in Lagern eignen sich an Kreuzungen, Ausfahrten oder Ausgängen Rundumsichtspiegel oder Geländer sowie optische und/oder akustische Warneinrichtungen am Stapler (z. B. Bluespot oder Redspot für Vor- und Rückseite).
- Vermeiden Sie ein Kippen oder Wegrollen von Lagergut durch stabile Lagerung (z. B. Säcke im Kreuzverbund stapeln, Umreifen von palettierter Ware), Schwerpunkt möglichst tief anordnen, zulässige Stapelhöhen einhalten.

- Gewährleisten Sie die Standsicherheit von Stapeln und Regalen und dass die zulässige Belastung deutlich erkennbar an Regalen angebracht ist.
- Vermeiden Sie das Ausheben von Regalelementen durch Aushebesicherungen, Verschraubungen oder Ausziehsperren.
- Beugen Sie dem Durchschieben von Lagergut beim Einlagern von Ware in Regale vor. Installieren Sie, wo möglich, feste Abtrennungen zwischen rückwärtig angrenzenden Fächern. Lagern Sie keine Ware ein, wenn im Regal befindliches Lagergut in den zu bestückenden Lagerplatz ragt.
- Installieren Sie einen festen Anfahrtschutz an den Eckbereichen von Regalen, die mit Flurförderzeugen be- oder entladen werden. Der Anfahrtschutz muss mindestens 30 cm hoch und im Boden verankert sein. Er darf nicht mit den Regalstützen verbunden sein.
- Gewährleisten Sie, dass beschädigte Paletten systematisch und frühzeitig aussortiert werden.



Abb. 43 Gabelstapler mit Bluespot



Abb. 44 Positivbeispiel eines Regals mit Anfahrtschutz



Abb. 45 Sicherung von Verkehrswegen im Lager

Gefahrstoffe

- Erstellen Sie bei der Lagerung von Gefahrstoffen einen Einlagerungsplan, damit die Beschäftigten im Lager eine eindeutige Vorgabe haben, wo welcher Stoff bis zu welcher Menge gelagert werden darf. So ist im Falle einer Störung (z. B. Leckage) oder bei einem Brand eine schnelle Orientierung möglich.
- Achten Sie auf die korrekte Zusammenlagerung von Gefahrstoffen unterschiedlicher Einstufungen (Lagerklassen), wie Peroxide und Aerosolpackungen.
- Lagern Sie flüssige Gefahrstoffe in Auffangwannen oder Auffangräumen. Die Kapazität muss so bemessen sein, dass der Inhalt des größten Gebindes komplett aufgefangen werden kann. Bei entzündbaren Flüssigkeiten muss die Auffangeinrichtung elektrostatisch ableitfähig sein.

- Halten Sie zur Leckagebeseitigung geeignete persönliche Schutzausrüstungen bereit und trainieren Sie den Havariefall.
- Stellen Sie entsprechende Absorptionsmittel bereit.
- Stellen Sie eine ausreichende Lüftung sicher. Lüftungsöffnungen oder Luftdurchlässe technischer Lüftungen sollten so positioniert sein, dass die bevorzugte Ausbreitungsrichtung freigesetzter Gefahrstoffe berücksichtigt wird.

Physikalische Gefährdungen: Vibrationen

- Zur Vermeidung von Rückenschäden durch Vibrationen rüsten Sie Flurförderzeuge mit schwingungsgedämpften Sitzen aus und sorgen für ebene Verkehrswege ohne Schlaglöcher.

3.5 Reinigen

Bei der Herstellung von Beschichtungsstoffen verbleiben Anhaftungen von Rohstoffen, Halbfabrikaten und Fertigprodukten an allen produktberührten Aggregaten und Arbeitsmitteln. Diese Anhaftungen müssen aus Gründen der Produktqualität oder Sicherheit gründlich entfernt und gereinigt werden.

Beim Reinigen kommt dem Einsatz von persönlichen Schutzausrüstungen eine besondere Bedeutung zu.



Persönliche Schutzausrüstungen

Stellen Sie – wo erforderlich – die entsprechende persönliche Schutzausrüstung (z. B.: Atemschutz, Korbbrille/Gesichtsschild, Chemikalienschutzhandschuhe, Schürze, Gehörschutz, PSA gegen Absturz) zur Verfügung. Wählen Sie geeignete Typen an Handschuhen und Atemschutzgeräten aus und beachten Sie die maximale Tragedauer sowie die Durchbruchzeiten für Schutzhandschuhe. Sorgen Sie dafür, dass persönliche Schutzausrüstungen ordnungsgemäß benutzt, gegebenenfalls gereinigt und aufbewahrt werden.

3.5.1 Reinigen von Behältern und Anlagen

Zum Reinigen von Behältern und Anlagen können organische Lösemittel, Wasser und wässrige Lösungen mit organischen Lösemitteln, Tensiden, Säuren oder Laugen, Dampf oder Strahlmittel zum Einsatz kommen. Eine Reinigungswirkung kommt durch Einwirken insbesondere aber auch durch Anwendung von Druck und turbulenter Strömung, mechanischer Unterstützung durch Bürsten, Ultraschall, erhöhte Temperatur und durch Versprühen zustande.



Abb. 46 Behälterreinigungsmaschine



Weitere Informationen

- DGUV Information 213-057 „Gaswarneinrichtungen und -geräte für den Explosionsschutz – Einsatz im Betrieb“ (Merkblatt T 023 der BG RCI)



Gefährdungen

- Durch die Handhabung schwerer Lasten, wie Behälter, oder ungünstige Körperhaltungen, wie das Verdrehen beim Arbeiten mit Reinigungsstangen, kann es zu Verletzungen oder Muskel-Skelett-Erkrankungen kommen.
- Bei Reinigungsarbeiten in oder auf hohen Behältern, besteht Absturzgefahr.
- Bei der Reinigung mit organischen Lösemitteln kann es zu gesundheitsschädigenden Gefahrstoffexpositionen kommen.
- Durch unkontrollierten Austritt von Reinigungsmitteln oder wegspringende Anhaftungen kann es bei der maschinellen oder manuellen Reinigung zu Gefährdungen durch Gefahrstoffe und mechanische Einwirkungen kommen (Ausrutschen, Augenverletzungen, Haut- oder Atemwegsverletzungen).
- Eingriffe in unzureichend gesicherte drehende Teile der Reinigungsapparatur können zu Verletzungen führen.
- Durch langes Tragen von Chemikalienschutzhandschuhen kann es zu einer Gefährdung der Haut kommen (Feuchtarbeit).
- Wenn Behälter zum Reinigen befahren werden müssen, kann es insbesondere zu Gefährdungen durch Einbauten, Sauerstoffmangel (Ersticken, Ertrinken) oder Kontakt mit Gefahrstoffen kommen.
- Bei der Verwendung organischer Lösemittel kann gefährliche explosionsfähige Atmosphäre entstehen.
- Bei Reinigungstätigkeiten mit Flüssigstrahlern besteht eine Gefährdung durch den hohen Druck und den entstehenden Lärm.



Rechtliche Grundlagen

- TRGS 507 „Oberflächenbehandlung in Räumen und Behältern“
- DGUV Regel 100-500 bzw. 100-501 „Betreiben von Arbeitsmitteln“, Kapitel 2.36 „Arbeiten mit Flüssigkeitsstrahlern“
- DGUV Regel 112-190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“
- DGUV Regel 113-004 „Behälter, Silos und enge Räume – Teil 1: Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen“



Maßnahmen

Generell

- Reinigen Sie unterschiedliche Behälter (z. B. ortsfeste Reaktions- und Mischbehälter, Fässer, Dosen) möglichst im geschlossenen System mit selbsttätig arbeitenden Reinigungsanlagen. Für die Reinigung haben sich Reinigungsgranulat oder Reinigungsflüssigkeiten bewährt, in denen Welle und Mischorgan betrieben werden.

Ergonomie

- Sorgen Sie durch den Einsatz geeigneter Transport- und Kippeinrichtungen für ein ergonomisches Handling der manuell zu bewegend Lasten.

Befahren von Behältern/Absturz

- Tätigkeiten in Behältern und engen Räumen stellen ein besonderes Gefahrenpotential dar. Legen Sie die Schutzmaßnahmen schriftlich im Erlaubnisschein fest und überprüfen Sie die Durchführung der Maßnahmen. Berücksichtigen Sie dabei auch Gefährdungen, die durch die Arbeit im Behälter entstehen, wie beispiels-

weise Verwendung von Reinigungsspray vor Schweißarbeiten oder elektrostatische Entladungen durch ungeeignete Putztücher.

- Stellen Sie die erforderliche Qualifikation des eingesetzten Personals sicher. Führen Sie regelmäßige Übungen durch.
- Stellen Sie geeignete Aufstiegshilfen, idealerweise verfahrbare oder fest installierte Arbeitsbühnen zur Verfügung, um das Besteigen großer Behälter sicher zu gestalten. Denken Sie beim Einsatz von Leitern in Behältern an die Standsicherheit und die elektrostatische Ableitung.
- Behälter und enge Räume müssen vor Arbeitsbeginn entleert, gereinigt, belüftet und freigemessen werden.
- Zuleitungen zu Behältern sind wirksam zu unterbrechen.
- Sorgen Sie dafür, dass bewegliche Teile oder Einrichtungen wie Rührwerke mittels Hauptbefehlseinrichtung ausgeschaltet und gegen Wiedereinschalten gesichert sind. Ein Wiederanlaufen infolge gespeicherter Energien muss ausgeschlossen werden.
- Beim Verwenden elektrischer Betriebsmittel in leitfähiger Umgebung bedarf es spezieller Schutzmaßnahmen



Abb. 47 Aufstiegshilfe mit ableitfähigen Rollen und Standfüßen

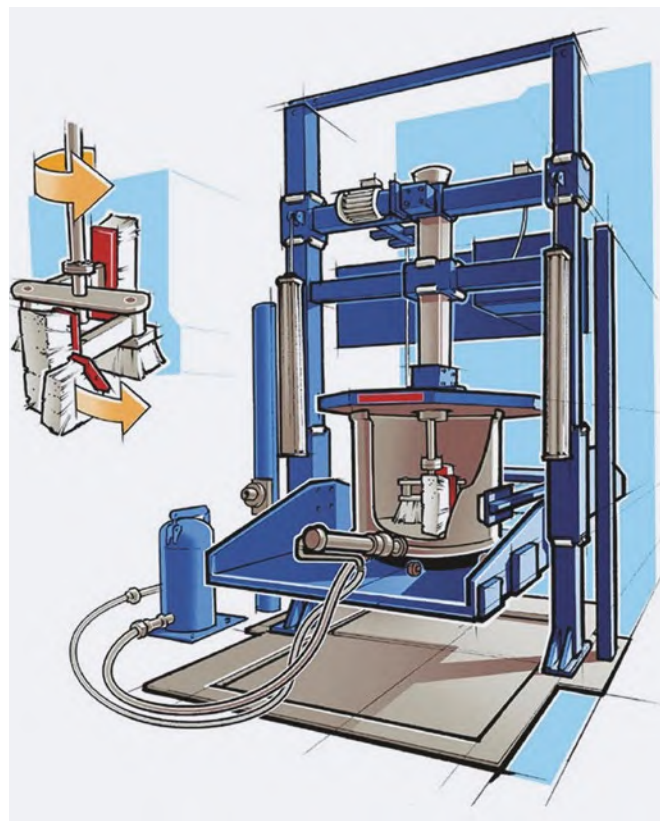


Abb. 48 Anlage zur Behälterreinigung

gegen elektrische Gefährdung, beispielsweise Schutzkleinspannung.

- Sorgen Sie dafür, dass ein Sicherungsposten bereitsteht und Rettungsgeräte bereitgehalten werden (z. B. Rettungshubgerät). Überprüfen Sie, ob ihr Einsatz unter den örtlichen Bedingungen möglich ist.
- Eine schnelle Rettung von verunfallten Beschäftigten ist nur dann möglich, wenn diese den Rettungsgurt bereits vor Arbeitsbeginn angelegt haben.

Mechanisch

- Sperren Sie bei handgeführten Flüssigkeitsstrahlern den Gefahrenbereich ab und verwenden Sie Strahler mit Totmannschaltung. Sorgen Sie dafür, dass geeignete persönliche Schutzausrüstungen getragen werden. Persönliche Schutzausrüstungen sind beispielsweise Schutzanzüge, Kopfschutz, griffsichere Schutzhandschuhe und gleitsichere Stiefel, Mittelfußschutz, Atemschutzgeräte, Gehörschutz, Augen- oder Gesichtsschutz.
- Stellen Sie durch Verriegelung und gegebenenfalls Umwehungen oder Umzäunungen sicher, dass automatische Reinigungsanlagen nur im geschlossenen Zustand anlaufen können und den Beschäftigten während des Reinigungsbetriebes der Zugang verwehrt wird.
- Sorgen Sie dafür, dass die manuelle Reinigung von Mischorganen und Wellen grundsätzlich nur im Stillstand der Maschine durchgeführt wird.

Gefahrstoffe/Explosion

- Stellen Sie für die Reinigung von Behältern automatische Reinigungseinrichtungen beispielsweise mit Druckstrahl oder Bürsten zur Verfügung, die stationär im Behälter eingebaut sind oder jeweils so angeschlossen werden, dass weder Reinigungsflüssigkeit noch gefährliche Dämpfe austreten.
- Saugen Sie Gefahrstoffe generell an der Quelle ab, um eine Gefährdung von Personen sowie die Entstehung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre zu verhindern.
- Reinigen Sie Pumpen und Rohrleitungen durch „Im-Kreis-Pumpen“ von Lösemittel und gegebenenfalls durch den Einsatz von Molchsystemen.
- Reinigungsvorgänge sind im Explosionsschutzdokument zu berücksichtigen. Hierbei besonders: Funkenarmes Werkzeug und für die jeweilige Zone/Tätigkeit geeignete Geräte verwenden und Elektrostatik beachten.

3.5.2 Weitere Reinigungsarbeiten: Kleinteile, Produktionsräume

Die Reinigung kleinerer ortsbeweglicher Anlagenteile und Werkzeuge (Arbeitsmittel) erfolgt üblicherweise von Hand. Hierfür sind geeignete Waschplätze einzurichten.

Bei Produktaustritt aus Anlagen können auch Fußböden, Wände und Einrichtungen verschmutzt werden, die dann gereinigt werden müssen. Da hier in der Regel keine besonderen technischen Vorkehrungen getroffen sind, muss das Reinigungsverfahren an die Umgebung angepasst sein.



Rechtliche Grundlagen

- TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“
- TRGS 500 „Schutzmaßnahmen“
- DGUV Regel 100-500 bzw. 100-501 „Betreiben von Arbeitsmitteln“, Kapitel 2.36 „Arbeiten mit Flüssigkeitsstrahlern“



Weitere Informationen

- DGUV Information 213-072 „Lösemittel“ (Merkblatt M 017 der BG RCI)
- DGUV Information 213-080 „Arbeitsschutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ (Merkblatt M 053 der BG RCI)



Gefährdungen

- Bei manuellen Reinigungsarbeiten kann es zu Zwangshaltungen kommen, beispielsweise bei der Bodenreinigung oder bei Arbeiten an Reinigungsbecken.
- Beim großflächigen Einsatz von Reinigungsmitteln sowie beim Kontakt mit Produkten und Einsatzstoffen kann es zu Gefährdungen durch Gefahrstoffe und mechanische Einwirkungen kommen (Ausrutschen, Augenverletzungen, Haut- oder Atemwegsverletzungen).
- Bei der Verwendung organischer Lösemittel kann eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre entstehen.
- Durch lang anhaltende Arbeit im feuchten Milieu oder langes Tragen von Chemikalienschutzhandschuhen kann es zu einer Gefährdung der Haut kommen (Feuchtarbeit).

- Bei Reinigungstätigkeiten mit Flüssigstrahlern besteht eine Gefährdung durch den hohen Druck und den entstehenden Lärm



Maßnahmen

Ergonomie

- Benutzen Sie bevorzugt Bodenreinigungsmaschinen.
- Installieren Sie unter Beachtung ergonomischer Gesichtspunkte, wie beispielsweise ausreichende Arbeitshöhe, einen Waschplatz für Kleinteile.
- Zur Vermeidung von Stolper-, Rutsch- und Sturzunfällen stellen Sie die Wascharbeitsplätze mit rutschfestem Bodenbelag aus.



Abb. 49 Reinigungstisch mit Absaugung, Lenkdüsen und Glasspritzschuttscheibe in Gesichtshöhe



Abb. 50 Bodenreinigungsmaschine

Mechanische Gefährdung

- Sperren Sie beim Einsatz handgeführten Flüssigkeitsstrahlern den Gefahrenbereich ab und verwenden Sie Strahler mit Totmannschaltung. Sorgen Sie dafür, dass geeignete persönliche Schutzausrüstungen getragen werden. Persönliche Schutzausrüstungen sind beispielsweise Schutzanzüge, Kopfschutz, griffsichere Schutzhandschuhe und gleitsichere Stiefel, Mittelfußschutz, Atemschutzgeräte, Gehörschutz, Augen- oder Gesichtsschutz.

Gefahrstoffe/Explosion

- Setzen Sie möglichst ungefährliche Reinigungsmittel ein. Substitutionsgebot: möglichst hoher Flammpunkt, möglichst schwer flüchtig, keine/geringe Gesundheitsgefahr, geringe/keine Ätzwirkung.
- Verwenden Sie Reinigungsbecken mit selbstschließendem Metalldeckel, um Emissionen von Lösemitteldämpfen zu vermeiden.
- Sehen Sie entsprechende Lüftungsmaßnahmen, insbesondere Objektabsaugungen, vor.
- Vermeiden Sie den großflächigen Einsatz von Reinigungsmitteln und benetzen Sie zur Vermeidung von explosionsfähiger Atmosphäre in gefahrdrohender Menge nur kleine Flächen ($< 0,25 \text{ m}^2$) mit Lösemittel.
- Vermeiden Sie das feine Vernebeln von organischen Lösemitteln. Reinigen Sie bevorzugt durch Wischen und entsorgen Sie die Lappen in dafür vorgesehenen, fest verschließbaren Behältern.



Abb. 51
Deckelreinigungsanlage
mit nach unten abgesaugtem
Abtropftisch

3.6 Herstellen von Bindemitteln

Bindemittel wie Harze, Filmbildner und Weichmacher bestimmen die Eigenschaften eines Beschichtungstoffes wesentlich. Sie können anorganischer oder organischer Natur sein.



Abb. 52
Blick in eine Produktionsanlage zur Herstellung von Bindemitteln

Als organische Bindemittel kommen polymere Verbindungen und Naturstoffe oder ihre Derivate zum Einsatz. Polymere Verbindungen werden unter anderem durch die Polymerisation monomerer Ausgangsstoffe hergestellt. Ein Problem dieser Verfahren ist die kontrollierte Abfuhr der entstehenden Reaktionswärme (exotherme Reaktionen).



Rechtliche Grundlagen

- Betriebssicherheitsverordnung
- Gefahrstoffverordnung



Weitere Informationen

- DGUV Information 213-063 „Exotherme chemische Reaktionen – Grundlagen“ (Merkblatt R 001 der BG RCI)



Gefährdungen

Die in den Abschnitten zur Herstellung von Beschichtungstoffen genannten Gefährdungen sind auch bei der Herstellung von Bindemitteln relevant. Darüber hinaus können weitere Gefährdungen durch die zusätzliche Zündquelle exotherme Reaktion sowie durch Druckaufbau in Reaktoren oder spezielle Gefahrstoffe wie Acrylat-Monomere und Isocyanate bestehen.



Maßnahmen

Gefahrstoffe, Brand- und Explosionsgefahr

- Führen Sie bei exothermen chemischen Reaktionen eine Analyse nach dem PAAG-Verfahren bzw. dem HAZOP-Verfahren durch.
- Synthetisieren Sie Kunstharze nur in geschlossenen Reaktionsbehältern.
- Auch Lösevorgänge bei Temperaturen oberhalb des Siedepunktes des jeweiligen Lösemittels führen Sie nur in geschlossenen Reaktionsbehältern durch.

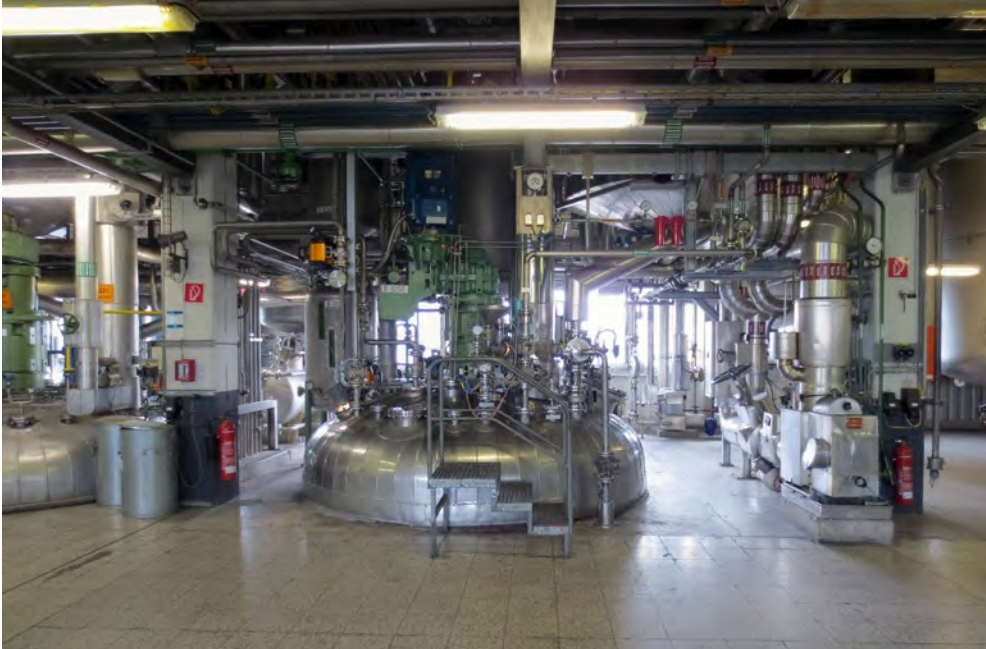


Abb. 53
Reaktor zur Herstellung
von Bindemitteln

- Stellen Sie sicher, dass beim Schmelzen, Verkochen und Lösen von Bindemitteln keine Stoffe (z. B. Gase, Dämpfe, Nebel oder Stäube) in gefahrdrohender Menge in den Arbeitsbereich gelangen.
- Rüsten Sie geschlossene Reaktoren mit einer besonderen Probenahmeeinrichtung aus, die eine gefahrlose Probenahme auch unter Druck ermöglicht.
- Rüsten Sie Trennvorlagen von Reaktoren mit Schaugläsern aus, die den jeweiligen Füllstand der zu trennenden Stoffe erkennen lassen. Statten Sie nicht automatisch wirkende Trennvorlagen mit einer selbsttätig wirkenden Einrichtung aus, die bei Überschreiten eines festzulegenden maximalen Flüssigkeitsstandes in der Trennvorlage ein optisches oder akustisches Signal auslöst.
- Statten Sie geschlossene Reaktionsbehälter mit Schutzeinrichtungen gegen Drucküberschreitung aus. Leiten Sie austretende Stoffe gefahrlos ab. Fangen Sie Zweiphasengemische (Gas/Dampf-Flüssigkeiten) in Abscheidebehältern auf.
- Sehen Sie Notmaßnahmen, wie Notkühlung, Notstopper, Nottransfer, zur Beherrschung durchgehender Reaktionen vor.
- Kennzeichnen Sie Rohrleitungen, die mit Reaktionsbehältern fest verbunden sind, entsprechend dem Durchflussstoff und der Fließrichtung.
- Bei Zugabe von Reaktanden über offene Deckel von Personeneinstiegsöffnungen sind im Bedarfsfall Explosionsschutzmaßnahmen wie Erdung, Einsatz leitfähigen Equipments, Füllgeschwindigkeitsbegrenzung zu treffen.



Abb. 54 Reaktionsbehälter mit Schutzgitter an Einfüllöffnung und Absaugung

3.7 Herstellen von Pulverlacken

Pulverlacke werden ohne die Verwendung von Lösemitteln hergestellt. Daher wird eine völlig andere Produktionstechnologie als bei Flüssiglacken verwendet. Das Thema „Vorlegen der Rohstoffe zum Herstellen von Pulverlacken“ wird in Abschnitt 3.1.2 behandelt.

3.7.1 Arbeiten an Extrudern



Abb. 55
Extrusionsanlage zur Herstellung
von Pulverlacken

Beim Extrudieren werden vorgemischte Rohstoffe aufgeschmolzen, verdichtet und homogenisiert. Nach Austreten wird das pastöse Material durch Walzen zu einem dünnen Band ausgewalzt. Durch Kühlwalzen und -bänder wird das Material schnell auf Raumtemperatur abgekühlt.



Weitere Informationen

- DGUV Information 213-054 „Maschinen – Sicherheitskonzepte und Schutzeinrichtungen“ (Merkblatt T 008 der BG RCI)
- DIN EN ISO 13857:2018-01 – Entwurf „Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen“



Gefährdungen

- Durch angetriebene Maschinenteile des Extruders besteht die Gefahr von Verletzungen an Quetsch-, Scher- und Einzugsstellen.
- Bei Kontakt mit heißen Maschinenteilen und Schmelzen kann es zu Verbrennungen kommen.



Maßnahmen

Mechanische Gefährdungen

- Sichern Sie die Plastifizier- und Förderschnecken durch geeignete Schutzeinrichtungen. Dies kann beispielsweise durch feststehende trennende Schutzeinrichtungen erfolgen.

- Verhindern Sie den Zugang zu Einfüllöffnungen durch fest angebrachte Einrichtungen, sodass ein Hineingreifen verhindert wird. Hierfür können beispielsweise geeignete Schutztrichter oder Schutzgitter verwendet werden.
- Sichern Sie Einzugsstellen an Kühlwalzen durch geeignete Schutzeinrichtungen, die ein gefahrloses Reinigen der Kühlwalzen während des laufenden Betriebes erlauben. Hierzu können Sie beispielsweise Lichtschranken oder trennende Schutzeinrichtungen einbauen. Weiterhin können vorgespannte Not-Halt-Reißleinen dicht vor der Einzugsstelle angebracht werden oder es kann die Düse vor einem Zugriff verdeckt werden.

Physikalische Gefährdungen: Heiße Oberflächen

- Verwenden Sie Spritzschutzeinrichtungen.
- Stellen Sie sicher, dass Beschäftigte bei Arbeiten im Düsenbereich des beheizten Extruders immer persönliche Schutzausrüstungen tragen. Hierbei ist insbesondere auf den Gesichtsschutz und Schutzhandschuhe zu achten.
- Heiße Oberflächen sind gegen Berührung abzusichern.



Abb. 56

Verriegelter Einfülltrichter eines Extruders mit Endschalter. Bei Öffnung der verriegelten Schutzeinrichtung des Trichters wird die Anlage sofort stillgesetzt.

3.7.2 Arbeiten an Mahlanlagen

Um die erforderliche Teilchengrößenverteilung des Pulverlackes zu erhalten, wird das ausgewalzte und abgekühlte Material einem Walzenbrecher zugeführt, der die erkaltete Masse zu Chips zerkleinert. Nach einem Feinmahlen der Chips auf die gewünschte Partikelgrößenverteilung in einer Prallzerkleinerungsmühle (z. B. Sichter- oder Stiftmühle) wird der Pulverlack gesiebt und abgefüllt.



Abb. 57 Mahlanlage



Rechtliche Grundlagen

- TRGS 727 „Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen“
- DGUV Regel 113-001 „Explosionsschutz-Regeln (EX-RL)“



Weitere Informationen

- IFA Handbuch Sicherheitstechnisches Informations- und Arbeitsblatt 510 210/1 „Maschinen zur Beseitigung gesundheitsgefährlicher Stäube – Positivliste“



Gefährdungen

- Durch angetriebene Maschinenteile der Mühle besteht die Gefahr von Verletzungen an Quetsch-, Scher- und Einzugsstellen.
- Durch die Zerkleinerungsvorgänge in der Mühle kann es zu Staubexplosionen kommen.
- Am Ein- oder Ausgang der Mühle kann durch Stäube eine Brandgefahr oder gefährliche explosionsfähige Atmosphäre entstehen.



Maßnahmen

Mechanische Gefährdungen

- Stellen Sie sicher, dass umlaufende Teile der Anlage nicht berührt werden können. Installieren Sie hierzu ausreichend lange und breite, fest montierte Rohrstützen (Länge min. 0,85 m) oder andere Einrichtungen, wie zum Beispiel fest montierte Schutzstäbe oder Schutzgitter.

Brand- und Explosionsschutz

- Ergreifen Sie bereits beim Mahlen, Abscheiden, Sieben und Abfüllen von Pulverlacken Maßnahmen zur Vermeidung von Zündquellen. Verhindern Sie, dass Fremdkörper in die Mahlanlage eingetragen werden.
- Erstellen Sie ein Explosionsschutzdokument, in dem Sie auch die Zündquellenvermeidung beschreiben.
- Die Erdung aller Anlagenteile muss stets gesichert sein. Stellen Sie durch eine Überwurfprüfung sicher, dass die Erdung auch bei Instandhaltungs- und Reinigungsarbeiten aufrechterhalten bleibt und die Beschäftigten somit geschützt sind.
- Achten Sie darauf, dass nach Wartungsarbeiten alle Verschraubungen wieder angebracht werden, sodass elektrostatische Aufladungen zur Erdungsanlage abgeleitet werden können.
- Häufig gelingt es bei Mahlanlagen nicht, alle Zündquellen zuverlässig auszuschließen. Dann müssen konstruktive Explosionsschutzmaßnahmen ergriffen werden wie beispielsweise eine druckstoßfeste bzw. druckfeste

Bauweise oder Explosionsdruckentlastung bzw. Explosionsunterdrückung. Eine Druckentlastung darf nicht in Arbeits- oder Verkehrsbereiche erfolgen.

- Auch um Staubbrände oder -explosionen, Flammendurchschläge und Druckausbreitungen außerhalb des Systems zu vermeiden, sollte das Mahlsystem am Mühleneinlauf, die Luftzuleitung zur Mühle, die Abscheider-Abluftleitung und die Entleerung des Feingut-auffangbehälters druckfest oder druckstoßfest ausgelegt werden.
- Installieren Sie Zellenradschleusen oder Doppelklappensysteme am Ein- und Ausgang der Mühlen. Hierdurch kann eine Ausbreitung von Bränden oder einer Explosion in der Mahlanlage verhindert werden. Bei Wartungs- oder Reparaturarbeiten ist die Zellenradschleuse von der Stromversorgung zu trennen und gegen unbefugte Inbetriebnahme zu sichern (LoToTo).
- Installieren Sie geschlossene Filter, die nicht mindestens druckstoßfest gekapselt sind, nicht in Arbeitsräumen, sondern an abgesicherten Stellen im Freien.
- Legen Sie fest, wann Staubablagerungen in Arbeitsräumen beseitigt werden und stellen Sie sicher, dass die Staubablagerungen in den vorgegebenen Reinigungszyklen entfernt werden. Die Zeitabstände sind hierbei nach den Betriebsverhältnissen festzulegen. Stellen Sie sicher, dass verschütteter Staub sofort aufgesaugt wird. Werden für die Reinigung Industriestaubsauger verwendet, müssen diese für die im Explosionsschutzdokument festgelegte Zone geeignet sein oder wenden Sie für Reinigungsarbeiten feuchte Verfahren an.



Abb. 58 Flanschverbindung mit Überwurfmutter



Abb. 59 Explosionssicherungsventil an druckstoßfest ausgelegter Mühle

3.8 Tätigkeiten mit Nitrocellulose

Nitrocellulose ist ein wichtiges Bindemittel für physikalisch trocknende Beschichtungsstoffe. Niedrig nitrierte Nitrocellulose (Collodiumwolle) mit einem Stickstoffgehalt $< 12,6\%$ findet als ausreichend angefeuchtete Wolle (min. 25 % Anfeuchtmittel wie Wasser oder Alkohol) oder in Form von plastifizierten Nitrocellulose-Chips (min. 18 % Weichmacher) Verwendung bei der Herstellung von Beschichtungsstoffen.



Abb. 60
Korrekte Entleerung von Nitrocellulose-Gebinden; Folieninliner sind ableitfähig ausgelegt

Nicht ausreichend angefeuchtete oder plastifizierte Nitrocellulose ist ein hoch feuergefährlicher, sehr schlag- und reibungsempfindlicher Explosivstoff und unterliegt dem Sprengstoffgesetz.



Rechtliche Grundlagen

- Sprengstoffgesetz
- Erste Verordnung zum Sprengstoffgesetz (1. SprengV)
- Zweite Verordnung zum Sprengstoffgesetz (2. SprengV)
- SprengLR 410 „Richtlinie Aufbewahrung sonstiger explosionsgefährlicher Stoffe“



Weitere Informationen

- Merkblatt M 037 „Nitrocellulose, Collodiumwolle“ der BG RCI



Gefährdungen

- Gesundheitsgefährdungen ergeben sich durch Weichmacher und Alkohole.
- Durch die mögliche Entzündung von Nitrocellulose bestehen Brand- und Explosionsgefährdungen.



Maßnahmen

Brand- und Explosionsschutz

- Transportieren Sie Gebinde mit Nitrocellulose besonders behutsam und sorgfältig, und schützen Sie sie vor Schlägen, Stößen oder Reibung.
- Lagern Sie Nitrocellulose nur in den vom Hersteller gelieferten Versandbehältern in behördlich genehmigten Lagerstätten und beachten Sie die Herstellerangaben.
- Lagern Sie Nitrocellulose kühl (aber frostfrei) und trocken. Stellen Sie die Lagertemperatur so ein, dass eine gefährliche Umsetzung nicht eintreten kann. Die Lagertemperatur darf maximal 40 °C betragen. Kühlen Sie erforderlichenfalls das Lager.
- Beachten Sie die einschlägigen Vorgaben des Sprengstoffrechts.
- Lagern Sie Nitrocellulose nicht mit anderen Gefahrstoffen zusammen.
- Sorgen Sie dafür, dass Gebinde bis zur Entnahme von Nitrocellulose dicht geschlossen gehalten werden. Anfeuchtete Nitrocellulose kann austrocknen.
- Öffnen Sie Gebinde mit Nitrocellulose nicht in Lagerräumen.
- Teilweise entleerte Gebinde unverzüglich wieder dicht verschließen; regelmäßig wiegen und verdunstetes Anfeuchtungsmittel unverzüglich ersetzen.
- Einer Austrocknung der oberen Nitrocellulose-Schichten in der Trommel kann beispielsweise durch ein stärkeres Anfeuchten des Produkts als erforderlich, eine schnelle Verarbeitung des Produkts, eine Nachbefeuchtung der oberen Schichten oder durch Wenden des Gebindes entgegengewirkt werden. Die letztgenannte Maßnahme verbietet sich bei Gebinden mit Druckentlastung im Deckel.
- Bei plastifizierter Nitrocellulose ist die Gefahr der Austrocknung bzw. des Ausschwitzens des Phlegmatisierungsmittels nicht gegeben.
- Die vom Hersteller angegebenen maximalen Lagerzeiten und -temperaturen sind zu beachten.
- Bewahren Sie teilweise entleerte Gebinde in einem separaten Bereich Ihres Nitrocellulose-Lagers auf.
- Teilweise entleerte Gebinde sollen so bald als möglich verwendet werden.
- Halten Sie Ihren Lagerbestand so klein wie möglich und verarbeiten Sie jeweils die älteste Lieferung zuerst.
- Prüfen Sie regelmäßig Ihren Lagerbestand und überschreiten Sie die vom Hersteller angegebene Lagerdauer nicht. Bei Überschreitung der Lagerdauer kontaktieren Sie den Hersteller um die weitere Vorgehensweise zu besprechen. Bei einer extremen Überschreitung der maximalen Lagerdauer von 2 Jahren, beispielsweise durch eine Lagerdauer von 3 oder mehr Jahren besteht die Gefahr, dass sich die Nitrocellulose zersetzt und dann entzündet.
- Verwenden Sie zur Entnahme von Nitrocellulose aus den Gebinden nur funkenarme Werkzeuge.
- Stellen Sie sicher, dass Fußböden in Bereichen, in denen mit Nitrocellulose umgegangen wird, ableitfähig ausgeführt sind und lassen Sie dies regelmäßig prüfen.
- Sorgen Sie dafür, dass flammhemmende, ableitfähige Arbeitskleidung und ableitfähiges Schuhwerk getragen werden.
- Stellen Sie nur die für den Ansatz notwendige Menge an Nitrocellulose im Produktionsbereich bereit.
- Nitrocellulose sollte nicht längere Zeit im Produktionsbereich gelagert werden. Wenn die bereitgestellte Menge nicht verbraucht wird, sollte die Restmenge in das NC-Lager zurückgebracht werden.
- Nitrocellulose-Gebinde sind während des gesamten Entleervorgangs zu erden.
- Organisieren Sie, dass beim Entleeren die ableitfähig ausgerüsteten Innensäcke nicht aus Trommeln oder Kartons entnommen werden, weil sonst die Gefahr einer elektrostatischen Entladung besteht.
- Durch Erdung werden elektrostatische Aufladungen von Transportbehältern, Trichtern oder Maschinenteilen beim Umfüllen sicher abgeführt.
- Stellen Sie sicher, dass Verarbeitungsmaschinen für Nitrocellulose so ausgeführt und betrieben werden, dass eine Gefährdung durch übermäßige Erwärmung und Reib- oder Schleifvorgänge unter allen Betriebsbedingungen ausgeschlossen ist.
- Verwenden Sie bei der Verarbeitung von Nitrocellulose keine isolierenden Kunststoffbehälter.
- Nitrocellulose darf bei der Handhabung und Entsorgung nicht mit Stoffen in Berührung gebracht werden, die zu einer exothermen Reaktion oder einer Zersetzung führen können.
- Weisen Sie an, dass verstreute Nitrocellulose aus Lagern und Verarbeitungsräumen bis zur ordnungsgemäßen Vernichtung unverzüglich ausreichend mit Wasser oder Alkoholen angefeuchtet werden.
- Verstreute Nitrocellulose kann auch in geeigneten Lösungsmitteln aufgelöst und dann als Lackabfall entsorgt werden
- Wasser ist das einzige geeignete Löschmittel für brennende Nitrocellulose. Stellen Sie sicher, dass es gemäß den Bestimmungen des Sprengstoffgesetzes in den entsprechenden Einsatz- und Lagerbereichen in ausreichender Menge zur Verfügung steht. Für Läger empfehlen sich beispielsweise Sprühflutlanlagen.

3.9 Maßnahmen zur Zündquellenvermeidung

Lässt sich die Bildung oder Ansammlung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre nicht sicher verhindern, beispielsweise durch ausreichende Unterschreitung der Flammpunkte oder Lüftungsmaßnahmen, sind umfangreiche Maßnahmen zur Vermeidung von Zündquellen zu treffen.

Im Folgenden wird nur auf die häufigsten Zündquellen eingegangen. Wenn Sie selbst nicht über die notwendige Fachkunde verfügen, sollten Sie sich Unterstützung bei Ihrem Unfallversicherungsträger holen.



Rechtliche Grundlagen

- TRGS 723 „Gefährliche explosionsfähige Gemische – Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Gemische“
- TRGS 727 „Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen“
- DGUV Regel 113-001 „Explosionsschutz-Regeln (EX-RL)“



Weitere Informationen

- IFA Handbuch Beitrag „Maschinen zur Beseitigung gesundheitsgefährlicher Stäube – Positivliste“ (510 210/1)



Gefährdungen

- Brand- und Explosionsgefährdung durch Entzündung



Maßnahmen

- Setzen Sie in den jeweiligen Zonen nur Maschinen und Geräte ein, die auch ausdrücklich für die Zone und dort verwendeten Stoffe (Gerätekategorie und Temperaturklasse) geeignet sind.
- Erden (Ableitwiderstand $< 10^6 \Omega$) Sie alle leitfähigen und ableitfähigen Materialien wie Behälter, Rohrleitungen, Schläuche, Ein- und Aufbauten, Liefergebinde.
- Installieren Sie eine Erdungsüberwachung an Füll- und Entleerstellen mit höheren Umschlagmengen.
- Sorgen Sie für einen ableitfähigen Bodenaufbau (Ableitwiderstand $< 10^8 \Omega$) und ableitfähige Schuhe, Schutzhandschuhe und Kleidung aus ableitfähigem Material.
- Vermeiden Sie Verunreinigungen oder Beschichtungen, die die Ableitfähigkeit einschränken würden.
- Reduzieren Sie Flächen aus aufladbaren, nicht leitfähigen Stoffen (z. B. Kunststoffe) auf $< 25 \text{ cm}^2$ in Zone 0 oder $< 100 \text{ cm}^2$ in Zone 1.
- Befüllen Sie Behälter mit einem Volumen von > 5 Litern nur, wenn diese (ab)leitfähig und geerdet sind.
- Begrenzen Sie die Fließgeschwindigkeit flüssiger Medien in leitfähigen Rohrleitungen und Schläuchen in jedem Fall auf $v \leq 7 \text{ m/s}$.
- Halten Sie die Füllgeschwindigkeit gemäß der Formel $v \cdot d/N = 0,38 \text{ m}^2/\text{s}$ für Bodenbefüllung ohne zentralen Leiter bzw. $v \cdot d/N = 0,5 \text{ m}^2/\text{s}$ für Boden- oder Kopfbefüllung mit zentralem Leiter ein.
- Für die bei der Lackherstellung üblichen Rohrlitungsdurchmesser von $< 0,1 \text{ m}$ begrenzen Sie die Fließgeschwindigkeit in Rohrleitungen und bei der Unterspiegelbefüllung von Behältern auf $v \leq 4 \text{ m/s}$.
- Für die bei der Lackherstellung üblichen Rohrlitungsdurchmesser von $< 0,1 \text{ m}$ ist bei Überspiegelbefüllungen $v \leq 2 \text{ m/s}$ einzuhalten und die Flüssigkeit entlang der Behälterwand zu führen. Dabei darf das Füllrohr nicht in den Behälter ragen.
- Bei mehrphasigen Flüssigkeiten (Emulsionen, Suspensionen) ist bei einer Überspiegelbefüllung $v \leq 1 \text{ m/s}$ einzuhalten.
- Zur Ladungsabführung bei Rühr- oder Füllprozessen kann auch die Leitfähigkeit der Flüssigkeit durch Vorlage leitfähiger Rohstoffe oder Zugabe von Antistatika erhöht werden.
- Bei hohen Rührgeschwindigkeiten oder schnellen Fließvorgängen kann eine Inertisierung notwendig sein.
- Bei Rührprozessen müssen die Rührwerkzeuge ausreichend mit Flüssigkeit überdeckt werden. Der kurzzeitige Durchtrittsbetrieb mechanisch dafür zugelassenen Rührwerke, beispielsweise bei Abfüllprozessen unter Rühren, führt bei Umfangsgeschwindigkeiten von $v < 7 \text{ m/s}$ zu keiner maßgeblichen Aerosolbildung.

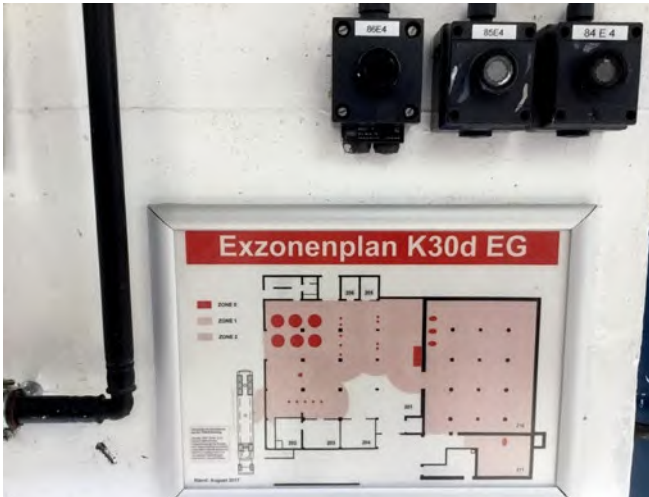


Abb. 61 Auszug aus Zoneneinteilung bzw. EX-Zonenplan

- Bei Riemenantrieben sind keine Riemenverbinder zulässig. Die Riemen müssen ableitfähig sein und dürfen bei lacküblichen Rohstoffen in Zone 1 unter besonderen Bedingungen eine Maximalgeschwindigkeit bis zu 30 m/s erreichen.
 - Proben über Probenahmehähne nehmen. Bei Verwendung von Schöpfkellen für Produkte niedriger oder mittlerer Leitfähigkeit dürfen die Kellen inklusive der Haltestangen maximal 1 Liter fassen und dürfen nicht leitfähig sein. Die Probenahmegefäße dürfen vorher nicht gefährlich aufgeladen sein.
 - Zum Filtrieren müssen Filtergewebe, Stützkörbe und Verdrängungskörper mindestens ableitfähig und geerdet sein.
 - Beim manuellen Reinigen sind Molche, Bürsten und andere zur Reinigung eingesetzten Geräte aus mindestens ableitfähigem Material zu verwenden. Der Erdkontakt der Bürsten und Werkzeuge muss gegeben sein, beispielsweise über Schutzhandschuhe, Schuhwerk und Fußboden.
 - Bei Druckstrahlreinigungsanlagen beachten Sie die Hinweise in der TRGS 727.
 - Prozesse mit Bürstenreinigungslagen lassen sich durch leitfähige Bürsten und einen Trockenlaufschutz der Bürsten bei gleichzeitig freiem Ablauf der Reinigungsflüssigkeit gestalten. Die Leitfähigkeit der Bürsten kann auch durch Benetzung mit einer leitfähigen Reinigungsflüssigkeit gewährleistet werden.
 - Leitungen verbundener Behälter sind gegebenenfalls mit explosionstechnischen Entkopplungseinrichtungen, beispielsweise Flammdurchschlagssicherungen oder Schnellschlussschieber, gegeneinander zu sichern.
 - Vermeiden Sie prozessbedingte Aufheizungen Ihrer Produkte oberhalb der zulässigen Temperaturklasse. Dazu sind beispielsweise Sicherheitstemperaturbegrenzer in Heizkreisläufen, Isolierung heißer Oberflächen inklusive Kennzeichnung, Zeitschalter zur Begrenzung des Energieeintrags bei Dispergierprozessen, Kühlungen geeignet.
 - Achten Sie bei Pumpen auf die Herstellerangaben zum Trockenlauf der Pumpe und sichern diesen gegebenenfalls ab.
 - Verhindern Sie mechanische Funken durch funken-sicheres Werkzeug.
 - Putzlappen, die mit selbstentzündlichen Stoffen wie Getriebeöl, Alkydharzlacke oder 2K-Lackresten benetzt sind, sollten in dicht verschlossenen Behältern bis zur zeitnahen Entsorgung aufbewahrt werden.
- Bei Verwendung von Feststoffen**
- Wenn möglich, sollten Feststoffzugaben in Behälter, die brennbare Gase/Dämpfe enthalten, über ein geschlossenes System mit Inertisierung erfolgen.
 - Bei offener Zugabe von Sackware sollten die Säcke mindestens ableitfähig sein (z. B. Papiersäcke) und dürfen keine Aluminiumzwischenlage besitzen. Der Erdkontakt muss dabei gegeben sein (geerdete Sackschütte, Handschuhe, Schuhe, Boden).
 - BigBag/FIBC sollten nur vom Typ C eingesetzt werden (Erden!). Werden BigBag des Typ D verwendet, sind alle Personen und leitfähigen Gegenstände in der Umgebung zu erden.
 - Manuelle, diskontinuierliche Sackzugabe so anordnen, dass der Feststoff umgehend in die Flüssigkeiten



Abb. 62 Erdungszange und Überwachungseinrichtung



mindestens mittlerer Leitfähigkeit eingearbeitet werden kann. Dabei eine geerdete, maximal 3 m lange Sackschütte ohne Vorratsspeicher verwenden.

- Bei kontinuierlicher Zugabe über BigBag oder Sackschütte mit Vorratsspeicher mittels Zelleradschleuse, Schnecken, Pumpen usw. die Schüttgeschwindigkeit auf $< 1 \text{ kg/s}$ begrenzen.
- Staubfilter müssen für die jeweilige Anwendung in der zu erwartenden Atmosphäre und für die zu erwartenden Stäube ausgelegt sein.
- Trockenabscheider nicht für Aluminiumanteigungen verwenden.
- Reste von nicht passivierten Aluminiumpasten nicht zusammen mit wässrigen Stoffen in Kontakt bringen.
- Staubablagerungen regelmäßig feucht aufwischen oder mittels eines geeigneten Industriesaugers absaugen.

Peroxide und Nitrocellulose

- Bei Peroxiden die jeweilige Kontrolltemperatur sicher einhalten.
- Peroxide nicht pumpen oder in andere Gebinde umfüllen.
- Peroxide und Nitrocellulose nicht am Arbeitsplatz lagern, deren Abfälle separat sammeln und zügig entsorgen.
- Nitrocellulose nur angefeuchtet verwenden und vor Austrocknung sichern.



Abb. 63 Ableitfähiger FIBC, Typ C mit Erdung

**Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)**

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
Fax: 030 13001-9876
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de