

Der Trend zum Einsatz nichtwassermischbarer, brennbarer KSS rückt die Thematik Brand- und Explosionsschutz an Werkzeugmaschinen verstärkt in den Vordergrund. Je nach Bearbeitung können durch die Zündung des KSS-Luft Gemisches im Maschineninnenraum heftige Flammenaustritte in der Maschinenumgebung auftreten. Während die meisten solcher Brandereignisse glimpflich ablaufen kam es in Einzelfällen aufgrund mangelnder Schutzmaßnahmen zum völligen Abbrand der Werkshalle und zu Schäden in Millionenhöhe. Ein mögliches Schutzkonzept und Maßnahmen zum Schutz der Mitarbeiter vor Brand- und Explosionsgefahren bei der Benutzung von Werkzeugmaschinen werden im Folgenden beschrieben. Zur Erstellung der Gefährdungsbeurteilung finden Sie im Anhang „Der rote Faden“ und Checklisten als Orientierungshilfe.

1 Auswahl emissionsarmer KSS

Durch die Auswahl emissionsarmer Kühlschmierstoffe (KSS) kann die Aerosol- und Dampfbildung im Maschineninnenraum reduziert werden. Emissionsarme Kühlschmierstoffe zeichnen sich durch folgende Merkmale aus:

- aufgebaut auf Basis verdampfungsarmer Mineralöle oder
- synthetische Ester und/oder Sonderflüssigkeiten
- Zusatz von Antinebeladditiven



Bild 1: Flammenaustritte [1]

Grundsätzlich wird empfohlen, den KSS mit geringstem Verdampfungsverlust (nach Noack bei 250°C), dem höchsten Flammpunkt und nach Möglichkeit höchsten Viskosität in Abhängigkeit vom Bearbeitungsprozess zu wählen.

Inhaltsverzeichnis

- 1 Auswahl emissionsarmer KSS
- 2 Maßnahmen gegen heiße Oberflächen und „weitere Zündquellen“
- 3 Konstruktive Maßnahmen: Werkzeugmaschine
- 4 Absauganlagen
- 5 Druckentlastungseinrichtungen
- 6 Löschen von Maschinenbränden
- 7 Schutzmaßnahmen in der Maschinenumgebung
- 8 Unterweisung - Verhalten der Mitarbeiter im Brandfall
- 9 Zusammenfassung und Anwendungsgrenzen

Anhang: „Der rote Faden“, Checklisten

Untersuchungen zeigten, dass eine Temperaturerhöhung eines KSS von 10 °C eine Verdoppelung der Aerosolbildung zur Folge hat. Gelingt es, die KSS-Temperatur zu überwachen durch geeignete Maßnahmen niedrig zu halten, kann das Nebelverhalten erheblich verbessert werden.

Dies kann erreicht werden durch:

- ausreichende KSS Menge
- ausreichende Überflutung an der Werkzeugschneide
- Umlenkleche zum Abkühlen
- Kühlung

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

- untere Explosionsgrenze in g/m³,
- maximaler Explosionsdruck in bar(Ü),
- maximaler Druckanstieg, wiedergegeben durch den K_F-Wert in bar·m/s

Für KSS-Aerosole sind der Fachliteratur folgende Werte für diese Kenngrößen zu entnehmen [2, 3, 4, 5]:

untere Explosionsgrenze	25 g/m ³ - 60 g/m ³
max. Explosionsdruck	7,2 bar - 7,7 bar
K _F -Wert	75 bar·m/s - 103 bar·m/s

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

In der Praxis gilt es, Einschleppungen von Fremddölen und Rückständen wie z.B.

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

in den Kühlschmierstoff in der Werkzeugmaschine möglichst zu vermeiden (Hinweise zur KSS-Pflege siehe VDI 3397 Blatt 2 [6], BGR/GUV-R 143 [7]). Potentiale zur Verringerung dieser Gefahren bestehen im Einsatz von kompatiblen Multifunktionsölen (siehe auch VDI 3035 [8]).

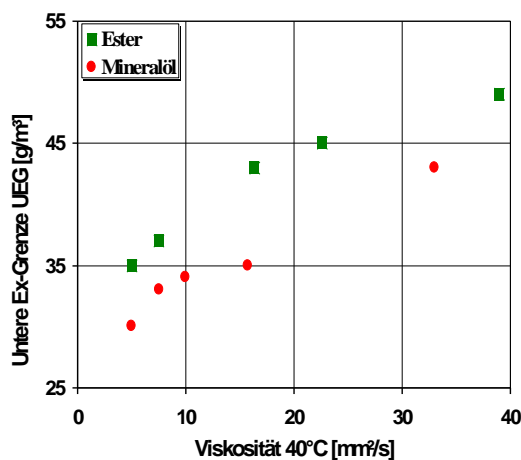


Bild 2: Untere Explosionsgrenzen von KSS-Emissionen

2 Maßnahmen gegen heiße Oberflächen und „weitere 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.

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. Hinweise zur Auslegung des KSS-Kreislaufes siehe VDI 3035, VDI 3397 Blatt 1 [9]. Maßnahmen zur optimalen Überflutung sind z.B.

- Überflutungskühlschmierung: mit Niederdruck (2-4 bar)
- Abreinigung (Schleifwerkzeuge etc.) mit 30 l/min Hochdruck (bis 100 bar)
- Löschen von Funken durch zusätzliche KSS-Aufgabe an den Entstehungsstellen (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 oder

Anordnung als „KSS-Spülvorhänge“ kann das Nebelvolumen zusätzlich minimiert werden. Ebenfalls wichtig ist die Düsen auf den Bereich Werkstück/ Bearbeitungsstelle korrekt auszurichten und einzustellen.

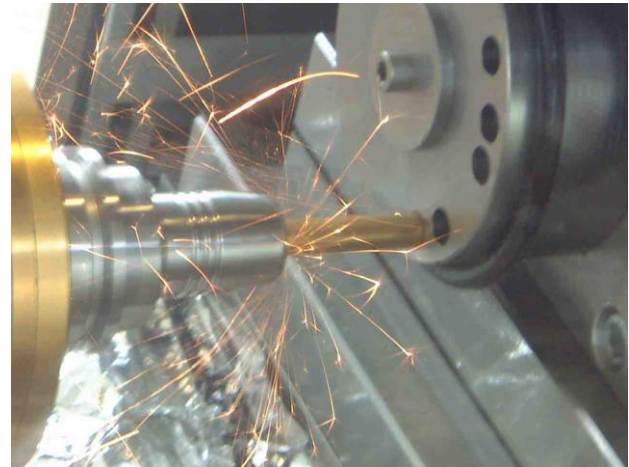


Bild 3: Zündfunken beim Bohren

Zur Überwachung der KSS-Zufuhr kommen vorwiegend Druckschalter für Hoch- und Niederdruck oder Strömungswächter oder die Überwachung der Pumpenmotorströme zum Einsatz.

Generell 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.

3 Konstruktive Maßnahmen: Werkzeugmaschine

Bei einer Zündung des KSS-Luft Gemisches und bei Bränden können Flammen und heiße Gase aus der Werkzeugmaschine austreten. Zur Verringerung der Gefährdung durch Flammen und heiße Gase für den Bediener und Umgebung, sind im Türbereich der Werkzeugmaschine Türabyrinth installiert.

Falls hauptzeitparalleles Beladen am Rüstplatz des Palettenwechslers möglich ist, ist der Beladeraum vom Arbeitsraum flammendurchschlaghemmend zu trennen.

Nicht vermeidbare Öffnungen, wie z. B. Werkstücköffnungen sind sorgfältig abzudichten, z. B. über Klappen oder Schieber, die die Öffnung nur während eines Werkstückwechsels freigeben. Die Sichtscheiben sind aus Polycarbonat und formschlüssig eingefasst (DIN EN ISO 23125 [10]).

Ein optimaler Informationsaustausch zwischen der Steuerung von Werkzeugmaschine, Absauganlage und automatischer Löscheinrichtung ist die Voraussetzung für ein sicheres Betreiben der Gesamtanlage.

Ein Start der Maschine darf nur möglich sein, wenn:

- Absauganlage ein / Späneabfuhr ein
- Tür verriegelt mit Zuhaltung
- Löschanlage betriebsbereit

Angezeigte Störungen müssen automatisch weitergeleitet und umgehend beseitigt werden. Erst dann darf die Anlage in Betrieb genommen werden.

4 Absauganlagen

Um eine Anreicherung der brennbaren und ggf. explosionsfähigen KSS-Emissionen in der Werkzeugmaschine und in der unmittelbaren Umgebung zu vermindern, werden diese mittels Absauganlagen erfasst, abgesaugt und abgeschieden.

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

Beim Einsatz eines Abscheiders/Vorabscheiders sollte dieser in zündquellenfreier Bauart ausgeführt werden, d.h. im Abscheider selbst befinden sich auf der Rohgasseite keine bewegten Teile oder elektrische Betriebsmittel mit Oberflächentemperaturen über der Zündtemperatur. Der Absaugventilator befindet sich auf der Reinluftseite.

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 und nicht umgekehrt gerichtet sein.

Die Erfassungsstelle (Anschlussstutzen) im Maschineninnenraum sollte so gestaltet sein, dass keine größeren Partikel, Kühlschmierstoffflüssigkeit und Späne in die Absauganlage gelangen und sich in den Rohrleitung ansammeln können. Dies wird erreicht, wenn folgende Kriterien 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
- Prallbleche oder mechanische Vorabscheider verringern zusätzlich die Eintragung von KSS-Aerosolen und Spänen in die Absaugleitung
- An der Erfassungsstelle sollte die Luftgeschwindigkeit so niedrig wie möglich sein (< 8 m/s).

Rohrleitungen müssen nichtbrennbar sein und dürfen sich nicht elektrostatisch aufladen (Erdung vorsehen, möglichst keine Wickelfalzrohre).



Bild 4: Druckwächter

Sie sind so zu verlegen, dass sich eingetragener oder kondensierter KSS nicht in ihnen ansammeln kann. Vertiefungen oder sackartige Verlegung sind zu vermeiden.

Für die Kontrolle der Rohrleitungen im Inneren (Ablagerungen von Öl- und Spänenester) sind in erforderlichen Abständen Kontroll-/Revisionsöffnungen vorzusehen.

Besteht das Risiko des direkten Eindringens der Flamme in die Rohrleitung und einer Brandausbreitung in andere Bereiche, sind schnellschliessende Absperrklappen einzusetzen. Im Brandfall erfolgt bei der schnellschliessenden Absperrklappe eine Abschottung der Werkzeugmaschine gegenüber der Absauganlage oder umgekehrt.

Voraussetzung für den Maschinenstart ist eine laufende Absauganlage unter Einhaltung des vom Maschinenhersteller vorgegebenen Mindestvolumenstroms/ Abluftstrom (Kontrolle z. B. mittels Druck- oder Strömungswächter). Bei Unterschreitung des erforderlichen Abluftstromes oder bei Störung muss die Maschine außer Betrieb gehen.

5 Druckentlastungseinrichtungen

Die Druckentlastungseinrichtung (-klappe) hat die Aufgabe, einen Überdruck, der durch die Zündung eines Gemisches im Arbeitsraum der Werkzeugmaschine entsteht, abzubauen.

Die Druckentlastungsklappe wird meistens im Deckenbereich der Werkzeugmaschine installiert. Ziel ist es, eine Druckentlastung auf möglichst direktem, kurzem Weg zu gewährleisten, Flammen und heiße Verbrennungsgase in ungefährliche Bereiche abzuleiten und eine Gefährdung der Maschinenbediener auszuschliessen.

Der Ansprechdruck von Druckentlastungseinrichtungen zum Öffnen sollte sehr niedrig sein (z. B. < 5 mbar). Die Einrichtung öffnet sich nur kurzzeitig und schließt wieder unmittelbar nach erfolgter Entlastung.

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.



Bild 5: Stichflammen

Eine genauere Auslegung einschließlich der Übertragung auf gängige Druckentlastungseinrichtungen kann nach Forschungsbericht VDW 3002 „Explosionsdruckentlastung von spanabhebenden Werkzeugmaschinen“ [12] vorgenommen werden.

6 Löschen von Maschinenbränden

Ist das Betreiben einer Werkzeugmaschine mit einem hohen Brandrisiko verbunden, müssen integrierte Brandmelde- und Löscheinrichtungen vorgesehen werden (DIN EN 13478 [13]). Hierbei werden folgende Abstufungen unterschieden:

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

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

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

Bei hohem Risiko von Personenschäden, große Sachwert- und Umweltschäden, aber auch bei der Gefahr von nachfolgenden Metallbränden (z. B. Magnesium) ist eine schnelle Branderkennung und Löschung mittels automatischer Feuerlöschanlage unbedingt erforderlich.

6.1 Löschmittel

Als Löschmittel für Brände brennbarer Kühlschmierstoffe sind einsetzbar:

- Löschgase, z. B. sauerstoffverdrängende Gase wie CO₂, N₂, Edelgase und deren Mischungen.
- Wasser (in Wasserfeinsprühetechnik / 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 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 Pulverlöschmittel der Brandklasse D verfügbar. Bei allen anderen Löschmitteln muss ein Nachweis der Eignung für die Löschung von Metallbränden geführt werden.

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

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

Weitere Hinweise zu Anforderungen an Alarmierung und Verzögerung sind in den entsprechenden Regelwerken (z.B. BGR 134 [14], BGI 888 [15]) enthalten.

7 Schutzmaßnahmen in der Maschinenumgebung

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 BGI 560 [16]). Hierzu gehören:

- Brandlast in Maschinenumgebung verringern (brennbaren Materialien, Pappe, Öl)
- Ausreichend Handfeuerlöscher bereithalten (BGR 133 [17])
- Rauchverbot einhalten
- Notausgänge, Flucht- und Rettungswege freihalten
- Verhalten im Brandfall: Rettungskette, Notruf, Feuerwehr

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.

Die Aufbewahrung von gebrauchtem Putzmaterial sollte in nicht brennbaren geschlossenen Behältnissen erfolgen.



Bild 6: Zündquellen im Spänebehälter

Weiterhin sind die Spänebehälter regelmäßig zu entleeren, um die Brandlast zu verringern und ggf. einer Selbstentzündung vorzubeugen. Weiterhin ist in diesen Bereichen die Einhaltung eines generellen Rauchverbotes unverzichtbar.

8 Unterweisung - Verhalten der Mitarbeiter im Brandfall

Bei Tätigkeiten an Werkzeugmaschinen mit brennbaren Kühlschmierstoffen sollten im Rahmen der Unterweisung neben generellen Verhaltensregeln im Brandfall auch auf folgende Gefährdungen hingewiesen werden:

- Rückzündungsgefahr beim Öffnen der Maschinentür nach Brand
- Tragen ölgetränkter Kleidung: erhöhte Brandgefahr bei Rückzündung (Docht-Effekt)
- Flammenaustritte an Türspalten und Öffnungen der WZM
- Erstickungsgefahr in engen Räumen durch Brandgase/Rauch
- Erstickungsgefahr durch Löschgas Kohlendioxid (ab 5 Vol. %)

- Maschine nach Brand nicht berühren: evtl. spannungsführend, heiß

Grundsätzlich gehört zur Unterweisung eine Einweisung in die Funktion, Bedienung und Handhabung vorhandener Sicherheitseinrichtungen wie z. B. Löschanlagen.

9 Zusammenfassung und Anwendungsgrenzen

Diese DGUV-Information (ehemals Fachbereichs-Informationsblatt) beruht auf dem durch den Fachbereich Holz und Metall, Sachgebiet Maschinen, Anlagen, Fertigungsautomation und –gestaltung der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung DGUV zusammengeführten Erfahrungswissen.

Es soll insbesondere Konstrukteuren bzw. Herstellern sowie den Sicherheitsfachkräften und Betriebsingenieuren der Betreiber von Maschinen der Metallbearbeitung zur Orientierung darüber dienen, wie die konkretisierenden Anforderungen der Europäischen Normen zu den Vorgaben der Europäischen Maschinenrichtlinie in der Praxis umgesetzt werden.

Die Bestimmungen nach einzelnen Gesetzen und Verordnungen bleiben durch die DGUV-Information bzw. Informationsblatt unberührt. Die Anforderungen der gesetzlichen Vorschriften gelten uneingeschränkt.

Um vollständige Informationen zu erhalten, ist es erforderlich, die in Frage kommenden Vorschriftentexte einzusehen.

Der Fachbereich Holz und Metall setzt sich u. a. zusammen aus Vertretern der Unfallversicherungsträger, staatlichen Stellen, Sozialpartnern, Herstellern und Betreibern.

Diese DGUV-Information ersetzt das gleichnamige Fachausschuss-Informationsblatt Nr. 032 (Ausgabe 10/2009). Gegenüber der Fassung von 2009 gab es lediglich redaktionelle Änderungen. Inhaltliche Änderungen wurden nicht vorgenommen. Weitere DGUV-Informationen bzw. Informationsblätter vom Fachbereich Holz und Metall stehen im Internet zum Download bereit [18].

Zu den Zielen der DGUV-Information siehe DGUV-Information FB HM-001 „Ziele der DGUV-Information herausgegeben vom Fachbereich Holz und Metall“

Literatur:

- [1] BGI/GUV-I 719 Brand- und Explosionsschutz an Werkzeugmaschinen, Ausgabe April 2009, Überarbeitung 3/2012
- [2] Hirsch, W., Hempel, D., Förster, H.: Untersuchungen zum Explosionsschutz beim Einsatz von Kühlschmierstoffen in Werkzeugmaschinen, PTB-ThEx-2, Braunschweig, September 1997
- [3] Höppner, K.: Entwicklung und Erprobung eines Verfahrens zur Bestimmung der Explosionskenngrößen von Nebeln brennbarer Flüssigkeiten, Forschungsbericht IB-95-524, IBExU GmbH, Freiberg 1996
- [4] Freiler, C.: Brand- und Explosionsverhalten von nichtwassermischbaren Kühlschmierstoffen – Möglichkeiten der Minimierung von Gefährdungen, Fuchs Europe Schmierstoffe, Vortrag im Arbeitskreis Maschinensicherheit, Brand- und Explosions-sicherheit an Werkzeugmaschinen, BG Metall Süd, Mainz am 30.06.2005
- [5] Steen, H.: Handbuch des Explosionsschutzes, Wiley VCH, 2000, Kapitel 5.1
- [6] VDI 3397 Blatt 2: Pflege von Kühlschmierstoffen für spanende und umformende Fertigungsverfahren - Maßnahmen zur Qualitätserhaltung, Prozessverbesserung, Abfall- und Abwasserverminderung; Ausgabe: Entwurf 11.2012, Beuth Verlag, Berlin
- [7] BGR/GUV-R 143 Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen, März 2011
- [8] VDI 3035 Gestaltung von Werkzeugmaschinen, Fertigungsanlagen und peripheren Einrichtungen für den Einsatz von Kühlschmierstoffen; Ausgabe 05.2008, Beuth Verlag, Berlin
- [9] VDI 3397 Blatt 1 Kühlschmierstoffe für spanende und umformende Fertigungsverfahren; Ausgabe 05.2007, Beuth Verlag, Berlin
- [10] DIN EN ISO 23125 Werkzeugmaschinen - Sicherheit - Drehmaschinen. Ausgabe 07.2012, Beuth Verlag, Berlin
- [11] Brand- und Explosionsversuche an Werkzeugmaschinen mit brennbaren Kühlschmierstoffen: Abschlussbericht über Zündversuche in einer Werkzeugmaschine beim Institut für Sicherheitstechnik GmbH IBExU, Freiberg.
- [12] VDW 3002: Explosionsdruckentlastungen von spanabhebenden Werkzeugmaschinen; 15. Januar 1996 – 30. April 1996, Frankfurt
- [13] DIN EN 13478: Sicherheit von Maschinen - Brandschutz; Ausgabe 12.2008, Beuth Verlag, Berlin
- [14] BGR 134: Einsatz von Feuerlöschanlagen mit sauerstoffverdrängenden Gasen, Ausgabe 01.2004, DGUV
- [15] BGI 888: Sicherheitseinrichtungen beim Einsatz von Feuerlöschanlagen mit Löschgasen, Ausgabe 01.2004, DGUV
- [16] BGI 560: Arbeitssicherheit durch vorbeugenden Brandschutz, Ausgabe 2010, DGUV
- [17] BGR 133: Ausrüstung von Arbeitsstätten mit Feuerlöscher, Ausgabe 04.2004, DGUV
- [18] Internet: www.dguv.de/fb-holzundmetall Publikationen oder www.bghm.de Webcode: <626>
- [19] VDW 0209 M.Ising: Gestaltung und Dimensionierung von trennenden Schutzeinrichtungen. 1997, Frankfurt

Bildnachweis:

Die in dieser DGUV-Information des FB HM gezeigten Bilder wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von:

Bilder 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8: BGI/GUV-I 719 [1]

Bild 5: Abschlussbericht über Zündversuche in einer WZM [11]

Herausgeber:

Fachbereich Holz und Metall der DGUV
Sachgebiet Maschinen, Anlagen, Fertigungsautomation und -gestaltung
c/o Berufsgenossenschaft Holz und Metall
Postfach 37 80
55027 Mainz

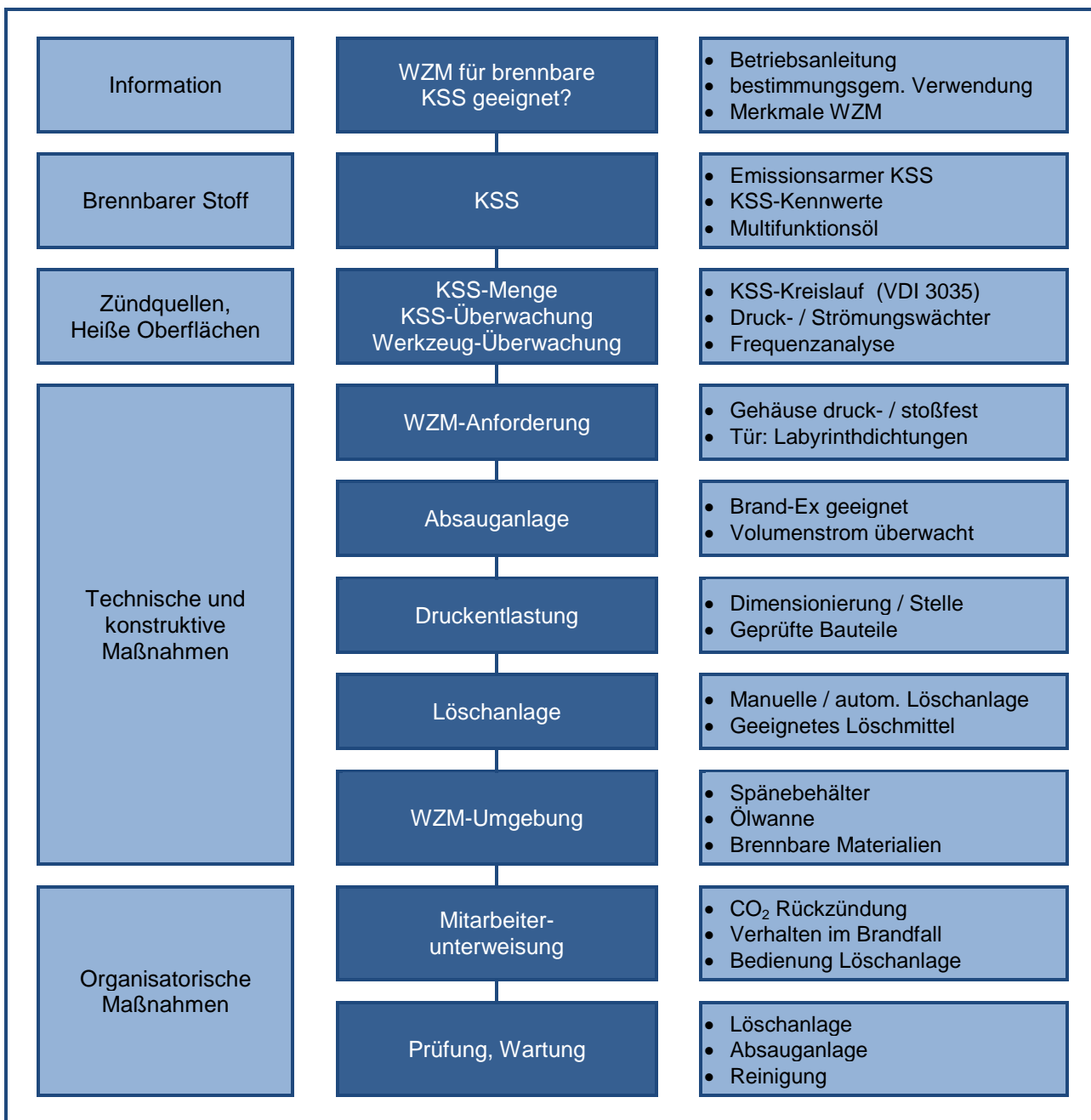


Bild 7: „Der rote Faden“: Vorgehen bei der Gefährdungsbeurteilung

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°C 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

Bild 8: Kenndaten von nichtwassermischbaren Kühlschmierstoffen

Brand- und Explosionsschutz an WZM

Anhang: „Der rote Faden“, Checklisten: Maßnahmen an Werkzeugmaschinen mit brennbaren Kühlschmierstoffen

Werkzeugmaschine	ja	nein
Werkzeugmaschine für Ölbearbeitung (nichtwassermischbare KSS) geeignet?		
Wird Ölbearbeitung in der „Technische Dokumentation“ behandelt?		
Löschanlage vorhanden?		
Absauganlage vorhanden?		
Löschanlage bei geöffneter Arbeitsraumtüre deaktiviert?		
Bleibt Arbeitsraumtüre während Bearbeitung und bei Not-Aus verriegelt?		
Arbeitsraumtüre bei offener und ausgeschalteter Maschine nicht verriegelbar?		
Keine Öllächenbildung im Arbeitsraum, Antriebsraum bzw. Handhabungsraum?		
Keine Öllächenbildung im Bereich außerhalb der Maschine (Ölwanne regelmäßig entleert)		
Ausreichende Druckfestigkeit der Verhaubung?		
Druckentlastungseinrichtung vorhanden?		
Flammendurchschlagsichere Türlabyrinth vorhanden?		
Sonstige Öffnungen (z. B. Beschickungs- und Entnahmeöffnungen; Spalte) im Bedienbereich abgedeckt?		
Ggf. Löschöffnung vorhanden?		
Sichtscheiben ohne Beschädigung aus Polycarbonat (siehe DIN EN ISO 23125, VDW 0209 [19])?		
Sichtscheiben formschlüssig eingefasst (nicht in Gummi gefasst)?		
Alarmeinrichtung vorhanden? optisch		
akustisch		
Kennzeichnung: Hinweisschilder, Gefahrenhinweise CO ₂ , Löschanlage ?		

Werkzeugmaschine: Steuerung (Beispiel)	ja	nein
Maschinenstart:		
• Absauganlage ein / Späneabfuhr ein		
• Tür verriegelt (Zuhaltung)		
• Löschanlage betriebsbereit (optische- und thermische Sensoren, Auslösung)		
• KSS-Zufuhr überwacht		
Löschvorgang:		
• Bei CO ₂ :evtl. Verzögerungszeit eingestellt (BGR 134)		
• Absauganlage aus		
• KSS-Zufuhr aus		
• Löschanlage betriebsbereit		
• Tür verriegelt (Zuhaltung)		
• Alarmeinrichtung (optisch/akustisch) aktiv		
• Maschinenantrieb aus		
Öffnen der Tür:		
• Löschanlage inaktiv		
• KSS-Zufuhr aus		
• Bearbeitungsvorgang sicher stillgesetzt		
• Absauganlage: evtl. kurze Nachlaufzeit beachten!		
Druckentlastungseinrichtung	ja	nein
Flammen und heiße Gase in ungefährliche Bereiche ableiten		
Installation im Deckenbereich		
Druckentlastungsfläche vorsehen: □ 0,1 m ² / m ³ Arbeitsraum (siehe VDW 3002)		
Sicheres Öffnen bei geringem Überdruck (<< 5 mbar)		
Sicheres Schließen nach erfolgter Druckentlastung		
Eignung als Schutzeinrichtung vom Hersteller nachgewiesen (z.B. Prüfung)		
Keine brennbaren Materialien (Holzverkleidung, Isoliermaterial) im Gefahrenbereich um die Druckentlastungseinrichtung		
Hinweis auf Gefahrenbereich um Druckentlastungseinrichtung		

Brand- und Explosionsschutz an WZM

Anhang: „Der rote Faden“, Checklisten: Maßnahmen an Werkzeugmaschinen mit brennbaren Kühlschmierstoffen

Absauganlage	ja	nein
Absauganlage für Ölbearbeitung geeignet? (Betriebsanleitung/techn. Dokumentation) z.B. <ul style="list-style-type: none"> • zündquellenfreie Bauart 		
<ul style="list-style-type: none"> • Ventilator funkenfrei auf Reinluftseite 		
<ul style="list-style-type: none"> • Anlage und Rohrleitungen geerdet 		
Luftvolumenstrom überwacht (Druck-, Strömungswächter)? <ul style="list-style-type: none"> • Absaugung läuft bei Maschinenstart 		
<ul style="list-style-type: none"> • Bei Unterschreitung: Signalanzeige, WZM auf Störung 		
Absaugleistung eingeregelt über Drosselklappe/ Drehzahlregulierung		
Absauganlage in Löschkonzept integriert: <ul style="list-style-type: none"> • Ausreichende Löschmenge in Absauganlage und Abscheider vorsehen 		
<ul style="list-style-type: none"> • Evtl. Löschdüse und Branderkennung in Abscheider vorsehen 		
<ul style="list-style-type: none"> • Nachlaufzeit Ventilator berücksichtigen 		
Rohrleitungen: <ul style="list-style-type: none"> • leicht geneigt ohne Vertiefungen (evtl. KSS-Ablauf vorsehen) 		
<ul style="list-style-type: none"> • Revisionsöffnungen/Kontrollöffnungen vorsehen 		
<ul style="list-style-type: none"> • Regelmäßige Überprüfung Ablagerungen, ggf. Reinigung? 		
Bei Rohrsystem: Verhinderung Brandausbreitung, z. B. über <ul style="list-style-type: none"> • Flammensperren (rohrleitungs- und bereichsseitig) 		
<ul style="list-style-type: none"> • Absperrklappen (WZM-seitig) 		
Wirksame Vorabscheidung an Erfassungsstelle z. B. über Prallblech, Vorabscheider		
Regelmäßige Wartung von Anlage und Rohrleitungen: Wartungsplan (Betriebsanleitung)		
Im Brandfall: Unterbrechung Absaugung mittels <ul style="list-style-type: none"> • Bremsmotor am Ventilator (Nachlaufzeit verringert) 		
<ul style="list-style-type: none"> • Automat. Absperrklappe 		

Kühlschmierstoffe (KSS)	ja	nein
Emissionsarmer Kühlschmierstoff verwendet?		
1: Kennwerte beachten, z. B. im Sicherheitsdatenblatt, Produktinfo		
Beispiel: für KSS mit Viskosität von 4,1 [mm ² /min bei 40°C]: <ul style="list-style-type: none"> • Flammpunkt > 120 °C, (siehe Bild 8) 		
<ul style="list-style-type: none"> • Verdampfungsverlust-Noack [250°C] < 85 %, (siehe Bild 8) 		
2: KSS mit Antinebel-Additiv (Filterierbarkeit beachten)		
Ist KSS verträglich mit Hydrauliköl, Bettbahnöl (Multifunktionsöl)?		
Ausreichende KSS-Menge (KSS-Kreislauf, Vorratsbehälter) beim Zerspanen (siehe VDI 3035)?		
Keine Einschleppung großer Mengen an: <ul style="list-style-type: none"> • Reinigungs- und Lösemittel, (auf Werkstück/Teil) in den KSS-Kreislauf 		
<ul style="list-style-type: none"> • Hydrauliköl in den Kühlschmierstoff-Kreislauf 		
KSS-Zufuhr: <ul style="list-style-type: none"> • überwacht? (Druck- oder Strömungswächter) 		
<ul style="list-style-type: none"> • ausreichende Kühlmenge, KSS Düsen? 		
<ul style="list-style-type: none"> • KSS- Düsen optimal ausgerichtet? 		
Starken Temperaturanstieg des KSS vermeiden <ul style="list-style-type: none"> • Anstieg KSS-Temperatur um 10°C = Verdoppelung der Vernebelung 		
<ul style="list-style-type: none"> • KSS-Temperatur überwacht? 		
<ul style="list-style-type: none"> • Möglichkeit zum Abkühlen: z. B. Umlenkleche, ausreichend großer KSS-Behälter verwendet? 		

Brand- und Explosionsschutz an WZM

Anhang: „Der rote Faden“, **Checklisten: Maßnahmen an Werkzeugmaschinen mit brennbaren Kühlschmierstoffen**

Löschanlage	ja	nein
Geeignetes Löschmittel verwenden (Brandklasse beachten)		
Achtung:		
• bei Löschgasen, z. B. Kohlendioxid (CO ₂), 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		
Ausreichend Löschmittel vorsehen:		
• auch Absauganlage, Späneförderer, Öffnungen ... berücksichtigen		
• Abströmverluste beachten(z.B. Nachlauf Absaugung...)		
Löschanlage:		
• 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, s. BGR 134, BGI 888)		
• Regelmäßige Prüfung der Füllung Löschmittelbehälter: z. B. Drucküberwachung, Wiegeeinrichtung		
• Gaslöschanlage: ausreichende Druckentlastungsmöglichkeiten vorsehen		
• Großer Sach- und Umweltschaden, Personenschaden: Automat. Löschanlage!		
Branderkennung und Löschen		
• optische und/oder thermische Branderkennungselemente verwenden		
• Branderkennungselemente: Stand der Technik (z.B. VdS-Richtlinien..)		
• Optische Sensoren: - Eignung beachten (z.B. KSS-Nebel) - sauber halten (z. B. durch Luftspülung)		
• Thermische Sensoren: - Branderkennung langsamer als bei optischen Sensoren		
• Löschdüsen: - geeignet für das jeweilige Löschmittel - Anordnung beachten: möglichst nicht auf Türlabyrinth richten		
Löschöffnung und Arbeitsraumtür im Brandfall:		
• nur von Feuerwehr und speziell unterwiesenen Personen zu öffnen		
Regelmäßige Prüfung der Löschanlage (Siehe BGR 134)		

Unterweisung	ja	nein
Funktion und Bedienung der WZM und Löschanlage im Brandfall		
Optische Sensoren: Blitzlicht (Feuerzeug, Schweißen) vermeiden		
Besondere Gefahren (NIEMALS!)		
• Öffnen der Maschinentür bei Brand im Innenraum: Rückzündungsgefahr		
• Tragen von ölgetränkter Kleidung: Brandgefahr (Dochteffekt) bei Rückzündung		
Im Falle eines Brand- oder Explosionsereignisses (BGI 560):		
• Bei Ertönen Signalhupe: Gefahrenbereich sofort verlassen		
• Flucht- und Rettungswege benutzen		
• Hilfe holen: Rufnummern Feuerwehr, Notruf		
Gefährdungen bei Zündung des KSS-Gemisches:		
• Heftiger Flammenaustritt bei Druckentlastungseinrichtung/evtl. Folgebrand		
• Flammenaustritt an Türspalten und Öffnungen der WZM		
• Löschmittel CO ₂ : Erstickungsgefahr (ab 5 Vol. % CO ₂ in Luft)		
• Bei Löschvorgang: Herausdrücken der Flammen im Türbereich		
• Erstickungsgefahr in engen Räumen durch auftretende Brandgase/Rauch		
• Maschinenteile nach Brand nicht berühren: spannungsführend (elektr. Schlag), evtl. heiß (Verbrennungen)		
Brandlast verringern: vorbeugende Maßnahmen:		
• 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		