



Information

Brand- und Explosionsschutz an Werkzeugmaschinen

Impressum

Herausgeber:
Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Mittelstraße 51
10117 Berlin
Tel.: 030 288763800
Fax: 030 288763808
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Diese Information wurde vom Fachbereich „Holz und Metall“, Sachgebiet „Maschinen, Anlagen, Fertigungsautomation und -gestaltung“ der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung e.V. (DGUV) unter Mitwirkung der BG Holz und Metall und nachfolgender Institutionen/ Firmen erarbeitet (siehe Anlage).

Layout & Gestaltung:
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV), Medienproduktion

Ausgabe April 2009, aktualisierte Fassung März 2012

BGI/GUV-I 719 zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger
oder unter www.dguv.de/publikationen

Brand- und Explosionsschutz an Werkzeugmaschinen

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorbemerkung	5
1 Rechtsgrundlagen: Pflichten von Hersteller und Unternehmer	9
2 Beurteilung der Gefährdung durch Brände oder Explosion	11
3 Schutzmaßnahmen: „Alles im Griff“	17
3.1 Auswahl des geeigneten Kühlschmierstoffes	20
3.2 Maßnahmen gegen heiße Oberflächen und andere Zündquellen	25
3.3 Technische und konstruktive Maßnahmen	28
3.3.1 Werkzeugmaschine	28
3.3.2 Absaugsysteme	36
3.3.3 Druckentlastungseinrichtungen	45
3.3.4 Brandschutz	48
3.3.4.1 Löschmittel	48
3.3.4.2 Manuelles Löschen	52
3.3.4.3 Ortsfeste Feuerlöschanlagen	54
3.3.4.4 Branderkennungselemente	58
3.3.4.5 Löschdüsen	60
3.3.4.6 Organisatorische Maßnahmen zum Brandschutz in der Umgebung der Werkzeugmaschine	60
4 Benutzung von Arbeitsmitteln - Anforderungen an den Betrieb	64
5 Unterweisung - Verhalten der Mitarbeiter im Brandfall	65
6 Prüfungen	67
Anhang 1 Rechtliche Grundlagen – Anforderungen beim Inverkehrbringen	70
Anhang 2 Checklisten	73
Anhang 3 Betriebsanweisung	78
Anhang 4 Vorschriften, Regeln, Informationen	80
Literaturquellen	84
Bildquellennachweis	85

Vorbemerkung

In der metallverarbeitenden Industrie kommen große Mengen an nichtwassermischbaren Kühlschmierstoffen für die spanende Bearbeitung von Werkstücken zum Einsatz.

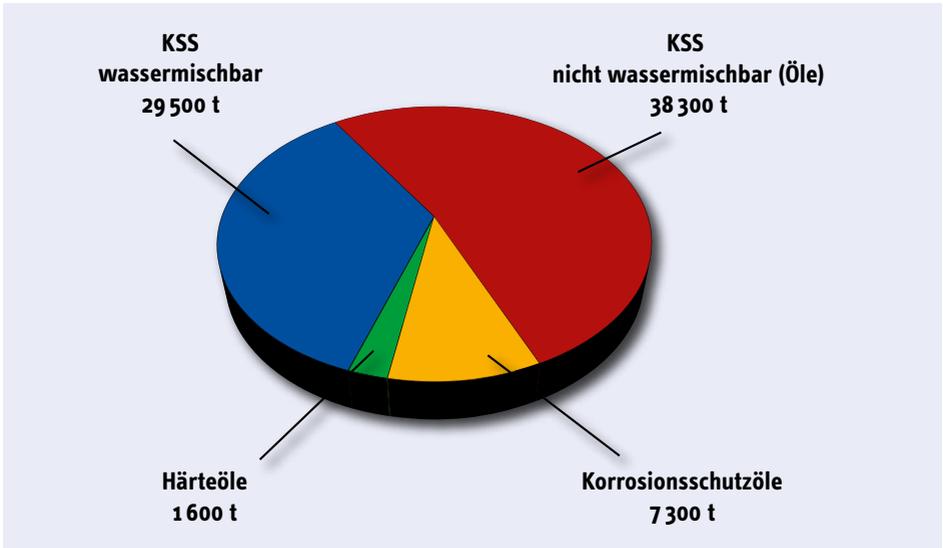


Abb. 1 Metallbearbeitungsöle in Deutschland 2006

Weiterhin werden zur Realisierung einer effizienten, wirtschaftlichen Bearbeitung verstärkt niedrigviskose, brennbare Kühlschmierstoffe verwendet. Dieser Trend rückt die Thematik Brand- und Explosionsschutz an Werkzeugmaschinen in den Vordergrund.

Je nach Bearbeitung können im Innenraum der Werkzeugmaschine zum Teil heftige Reaktionen des Öl-Luft Gemisches mit Folgebrand auftreten und somit die Ursache für Unfälle mit schweren Sach- und Brandschäden sein. Die Folgen sind neben möglichen Verletzungen von Personen oft hohe Verluste durch Stillstand der Produktion bis hin zur Insolvenz.

Vorbemerkung

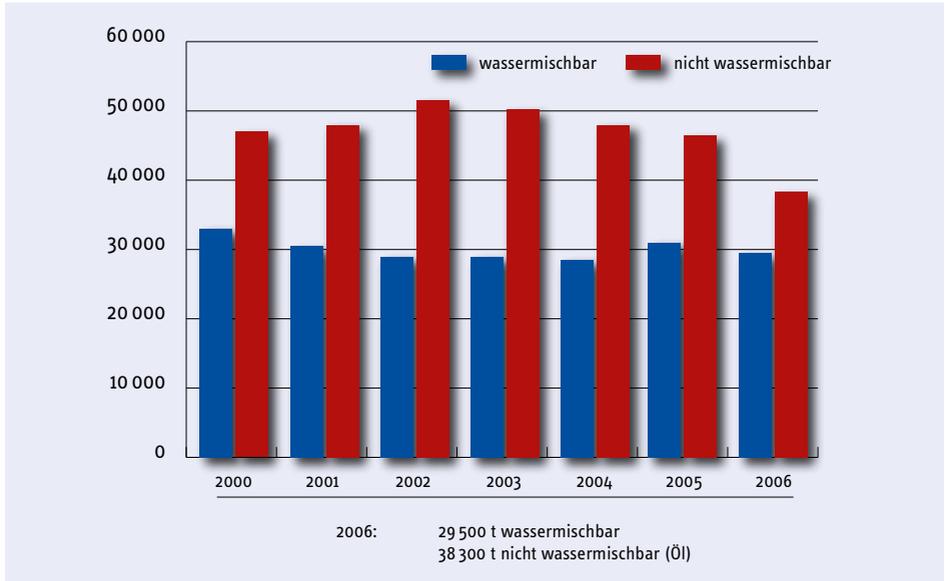


Abb. 2 Trend in Deutschland

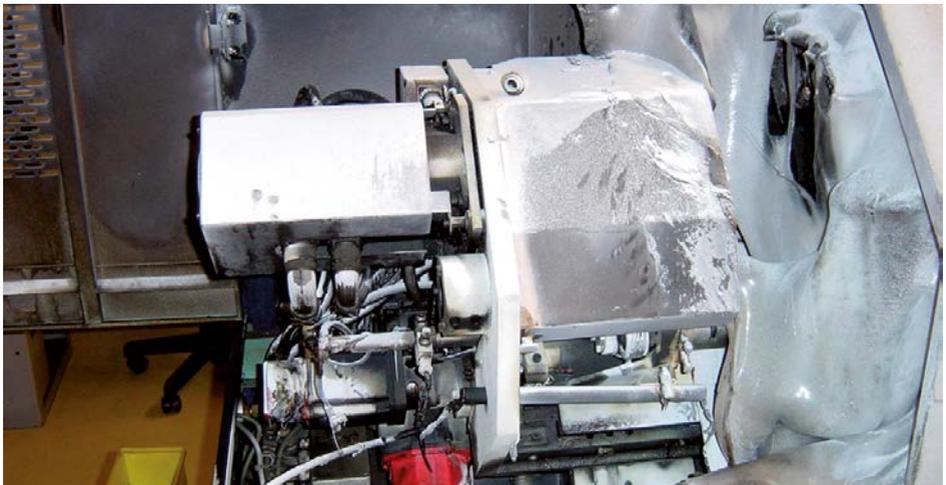


Abb. 3 Werkzeugmaschinenbrand ...



Abb. 4 ... und die Folgen

Die vorliegende Handlungshilfe beschreibt Maßnahmen gegen Brand- und Explosionsgefährdungen beim Betrieb von Werkzeugmaschinen mit nichtwassermischbaren, brennbaren Kühlschmierstoffen.

Definitionsgemäß handelt es sich bei einem brennbaren Kühlschmierstoff um einen nichtwassermischbaren Kühlschmierstoff auf Basis von Mineralölen, Polyalphaolefinen oder Fettsäureestern.

Sie richtet sich an den Unternehmer und unterstützt diesen bei der notwendigen Abstimmung mit dem Hersteller bei der Beschaffung einer Werkzeugmaschine. Die Broschüre gibt Hinweise, die auch der Hersteller beim Inverkehrbringen einer Werkzeugmaschine berücksichtigen kann, um die Anforderungen der Maschinenrichtlinie bezüglich Brand- und Explosionsschutz (MRL 2006/42/EG Anhang 1 Nr. 1.5.6 und 1.5.7) zu erfüllen. Zu dieser Thematik gibt es derzeit noch keine spezifische auf Werkzeugmaschinen anzuwendende Norm.

Vorbemerkung

Die Handlungshilfe enthält Informationen zur Beurteilung der Gefährdungen durch Brände und Explosionen. Als Hilfe zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung und Umsetzung der Schutzmaßnahmen stehen Checklisten und Muster-Betriebsanweisungen zur Verfügung. Damit können die notwendigen Maßnahmen rechtzeitig ermittelt und teure Nachrüstungsmaßnahmen vermieden werden. Brände und Explosionen werden dadurch verhindert bzw. deren Auswirkungen minimiert.

Über den Personenschutz hinausgehende Schutzziele (z. B. Sachwertschutz, Vermeidung von Betriebsunterbrechungen, Anforderungen an die Verfügbarkeit der Maschine, Umweltschutz) werden in diesem Leitfaden nicht behandelt. Auf die besonderen Schutzmaßnahmen zur Bearbeitung von "kritischen" Leichtmetallen und deren Legierungen (z. B. Magnesium) wird in dem Leitfaden nicht eingegangen. Informationen zu dieser Thematik sind in der Regel „Umgang mit Magnesium“ (BGR 204) enthalten.

1 Rechtsgrundlagen: Pflichten von Hersteller und Unternehmer

Ziel ist es, die Mitarbeiter bei der Benutzung von Werkzeugmaschinen (**WZM**) vor Brand- und Explosionsgefahren möglichst umfassend und wirksam zu schützen. Hierzu haben sowohl Hersteller als auch Betreiber (Arbeitgeber bzw. Unternehmer) von Werkzeugmaschinen folgende Pflichten:

Beim Einsatz brennbarer Kühlschmierstoffe ist der Unternehmer verpflichtet, im Rahmen einer **Gefährdungsbeurteilung** zu ermitteln, ob sich daraus eine Gefährdung durch Brände oder Explosionen ergeben kann. Hierzu hat er zunächst beim Kauf einer Werkzeugmaschine darauf zu achten, dass diese Maschine für die vorgesehenen Kühlschmierstoffe geeignet ist.

Der Hersteller berücksichtigt diese Information bei seiner Risikoanalyse zum Ermitteln und Festlegen des Schutzkonzeptes der WZM. In seiner Betriebsanleitung gibt der Hersteller Informationen zum bestimmungsgemäßen Betrieb und macht Angaben zur Inbetriebnahme, Rüsten, Instandhaltung, Wartung sowie Anfahr- und Stillsetzungsvorgängen.

Mit diesen Informationen des Herstellers legt der Unternehmer dann die notwendigen technischen und organisatorischen Maßnahmen in seinem Betrieb fest. Diese Maßnahmen hängen von den Randbedingungen der Gesamtanlage und den betrieblichen Gegebenheiten ab. In der Regel wird die Werkzeugmaschine an eine bereits im Werk vorhandene Absauganlage angeschlossen. Für das Sicherheitskonzept der sich daraus ergebenden Anlage ist grundsätzlich der Unternehmer verantwortlich. Er kann sich jedoch durch den Hersteller beraten und von diesem das Schutzkonzept erstellen lassen.

	Herstellung	Bereitstellung
Rechtsquellen auf europäischer Ebene	2006/42/EG Maschinen-Richtlinie; ggf. weitere Richtlinien nach Artikel 95 des EWG-Vertrags	Arbeitsschutz-Rahmenrichtlinie; weitere Richtlinien, z. B. Arbeitsmittelbenutzungsrichtlinie
Umsetzung in nationales Recht	Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) insbesondere Verordnung (9. ProdSV)	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeitsschutzgesetz • Betriebssicherheitsverordnung • Gefahrstoffverordnung
Adressaten	Hersteller, Importeure, Händler	Unternehmer (Arbeitgeber)
Gegenstand	Sichere Produkte	Auswahl sicherer und für die vorgesehene Verwendung geeigneter Arbeitsmittel

Tabelle 1 Gesetzliche Grundlagen/Übersicht

Das Brand- und Explosionsrisiko wird sicher beherrscht bei der Anwendung der Maßnahmen nach Maschinenrichtlinie MRL 2006/42/EG Anhang 1 Nr. 1.5.6 und 1.5.7. Die ergänzende Anwendung der RL 94/9 EG ist grundsätzlich nicht notwendig, soweit die Maschine nicht in einem explosionsgefährdeten Bereich betrieben wird.

2 Beurteilung der Gefährdung durch Brände oder Explosion

Im Rahmen einer Studie des Vereins Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken (VDW) wurden in der metallverarbeitenden Industrie im Zeitraum von 1987 – 1994 beim Einsatz von nichtwassermischbaren KSS in Werkzeugmaschinen ca. 150 Brandereignisse untersucht. Im Folgenden sind die Ursachen für diese Ereignisse dargestellt.

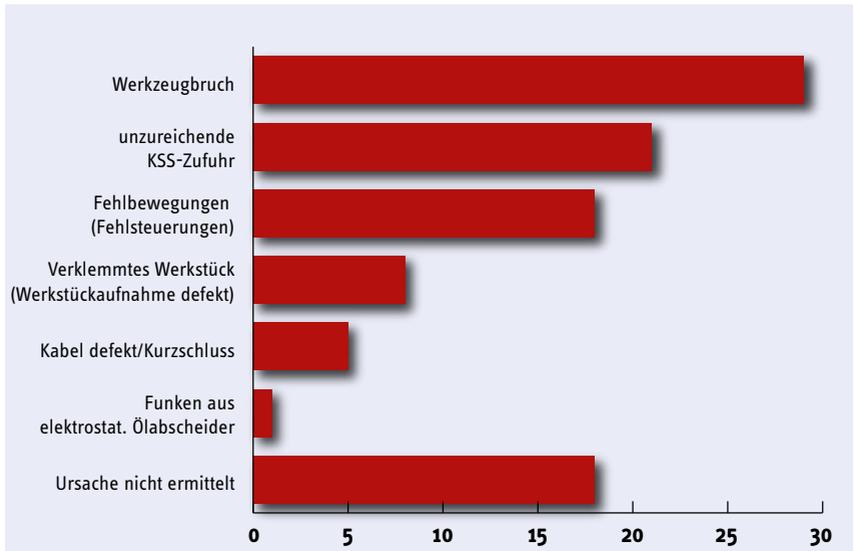


Abb. 5 Ursache von Brandereignissen an Werkzeugmaschinen [1]

Die meisten Störungen waren mit dem Entstehen glühender Späne, energiereicher Funken oder heißer Oberflächen verbunden, welche als Zündquelle wirkten. In Anbetracht des technischen Fortschrittes hinsichtlich Vorschub und Schnittgeschwindigkeit sowie dem Trend zum Einsatz niedrigviskoser Kühlschmierstoffe mit sehr hohen Drücken hat sich das Brandrisiko eher erhöht.

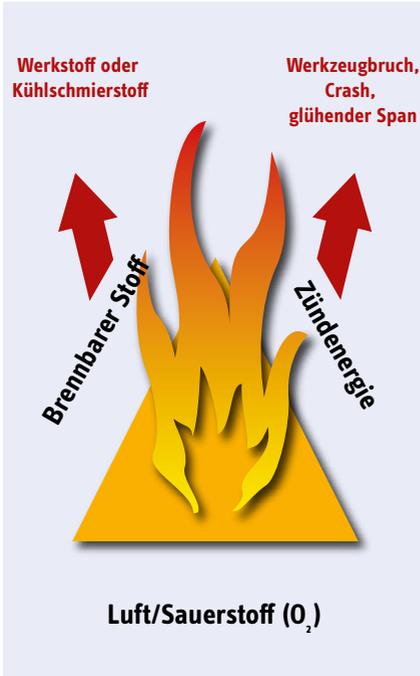


Abb. 6 Voraussetzungen für einen Brand



Abb. 7 Reaktion um Schleifspindel

Um die Bearbeitungsstelle bildet sich in einem begrenzten Bereich ein reaktives Gemisch aus KSS mit Luft, welches durch die vorgenannten Zündquellen entzündet werden kann. Der daraus resultierende Brand breitet sich sehr schnell auf den gesamten Innenraum der Werkzeugmaschine aus. Der mit der Entzündung einhergehende Druckanstieg ist schwächer ausgeprägt als bei einem Explosionsereignis im Inneren einer geschlossenen Anlage. Durch den Druckaufbau im Innenraum jedoch können Flammenausstritte aus Undichtigkeiten, aufgedrückten Gehäusetüren, Beschickungs- und Entnahmeöffnungen sowie aus Druckentlastungsöffnungen auftreten, sofern keine entsprechenden Vorkehrungen getroffen wurden.

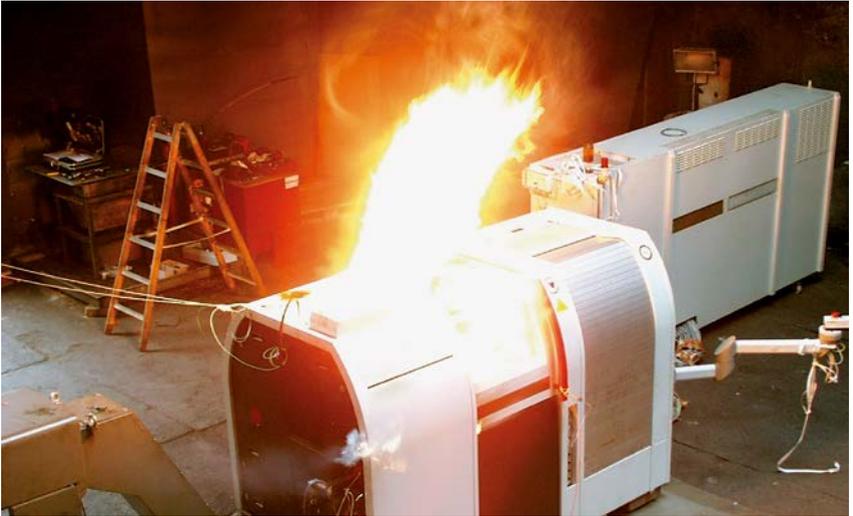


Abb. 8 Entzündung des KSS-Luft Gemisches ...



Abb. 9 ... mit Folgebrand

Im Rahmen von Untersuchungen über die Zündfähigkeit von Sprühnebeln bei der PTB Braunschweig [2] wurde hinsichtlich der Zündquellen Folgendes festgestellt:

- Die Entzündung von KSS-Sprühstrahlen mittels elektrischer Funken ist schon bei Energien kleiner als 10 Joule möglich. Auch von mechanischen Funken kann im Bereich der Zerspanstelle eine erhebliche Zündgefahr ausgehen.
- Heiße Oberflächen ($\geq 800\text{ °C}$) sind außerordentlich wirksame Zündquellen. Die heißen Oberflächen stellen die wesentlichen Zündquellen für Brände von Kühlschmierstoffen in Werkzeugmaschinen dar.



Abb. 10 Funkenflug

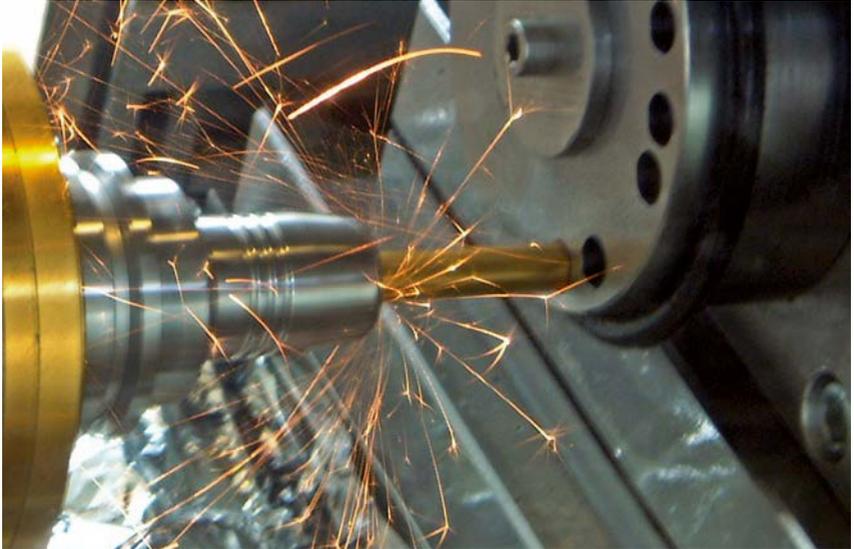


Abb. 11 Zündfunken beim Bohren

Oftmals ist die vorgenannte Entzündung des KSS-Luftgemisches im Maschineninnenraum mit einem Folgebrand verbunden. Kommt es zu Flammenaustritten aus Öffnungen und Spalten, besteht die Gefahr, dass ein Maschinenbrand auf die Umgebung übergreift.

Bei der Gefährdungsbeurteilung ist zu berücksichtigen, ob ein Maschinenbrand sich ausbreiten und auf andere Bereiche übergreifen kann. Dies hängt sehr stark von den „Verhältnissen“ in der Maschinenumgebung ab. Auch Flüssigkeitsfilme und -lachen können nach der Zündung in Brand geraten. Die Eindämmung solcher Brände gelingt umso leichter, je höher die Viskosität und der Flammpunkt des KSS liegt. Häufigste Ursachen für eine schnelle Ausbreitung eines Folgebrandes sind randvolle Ölauffangwannen und Gitterroste mit großer Oberfläche, großflächige KSS-Lachen sowie sonstiges Brandmaterial (Papier, Pappe, Putzlappen etc.).

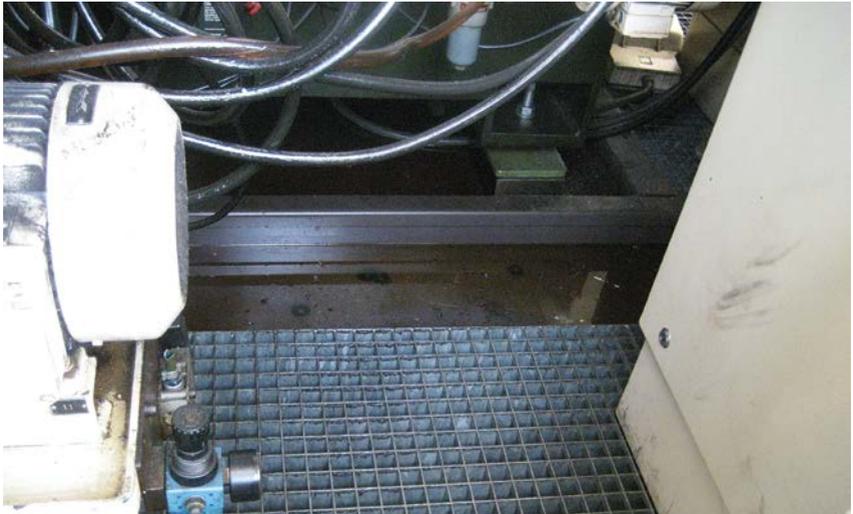


Abb. 12 Ölgefüllte Gitterroste mit großer Oberfläche



Abb. 13 Werkzeugmaschine im „Ölbad“

3 Schutzmaßnahmen: „Alles im Griff“

Bei der Beurteilung der Arbeitsbedingungen nach § 5 Arbeitsschutzgesetz sind die Tätigkeiten mit Gefahrstoffen, das Benutzen der Werkzeugmaschine, die Arbeitsumgebung und der Arbeitsraum ganzheitlich zu betrachten.

Bei der Bereitstellung einer Werkzeugmaschine ist das Ziel, eine geeignete Maschine auszuwählen, bei deren bestimmungsgemäßer Benutzung Sicherheit und Gesundheitsschutz der Beschäftigten gewährleistet sind. Die Anforderungen an die Werkzeugmaschine und die Voraussetzungen für ihre Bereitstellung sind auf Grundlage der Bewertung der Gefährdungen festzulegen.

Siehe hierzu Technische Regel für Betriebssicherheit „Gefährdungsbeurteilung und sicherheitstechnische Bewertung“ (TRBS 1111).

Sind diese Anforderungen umfangreich, ist eine Dokumentation (z. B. in Form eines Pflichtenheftes) auch im Hinblick auf die anschließende Gefährdungsbeurteilung für die sichere Benutzung sinnvoll. Im Pflichtenheft können z. B. Vorgaben für die Herstellung (Einsatz bestimmter Werkstoffe, Berücksichtigung sich anschließender fertigungstechnischer Einheiten etc.) festgelegt werden.

Auf der Basis von Tests und Untersuchungen (PTB, IBEXU) wurden in der metallverarbeitenden Industrie eine ganze Reihe von Schutzmaßnahmen entwickelt, um das bestehende Brand- und Explosionsrisiko beim Betreiben von Werkzeugmaschinen zu minimieren. In den folgenden Kapiteln werden sowohl das Schutzkonzept als auch die Reihenfolge beim Umsetzen der Maßnahmen zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung („Roter Faden“) beschrieben:

Technische und konstruktive Maßnahmen

Vorrang haben Maßnahmen, die einen Brand oder eine Explosion verhindern, z. B.

- Auswahl eines Kühlschmierstoffes mit geringem Gefährdungspotential,
- Absaugung des Ölnebels im Arbeitsraum,
- Vermeidung von Öllachenbildung,
- Vermeidung von Zündquellen: Kühlung der Zerspanstelle durch ausreichende KSS-Überflutung, Prozessüberwachung.

Da ein Brand bzw. eine Explosion im Inneren nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann, sind z. B. folgende Maßnahmen einzeln oder ggf. kombiniert geeignet, um die Auswirkungen eines Brandes bzw. einer Explosion zu minimieren:

- Installation einer automatischen Feuerlöschanlage,
- ausreichende Druckfestigkeit der Verhaubung,
- flammendurchschlagsichere Türlabyrinth,
- Druckentlastungsklappe bei nicht ausreichender Druckfestigkeit der Verhaubung.

Festlegen von Maßnahmen bei der Gefährdungsbeurteilung

Bei der Gefährdungsbeurteilung werden aus den vorstehend genannten Maßnahmen diejenigen ausgewählt, die im zutreffenden Fall geeignet sind. Nach der Umsetzung muss der Unternehmer kontrollieren, ob:

- die Maßnahmen geeignet und ausreichend wirksam sind,
- sich aus diesen Maßnahmen keine neuen Gefährdungen ergeben haben.

Wurde festgestellt, dass die Maßnahmen nicht ausreichend wirksam sind oder sich daraus neue Gefährdungen ergeben haben, muss der Prozess der Gefährdungsbeurteilung erneut durchlaufen werden.

Information	WZM für brennbaren KSS geeignet?	<ul style="list-style-type: none"> • Betriebsanleitung • bestimmungsgem. Verwendung • Merkmale WZM
Brennbarer Stoff	KSS	<ul style="list-style-type: none"> • Emissionsarmer KSS • KSS-Kennwerte • Multifunktionsöl
Zündquellen, Heiße Oberflächen	KSS-Menge KSS-Überwachung Werkzeug-Überwachung	<ul style="list-style-type: none"> • KSS-Kreislauf (VDI 3035) • Druck-/Strömungswächter • Frequenzanalyse
Technische und konstruktive Maßnahmen	WZM-Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> • Gehäuse druck-/stoßfest • Tür: Labyrinthdichtungen
	Absauganlage	<ul style="list-style-type: none"> • Brand-Ex-geeignet • Volumenstrom überwacht
	Druckentlastung	<ul style="list-style-type: none"> • Dimensionierung/Stelle • Geprüfte Bauteile
	Löschanlage	<ul style="list-style-type: none"> • Manuelle/autom. Löschanlage • Geeignetes Löschmittel
	WZM-Umgebung	<ul style="list-style-type: none"> • Spänebehälter • Ölwanne • Brennbare Materialien
Organisatorische Maßnahmen	Mitarbeiterunterweisung	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂ Rückzündung • Verhalten im Brandfall • Bedienung Löschanlage
	Prüfung, Wartung	<ul style="list-style-type: none"> • Löschanlage • Absauganlage • Reinigung

Abb. 14 „Der rote Faden“: Vorgehen bei der Gefährdungsbeurteilung

3.1 Auswahl des geeigneten Kühlschmierstoffes

Eigenschaften

Bei der spanenden Bearbeitung entstehen in Abhängigkeit des eingesetzten Kühlschmierstoffes und des angewendeten Bearbeitungsverfahrens unterschiedliche Emissionen. Zum einen entstehen durch mechanische Beanspruchung des Kühlschmierstoffes Aerosole (Partikeln von 0,5 bis 50 µm Durchmesser), zum anderen entstehen durch thermische Beanspruchung des Kühlschmierstoffes Dämpfe bzw. Feinstaerosole [3].

Ölnebel	Dämpfe
Ölpartikel zw. 0,1 und 50 µm Mechanisch bedingt	Gasförmige Kohlenwasserstoffe Thermisch bedingt
<ul style="list-style-type: none"> • Hohe KSS-Drücke und Schnittgeschwindigkeiten • Aufprall des KSS auf Maschinenbett, Werkzeug und Werkstück • Düsenform und -anordnung 	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Vorschübe und Schnitteschwindigkeiten • Werkzeugverschleiß • Hohe KSS-Temperatur • Hohe Verdampfung KSS

Abb. 15 Emissionen bei der spanenden Bearbeitung

Bei hohen mechanischen und thermischen Belastungen an der Schneide kommt es zur Vernebelung und Verdampfung der eingesetzten Kühlschmierstoffe. Im Maschineninnenraum entsteht ein Ölnebel-Dampf/Luft-Gemisch. Je höher die thermische und mechanische Belastung beim Bearbeitungsprozess ist, umso größer ist der Anteil an KSS-Dampf. Die höchsten Emissionen sind bei Werkzeugmaschinen mit hohen Schnittgeschwindigkeiten und niedrigviskosen KSS (z. B. beim Schleifen) zu erwarten.

Durch die Auswahl emissionsarmer Kühlschmierstoffe kann die Aerosol- und Dampfbildung durch KSS am Arbeitsplatz reduziert werden. Emissionsarme Kühlschmierstoffe zeichnen sich durch folgende Merkmale aus:

- aufgebaut auf Basis verdampfungsarmer Mineralöle oder synthetischer Ester oder Sonderflüssigkeiten (z. B. Polyalphaolefine),
- Zusatz von Antinebeladditiven.

Tendenz	Viskositätsklasse nach DIN ISO 3448	Viskosität bei 40 °C nach DIN 51562	Flammpunkt nach DIN EN ISO 2592 (Verfahren mit offenem Tiegel nach Cleveland)	Verdampfungsverlust bei 250° nach DIN 51581-1, 2 (Verfahren nach Noack)	Bearbeitungsverfahren beispielhaft
 abnehmende Brand- und Explosionsgefahr	ISO VG 5	4,14–5,06 mm ² /s	> 120 °C	< 85 %	Honen, Reiben
	ISO VG 7	6,12–7,48 mm ² /s	> 145 °C	< 80 %	Schleifen
	ISO VG 10	9–11 mm ² /s	> 155 °C	< 60 %	Tiefbohren
	ISO VG 15	13,5–16,5 mm ² /s	> 190 °C	< 25 %	Drehen, Fräsen
	ISO VG 22	19,8–24,2 mm ² /s	> 200 °C	< 15 %	Bohren
	ISO VG 32	28,8–35,2 mm ² /s	> 210 °C	< 13 %	Gewindeschneiden
	ISO VG 46	41,4–50,6 mm ² /s	> 220 °C	< 11 %	Gewinderollen
				< 11 %	Räumen

Tabelle 2 Kenndaten von nichtwassermischbaren Kühlschmierstoffen

Grundsätzlich wird empfohlen, den KSS mit geringstem Verdampfungsverlust und dem höchsten Flammpunkt bei der vom Bearbeitungsprozess vorgegebenen und nach Möglichkeit hohen Viskosität zu wählen.

Beispiel: Schleifen mit brennbarem KSS auf Ölbasis (nichtwassermischbar)

Kennwerte KSS: – Flammpunkt > 140 °C
 – Viskosität > 6 mm²/s bei 40 °C
 – Verdampfungsverlust bei 250 °C < 80 %

Hinweis:

Mit steigender Viskosität nehmen die Filtrierbarkeit und die Fördermenge (Spülmenge) der Öle in einer gegebenen Anlage ab.

Durch Einsatz von KSS mit Antinebeladditiven kann die Bildung lungengängiger Aerosole (Partikelgröße: 0,5 μm bis 5 μm) reduziert werden. Antinebeladditive sind besonders wirksam bei niedrigviskosen Kühlschmierstoffen wie z. B. Schleif- und Honölen.

Die Wirkung der Antinebelzusätze kann jedoch durch mechanische und physikalische Beanspruchung (Scherung an der Bearbeitungsstelle) mit der Zeit „verblasen“. Weiterhin können bestimmte Antinebeladditive bei Prozessen mit Feinstfiltration (10- μm Filter, Anschwemmfilter) des KSS zu Problemen führen (z. B. Verstopfung, Belegung der Filter). Deshalb sollte die Eignung des Kühlschmierstoffes für den Prozess vorab mit dem Hersteller abgestimmt werden.

Gelingt es, die KSS-Temperatur zu überwachen und den KSS durch geeignete Maßnahmen bei Raumtemperatur zu halten, kann das Nebelverhalten erheblich verbessert werden.

Dies kann erreicht werden durch:

- ausreichende KSS-Menge,
- ausreichende Überflutung an Schneide,
- Umlenkleche zum Abkühlen,
- Kühlung.

Untersuchungen zeigten, dass bereits eine Temperaturerhöhung eines KSS von 10 °C eine Verdoppelung der Aerosolbildung zur Folge hat.

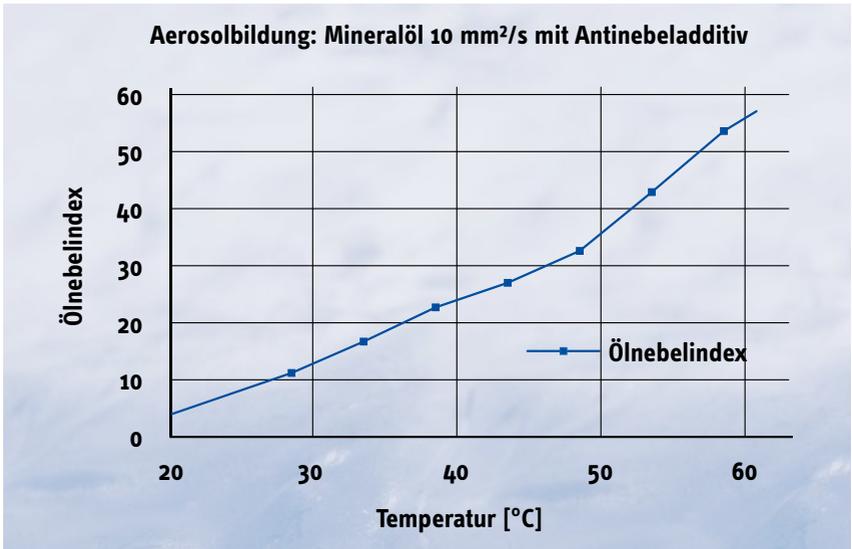


Abb. 16 Temperaturabhängigkeit der Aerosolbildung

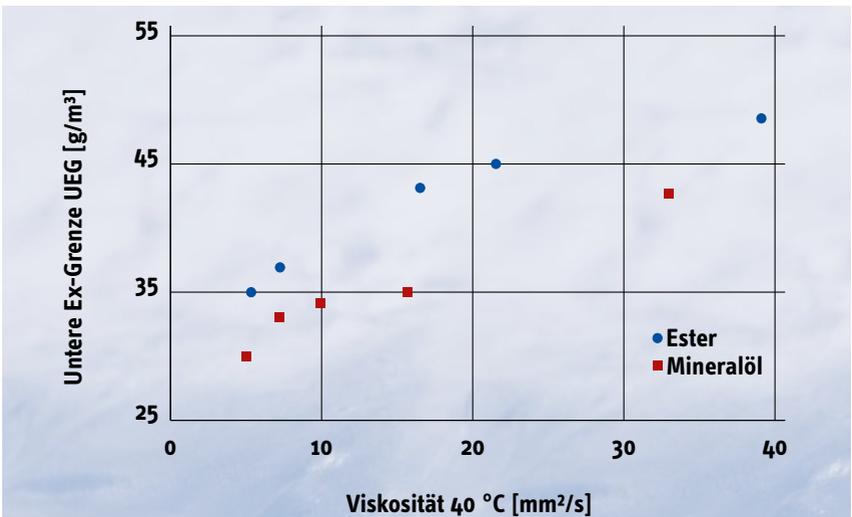


Abb. 17 KSS - Untere Explosionsgrenze (UEG) Einfluss der Viskosität [6]

Neben dem Verdampfungs- und Vernebelungsverhalten des KSS sind zur Bewertung des Explosionsrisikos folgende sicherheitstechnischen Kenngrößen relevant.

- untere Explosionsgrenze in g/m^3 ,
- maximaler Explosionsdruck in $\text{bar}(\ddot{\text{U}})$,
- maximaler Druckanstieg, wiedergegeben durch den K_F -Wert in $\text{bar} \times \text{m/s}$.

Für KSS-Aerosole sind der Fachliteratur folgende Werte für diese Kenngrößen zu entnehmen [4, 5, 6, 7]:

untere Explosionsgrenze	25 g/m^3 ... 60 g/m^3
maximaler Explosionsdruck	7,2 $\text{bar}(\ddot{\text{U}})$... 7,7 $\text{bar}(\ddot{\text{U}})$
K_F -Wert	75 $\text{bar} \times \text{m/s}$... 103 $\text{bar} \times \text{m/s}$

Die experimentell ermittelten maximalen Explosionsdrücke und K_F -Werte stellen Maximalwerte dar.

Einsatz von Multifunktionsölen

In der Praxis kann es zu Vermischungen des Kühlschmierstoffes mit anderen Arbeitsstoffen kommen. Die mengenmäßig bedeutendsten Fremdoleinträge in den KSS-Kreislauf entstehen durch Hydrauliköle. Dies kann zur Beeinträchtigung der tribologischen Eigenschaften des KSS führen. Die Folgen sind Probleme bei der Bearbeitung, hoher Werkzeugverschleiß bis hin zum Werkzeugbruch und Maschinenschäden.

Daher gilt es, Einschleppungen von Fremdoölen und Rückständen, z. B.

- Maschinenreinigungs- und Pflegemittel,
- Reinigungs- und Lösemittel von Werkstücken,
- Fremdole etc.,

in den Kühlschmierstoff der Werkzeugmaschine möglichst zu vermeiden (Hinweise zur KSS-Pflege siehe VDI 3397 Blatt 2, BGR/GUV-R 143).

Potenziale zur Verringerung dieser Gefahren bestehen im Einsatz von kompatibelen Multifunktionsölen (siehe auch VDI 3035). Alle in der Werkzeugmaschine eingesetzten Schmierstoffe wie Hydrauliköle, Bettbahnöle, Getriebeöle und Spindelöle sind aufeinander abgestimmt und untereinander verträglich. Leckagen haben nur noch einen sehr geringen Einfluss auf den Kühlschmierstoff. Weitere Vorteile bestehen in der Erhöhung der Prozesssicherheit, der Lebensdauer des Kühlschmierstoffes sowie der Verringerung von Wartungs- und Instandhaltungsaufwand.

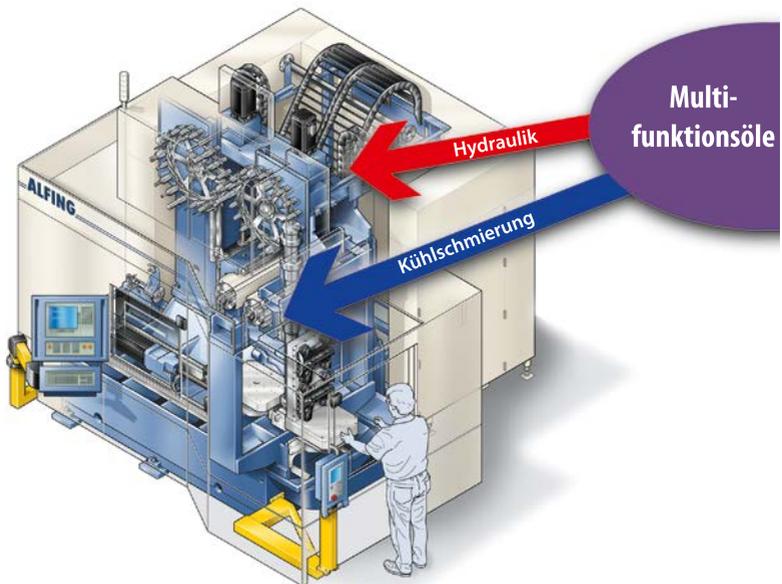


Abb. 18 Multifunktionsöle

3.2 Maßnahmen gegen heiße Oberflächen und andere Zündquellen

In den meisten Fällen wird ein Maschinenbrand an der Bearbeitungsstelle durch einen glühenden Span, einen Schleiffunken oder ein heißgelaufenes Werkzeug ausgelöst. Eine zuverlässige und ausreichende Kühlung der Bearbeitungsstelle durch KSS ist deshalb sicher zu stellen.



Abb. 19 Abgenutzte Wendschneidplatte



Abb. 20 Heißgelaufener Bohrer als Zündquelle

Ausreichende Spülmengen

Der KSS-Kreislauf ist so zu dimensionieren (Leitungsquerschnitt, Vorratsbehälter, Pumpen etc.), dass eine ausreichende Menge KSS für die Überflutung der Zerspanstelle zu jeder Zeit und für jedes Werkzeug gewährleistet ist. Die notwendige Menge an KSS ist abhängig vom Maschinentyp bzw. Bearbeitungsprozess. Hinweise zur Auslegung des KSS-Kreislaufes siehe VDI 3035, VDI 3397 Blatt 1. Maßnahmen zur optimalen Überflutung sind z. B.:

- Überflutungskühlschmierung: mit Niederdruck (2 bis 4 bar),
- Abreingung (Schleifwerkzeuge etc.) mit 30 l/min Hochdruck (bis 100 bar),
- Löschen von Funken durch zusätzliche KSS-Aufgabe an den Entstehungsstellen (z. B. Unterdüse beim Schleifen).

Für die Kühlwirkung und den Grad der Vernebelung ist auch die Form des Spülstrahles (Druck und Düsenform sowie korrekte Einstellung) maßgebend. Vorteilhaft ist eine werkzeugnahe Überflutung mit großen Mengen unter Niederdruck. Durch den Einbau von weiteren Düsen und Anordnung als „KSS-Spülvorhänge“ kann das Nebelvolumen zusätzlich minimiert werden. Hierzu ist es notwendig, die Düsen auf den Bereich Werkstück/Bearbeitungsstelle korrekt auszurichten und einzustellen.

Überwachung der KSS-Zufuhr

Die Voraussetzung für einen optimalen und sicheren Prozess ist die Gewährleistung einer ausreichenden KSS-Zufuhr schon beim Beginn sowie während der Zerspannung. Die Gefahr eines Werkzeugbruchs wird dadurch erheblich verringert. Zur Überwachung der KSS-Zufuhr kommen vorwiegend Druckschalter für Hoch- und Niederdruck, Strömungswächter oder die Überwachung der Pumpenmotorströme zum Einsatz.

Generell sollten ausgehend von der Maschinensteuerung eine Überwachung sowie eine Funktionsprüfung der Sensoren (z. B. Signalwechsel) erfolgen. Bei Störung oder Ausfall der KSS-Zufuhr wird von der Steuerung eine Trennung von Werkzeug und Werkstück („Not-Rückzug“) sowie die Abschaltung des Maschinenantriebs ausgeführt.

Prozess- und Werkzeugüberwachung

Ein „heißgelaufenes“ Werkzeug oder gar ein Werkzeugbruch werden als die häufigsten Ursachen für einen Maschinenbrand angesehen. Ein „stumpfer“ verschlissener Bohrer sorgt oftmals für einen starken Temperaturanstieg an der Eingriffsstelle und kann so als Zündquelle wirken. Deshalb sollten Werkzeuge auf ihren Zustand überprüft und nach Ablauf der vom Werkzeughersteller angegebenen Standzeit ausgetauscht werden.

Durch eine Prozessüberwachung können solche sicherheitskritischen Zustände aufgrund von Werkzeugverschleiß erkannt werden, so dass die Maschine rechtzeitig stillgesetzt werden kann.

Es gibt folgende Möglichkeiten:

- **Leistungsüberwachung:** Messung der aufgenommenen Leistung eines Motors, z. B. der Werkzeug- oder Werkstückspindel. Intern oder separates Gerät; gutes Handling, wenig stör anfällig,
- **Körperschallüberwachung:** Messung des bei der Bearbeitung entstehenden Schalls. Bricht z. B. ein Werkzeug, so hebt sich das Bruchsignal deutlich von der Zerspanung ab,
- **Schnittkraftüberwachung** durch Sensorik, z. B. Piezoquarz, Dehnungsmessstreifen.

3.3 Technische und konstruktive Maßnahmen

3.3.1 Werkzeugmaschine

Brandlast

Um einen Brand zu verhindern bzw. um die Folgen eines Brandes zu begrenzen, ist es wichtig, die „Brandlast“ möglichst niedrig zu halten. Dies ist besonders in Bereichen wie dem Antriebsraum oder auf dem Dachbereich der Maschine zu beachten, da diese Bereiche in der Regel nicht mit Löschanlagen geschützt werden.

Auf die Vermeidung waagerechter Flächen oder Bereiche mit Pfützenbildung oder Späneansammlungen ist zu achten. Leicht geneigte Deckenflächen unterstützen den Ablauf des KSS.



Abb. 21 Öllachenbildung im Antriebsraum

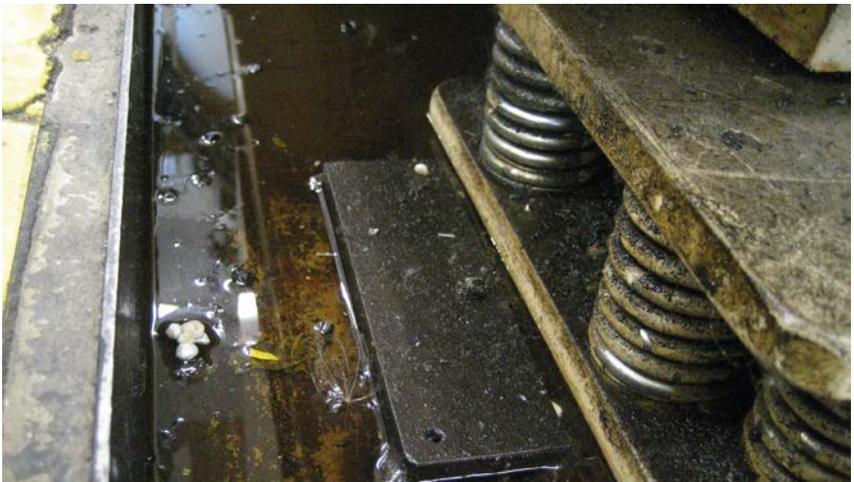


Abb. 22 Werkzeugmaschinen im „Ölbad“

Flammenaustritt aus der Maschine

Bei einer Zündung des KSS-Luft Gemisches und bei Bränden können Flammen und heiße Gase aus der Werkzeugmaschine austreten. Durch den Druckaufbau im Innenraum werden Flammenaustritte aus Türspalten, aufgedrückten Gehäusetüren, Beschickungs- und Entnahmeöffnungen sowie aus Druckentlastungsöffnungen hervorgerufen. Auch während der Flutung mit Löschgas wurden Flammenaustritte beobachtet.



Abb. 23 Flammenaustritt am Türlabyrinth

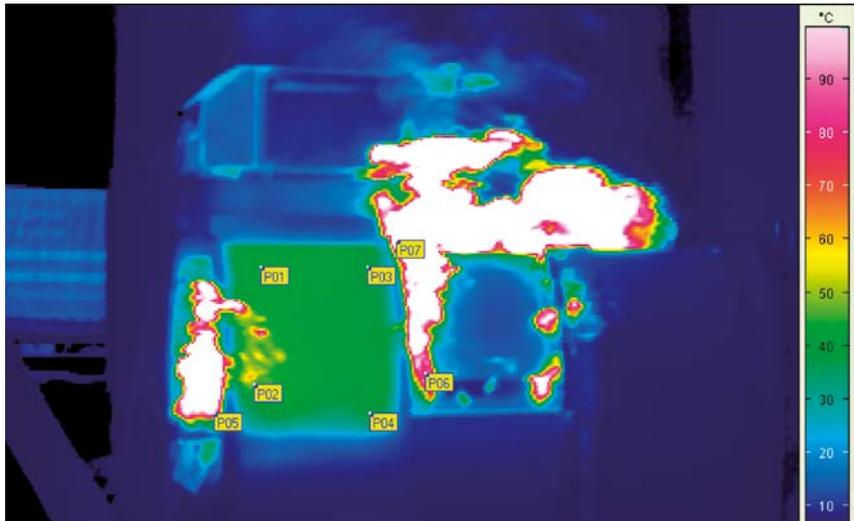


Abb. 24 Temperaturen beim Flammenaustritt an der Tür im Bereich des Maschinenbedieners

Eine Gefährdung für den Bediener und die Umgebung durch das Herausschlagen von Flammen und heißen Gasen sollte verhindert werden. Daher werden an die Labyrinth, die sich im Türbereich der Werkzeugmaschine befinden, folgende Anforderungen gestellt (siehe Forschungsberichte VDW 3001/1 und VDW 3001/2):

- Gestaltung flammendurchschlaghemmend: beidseitig überlappend mit mehreren Umlenkungen des Spaltweges und Höchstspaltweiten von 2 mm. Hinsichtlich der Brandlast sind die Labyrinth so zu gestalten, dass sich kein Öl ansammeln kann,
- Verringerung der Spaltweiten bei Aufbringen eines Innendruckes (Zündung KSS-Nebel) oder bei Alterung der Dichtgummis. Konstruktion der Tür derart, dass sie bei Auftreten einer KSS-Zündung in das Maschinengehäuse gedrückt und von diesem gehalten wird, wobei sich die Spaltweiten verkleinern (siehe Abb. 30),
- Gestaltung derart, dass die Austrittsrichtung von Flammen oder heißen Gasen nicht im Aufenthaltsbereich des Bedieners liegt.



Abb. 25 Bereich Schiebetür ausgelegt für Bearbeitung mit Emulsion



Abb. 26 Bereich Schiebetür mit zusätzlichem Labyrinth für Bearbeitung mit Öl

Weiterhin sollte Folgendes beachtet werden:

- Der Sicherheitsabstand an den Türen vor den Labyrinthdichtungen beträgt 30 cm (Austrittsbereich heißer Gase mit Temperaturen $> 60\text{ °C}$).
- Falls hauptzeitparalleles Beladen am Rüstplatz des Palettenwechslers möglich ist, soll der Beladeraum vom Arbeitsraum flammendurchschlaghemmend getrennt werden.
- Gummi- oder Bürstendichtungen sind brandschutztechnisch nicht zu empfehlen (Abbildung 28).
- Nicht vermeidbare Öffnungen, z. B. Werkstücköffnungen, sind sorgfältig abzudichten, z. B. über Klappen oder Schieber, die die Öffnung nur während eines Werkstückwechsels freigeben.

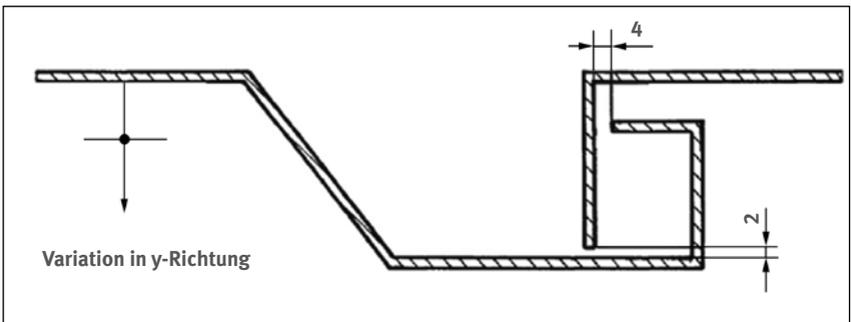


Abb. 27 Flammendurchschlagsicheres Türabyrinth (nach VDW 3001/1)



Abb. 28 Türdichtung brandschutztechnisch nicht geeignet

Arbeitsraum und Verkleidung

Bei einer Zündung des KSS-Luft Gemisches besteht die Gefahr, dass bei nicht ausreichender Druckfestigkeit der Arbeitsraumverkleidung Gehäuseteile wegfliegen und sich der Brand in angrenzende Maschinenbereiche bzw. in die Umgebung ausbreitet.

Arbeitsraum und Verkleidung sollten folgende Merkmale aufweisen:

- Druckfestigkeit der Arbeitsraumverkleidung (Türen, Fenster, Teleskopabdeckungen und sonstige Verkleidungsbleche) mindestens 0,1 bar,
- Ausführung ohne große Spalte, durch die Verbrennungsprodukte ins Maschinenumfeld austreten können,
- Abdichtung zu angrenzenden Maschinenbereichen, wie Handhabungsraum oder Antriebsraum,
- Türen müssen gegen Herausspringen und Öffnen gesichert werden, z. B. durch umlaufende Umgriffe oder Zuhaltungen,
- Tür durch Schalter mit Zuhaltung ausgestattet und mit Steuerung verriegelt,
- Sichtscheiben aus Polycarbonat formschlüssig eingefasst.

Bei Sichtscheiben ist auf mechanische Rückhaltefähigkeit und ggf. Austauschintervalle zu achten (z. B. Polycarbonat). Bei der Einfassung ist eine ausreichende Überlappung der Verkleidungsbleche auf beiden Seiten vorzusehen (z. B. nicht in Gummi gefasst). Details hierzu, siehe Forschungsberichte VDW 0209 und VDW 0209/1, DIN EN ISO 23 125, DIN EN 12 417 und DIN EN 13 218.

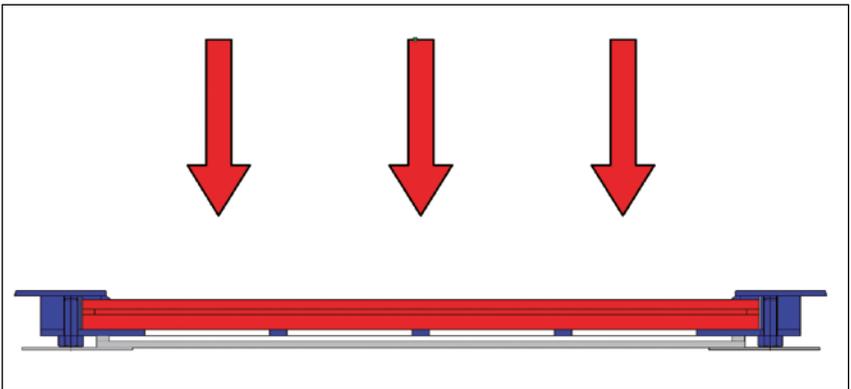


Abb. 29 Befestigung von Sichtfenstern

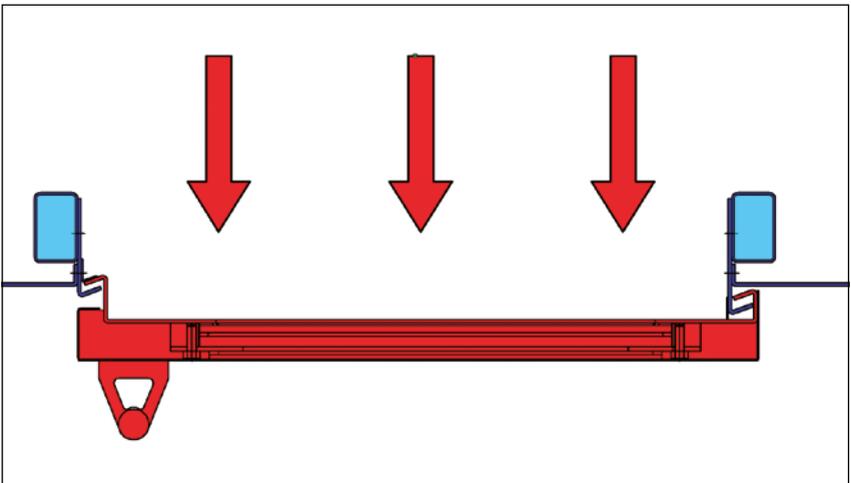


Abb. 30 Türe mit Umgriff

Integration der Steuerungen in das Gesamtkonzept

Ein optimaler Informationsaustausch zwischen der Steuerung von Werkzeugmaschine, Absauganlage und automatischer Löscheinrichtung ist die Voraussetzung für ein sicheres Betreiben der Gesamtanlage. Die einzelnen Schalt-/Steuerbefehle sind im Ablaufdiagramm beispielhaft dargestellt.

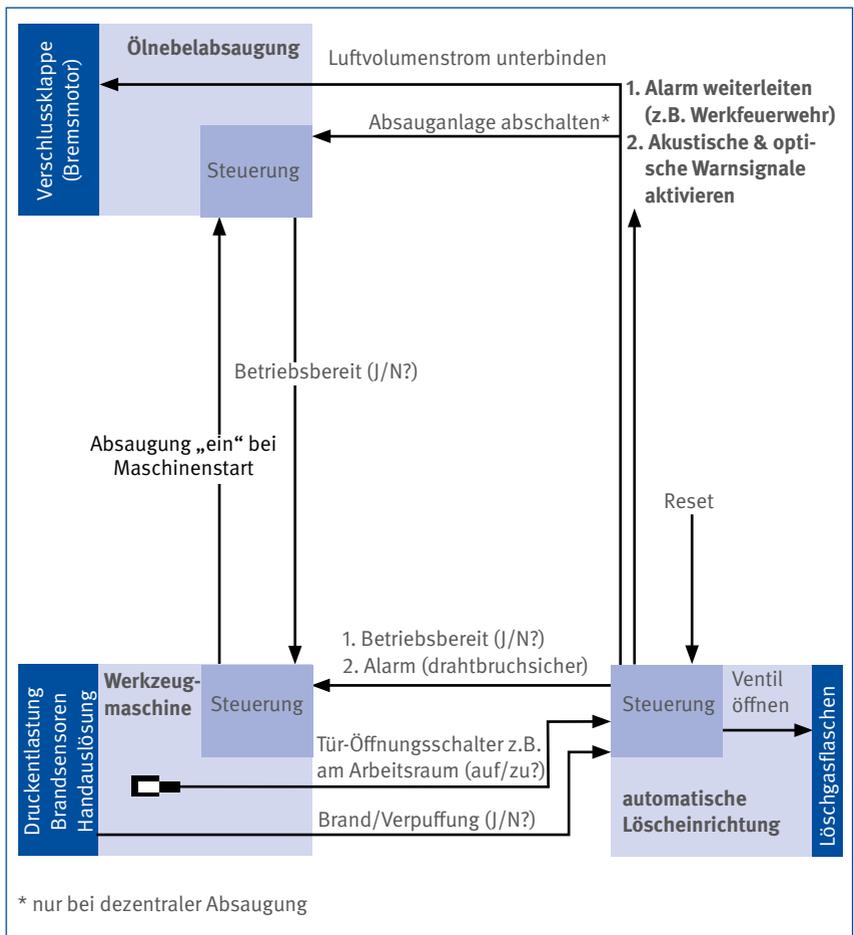


Abb. 31 Schalt-/Steuerbefehle zwischen Werkzeugmaschine, Absauganlage und automatischer Löscheinrichtung

Ein Start der Maschine darf nur möglich sein, wenn

- Absauganlage EIN/Späneabfuhr EIN bei Maschinenstart,
- Tür verriegelt mit Zuhaltung,
- Löschanlage betriebsbereit.

Angezeigte Störungen müssen automatisch weitergeleitet und umgehend beseitigt werden. Erst dann darf die Anlage in Betrieb genommen werden. Hinsichtlich der Maschinensteuerung müssen nach der Detektion eines Brandes folgende Funktionen eingeleitet werden:

- Schnellstmögliches Stillsetzen der Achsen bzw. Antriebe,
- sofortiges Stoppen eventueller Sperrluft- und Kühlschmierstoffzufuhr,
- Verriegelung und Zuhaltung der Schutzhauben ist weiterhin zu gewährleisten,
- Stillsetzen der Absauganlage bzw. Schließen der Abluft-Absperrklappe (dadurch soll die Frischluftzufuhr unterbunden und ein Absaugen des Löschgases vermieden werden),
- Einleitung des Löschvorgangs (bei Löschgas, z. B. CO₂ evtl. Verzögerungszeit berücksichtigen),
- Aktivierung (optisch und akustisch) der Alarmeinrichtung,
- gegebenenfalls Trennung von Arbeitsraum (Löschbereich) und Beladerraum (z. B. Tür schließen, Jalousie).

3.3.2 Absaugsysteme

Bei der spanenden Bearbeitung in Werkzeugmaschinen mit bestimmter und unbestimmter Schneidengeometrie unter Einsatz von nichtwassermischbaren Kühlschmierstoffen (KSS) entstehen KSS-Nebel und -dämpfe. Um eine Anreicherung der brennbaren und ggf. explosionsfähigen KSS-Emissionen in der Werkzeugmaschine und in der unmittelbaren Umgebung zu verringern, werden diese mittels Absauganlagen erfasst, abgesaugt und abgeschieden.

Abscheidesysteme für Kühlschmierstoffe

Es gibt verschiedene Arten der Filtrierung für die Kühlschmierstoffabscheidung. Mindestanforderungen für die Wahl des Abscheiders sind:

- Einhaltung der Reingaswerte über den gesamten Wartungszyklus,
- geringe Volumenstromschwankung und Einhaltung des Mindestvolumenstromes über den gesamten Wartungszyklus,
- sichere Einhaltung der Reingaswerte auch bei Spitzen in der Rohgasbelastung,
- eine sichere Ableitung der abgeschiedenen Flüssigkeiten/Öle muss gewährleistet werden.

Filternde Abscheider

In filternden Abscheidern wird die zu reinigende Abluft durch ein poröses Medium geleitet, in dem die dispergierten Feststoff- oder Aerosolpartikel aufgrund verschiedener Mechanismen zurückgehalten werden.

Unterschieden wird in Oberflächenfilter (siehe VDI 3677 Blatt 1) und Tiefenfilter (siehe VDI 3677 Teil 2).

Elektrostatische Abscheider

Die Wirkungsweise der Elektroabscheider beruht auf dem physikalischen Prinzip der Ablenkung von elektrisch geladenen Partikeln im elektrischen Feld.

Hierbei werden die in dem abgesaugten Trägergas (Luft) enthaltenen festen und/ oder flüssigen Teilchen in der Ionisationszone unipolar aufgeladen. Die Abscheidung erfolgt im elektrostatischen Feld an den Platten der nachgeschalteten Abscheidezzone.

Weitere Informationen zu Elektroabscheider können der VDI-Richtlinie 3678 Blatt 2 entnommen werden.

Massenkraftabscheider

Bei allen Massenkraftabscheidern werden die Partikel und Aerosole mit Hilfe von Schwerkraft, Trägheitskraft oder Fliehkraft durch gezielte Umlenkung aus dem Gasstrom abgeschieden. Man unterscheidet demnach zwischen Schwerkraftabscheidern, Umlenkabscheidern und Fliehkraftabscheidern.

Zu den gebräuchlichsten Massenkraftabscheidern bei Kühlschmierstoffen zählen i.d.R. als Vorfilter eingesetzte Metallfilter. Sie werden als Vorabscheidersysteme insbesondere bei nichtwassermischbaren Kühlschmierstoffen eingesetzt. Über Massenkraftabscheider informiert auch die VDI 3676.

Auslegungskriterien der Absaugsysteme hinsichtlich Brand- und Explosionsschutz

Generell müssen Anlagen zur Absaugung brennbarer Luftverunreinigungen und explosionsfähiger Gemische aus leitfähigen oder elektrostatisch ableitfähigen Werkstoffen hergestellt und geerdet sein.

Voraussetzung für den Maschinenstart ist eine laufende Absauganlage unter Einhaltung des vom Maschinenhersteller vorgegebenen Mindestvolumenstroms/Abluftstroms (Kontrolle z. B. mittels Druck- oder Strömungswächter). Bei Unterschreitung des erforderlichen Abluftstromes oder bei Störung muss die Maschine außer Betrieb gehen. Eine Verzögerung des Abschaltens ist ggf. bei zentraler Ansteuerung bis Taktende des Bearbeitungsprozesses vorzusehen.



Abb. 32 Druckwächter



Abb. 33 Strömungswächter

Abscheider

- Der Abscheider sollte so ausgeführt werden, dass sich im Abscheider auf der Rohgasseite keine bewegten Teile oder elektrische Betriebsmittel mit Oberflächentemperaturen über der Zündtemperatur der abgesaugten Ölnebel befinden (zündquellenfreie Bauart).
- Der Absaugventilator befindet sich auf der Reinluftseite.

- Die gereinigte Maschinenabluft sollte möglichst ins Freie geführt werden, um die Brandlast in der Halle durch Restemissionen zu minimieren.
- In Verbindung mit der Werkzeugmaschine ist zu prüfen, ob über das Saugleitungssystem eine Zündquelle in den Ölnebelabscheider übertragen werden kann (z. B. heiße Späne). Ist dies nicht auszuschließen, so muss der Ölnebelabscheider in das Löschkonzept der Werkzeugmaschine mit einbezogen werden.

Absaugleistung

Zum Erreichen eines optimalen Wirkungsgrades sollte die Luft aus einer vollgekapselten Werkzeugmaschine abgesaugt werden. Ein optimaler Luftaustausch innerhalb der Kapselung durch geeignete Zuluftöffnungen sollte ebenfalls gewährleistet sein.

Damit keine KSS-Aerosole und Dämpfe austreten können, ist es notwendig, dass ein ständiger Unterdruck in der Einhausung vorherrscht. Die Luftbewegung muss stets in den Bearbeitungsraum gerichtet sein und nicht umgekehrt. Eine in den Zerspanungsraum gerichtete Luftströmung kann z. B. durch Nebelversuche überprüft werden.

- Als Richtwert für die Luftströmungsgeschwindigkeit von Gehäuseöffnungen in den Zerspanungsraum gilt 0,1 m/s [VDW 3001 S. 42].
- Die Absaugleistung muss über eine Drosselklappe oder eine Drehzahlregelung individuell an jeder Absaugstelle einstellbar sein.
- Abhängig vom Bearbeitungsprozess und vom konstruktiven Aufbau der WZM wird ein Luftwechsel innerhalb des Arbeitsraumes (m^3) der WZM von 100 bis 300 pro Stunde empfohlen.

Beispiel:	Luftwechsel x Arbeitsraum	= Absaugleistung
	300 h^{-1} Luftwechsel x $1,5 \text{ m}^3$	
	Arbeitsraum	= $450 \text{ m}^3/\text{h}$ Absaugleistung

Erfassungsstelle

Die Erfassungsstelle (Anschlussstutzen) im Maschineninnenraum sollte so gestaltet sein, dass keine größeren Partikel, Kühlschmierstoffflüssigkeit und Späne in die Absauganlage gelangen und sich in den Rohrleitungen ansammeln können. Eine optimale Erfassung der Kühlschmierstoff-Emissionen wird erreicht, wenn folgende Kriterien berücksichtigt bzw. erfüllt sind:

- Absaugstelle möglichst weit von Bearbeitungspunkt/Zerspanstelle entfernt,
- Querströmungen an Erfassungsstelle vermeiden,
- Berücksichtigung der Anordnung von KSS-Düsen, Düsenanordnung, Hauptzerstäubungsrichtung, Späneflug bei Auswahl der Erfassungsstelle,
- Installation von Prallblechen oder mechanischen Vorabscheidern. Damit wird die Eintragung von KSS-Aerosolen und Spänen in die Absaugleitung verringert,
- An der Erfassungsstelle sollte die Luftgeschwindigkeit so niedrig wie möglich sein ($< 8 \text{ m/s}$).

Etwa auf dem ersten Meter der Absaugstrecke kann dann eine Durchmesserverringerng zum Erreichen der eigentlichen Strömungsgeschwindigkeit in den Rohrleitungen (16 – 18 m/s) erfolgen.

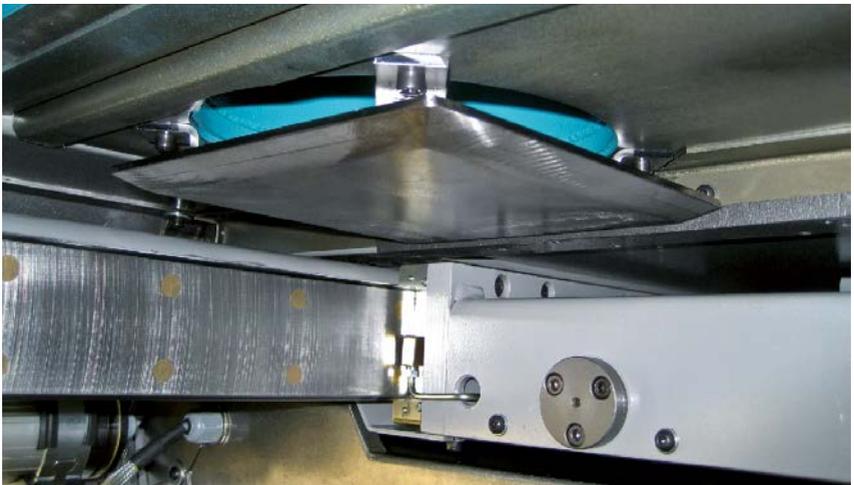


Abb. 34 Prallblech über Absaugstelle



Abb. 35 Zugeseetztes Spänegitter

Rohrleitungen

- Rohrleitungen müssen nicht-brennbar sein und dürfen sich nicht elektrostatisch aufladen (Erdung der Rohrleitungen sicherstellen),
- kein Einsatz von Wickelfalzrohren,
- Rohrleitungen sind so zu verlegen, dass sich eingetragener oder kondensierter KSS nicht in ihnen ansammeln kann (Vertiefungen oder sackartige Verlegung sind zu vermeiden),
- auf flexible (gewellte) Kunststoffrohre/Schläuche o.ä. ist zu verzichten, sofern diese nicht zur Vibrationsentkopplung zwingend notwendig sind (Verlegung möglichst senkrecht und Rohrstück möglichst kurz sowie aus elektrostatisch leitfähigem Material; Abbildung 37).



Abb. 36 Ansammlung von Öl in Absaug-schlauch



Abb. 37 Anschlussteil zur Vibrationsentkopplung; senkrecht, geerdet

- Die Strömungsgeschwindigkeit in Maschinenanschlüssen sollte $< 8 \text{ m/s}$ und in der Förderleitung zwischen $16 - 18 \text{ m/s}$ betragen.
- Für die Kontrolle der Rohrleitungen im Inneren (Ablagerungen von Öl- und Späne-ner) sind in erforderlichen Abständen Kontroll-/Revisionsöffnungen vorzusehen.
- Für die Abscheidung von Ölkondensaten längs der Absaugleitungen werden Ab-
laufleitungen mit anforderungsgerechten Siphons (Anpassung an das Druck-
niveau erforderlich) vorgesehen. Die Ablaufleitungen sollten leicht zu kontrollie-
ren und zu reinigen sein.
- In den Rohrleitungen (Schnittstelle, außerhalb der Maschinenkapselung) sind
schnellschließende Absperrklappen oder Flammensperren zu installieren.



Abb. 38
Revisionsöffnungen



Abb. 39
Revisionsöffnungen 2

Schnellschließende Absperrklappen und Flammensperren

Schnellschließende Absperrklappen haben die Aufgabe, das Risiko des direkten Eindringens der Flamme in die Rohrleitung und eine Brandausbreitung in andere Bereiche zu verringern. Im Brandfall erfolgt bei der schnellschließenden Absperrklappe eine Abschottung der Werkzeugmaschine gegenüber der Absauganlage oder umgekehrt. Darüber hinaus dient die schnellschließende Absperrklappe auch zur Abtrennung der Werkzeugmaschine im Falle einer Störung oder Außerbetriebsetzung der Absauganlage. Das Signal zur Ansteuerung der Absperrklappe kann entweder über die WZM oder auch direkt über die Brandmeldezentrale kommen.

Bei Auslösung eines Brandfalles in der WZM schließt die Absperrklappe unmittelbar, um das Rohrleitungs- und Absaugsystem zu schützen. Zusätzlich wird dadurch die notwendige Menge an Löschmittel z. B. CO₂ für die WZM erheblich reduziert.

Idealerweise erfolgt die Ansteuerung über die WZM, da dann auch ein Abtrennen der Absaugung der einzelnen WZM bei Maschinenstörung erfolgen kann, ohne die mögliche zentrale Absaugung abschalten zu müssen.

Die schnellschließenden Absperrklappen müssen für den konkreten Einsatzfall geeignet sein. Die Klappe hat folgende Eigenschaften:

- Material: nicht brennbar,
- Schließzeit: < 1,5 sek,
- Endlagenüberwachung,
- Strom- oder drucklos geschlossen.

Die Rohrleitung ist gegen Flammenübertragung auf andere Bereiche zu schützen, z.B. durch den Einbau einer funktions sichereren Flammensperre.



Abb. 40
Abluft-Absperrklappe

Dezentrale Absaugung

Elektrostatisher oder mechanischer Filter:

- Voraussetzung für den Maschinenstart ist eine laufende Absauganlage.
- Im Brandfall Unterbrechung der Absaugung innerhalb 10 – 30 s nach Detektion (sofortige Auslösung), z. B. mittels Bremsmotor oder automatischer Absperrklappe (die Zeit bis zur Unterbrechung des Luftstroms bestimmt die Auslegung der Löschmittelmenge bei automatischen Löschanlagen).

Zentrale Absaugung

- Der Anschluss ist nur an zentralen Absauganlagen gestattet, in denen sich keine explosionsfähigen Stoffe oder Gemische, z. B. aus anderen Prozessen, befinden können (Hinweis in der Betriebsanleitung!). Dies ist u.a. notwendig, um die Ausbreitung von Bränden in die angeschlossenen Leitungen zu vermeiden.
- Auf möglichst geringen Eintrag von KSS in die Absauganlage (Prallbleche, mechanische Vorabscheider etc.) ist an allen Bearbeitungsstationen zu achten.
- Voraussetzung für den Maschinenstart ist eine laufende Absauganlage.
- Zur Verhinderung der Brandausbreitung sollte in der Absaugleitung eine automatische Verschlusseinrichtung (z. B. Abluftabsperklappe) angeordnet sein. Die Ansteuerung erfolgt bei fremdbetätigten Systemen i.d.R. durch die Steuerung der Löschanlage.

- Eine Störung in der Abluftanlage muss signalisiert werden. Die zugehörigen Bearbeitungsmaschinen sind bei Ausfall nach Taktende der Bearbeitungsprozesse außer Betrieb zu nehmen, wenn der Abluftstrom nicht gesichert werden kann. Dies ist erforderlich, wenn sich bei Anlagenausfall explosionsfähige Gemische bilden können, die sich beim Austreten aus der Maschinenkapselung auch außerhalb entzünden können.
- Eine Störung in einer WZM muss signalisiert werden. Die WZM wird mit der zugeordneten Absperrklappe von der Absauganlage getrennt. Die gesamte Absauganlage kann weiterbetrieben werden.
- Bei Ansprechen des Strömungswächters der Einzelmaschine ist die zugeordnete Maschine nach Beendigung des Bearbeitungstaktes außer Betrieb zu nehmen.
- Bei ausgeschalteter Maschine und Maschine in Not-Aus/Not-Halt ist die Abluft-Absperrklappe generell geschlossen.

3.3.3 Druckentlastungseinrichtungen

Bei nicht ausreichender Druckfestigkeit der Verhaubung einer Werkzeugmaschine besteht die Gefahr der Verletzung von Personen durch wegfliegende Gehäuseteile und herausschlagende Flammen bei einer Zündung des KSS-Luft Gemisches. In diesem Fall ist eine Entlastungseinrichtung für die geringen auftretenden Drücke vorzusehen.

Die Druckentlastungsklappe hat die Aufgabe, einen Überdruck, der durch die Zündung eines Gemisches im Arbeitsraum der Werkzeugmaschine entsteht, abzubauen. Die mit dem Überdruck einhergehenden Flammen und heißen Verbrennungsgase sollen in ungefährliche Bereiche abgeleitet werden.

Die Druckentlastungsklappe wird meistens im Deckenbereich der Werkzeugmaschine installiert. Ziel ist es, eine Druckentlastung auf möglichst direktem, kurzem Weg zu gewährleisten und eine Gefährdung der Maschinenbediener auszuschließen.

Da Maschinengehäuse oftmals nur eine geringe Druckfestigkeit ($\ll 100$ mbar) besitzen, sollte der Ansprechdruck von Druckentlastungseinrichtungen für Werkzeugmaschinen zum Öffnen der Druckentlastungseinrichtung bei weniger als 5 mbar liegen.

Die Einrichtung öffnet sich nur kurzzeitig und schließt wieder unmittelbar nach erfolgter Entlastung. Somit wird ein wiederholtes Entfachen der Flammen im Innern durch Lufteintritt sowie eine Flammenausbreitung verhindert.

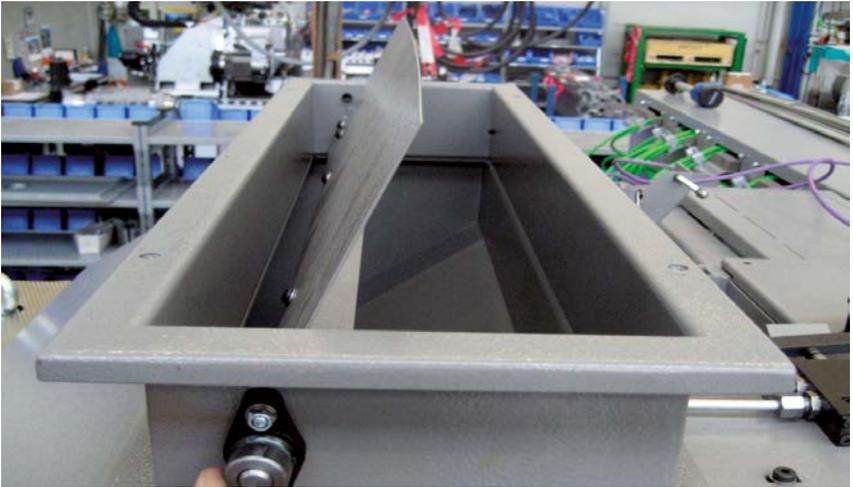


Abb. 41 Druckentlastungsklappe geöffnet

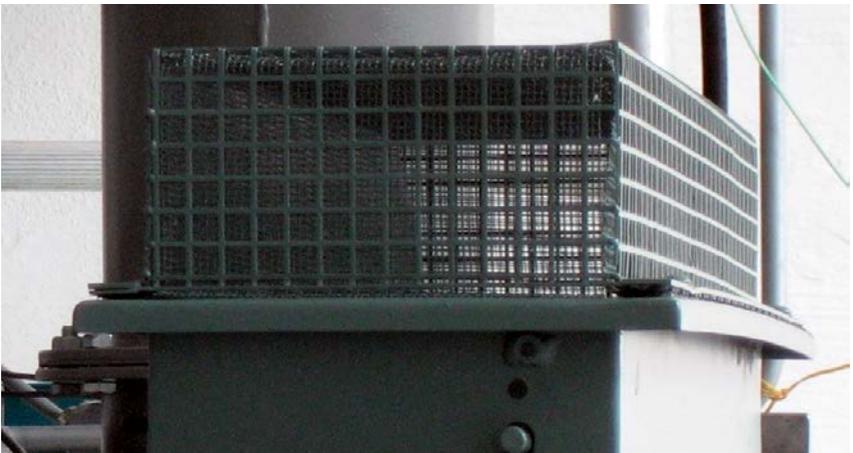


Abb. 42 Druckentlastungsklappe mit Drahtkäfig, außen

Durch eine Zündung des KSS-Luft Gemisches können beim Ansprechen einer Druckentlastungseinrichtung sehr hohe Stichflammen austreten, welche eine Gefährdung für die Umgebung der Maschine darstellen. Im Bereich über der Druckentlastungsklappe dürfen sich daher keine brennbaren Materialien (Holzverkleidung, Isolierung etc.) befinden. Zur Hallendecke muss ein Mindestabstand eingehalten werden (beim Hersteller der Druckentlastungsklappe zu erfragen), um eine Reflexion der Stichflamme zu verhindern. Die Mitarbeiter sind besonders darauf hinzuweisen, dass die bestehenden Gefahrenbereiche um die Druckentlastungseinrichtung und oberhalb davon freizuhalten sind.

Viele Druckentlastungseinrichtungen sind zusätzlich mit einem Drahtgeflecht oder einem feinen Drahtgewebe ausgerüstet, um ein Herausschlagen von hohen Stichflammen zu verhindern. Das Drahtgeflecht beeinträchtigt jedoch den Druckentlastungsvorgang. In der Praxis können die Drahtgewebe bei starker Ölbenetzung/Verschmutzung ähnlich wie die Druckentlastungseinrichtung selbst eine zusätzliche Brandgefahr darstellen.

Die Gefahr eines möglichen Austrittes von Werkstück- oder Werkzeugteilen durch die Druckentlastungsklappe und die Gefahr von Nachbränden auf der Druckentlastungsklappe müssen beim Einbau ebenso berücksichtigt werden.



Abb. 43 Flammenaustritt aus Druckentlastungsklappe



Abb. 44 Nachbrand nach erfolgter Löschung

Als Faustregel zur Dimensionierung haben die Firmen Total Walther GmbH, Köln, und Deutsche Montan Technologie (DMT), Dortmund, eine Mindestdruckentlastungsfläche von $0,1 \text{ m}^2$ pro m^3 Arbeitsraumvolumen in experimentellen Untersuchungen bestätigt. Diese kann bei höherfesten Umhausungen entsprechend reduziert (z. B. $0,05 \text{ m}^2$ pro m^3 Arbeitsraum) oder durch alternative Konzepte ersetzt werden (z. B. Öffnung des Späneförderers in ungefährliche Bereiche).

Eine genauere Auslegung einschließlich der Übertragung auf gängige Druckentlastungseinrichtungen kann nach Forschungsbericht VDW 3002 vorgenommen werden.

3.3.4 Brandschutz

3.3.4.1 Löschmittel

Als Löschmittel für Brände brennbarer Kühlschmierstoffe sind einsetzbar:

- Löschgase, z. B. sauerstoffverdrängende Gase wie CO_2 , N_2 , Edelgase und deren Mischungen,
- Wasser (in Wasserfeinsprühtechnik/Wassernebeltechnik),
- Schaum,
- Pulver der Brandklassen ABC oder BC (Ölbrände entsprechen der Brandklasse B).

Achtung:

Bei Kohlendioxid als Löschmittel ist ab einer Konzentration von 5 Vol-% mit Gesundheitsschäden zu rechnen. Ab einer Konzentration von mehr als 8 Vol-% besteht Lebensgefahr (siehe auch Regel „Einsatz von Feuerlöschanlagen mit sauerstoffverdrängenden Gasen“ (BGR 134)).

Metallbrände (z. B. Mg, Al, Ti) sind mit Löschmitteln der Brandklassen A, B und C **nicht** zu löschen! Als Löschmittel für die Bekämpfung von Metallbränden sind derzeit Edelgase (z. B. Argon) und Pulverlöschmittel der Brandklasse D verfügbar. Bei allen anderen Löschmitteln muss ein Nachweis der Eignung für die Löschung von Metallbränden geführt werden.

Einige Löschmittel (z. B. Löschpulver) löschen nicht rückstandsfrei und können die Maschine und die Umgebung verschmutzen.

Löschen von Maschinenbränden

Ist das Betreiben einer Werkzeugmaschine mit einem hohen Brandrisiko verbunden, müssen integrierte Brandmelde- und Löscheinrichtungen vorgesehen werden (DIN EN 13 478). Hierbei werden folgende Abstufungen unterschieden:

- handbetätigtes Löschesystem,
- Brandmeldeanlage in Verbindung mit handbetätigtem Löschesystem,
- Brandmeldeanlage in Verbindung mit einer automatischen Löschanlage.

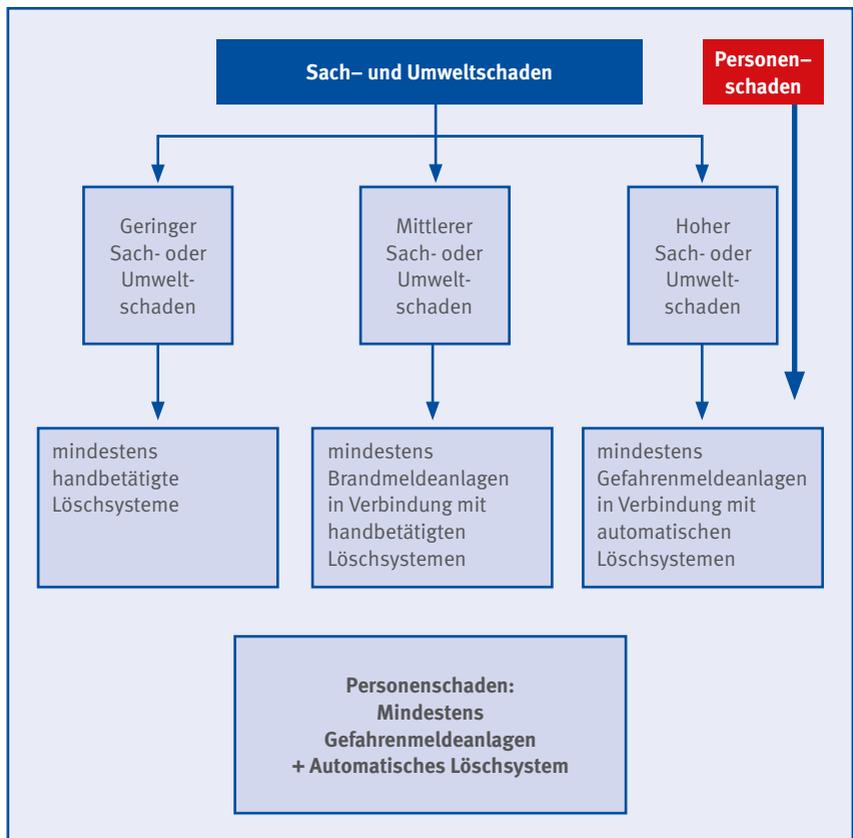


Abb. 45 Auswahl der geeigneten Löschanlage

Die Ausführungen in der Praxis reichen von einem fest installierten Feuerlöscher mit Verrohrung bis zur Brandmeldeanlage mit automatischer Löschanlage.

Die Auswahl der Löschmethode und der integrierten Brandmelde- und Löscheinrichtungen an Werkzeugmaschinen richtet sich nach dem Grad der Personengefährdung und dem Grad von Sach- und Umweltschäden.



Abb. 46 Warnhinweis auf Löschgas CO₂



Abb. 47 KSS-Entzündung beim Schleifen mit Folgebrand

Eine schnelle Branderkennung und Löschung mittels automatischer Feuerlöschanlage ist unbedingt erforderlich, je nach Höhe des Risikos für:

- Personenschäden,
- große Sachwert- und Umweltschäden,
- die Gefahr von nachfolgenden Metallbränden.



Abb. 48 Löschen nach Brand-Detektion

3.3.4.2 *Manuelles Löschen*

Für die manuelle Löschung werden in der Regel tragbare oder fahrbare Feuerlöschgeräte eingesetzt. Geeignete Feuerlöschgeräte müssen in ausreichender Anzahl und Größe und in der Nähe der Werkzeugmaschine zur Verfügung stehen (siehe auch Regel „Ausrüstung von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern“ (BGR/GUV-R 133)).

Vor Beginn der manuellen Löschung ist sicherzustellen, dass

- die dezentrale Absauganlage abgeschaltet ist,
- die Kühlschmierstoffzufuhr und Sperrluftzufuhr unterbrochen ist

und

- sich die Maschine im sicheren Zustand befindet.

Dies kann z. B. über einen zentralen Not-Aus-Schalter der Werkzeugmaschine realisiert werden.

Soll bei einem Brand manuell gelöscht werden, so darf die Maschinentür nur durch speziell unterwiesenes Personal oder durch die Feuerwehr geöffnet werden.

Durch das Öffnen der Türe gelangt Luftsauerstoff in den Arbeitsraum, wodurch die Gefahr

- der Brandanfängung,
- der Rückzündung

und

- des Austrittes von Flammen

besteht.

Ebenso möglich ist das Löschen durch eine Löschoffnung, die im Brandfall leicht geöffnet (z. B. aufgestoßen) wird. In der Praxis haben sich spezielle Löschoffnungen für eine Lanzenzuführung bewährt. Nach dem Durchstoßen der Löschoffnungen bzw. Öffnen der Arbeitsraumtür können Flammenherde durch Einführen einer Löschlanze bzw. eines Feuerlöschers durch die Werkfeuerwehr oder speziell unterwiesene Personen gelöscht werden.



Abb. 49 Löschoffnung mit Kennzeichnung und Hinweisen



Abb. 50 Löschoffnung an Werkzeugmaschinen

Die Löschöffnung muss so platziert sein, dass der gesamte Arbeitsraum geflutet werden kann. Durch die Löschöffnung dürfen keine weiteren Gefahren (z. B. Heraus-schleudern von Werkstücken, Quetschstellen bei offener Löschöffnung) entstehen.

3.3.4.3 Ortsfeste Feuerlöschanlagen

Für den Schutz von Werkzeugmaschinen werden in der Regel automatische Löschanlagen mit gasförmigen Löschmitteln oder Wasserfeinsprühtechnik eingesetzt. Das Schutzziel ist die Löschung der brennbaren Kühlschmierstoffe (Ölbrände). Beim Einsatz einer zentralen Absauganlage wird aufgrund des höheren Gefahrenpotenzials generell der Einsatz einer automatischen Löschanlage empfohlen.

In Einzelfällen, bei geringem Risiko und wenn kein bedienerloser Betrieb möglich ist, können Werkzeugmaschinen auch mit manuell ausgelösten Feuerlöschanlagen ausgerüstet werden. Hierbei ist sicherzustellen, dass ein Brand möglichst schnell erkannt wird (z. B. mittels automatischer Branderkennung) und eine rasche Auslösung der Feuerlöschanlage sichergestellt ist.

Eine automatische Löschanlage für Werkzeugmaschinen besteht u. a. aus folgenden Komponenten:

- Branderkennungselemente (im Arbeitsraum der Werkzeugmaschine und an weiteren Orten, an denen Brandgefahr besteht, z. B. Absauganlage, Späneförderer),
- Brandmelderzentrale oder Steuereinrichtung (Branddetektion, Alarmierung, Überwachung und Steuerung der Löschanlage, ggf. Steuerung von Betriebsmitteln wie Maschinenabschaltung, Abschaltung oder Verschließen der Absauganlage – siehe auch Abbildung 51),
- Handauslösung (am Bedienpult oder in der Nähe der Maschine)
- Löschmittelbehälter (inkl. Schwundüberwachungseinrichtung) und Verteilerrohrnetz ins Innere der Maschine,
- Löschdüsen (geeignete Anordnung innerhalb der Maschine, um das Löschmittel im gesamten Löschbereich gleichmäßig zu verteilen),
- Alarmierungseinrichtungen, akustisch und optisch (akustische Alarmierungseinrichtungen mindestens 5 dB über Umgebungs-lärmpegel),
- gegebenenfalls Verriegelungsmöglichkeit für die Löschanlage,

- gegebenenfalls zeitliche Verzögerungseinrichtung (elektrisch/nicht-elektrisch),
- gegebenenfalls Druckentlastungseinrichtung.

Löschanlagen müssen dem Stand der Technik entsprechen. Informationen hierzu finden sich z. B. in

- der Normenreihe DIN EN 12 094 für Bauteile und Systeme von Gaslöschanlagen,
- den Regelwerken (z. B. Regel „Einsatz von Feuerlöschanlagen mit sauerstoffverdrängenden Gasen“ (BGR 134), Information „Sicherheitseinrichtungen beim Einsatz von Feuerlöschanlagen mit Löschgasen“ (BGI 888), Grundsatz „Grundsätze für die Prüfung von Feuerlöschanlagen mit sauerstoffverdrängenden Gasen“ (BGG 920),
- VdS-Richtlinien für Planung und Einbau von Löschanlagen (z. B. VdS 2093).

Wasserfeinsprühlöschanlagen müssen für den jeweiligen Anwendungsfall spezifiziert sein. Darüber hinaus muss die Wirksamkeit und Zuverlässigkeit mittels Brand- und Löschanlagenversuchen sowie entsprechenden Bauteil und Systemprüfungen nachgewiesen sein (siehe z. B. Europäische Technische Spezifikation DIN/CEN TS 14972 für Wasserfeinsprühlöschanlagen).

Auslegung, Planung und Einbau

Bei der Auslegung der Löschanlage wird risikospezifisch derjenige Bereich der Werkzeugmaschine festgelegt, der von der Branderkennungs- und Löschanlage geschützt werden soll, z. B. der Innenraum der Maschine, ggf. mit oder ohne Absaugung. Weiterhin sind Absperrklappen zur brandschutztechnischen Abtrennung dieses Bereiches (z. B. Innenraum von Absaugung) vorzusehen. Auf Basis dieser Festlegung erfolgt die Planung und Projektierung der Branderkennungs- und Löschanlage.

Zur Orientierung und Abschätzung des Löschmittelbedarfs bei automatischen CO₂-Löschanlagen gilt ein Richtwert von 5 kg CO₂ pro m³ Schutzvolumen (Löschbereich).

Der exakte Wert ist für jede Maschine/Anlage entsprechend den Regeln der Technik (z. B. VdS 2093) zu ermitteln.

Hierbei sind auch Abströmverluste zu berücksichtigen, die verringert werden können durch beispielsweise schnelle Abschaltung und geringen Nachlauf der Absaugung und entsprechend kleine Öffnungen im Maschinengehäuse.

Bei der Bemessung der Löschmittelmenge muss die Absauganlage bzw. deren Nachlauf berücksichtigt werden.

Beim Einsatz von Gaslöschanlagen ist zu prüfen, ob nach dem Freisetzen der Löschgasmenge ausreichende Druckentlastungsmöglichkeiten aus dem Löschbereich bestehen. Oftmals sind vorhandene Öffnungen oder Druckentlastungsklappen zum Explosionsschutz ausreichend. Dies ist in jedem Einzelfall zu prüfen.

Auslegungs- und Ausführungskriterien für Löschanlagen gibt z. B. VdS Schadenverhütung GmbH (siehe www.vds.de) heraus.

Die Planung und der Einbau der Feuerlöschanlage müssen durch einen Fachbetrieb möglichst in Abstimmung mit dem Werkzeugmaschinenhersteller erfolgen.

Voraussetzungen für den Betrieb

Für einen sicheren Betrieb der Löschanlagen ist bei Werkzeugmaschinen zu beachten:

- Von der Werkzeugmaschine unabhängige Spannungsversorgung und Steuerung der Löschanlage (inklusive Notstromversorgung),
- Verriegelungsmöglichkeit (Blockierung) der Löschgaszufuhr zum Bedienschutz, z. B. bei Einricht- und Wartungsarbeiten (nicht-elektrische Blockiereinrichtung oder elektrische, wenn gleichwertiges Sicherheitsniveau sichergestellt ist),
- regelmäßige Prüfung der Füllung im Löschmittelbehälter, z. B. durch Kontrolle des Löschmitteldruckes und/oder automatische Wiegeeinrichtung. Bei CO₂ ist die Prüfung mittels Kontrolle des Löschmitteldruckes aufgrund der physikalischen Eigenschaften nicht möglich.



Abb. 51 Wiegeeinrichtung



Abb. 52 Brandmeldezentrale mit Handauslösung

Auslösen Löschvorgang

Bei der Beurteilung der Personengefährdung durch die eingesetzten Löschgase und Löschgaskonzentrationen sowohl im Innenraum als auch in der Umgebung der Maschine sind immer die spezifischen Umgebungsbedingungen zu beachten (z. B. Größe der Maschine, Öffnungen, Größe des Umgebungsbereiches, Ausbreitung des Löschgases in der Umgebung, ggf. vorhandene tiefergelegene Räume).

Hieraus ergeben sich Anforderungen an Alarmierung und Verzögerung. Hinweise und Vorgaben sind in den entsprechenden Regelwerken (siehe auch Regel „Einsatz von Feuerlöschanlagen mit sauerstoffverdrängenden Gasen“ (BGR 134) und Information „Sicherheitseinrichtungen beim Einsatz von Feuerlöschanlagen mit Löschgasen (BGI 888) enthalten. Auf ein sicheres Auslösen des Löschvorgangs ist bei Werkzeugmaschinen zu achten:

- Mit dem Auslösen der Löschanlage sind Absaugvolumenstrom und Kühlschmierstoffzufuhr zu unterbrechen und der Maschinenantrieb abzuschalten.
- Die Auslösung der Löschanlage kann manuell oder automatisch erfolgen.
Achtung: Das Ausströmen des Löschmittels kann zu einem Flammenaustritt an Öffnungen und Gehäusespalten führen.
- Bei Gaslöschanlagen ggf. zeitliche Verzögerung beachten (Personenschutz-Maßnahmen, Absaugvolumenstrom unterbrechen). Bei Wasserfeinsprühlöschanlagen erfolgt die Auslösung i.d.R. ohne Verzögerung.
- Nach jeder Auslösung müssen die Löschmittelbehälter vollständig neu befüllt werden (keine Mehrfachnutzung möglich, da die Behälter immer vollständig entleert werden).

3.3.4.4 *Branderkennungselemente*

Branderkennungselemente sind ein entscheidendes Schlüsselkriterium für den Brandschutz. Sie müssen die sichere Detektion von Bränden im Ernstfall schnell und zuverlässig gewährleisten und den Löschvorgang über die Steuerung auslösen.

Für die automatische Auslösung der Löschanlage stehen

- thermische Branderkennungselemente (z. B. Thermoelemente, Bimetalle)

und

- optische Branderkennungselemente (IR, UV) zur Verfügung. Die Eignung ist jeweils im Einzelfall zu prüfen.

Thermische Branderkennungselemente reagieren langsamer als optische und werden daher zum Teil in Verbindung mit optischen Sensoren eingesetzt.

KSS-Nebel ist für UV-Strahlung nur zum Teil durchlässig (abhängig von der Ölnebel-dichte). Der Einsatz von UV-Sensoren erfolgt vorzugsweise bei Trockenbearbeitung und in Bereichen ohne KSS-Nebel. Die Eignung von UV-Sensoren ist daher im Einzel-fall zu prüfen.

Optische Sensoren müssen sauber gehalten werden. Dies erfolgt z. B. durch Luft-spülung (Sperrluft). Die Funktionen „Kabelbruch“ und „Fensterstörung“ müssen ebenfalls überwacht werden (der optische Detektor überwacht sich selbst auf Sicht-fähigkeit).

Branderkennungseinrichtungen müssen dem Stand der Technik entsprechen (z. B. DIN EN 12 094-9). Für Planung und Einbau sind neben den risikospezifischen Aspek-ten die Vorgaben des Herstellers sowie die Regeln der Technik zu beachten.

Sonderlösungen müssen für den jeweiligen Anwendungsfall spezifiziert und die Wirksamkeit und Zuverlässigkeit mittels Brandversuchen sowie entsprechenden Bauteil- und Systemprüfungen nachgewiesen sein.

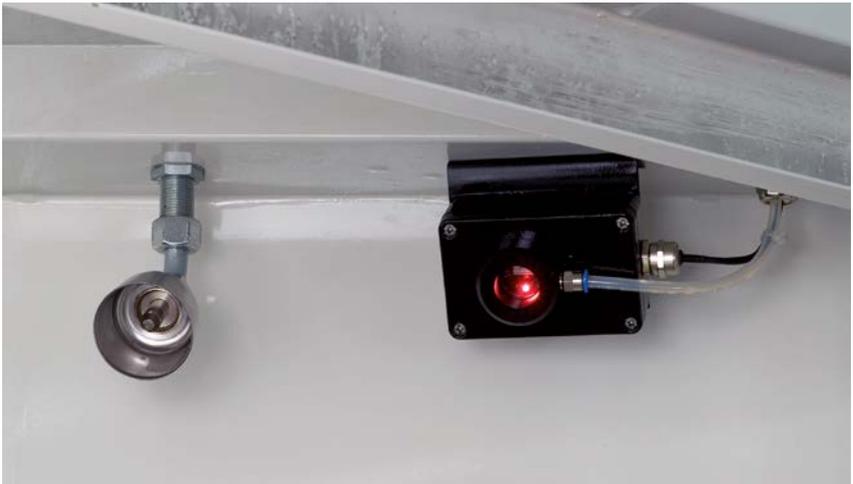


Abb. 53 Branderkennungselement (optischer Sensor) mit Sperrluft

3.3.4.5 Löschdüsen

Die Löschdüsen müssen für das jeweilige Löschmittel und den jeweiligen Anwendungsfall geeignet und entsprechend angeordnet sein (sie dürfen z. B. nicht auf die Türlobby gerichtet sein). Rücksprache mit Hersteller!

Beim Einsatz von CO₂ Gaslöschanlagen liegt das Löschmittel in flüssiger Phase in den Vorratsbehältern (Löschgasflaschen) vor. Die Vergasung geschieht erst an den Löschdüsen und muss dort vollständig erfolgen.

Die übrigen genannten Löschgase werden i.d.R. gasförmig bevorratet.



Abb. 54 Löschdüse im Einsatz

3.3.4.6 Organisatorische Maßnahmen zum Brandschutz in der Umgebung der Werkzeugmaschine

Damit ein Maschinenbrand nicht auf die Umgebung übergreift und bei einem Feuer bzw. einer Löschung keine Personen zu Schaden kommen, sind die generellen Verhaltensregeln im Brandfall sowie die allgemeinen Regeln des vorbeugenden Brandschutzes zu beachten (siehe auch Information „Arbeitssicherheit durch vorbeugenden Brandschutz“ (BGI/GUV-I 560).

Hierzu gehören:

- Brandlast in Maschinenumgebung verringern (brennbare Materialien, Pappe, Öl),
- ausreichend Handfeuerlöscher bereit halten („Ausrüstung von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern“ [BGR/GUV-R 133]),
- Rauchverbot einhalten,
- Notausgänge, Flucht- und Rettungswege freihalten,
- Verhalten im Brandfall: Rettungskette, Notruf, Feuerwehr.

Inwieweit ein Maschinenbrand sich ausbreiten und auf andere Bereiche übergreifen kann, hängt sehr stark von den „Verhältnissen“ in der Maschinenumgebung ab. Die häufigsten Ursachen für eine schnelle Ausbreitung eines Folgebrandes sind randvolle Ölwannen und Gitterroste mit großer Oberfläche, großflächige KSS-Lachen sowie sonstiges Brandmaterial (Papier, Pappe, Putzklappen oder dergleichen).



Abb. 55 Ölgefüllte Gitterroste mit großer Oberfläche

Zur Reduzierung der Brandgefahr sollte die Brandlast in der unmittelbaren Umgebung einer Werkzeugmaschine möglichst gering gehalten werden. Es ist darauf zu achten, dass Kartonagen oder ölgetränkte Putzlappen auf keinen Fall in der unmittelbaren Umgebung gelagert werden. Eine regelmäßige Entleerung der Ölwannen und Gitterroste (Ablauf vorsehen, Ölsauger einsetzen) sowie die Beseitigung von Kartons und ölgetränkten Lappen verringert die Brandlast erheblich.

Achtung:

Öl und Fettbestandteile sind im gebrauchten Putzmaterial auf eine große Oberfläche verteilt.

Unter bestimmten Voraussetzungen (Temperatur, Druck) können KSS-getränkte Lappen sich selbst entzünden. Solche „Zündquellen“ waren schon mehrfach Auslöser von Brandereignissen in Spänebehältern, Arbeitsinnenräumen von Werkzeugmaschinen und offenen Mülltonnen. Daher muss die Aufbewahrung gebrauchten Putzmaterials in nicht brennbaren geschlossenen Behältnissen erfolgen.



Abb. 56 „Zündquellen“ im Spänebehälter



Abb. 57 „Brandlast“ in Umgebung

Weiterhin sind die Spänebehälter regelmäßig zu entleeren, um die Brandlast zu verringern und ggf. einer Selbstentzündung vorzubeugen. Werden die Späne aufgrund der Last unter hohem Druck mehrere Tage gelagert, kann durch eine exotherme Reaktion ein Erwärmungsprozess bis hin zur Selbstzündung eintreten.

Auch Zigarettenkippen und Brandmaterialien (Putzlappen, Pappkartons, Pappbecher) haben in Spänebehältern nichts zu suchen. Weiterhin ist in diesen Bereichen die Einhaltung eines generellen Rauchverbotes unverzichtbar.

4 Benutzung von Arbeitsmitteln - Anforderungen an den Betrieb

Bei Maschinen, die bereits seit längerem betrieben werden, müssen nicht immer dieselben Maßnahmen wie bei einer neuen Maschine getroffen werden. Jedoch ist auch bei „Altmaschinen“ zu ermitteln, ob ggf. nach Anhang 1 der BetrSichV ergänzende Maßnahmen getroffen werden müssen.

Dazu können z. B. gehören:

- Einsatz emissionsarmer Kühlschmierstoffe,
- Anschluss an eine Absauganlage,
- Brandschutztechnische Entkopplung von Werkzeugmaschine und Absauganlage,
- Unterweisung der Beschäftigten.

Der Unternehmer hat Vorkehrungen zu treffen, damit die Werkzeugmaschine vor der Benutzung auf Mängel überprüft wird und während der Benutzung soweit möglich Mängelfreiheit gewährleistet ist. Werkzeugmaschinen dürfen nur von geeigneten, unterwiesenen oder beauftragten Beschäftigten oder unter deren Aufsicht benutzt werden.

Die vom Unternehmer festgelegten Schutzmaßnahmen sind bei der Benutzung der Arbeitsmittel von den Beschäftigten zu beachten; insbesondere müssen die Schutzeinrichtungen eingesetzt und dürfen nicht unwirksam gemacht werden. Bei Feststellung von Mängeln, die Auswirkungen auf die Sicherheit der Beschäftigten haben, darf die Werkzeugmaschine nicht benutzt werden. Werden derartige Mängel während der Benutzung festgestellt, ist die Maschine stillzusetzen.

Die Anforderungen bzgl. Betrieb, Kennzeichnung, Unterweisung von Personal und regelmäßige Prüfungen gelten auch für automatische Löschanlagen an Werkzeugmaschinen. Bei Löschanlagen mit gasförmigen Löschmitteln, z. B. CO₂, sind insbesondere die entsprechenden Regeln der Unfallversicherungsträger zu beachten (siehe auch BGR 134, BGI 888). Hinweise für die Aufrechterhaltung der Betriebsbereitschaft von Feuerlöschanlagen finden sich auch in den entsprechenden VdS-Richtlinien für Planung und Einbau bzw. VdS-Merkblättern.

5 Unterweisung - Verhalten der Mitarbeiter im Brandfall

Der Unternehmer hat gemäß den Anforderungen des Arbeitsschutzgesetzes und der Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ (BGV/GUV-V A1) die Versicherten zu unterweisen. Durch die Unterweisung werden die Mitarbeiter über die bei ihren Tätigkeiten auftretenden Gefahren sowie über die Maßnahmen zur Abwendung informiert. Unterweisungen sind vor der Aufnahme der Tätigkeit durchzuführen und in angemessenen Zeitabständen, mindestens jedoch einmal jährlich zu wiederholen.

Bei Tätigkeiten an Werkzeugmaschinen mit brennbaren Kühlschmierstoffen sollten im Rahmen der Unterweisung auch Aspekte hinsichtlich des Brand- und Explosionsschutzes angesprochen werden. Hierzu gehören die generellen Verhaltensregeln im Brandfall sowie die allgemeinen Regeln des vorbeugenden Brandschutzes, wie z. B. Verhalten im Brandfall: Rettungskette, Notruf, Feuerwehr (siehe auch Information „Arbeitssicherheit durch vorbeugenden Brandschutz“ [BGI/GUV-I 560] sowie Abschnitt 4.5). Weiterhin sollten die im Folgenden näher beschriebenen Brand- und Explosionsgefahren beim Einsatz brennbarer Kühlschmierstoffe in Werkzeugmaschinen und geeignete Schutzmaßnahmen erläutert werden.

Grundsätzlich gehört zur Unterweisung eine Einweisung in die Funktion, Bedienung und Handhabung vorhandener Sicherheitseinrichtungen, z. B. Löschanlagen. In diesem Zusammenhang sollte der Mitarbeiter darauf hingewiesen werden, dass optische Sensoren von Löschanlagen auch durch betriebsmäßig erzeugtes Blitzlicht ansprechen können. Um Fehlauflösungen von Löschanlagen auszuschließen, sollte daher die Handhabung von Feuerzeugen oder Schweißgeräten in der Nähe einer mit solchen Sensoren ausgerüsteten Werkzeugmaschine vermieden werden.

Sofern es trotz der o.g. vorbeugenden Maßnahmen zu einem Brandereignis kommt, ist insbesondere im Bereich von Öffnungen der Werkzeugmaschine (z. B. Türspalte oder Druckentlastungseinrichtungen) mit einem heftigen Flammenaustritt zu rechnen. Diese Gefahr besteht auch dann, wenn die Werkzeugmaschine mit einer Löschanlage ausgestattet ist. Durch das schlagartige Freisetzen der Löschgase (i.d.R. CO₂) kann der Effekt der heftigen Flammenaustritte noch verstärkt werden.

Zusätzlich sollten die Mitarbeiter darauf hingewiesen werden, dass durch das freiwerdende Löschgas neben einer möglichen Rauchentwicklung – vor allem in engen und schlecht belüfteten Räumen – eine Erstickungsgefahr bestehen kann.



Abb. 58 Warnhinweis auf Gefahren von Löschgas CO₂

Generell sollte eine manuelle Brandbekämpfung ausschließlich von der Werksfeuerwehr oder von speziell unterwiesenen Personen durchgeführt werden. Sie sollte nur dann erfolgen, wenn eine Gefährdung ausgeschlossen werden kann. Es ist daher sinnvoll, die Mitarbeiter auf besondere Gefährdungen beim Löschen von Maschinenbränden und Löschmaßnahmen hinzuweisen.

So ist die Gefahr einer schlagartigen Durch- bzw. Rückzündung von noch nicht verbranntem KSS beim Öffnen der Maschinentür nicht auszuschließen. Um der Gefahr einer Entzündung der Kleidung durch herausschlagende Flammen vorzubeugen, sollte keine ölverschmutzte oder ölgetränkte Kleidung getragen werden. Auch schwer entflammbare Textilien können in Brand geraten, wenn sie mit brennbaren Flüssigkeiten benetzt sind (Docht-Effekt).

Ferner sollten insbesondere metallische Maschinenteile und -oberflächen auch nach einem Brand nicht berührt werden, da neben einer Verbrennungsgefahr die Gefährdung durch spannungsführende Teile (Stromschlag durch verschmorte Kabel) nicht ausgeschlossen werden kann.

6 Prüfungen

Prüfungen haben das Ziel, Schäden rechtzeitig zu entdecken und zu beheben sowie die Einhaltung des sicheren Betriebs zu gewährleisten. Werkzeugmaschinen müssen

- vor der ersten Inbetriebnahme,
- wiederkehrend,
- nach Instandsetzungsarbeiten, welche die Sicherheit beeinträchtigen können,

hinsichtlich der ordnungsgemäßen Montage und der sicheren Funktion durch befähigte Personen auf ihren sicheren Betrieb geprüft werden. Hinweise zu Prüfungen an Werkzeugmaschinen und Schutzeinrichtungen sowie Checklisten sind in der Information „Maschinen der Zerspanung“ (BGI 5003) beschrieben. Eine außerordentliche Überprüfung durch hierzu befähigte Personen ist insbesondere nach Bränden erforderlich.

Für Prüfungen der Arbeitsmittel ist die konkrete Vorgehensweise zur Ermittlung von Prüffart, Prüfungsumfang und Prüffrist sowie der Qualifikation der mit der Prüfung zu beauftragenden Person in der TRBS 1201 beschrieben. Anforderungen an die Qualifikation der befähigten Person sind in der TRBS 1203 enthalten.

Der Unternehmer hat die Ergebnisse der Prüfungen aufzuzeichnen. Die Aufzeichnungen sind über einen angemessenen Zeitraum aufzubewahren, mindestens jedoch bis zur nächsten Prüfung. Zu den geforderten Pflichtprüfungen hinsichtlich Brand- und Explosionsgefahren gehören:

Löschanlagen nach BGR 134 und BGI 888

Je nach Regelwerk werden für Löschanlagen im Hinblick auf sichere Funktion (Sachwertschutz) und Personenschutz folgende Prüfungen gefordert:

Abnahmeprüfung

Je nach Grad der Personengefährdung ist nach Errichtung oder nach wesentlichen Änderungen der Anlage eine Abnahmeprüfung spätestens sechs Monate nach Inbetriebnahme durchzuführen. Darüber hinaus ist die Erstellung eines Prüfberichtes über die Einhaltung der Forderungen bzw. ein Abnahmeprotokoll gefordert (siehe auch BGR 134 Abschnitt 6.2).

Regelmäßige Prüfung

Mindestens einmal jährlich und nach Bedarf (z. B. nach einem Brandschaden) ist eine Prüfung auf ordnungsgemäße Funktion der Löschanlage durchzuführen. In der Praxis wird die Prüfung im Rahmen der Wartung und Instandhaltung i.d.R. durch die Errichterfirma durchgeführt.

Mindestens alle zwei Jahre ist eine Prüfung durch unabhängige Dritte/Sachverständige (ersetzt auch Sachkundigenprüfung) gefordert. Prüfung durch Sachkundige und Sachverständige im jährlichen Wechsel sind erlaubt.

Die Ergebnisse der Prüfungen sind in einem Prüfbuch oder Prüfbericht festzuhalten und mindestens vier Jahre lang aufzubewahren.

Die Unterlagen der Abnahmeprüfung sind über die gesamte Betriebszeit der Löschanlage aufzubewahren.

Lufttechnische Anlagen nach BGR 121

Lufttechnische Anlagen müssen

- vor der ersten Inbetriebnahme,
- in regelmäßigen Zeitabständen, mindestens jedoch einmal jährlich,
- nach wesentlichen Änderungen

durch eine befähigte Person nach Betriebssicherheitsverordnung auf ordnungsgemäße Installation, Funktion und Aufstellung geprüft werden. Die Ergebnisse der Prüfungen sind in ein Prüfbuch oder einen Prüfbericht einzutragen (siehe auch §§ 3 und 10 der Betriebssicherheitsverordnung).

Hinweis:

Zur Prüfung vor der ersten Inbetriebnahme (Abnahmeprüfung) gehören Vollständigkeits- und Funktionsprüfung sowie eine Funktionsmessung nach DIN EN 12599 "Lüftung von Gebäuden - Prüf- und Messverfahren für die Übergabe eingebauter raumlufttechnischer Anlagen: Deutsche Fassung EN 12599:2000".

Zur Prüfung in regelmäßigen Zeitabständen gehört neben der Überprüfung der einzelnen Anlagenteile nach VDMA 24176 „Inspektion von lufttechnischen und anderen technischen Ausrüstungen in Gebäuden“ auch die Funktionsmessung.

Wesentliche Änderungen sind z. B.

- Austausch nicht gleichartiger Anlagenteile,
- Veränderungen von Luftöffnungen, Erfassungselementen und Leitungsführungen,
- Erweiterung oder Verkleinerung einer Anlage.

Anhang 1

Rechtliche Grundlagen – Anforderungen beim Inverkehrbringen

1. Allgemeines

Anforderungen an Maschinen sind im europäischen Binnenmarkt einheitlich geregelt. Durch das Konzept des „New Approach“ können neue Maschinen unter den Anwendungsbereich mehrerer EG-Richtlinien fallen und müssen dann hinsichtlich ihrer Beschaffenheit auch allen auf sie zutreffenden EG-Richtlinien entsprechen.

Ein Produkt darf nur in den Verkehr gebracht werden, wenn es den Bestimmungen sämtlicher anwendbarer Richtlinien entspricht und wenn die Konformitätsbewertung gemäß aller anwendbarer Richtlinien durchgeführt worden ist. Unter welche Richtlinie ein Produkt fällt, ermittelt der Hersteller wie bei einer Risikoanalyse des Produktes und ggf. einer Analyse des von ihm vorgesehenen – oder vom Kunden vorgegebenen – Verwendungszwecks. D. h. die beabsichtigte Verwendung einer Maschine beeinflusst maßgeblich die bei der Konformitätsbewertung zu berücksichtigenden Richtlinien, die in nationales Recht durch eine Verordnung zum ProdSG umgesetzt ist.

Kommen für dasselbe Produkt oder dieselbe Gefahr zwei oder mehrere Richtlinien in Betracht, kann nach einem Verfahren, das eine Risikoanalyse des Produkts im Hinblick auf die durch den Hersteller definierte beabsichtigte Nutzung einschließt, die Anwendung anderer Richtlinien mitunter entfallen. Im Fall der Werkzeugmaschinen kann der Hersteller z. B. auf die Anwendung der RL 94/9/EG verzichten. In dem besonderen Fall ist das Explosionsrisiko ausreichend über die Maßahmen nach Maschinen-Richtlinie abgedeckt.

Je nach vorgesehener Verwendung einer Maschine sind daher unterschiedliche Fallgestaltungen möglich.

Der spätere Nutzer einer Maschine, der Kunde des Maschinenherstellers muss bei der Bereitstellung und auch bei der Benutzung die in der Bundesrepublik geltenden Sicherheitsbestimmungen beachten. Hinsichtlich der Sicherheit und Gesundheit von Beschäftigten sind dies die staatlichen und die seitens der Unfallversicherungsträger herausgegebenen Bestimmungen zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten; hinzu treten noch Bestimmungen aus anderen Rechtsbereichen, wie z. B. den Anforderungen des Brandschutzes aus dem Baurecht (z. B. hinsichtlich der Anforderungen an Absauganlagen) und des Umweltschutzes.

Nicht zuletzt können auch Anforderungen aus dem Bereich der Sachversicherungen, z. B. zum Brandschutz, bestehen.

2. Anforderungen der Maschinen-Richtlinie 2006/42/EG

Bei Werkzeugmaschinen ist die Richtlinie 2006/42/EG, auch „Maschinenrichtlinie“ genannt, anzuwenden, die durch die 9. Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (9. ProdSV) in nationales Recht umgesetzt wird.

Anhang I, Abschnitte 1.5.6 und 1.5.7 der RL 2006/42/EG besagen, dass Maschinen so konzipiert und gebaut sein müssen, dass jegliches Brandrisiko ausgeschlossen ist und jede Explosionsgefahr vermieden wird. Die Maschinen-Richtlinie fordert im Anhang I unter 1.1.2 b eine sicherheitsgerechte Gestaltung von Maschinen; dabei ist nach dem Prinzip der intrinsischen Sicherheit vorzugehen. Hierfür sind die notwendigen Schutzmaßnahmen zu ergreifen. Zudem besteht die Verpflichtung, auf die nicht zu beseitigenden Gefahren in der Betriebsanleitung hinzuweisen.

Die Normen DIN EN 13 478 „Sicherheit von Maschinen-Brandschutz“ und DIN EN 1127-1 „Explosionsfähige Atmosphären – Explosionsschutz, Teil 1: Grundlagen und Methodik“ können – allerdings nur in sehr verallgemeinerter Form – Hilfestellung auf dem Gebiet des vorbeugenden und abwehrenden Brandschutzes geben sowie eine Anleitung für den Explosionsschutz für Maschinen zur Verfügung stellen.

Kann im Inneren von Maschinengehäusen das Entstehen einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre nicht sicher verhindert werden, sind konstruktive Maßnahmen zu ergreifen, die die Auswirkungen einer möglichen Explosion auf ein unbedenkliches Maß begrenzen. Hierzu zählen die Druckentlastungseinrichtungen.

3. Anwendung der RL 94/9/EG

Ein Hersteller hat bei der Risikobeurteilung für sein Produkt auch zu ermitteln, inwieweit dieses unter die Richtlinie 94/9/EG (auch „ATEX 95“ genannt) fallen könnte. Die Richtlinie 94/9/EG regelt die sicherheitstechnischen Anforderungen an Geräte, Komponenten und

Schutzsysteme zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen sowie zugehöriger Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen. Diese Richtlinie wurde mit der 11. Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Explosionsschutzverordnung – 11. ProdSV – vom Dezember 2011) in nationales Recht umgesetzt.

Wenn sich jedoch nur im Inneren einer Maschine explosionsfähige Atmosphäre befindet und diese nicht mit einer explosionsfähigen Atmosphäre, z. B. in einer angeschlossenen Abluftleitung in Verbindung steht, dann fällt die Maschine als Ganzes nicht in den Anwendungsbereich der RL 94/9/EG. (siehe hierzu auch Kapitel 4.1.2.3 der „Leitlinien zur Anwendung der Richtlinie 94/9/EG“ Stand: Mai 2007 (<http://ec.europa.eu/enterprise/atex/guide.htm>))

4. Weitere anwendbare Bestimmungen

Weitere gegebenenfalls anzuwendende Richtlinien sind die Niederspannungsrichtlinie, die EMV-Richtlinie oder die Druckgeräte-Richtlinie, auf die in dieser Handlungshilfe nicht weiter eingegangen wird.

Anhang 2

Checklisten

Absauganlage	ja	nein
Absauganlage für Ölbearbeitung geeignet? (Betriebsanleitung/techn. Dokumentation) z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • zündquellenfreie Bauart • Ventilator funkenfrei auf Reinluftseite • Anlage und Rohrleitungen geerdet 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Luftvolumenstrom überwacht (Druck-, Strömungswächter)? <ul style="list-style-type: none"> • Absaugung läuft bei Maschinenstart • Bei Unterschreitung: Signalanzeige, WZM auf Störung 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Absaugleistung eingeregelt über Drosselklappe/ Drehzahlregulierung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Absauganlage in Löschkonzept integriert: <ul style="list-style-type: none"> • Ausreichende Löschmenge in Absauganlage und Abscheider vorsehen • Evtl. Löschdüse und Branderkennung in Abscheider vorsehen • Nachlaufzeit Ventilator berücksichtigen 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Rohrleitungen: <ul style="list-style-type: none"> • leicht geneigt ohne Vertiefungen (evtl. KSS-Ablauf vorsehen) • Revisionsöffnungen/Kontrollöffnungen vorsehen • Regelmäßige Überprüfung Ablagerungen, ggfs. Reinigung? 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Bei Rohrsystem: Verhinderung der Brandausbreitung, z. B. über <ul style="list-style-type: none"> • Flammensperren (rohrleitungs- und bereichsseitig) • Absperrklappen (WZM-seitig) 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Wirksame Vorabscheidung an Erfassungsstelle, z. B. über Prallblech, Vorabscheider	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Regelmäßige Wartung von Anlage und Rohrleitungen: Wartungsplan (Betriebsanleitung)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Im Brandfall: Unterbrechung/Absaugung mittels <ul style="list-style-type: none"> • Bremsmotor am Ventilator (Nachlaufzeit verringert) • Automat. Absperrklappe 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Druckentlastungseinrichtung	ja	nein
Flammen und heiße Gase in ungefährliche Bereiche ableiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Installation im Deckenbereich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Druckentlastungsfläche vorsehen: $\sim 0,1 \text{ m}^2 / \text{m}^3$ Arbeitsraum (siehe VDW 3002)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sicheres Öffnen bei geringem Überdruck ($\ll 5$ mbar)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sicheres Schließen nach erfolgter Druckentlastung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Checklisten

Eignung als Schutzeinrichtung vom Hersteller nachgewiesen (z. B. Prüfung)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Keine brennbaren Materialien (Holzverkleidung, Isoliermaterial) im Gefahrenbereich um die Druckentlastungseinrichtung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hinweis auf Gefahrenbereich um Druckentlastungseinrichtung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kühlschmierstoffe	ja	nein
Emissionsarmer Kühlschmierstoff verwendet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1: Kennwerte beachten, z. B. im Sicherheitsdatenblatt, Produktinfo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beispiel: Für KSS mit Viskosität von 4,1 [mm/min bei 40 °C] <ul style="list-style-type: none"> • Flammpunkt > 120 °C (siehe Tabelle 1) • Verdampfungsverlust-Noack [250 °C] < 85 % (siehe Tabelle 1) 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2: KSS mit Antinebel-Additiv (Filtrierbarkeit beachten)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist KSS verträglich mit Hydrauliköl, Bettbahnöl (Multifunktionsöl)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ausreichende KSS-Menge (KSS-Kreislauf, Vorratsbehälter) beim Zerspanen (siehe VDI 3035)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Keine Einschleppung großer Mengen an: <ul style="list-style-type: none"> • Reinigungs- und Lösemittel (auf Werkstück/Teil) in den KSS-Kreislauf • Hydrauliköl in den Kühlschmierstoff-Kreislauf 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
KSS-Zufuhr: <ul style="list-style-type: none"> • überwacht? (Druck- oder Strömungswächter) • ausreichende Kühlmenge, KSS Düsen? • KSS- Düsen optimal ausgerichtet? 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Starken Temperaturanstieg des KSS vermeiden <ul style="list-style-type: none"> • Anstieg KSS-Temperatur um 10 °C = Verdoppelung der Vernebelung • KSS-Temperatur überwacht? • Möglichkeit zum Abkühlen: z. B. Umlenkleche, ausreichend großer KSS-Behälter verwendet? 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Löschanlage	ja	nein
Geeignetes Löschmittel verwenden (Brandklasse beachten)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Achtung: <ul style="list-style-type: none"> • bei Löschgasen, z. B. Kohlendioxid (CO₂) Personengefahr berücksichtigen (siehe BGR 134, BGI 888) • bei Metallbrand (Magnesium, Aluminium, Titan): nur geeignete Löschmittel verwenden, z. B. Brandklasse D! • bei Pulverlöscher: evtl. großer Sachschaden im Innenraum WZM 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Löschanlage	(Fortsetzung der Tabelle)	
Ausreichend Löschmittel vorsehen: <ul style="list-style-type: none"> • auch Absauganlage, Späneförderer, Öffnungen ... berücksichtigen • Abströmverluste beachten (z. B. Nachlauf, Absaugung ...) 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Löschanlage: <ul style="list-style-type: none"> • Planung und Einbau: durch Fachbetrieb, ggf. Abstimmung mit WZM-Hersteller • Bauteile, Planung und Einbau: Stand der Technik beachten (z. B. VdS-Richtlinien..) • Planung und Einbau: Abnahmeprüfung und Abnahmeprotokoll fordern • Platzierung: Keine Beeinträchtigung durch Druck- oder Flammenausbreitung • Spannungsversorgung und Steuerung unabhängig von WZM • Verriegelung der Löschgaszufuhr bei Einricht- und Wartungsarbeiten (nicht-elektrische oder elektrische Blockiereinrichtung, siehe BGR 134, BGI 888) • Regelmäßige Prüfung der Füllung Löschmittelbehälter: z. B. Drucküberwachung, Wiegeeinrichtung • Gaslöschanlage: ausreichende Druckentlastungsmöglichkeiten vorsehen • Großer Sach- und Umweltschaden, Personenschaden: Automat. Löschanlage! 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Branderkennung und Löschen: <ul style="list-style-type: none"> • optische und/oder thermische Branderkennungselemente verwenden • Branderkennungselemente: Stand der Technik (z. B. VdS-Richtlinien) beachten • Optische Sensoren: <ul style="list-style-type: none"> – Eignung beachten (z. B. KSS-Nebel) – sauber halten (z. B. durch Luftspülung) • Thermische Sensoren: <ul style="list-style-type: none"> – Branderkennung langsamer als bei optischen Sensoren • Löschdüsen: <ul style="list-style-type: none"> – geeignet für das jeweilige Löschmittel – Anordnung beachten: möglichst nicht auf Türta- byrinthe richten 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Löschöffnung und Arbeitsraumtür im Brandfall: <ul style="list-style-type: none"> • nur von Feuerwehr und speziell unterwiesenen Personen zu öffnen 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Regelmäßige Prüfung der Löschanlage (siehe BGR 134)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Unterweisung	ja	nein
Funktion und Bedienung der WZM und Löschanlage im Brandfall	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Optische Sensoren: Blitzlicht (Feuerzeug, Schweißen) vermeiden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Besondere Gefahren (NIEMALS!): <ul style="list-style-type: none"> • Öffnen der Maschinentür bei Brand im Innenraum: Rückzündungsgefahr • Tragen von ölgetränkter Kleidung: Brandgefahr (Dochteffekt) bei Rückzündung 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Im Falle eines Brand- oder Explosionsereignisses (BGI/GUV-I 560): <ul style="list-style-type: none"> • Bei Ertönen Signalhupe: Gefahrenbereich sofort verlassen • Flucht- und Rettungswege benutzen • Hilfe holen: Rufnummern Feuerwehr, Notruf 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Gefährdungen bei Zündung des KSS-Gemisches: <ul style="list-style-type: none"> • Heftiger Flammenaustritt bei Druckentlastungseinrichtung/evtl. Folgebrand • Flammenaustritt an Türspalten und Öffnungen der WZM • Löschmittel CO₂ : Erstickungsgefahr (ab 5 Vol. % CO₂ in Luft) • Bei Löschvorgang: Herausdrücken der Flammen im Türbereich • Erstickungsgefahr in engen Räumen durch auftretende Brandgase/Rauch • Maschinenteile nach Brand nicht berühren: spannungsführend (elektrischer Schlag), evtl. heiß (Verbrennungen) 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Brandlast verringern – Vorbeugende Maßnahmen <ul style="list-style-type: none"> • Regelmäßige Entleerung Spänebehälter: Selbstentzündung vermeiden • Regelmäßige Entleerung WZM-Ölwannen (Öl absaugen) • Keine Brandlast (Pappe/ Kartons/ölgetränkte Putzlappen) in Umgebung WZM • Generelles Rauchverbot: keine Zigarettenkippen in Spänebehälter/Ölwanne 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Werkzeugmaschine	ja	nein
Werkzeugmaschine für Ölbearbeitung (nichtwassermischbare KSS) geeignet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wird Ölbearbeitung in der „Technische Dokumentation“ behandelt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Löschanlage vorhanden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Absauganlage vorhanden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Löschanlage bei geöffneter Arbeitsraumbürde deaktiviert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bleibt Arbeitsraumbürde während Bearbeitung und bei Not-Aus verriegelt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arbeitsraumbürde bei offener und ausgeschalteter Maschine nicht verriegelbar?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Keine Öllachenbildung im Arbeitsraum, Antriebsraum bzw. Handhabungsraum?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Keine Öllächenbildung im Bereich außerhalb der Maschine (Ölwanne regelmäßig entleert)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ausreichende Druckfestigkeit der Verhaubung?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Druckentlastungseinrichtung vorhanden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Flammendurchschlagsichere Türlabyrinth vorhanden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstige Öffnungen (z. B. Beschickungs- und Entnahmeöffnungen; Spalte) im Bedienerbereich abgedeckt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ggf. Löschoffnung vorhanden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sichtscheiben ohne Beschädigung aus Polycarbonat (siehe DIN EN ISO 23 125, VDW 0209)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sichtscheiben formschlüssig eingefasst (nicht in Gummi gefasst)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alarmeinrichtung vorhanden? optisch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
akustisch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kennzeichnung: Hinweisschilder, Gefahrenhinweise CO ₂ , Löschanlage?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Werkzeugmaschine: Steuerung (Beispiel)	ja	nein
Maschinenstart: <ul style="list-style-type: none"> Absauganlage ein/Späneabfuhr ein Tür verriegelt (Zuhaltung) Löschanlage betriebsbereit (optische- und thermische Sensoren, Auslösung) KSS-Zufuhr überwacht 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Löschvorgang: <ul style="list-style-type: none"> Bei CO₂: evtl. Verzögerungszeit eingestellt (BGR 134) Absauganlage aus KSS-Zufuhr aus Löschanlage betriebsbereit Tür verriegelt (Zuhaltung) Alarmeinrichtung (optisch/akustisch) aktiv Maschinenantrieb aus 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Öffnen der Tür: <ul style="list-style-type: none"> Löschanlage inaktiv KSS-Zufuhr aus Bearbeitungsvorgang sicher stillgesetzt Absauganlage: evtl. kurze Nachlaufzeit beachten! 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Anhang 3

Betriebsanweisung

Firma:
Namen der Firma hier einsetzen

Betriebsanweisung gemäß GefStoffV § 14

Nummer: 7.3.24

ANWENDUNGSBEREICH

Umgang mit nichtwasseremischbaren Kühlschmierstoffen (KSS) bei mechanischer Bearbeitung

Abteilung: _____ Arbeitsplatz: _____

GEFAHRSTOFFBEZEICHNUNG

Produktname: _____

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT



- Intensiver Hautkontakt führt zur Zerstörung des Säureschutzmantels, Entfettung, Entwässerung und Reizung der Haut als Vorstufe von Hautkrankheiten.
- Schon kleine Verletzungen der Haut, z.B. durch Metallteilchen, erhöhen bei Kontakt mit KSS das Risiko einer Hautkrankheit.
- Hautkontakt kann allergische Reaktionen auf KSS-Inhaltsstoffe auslösen.
- Das Blasen mit Druckluft auf KSS-benetzte Haut oder Kleidung schädigt die Haut.
- Beim Einatmen von KSS-Dampf und -Nebel können Atemwegsreizungen auftreten.
- Beim Gebrauch von KSS ist die Bildung brennbarer bzw. explosionsfähiger Dampf-/Nebel-Luftgemische (Aerosole) möglich (siehe Sicherheitsdatenblatt).

SCHUTZMAßNAHMEN UND VERHALTENSREGELN



- Vor Arbeitsbeginn, vor Pausen und nach Arbeitsende Schutzmaßnahmen entsprechend dem Hautschutzplan durchführen.
- Vor Arbeitsbeginn Absaugeinrichtung einschalten.
- Hautkontakt möglichst vermeiden, dazu gehört:
 - Haut nicht mit KSS reinigen,
 - feuchte Kleidung sofort wechseln, vor Wiederverwendung waschen/reinigen,
 - Spritzschutzeinrichtung bzw. Spritzschutz oder Gummischürze verwenden,
 - zum Abtrocknen der Haut saubere Textil- oder Papiertücher verwenden,
 - verschmutzte Tücher nicht in die Kleidung stecken.
- Am Arbeitsplatz nicht essen, trinken, rauchen und keine Lebensmittel aufbewahren.
- Lebensmittel, Getränke, Zigarettenkippen und andere Abfälle nicht in den KSS werfen.
- Beim Reinigen mit Lösemittel Hautkontakt vermeiden bzw. Schutzhandschuhe benutzen.

VERHALTEN BEI STÖRUNGEN UND IM GEFAHRFALL

Notruf



- Bei Ausfall der Absauganlage oder anderer Störungen Aufsichtführende informieren.
- Beim Auftreten besonderer Gerüche, Verfärbungen, Flocken- oder Schaumbildung im KSS Aufsichtführende informieren.
- Verschütteten KSS z.B. mit Papierhandtüchern oder Bindemittel aufnehmen.
- Beim Auslaufen größerer KSS-Mengen Aufsichtführende informieren.

VERHALTEN BEI UNFÄLLEN – ERSTE HILFE

Notruf



- Ersthelfer und Aufsichtführende informieren.
- Auch geringfügige Hautverletzungen vom Ersthelfer versorgen lassen.
- Hautreaktionen (z.B. Rötung, raue Haut, Juckreiz, Brennen, Bläschen, Schuppen, Schrunden) den Aufsichtführenden melden.

INSTANDHALTUNG, ENTSORGUNG

- Zu entsorgende KSS dürfen nur in den bereitgestellten und besonders gekennzeichneten Behältern oder Systemen gesammelt werden.
- Mit KSS getränkte Tücher, Lappen und Bindemittel dürfen nur in nicht brennbaren, verschleißbaren und besonders gekennzeichneten Behältern gesammelt werden.
- Für die Entsorgung ist zuständig: _____

Datum: _____ Unterschrift: _____

Betriebsanweisung gemäß GefStoffV

Arbeitsplatz, -bereich, Tätigkeit:

Unterschrift: _____

Datum: _____

GEFAHRSTOFFBEZEICHNUNG

Kohlendioxid = CO₂ in ortsfesten Feuerlöschanlagen

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Lebensgefahr durch Erstickten bei mehr als 8 % Kohlendioxid in der Atemluft

SCHUTZMAßNAHMEN UND VERHALTENSREGELN

- Bei akustischem Löschalarm gefährdete Bereiche sofort verlassen.
- Sammelstellen aufsuchen.
- Müssen in gefährdeten Bereichen Instandhaltungsarbeiten durchgeführt werden, die zur ungewollten Auslösung der Löschanlage führen können, muss die Löschanlage von einer beauftragten Person blockiert werden.

VERHALTEN IM GEFAHRFALL

Notruf



- CO₂ geflutete Räume dürfen erst wieder betreten werden, wenn nach eingehender Prüfung durch beauftragte Personen oder durch die Feuerwehr die Freigabe erfolgt.
- Geflutete Räume sind vor dem Wiederbetreten zu lüften. Dabei muss sichergestellt sein, dass Personen in benachbarten Räumen nicht gefährdet sind.
- Im Notfall nur umluftunabhängige Atemschutzgeräte einsetzen.

ERSTE HILFE

Notruf



- Nach Einatmen Verletzten an die frische Luft bringen.
- Bei Bewusstlosigkeit immer Notarzt rufen.

SACHGERECHTE ENTSORGUNG

Geflutete Räume sind so ins Freie zu lüften, dass Personen in benachbarten Räumen nicht gefährdet werden.

Anhang 4

Vorschriften, Regeln, Informationen

Nachstehend sind die insbesondere zu beachtenden einschlägigen Vorschriften, Regeln und Informationen zusammen gestellt:

1 **Gesetze, Verordnungen und Technische Regeln**

Bezugsquelle:

Buchhandel und Internet, z. B. www.gesetze-im-internet.de

Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG),

Gefahrstoffverordnung (GefStoffV),

Produktsicherheitsgesetz (ProdSG),

9. ProdSV – Maschinenrichtlinie 2006/42/EG,

11. ProdSV – Expositionsschutzrichtlinie 94/9/EG.

Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) mit zugehörigen Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS), insbesondere

TRBS 1111: Gefährdungsbeurteilung und sicherheitstechnische Bewertung,

TRBS 1201: Technische Regeln für Betriebssicherheit; Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen,

TRBS 1203: Technische Regeln für Betriebssicherheit; Befähigte Personen – Allgemeine Anforderungen, Gefahrstoffverordnung.

2 **Vorschriften, Regeln und Informationen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit sowie Grundsätze**

Bezugsquelle:

Bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger
und unter www.dguv.de/publikationen

Unfallverhütungsvorschriften:

Grundsätze der Prävention (BGV/GUV-V A1).

Regeln:

Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen (BGR 121),

Regeln für die Ausrüstung von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern (BGR/GUV-R 133),

Einsatz von Feuerlöschanlagen mit sauerstoffverdrängenden Gasen (BGR 134),

Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen (BGR/GUV-R 143),

Umgang mit Magnesium (BGR 204).

Informationen:

Arbeitssicherheit durch vorbeugenden Brandschutz (BGI/GUV-I 560),

Sicherheitseinrichtungen beim Einsatz von Feuerlöschanlagen mit Löschgasen (BGI 888).

Maschinen der Zerspanung (BGI 5003).

Grundsätze:

Grundsätze für die Prüfung von Feuerlöschanlagen mit sauerstoffverdrängenden Gasen (BGG 920).

3 Normen, Richtlinien und Forschungsberichte

Bezugsquelle:

Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin

bzw.

VDE-Verlag GmbH, Bismarckstraße 33, 10625 Berlin

- | | |
|-------------------|---|
| DIN EN ISO 2592: | Mineralölerzeugnisse; Bestimmung des Flamm- und Brennpunktes; Verfahren mit offenem Tiegel nach Cleveland, |
| DIN ISO 3448: | Flüssige Industrie-Schmierstoffe; ISO-Viskositätsklassifikation, |
| DIN EN 1127-1: | Explosionsfähige Atmosphären; Explosionsschutz; Teil 1: Grundlagen und Methodik; Deutsche Fassung EN 1127-1:2011, |
| DIN EN 12094: | Ortsfeste Brandbekämpfungsanlagen; Bauteile für Löschanlagen mit gasförmigen Löschmitteln; Teil 9: Anforderungen und Prüfverfahren für spezielle Branderkennungselemente; Deutsche Fassung EN 12094-9:2003, |
| DIN EN ISO 23125: | Werkzeugmaschinen - Sicherheit - Drehmaschinen |
| DIN EN 12417: | Werkzeugmaschinen; Sicherheit; Bearbeitungszentren; Deutsche Fassung EN 12417:2001+A2:2009, |
| DIN EN 13218: | Werkzeugmaschinen; Sicherheit; Ortsfeste Schleifmaschinen; Deutsche Fassung EN 13218:2002+A1:2008+AC:2010, |
| DIN EN 13478: | Sicherheit von Maschinen; Brandschutz, |
| DIN EN 13487: | Wärmeaustauscher; Ventilatorbelüftete Kältemittelverflüssiger und Trockenkühltürme; Schallmessung; Deutsche Fassung EN 13487:2003, |
| DIN EN 12599: | Lüftung von Gebäuden - Prüf- und Messverfahren für die Übergabe eingebauter raumlufttechnischer Anlagen; Deutsche Fassung EN 12599:2000, |
| DIN 31007: | Sicherheit von Maschinen; Brandschutz; Vorschlag für eine Änderung und Ergänzung der europäischen Norm DIN EN 13478, |
| DIN 51562: | Viskosimetrie; Messung der kinematischen Viskosität mit dem Ubbelohde-Viskosimeter, |

DIN 51581:	Prüfung von Mineralölerzeugnissen; Bestimmung des Verdampfungsverlustes; Teil 1: Verfahren nach Noack, Teil 2: Gaschromatographisches Verfahren
VDI 3035:	Gestaltung von Werkzeugmaschinen, Fertigungsanlagen und peripheren Einrichtungen für den Einsatz von Kühlschmierstoffen,
VDI 3397:	Blatt 1: Kühlschmierstoffe für spanende und umformende Fertigungsverfahren,
VDI 3676:	Massenkraftabscheider,
VDI 3677:	Blatt 1: Filternde Abscheider – Oberflächenfilter, Blatt 2: Tiefenfilter aus Fasern,
VDI 3678:	Blatt 2: Elektrofilter – Prozessluft- und Raumluftreinigung
VdS-Richtlinie 2093:	Richtlinie für CO ₂ -Feuerlöschanlagen, Planung und Einbau,
DIN/CEN TS 14972:	Ortsfeste Brandbekämpfungsanlagen; Feinsprüh-Löschanlagen; Planung und Einbau (DIN/CEN TS 14972:2011),
VDMA 24176:	Inspektion von technischen Anlagen und Ausrüstungen in Gebäuden.

Literaturquellen

- [1] Studie VDW: „Ursache von Brandereignissen an Werkzeugmaschinen“
- [2] Studie PTB, Braunschweig
- [3] BGI Report 9/2006: „Absaugen und Abscheiden von Kühlschmierstoffemissionen“
- [4] Hirsch, W., Hempel, D. und Förster, H.:
Untersuchungen zum Explosionsschutz beim Einsatz von Kühlschmierstoffen in Werkzeugmaschinen PTB-ThEx-2, Braunschweig, September 1997
- [5] Höppner, K.:
Entwicklung und Erprobung eines Verfahrens zur Bestimmung der Explosionskenngrößen von Nebeln brennbarer Flüssigkeiten Forschungsbericht IB-95-524
IBEXU GmbH, Freiberg 1996
- [6] Freiler, C.:
Brand- und Explosionsverhalten von nichtwassermischbaren Kühlschmierstoffen – Möglichkeiten der Minimierung von Gefährdungen
Fuchs Europe Schmierstoffe
Vortrag im Arbeitskreis „Maschinensicherheit, Brand- und Explosionssicherheit an Werkzeugmaschinen“
BG Holz und Metall, Mainz am 30.06.2005
- [7] Steen, H.:
Handbuch des Explosionsschutzes
Wiley VCH, 2000, Kapitel 5.1

Bildquellennachweis

1. Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle

Abbildung 1 – 2

2. Fa. Kraft & Bauer

Abbildungen 3, 4, 7, 47 – 48, 51 – 54, 58

3. Fa. Traub

Abbildungen 8 – 9, 21 – 24, 43, 49 – 50

4. Fa. Index

Abbildungen 10 – 13, 19 – 20, 25 – 26, 29 – 30, 34 – 36, 40 – 42

5. Fa. Fuchs

Abbildungen 15 – 17

6. Alfing Kessler

Abbildung 18

7. Fa. Total Walther

Abbildung 31

8. Fa. Keller

Abbildungen 32 – 33, 37 – 39

9. BG Holz und Metall

Abbildungen 5 – 6, 14, 28, 44 – 46, 55 – 57,

10. VDW

Abbildung 27

Diese Information wurde vom Fachbereich Holz und Metall, Sachgebiet "Maschinen, Anlagen, Fertigungsautomation und -gestaltung" der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung e.V. (DGUV) unter Mitwirkung der BG Holz und Metall und folgender Institutionen/Firmen erarbeitet:

- Fachbereich Feuerwehren, Hilfeleistungen, Brandschutz, Sachgebiet "Betrieblicher Brandschutz",
- Fachbereich Holz und Metall, Sachgebiet "Oberflächentechnik und Schweißen",
- IFA,
- Regierungspräsidium Darmstadt,
- Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro, Medienerzeugnisse,
- Institut für Sicherheitstechnik, Freiberg (IBExU),
- DEKRA EXAM, Bochum,
- Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Braunschweig,
- Deutsche Montan Technologie, Dortmund (DMT),
- Kraft & Bauer Brandschutzsysteme, Holzgerlingen,
- Verein deutscher Werkzeugmaschinenfabriken, Frankfurt (VDW),
- Verband Schmierstoffindustrie, Hamburg (VSI),
- VdS Schadenverhütung, Köln,
- Keller Lufttechnik, Kirchheim unter Teck,
- Handte Umwelttechnik, Tuttlingen,
- Fuchs Europe Schmierstoffe, Mannheim,
- Index Werke, Esslingen,
- Traub Werke, Reichenbach,
- Deckel Maho, Pfronten,
- Daimler AG, Stuttgart,
- Rerucha, Stuttgart,
- Tyco Total Walther, Köln,
- Minimax, Bad Oldesloe,
- Firma BATEC Sicherheitsanlagen, Olching.

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

Mittelstraße 51
10117 Berlin
Tel.: 030 288763800
Fax: 030 288763808
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de