BGHM
Berufsgenossenschaft
Holz und Metall

Vorschriften-
und Regelwerk

Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen

DGUV Regel 109-003

Impressum

Herausgegeben von:	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV) Glinkastraße 40 10117 Berlin Telefon: 030 13001–0 (Zentrale) E-Mail: info@dguv.de Internet: www.dguv.de Sachgebiet „Maschinen, Robotik und Fertigungsautomation“ des Fachbereichs „Holz und Metall“ der DGUV
Ausgabe:	April 2026
Satz und Layout:	Satzweiss.com Print Web Software GmbH, Saarbrücken
Bildnachweis:	Titelbild: © Werner – stock.adobe.com Abb. 1–5: © BGHM; Abb. 6: © DGUV

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

Bezug:	Bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger oder unter www.dguv.de/publikationen › Webcode: p109003

Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen

Änderungen zur letzten Ausgabe März 2011:

- Anpassungen an das aktuelle Europäische und nationale Regelwerk insbesondere an die CLP- und die REACH-Verordnung, die Gefahrstoffverordnung und die TRGS 400, 401 und 402.
- Der Abschnitt Begriffsbestimmungen wurde deutlich erweitert und modernisiert
- Die beschriebenen Schutzmaßnahmen wurden der S-T-O-P-Hierarchie zugeordnet.
- Der Abschnitt zur Gefährdungsbeurteilung wurde modernisiert die Abschnitte „Ersatzverfahren“, „Inhalative Gefährdungen“, Brand- und Explosionsschutz und „Hautgefährdungen“ wurden neu gestaltet
- Die Basismaßnahmen zur Emissionsminderung wurden aus einem Anhang in den Hauptteil überführt
- Zwei der technisch basierten Expositionsbegrenzungswerte (EW) wurden auf Grundlage von Auswertungen von Messdaten aktualisiert und abgesenkt (von 10 auf 8 mg/m^3) jeweils für wassergemischte und nichtwassermischbare Kühlschmierstoffe mit einem Siedepunkt von > 100 °C.
- Die Anhänge (Mustervorlagen, Betriebsanweisungen etc.) wurden überarbeitet und aktualisiert.

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkung **11**

1 Anwendungsbereich **12**

2 Begriffsbestimmungen **13**

3 Allgemeine Anforderungen **19**

3.1 Kühlschmierstoffe 19

3.2 Anlagentechnik 19

4 Hinweise zur Informationsermittlung **20**

4.1 Sicherheitsdatenblatt 20

4.2 Weitere Angaben zu Kühlschmierstoffen 21

4.3 Überwachung der Luft in Arbeitsbereichen 22

4.4 Stoffbeschränkungen, Stoffverbote sowie krebserzeugende, keimzellmutagene und reproduktionstoxische Stoffe der Kategorien 1A und 1B („KMR“-Stoffe) 23

4.4.1 Regelungen nach Gefahrstoffverordnung und TRGS 23

4.4.2 Regelungen nach CLP-Verordnung 25

4.4.3 Regelungen nach der REACH-Verordnung 26

4.4.4 Entstehung oder Freisetzung von krebserzeugenden Gefahrstoffen 27

4.5 Zusätze zu Kühlschmierstoffen 27

5 Gefährdungsbeurteilung **28**

5.1 Gefahrstoffverordnung 28

5.1.1 Hautgefährdungen 31

5.1.2 Gefährdungen innerer Organe oder der Atemwege 35

5.1.3 Gefährdungen durch physikalisch-chemische Wirkungen ... 39
5.2 Biostoffverordnung ... 42
5.2.1 Gefährdungsbeurteilung ... 42
5.2.2 Zeitpunkt der Gefährdungsbeurteilung und Anlässe zur Aktualisierung ... 42
5.2.3 Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung ... 43
5.2.4 Gefährdungen durch Biostoffe bei Tätigkeiten mit KSS ... 43
5.3 Betriebssicherheitsverordnung ... 43
5.4 Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) ... 45
5.5 Andere Vorschriften ... 46

6 Schutzmaßnahmen ... 47
6.1 Grundforderungen ... 47
6.1.1 Beseitigung/Reduzierung von Gefährdungen ... 47
6.1.2 Geeignete Schutzmaßnahmen und Prioritätenreihenfolge ... 47
6.1.3 Auswahl geeigneter Schutzmaßnahmen ... 48
6.1.4 Schutzmaßnamen bei besonderen betriebs- oder tätigkeitsspezifischen Gefährdungen ... 48
6.1.5 Überprüfung der Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen ... 48
6.1.6 Überdosierung von Reinigungsmitteln, Systemreinigern, Bioziden ... 49
6.1.7 Geeignete Reinigungsmittel, Systemreiniger, Biozide ... 49
6.1.8 Gefährdungen durch unmittelbaren Haut- oder Augenkontakt ... 49
6.1.9 Spritzschutzeinrichtungen ... 49
6.1.10 Minimierung von Haut- oder Augenkontakt ... 50

6.1.11 Verbot des Abblasens ohne zusätzliche Schutzmaßnahmen ... 50
6.2 Anwendungstechnische Hinweise ... 50
6.2.1 Einsatz von Reinigungsmitteln und Systemreinigern ... 50
6.2.2 Ansetzen der KSS-Emulsion ... 50
6.3 Substitution ... 51
6.3.1 Substitution durch Ersatzverfahren ... 51
6.4 Technische Schutzmaßnahmen ... 58
6.4.1 Verringerung der inhalativen Exposition bei Tätigkeiten mit KSS ... 58
6.4.2 Brand- und Explosionsschutz: Schutzmaßnahmen ... 66
6.5 Organisatorische Schutzmaßnahmen ... 72
6.5.1 Grundlegende organisatorische Maßnahmen und Hinweise zum sicheren Betrieb von Kühlschmierstoff-Kreisläufen ... 72
6.5.2 Beschäftigungsbeschränkungen ... 77
6.5.3 Essen, Trinken, Rauchen, Schnupfen ... 78
6.5.4 Bildung von N-Nitrosaminen ... 79
6.5.5 Vermeidbare Verschmutzungen ... 79
6.5.6 Betriebsanweisungen, Unterweisungen ... 79
6.6 Schutzmaßnahmen zur Minimierung der Hautgefährdung ... 81
6.6.1 Grundlegende Maßnahmen ... 81
6.6.2 Information zu Schutzhandschuhen ... 82
6.6.3 Trageverbot von Schutzhandschuhen bei Arbeiten an bewegten Maschinenteilen, Werkzeugen und Werkstücken ... 83
6.6.4 Hinweise zum Hautschutzmittel ... 85
6.6.5 Hinweise zum Hautreinigungsmittel ... 88
6.6.6 Hinweise zum Hautpflegemittel ... 89
6.6.7 Informationen für die Beschäftigten ... 89

6.6.8 Überprüfung der Wirksamkeit von persönlichen Schutzmaßnahmen ... 94
6.6.9 Maßnahmen bei Hautveränderungen ... 95

7 Prüfung und Wartung ... 96
7.1 Prüfung und Pflege von wassergemischten Kühlschmierstoffen, Ansetzwasser, Prüfplan ... 96
7.1.1 Prüfplan ... 96
7.1.2 Fachkundige Personen zur Prüfung ... 100
7.1.3 Biozidzugabe nach Prüfung ... 101
7.1.4 Dokumentation der Biozidzugabe ... 101
7.1.5 Hinweise zum Einsatz von Bioziden: Nachkonservierung ... 101
7.1.6 Hinweise zum Einsatz von Bioziden: Neuansatz ... 102
7.2 Prüfung lufttechnischer Anlagen ... 102
7.2.1 Abnahmeprüfung lufttechnischer Anlagen ... 102
7.2.2 Prüfung durch eine zur Prüfung befähigte Person ... 103
7.2.3 Betriebs- und Wartungsanleitungen ... 104
7.3 Prüfung von Einrichtungen zum Abscheiden von Verunreinigungen und von Beschickungs- und Entnahmetüren ... 104
7.4 Dokumentation und Aufbewahrung der Prüfergebnisse ... 105
7.4.1 Kühlschmierstoffparameter ... 105
7.4.2 Lufttechnische Anlagen und Einrichtungen zum Abscheiden von Verunreinigungen ... 105
7.4.3 Weitere Aufbewahrungsfristen ... 106

8 Aufbereitung, Verwertung, Entsorgung ... 107
8.1 Aufbereitung wassergemischter Kühlschmierstoffe ... 107
8.1.1 Chemische Trenntechnik (Emulsionsspaltung) ... 107

8.1.2 Membranfiltration 108
8.1.3 Thermische Trennung (Spaltung) 109
8.2 Buntmetallinhibitoren: Benzotriazol, Tolyltriazol 109
8.3 Aufbereitung nichtwassermischbarer Kühlschmierstoffe 109
8.4 Weitere Abfälle 110

Anhang 1
Umsetzung der Basismaßnahmen: Leitfaden zur Messung und messtechnischen Wirksamkeitskontrolle 111

Anhang 2a
Muster eines Reinigungsplans für Werkzeugmaschinen bei Minimalmengenschmierung 112

Anhang 2b
Fluidwechselvorgaben für Minimalmengenschmierungssysteme (MMS) 113

Anhang 3a
Erläuterungen zum Muster-Prüfplan für wassergemischte Kühlschmierstoffe 114

Anhang 3b
Muster eines Prüfplans für wassergemischte Kühlschmierstoffe 115

Anhang 4
Muster eines Reinigungsplans für Kreisläufe mit wassergemischten Kühlschmierstoffen in Werkzeugmaschinen 116

Anhang 5
Abgestuftes Konzept zur Beurteilung der inhalativen Belastung von Arbeitsbereichen bei Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen 117

Anhang 5.1
Umsetzung der Basismaßnahmen 118

Anhang 5.2
Schutzziel nur unter Einsatz von technischen Schutzmaßnahmen zu erreichen 119

Anhang 5.3
Ideale lufttechnische Maßnahmen (Best Practice) für technische Schutzmaßnahmen beim Einsatz von Kühlschmierstoffen ... 122

Anhang 5.3.1
Auswahl des eingesetzten Kühlschmierstoffs ... 122

Anhang 5.3.2
Basismaßnahmen ... 123

Anhang 5.3.3
Verhinderung der Ausbreitung von KSS-Emissionen ... 123

Anhang 5.3.4
Erfassung, Absaugung und Abscheidung von KSS-Emissionen ... 124

Anhang 5.3.5
Hallenlüftung ... 124

Anhang 6
Muster einer Betriebsanweisung für Systemreiniger ... **126**

Anhang 7
Muster einer Betriebsanweisung für Biozide und Biozidprodukte ... **127**

Anhang 8
Muster einer Betriebsanweisung für wassergemischte Kühlschmierstoffe ... **128**

Anhang 9
Muster einer Betriebsanweisung für wassermischbare Kühlschmierstoffe (KSS-Konzentrate) ... **129**

Anhang 10
Muster einer Betriebsanweisung für nichtwassermischbare Kühlschmierstoffe ... **130**

Anhang 11
Muster eines Hand- und Hautschutzplans ... **131**

Literaturverzeichnis ... **132**

DGUV Regeln stellen bereichs-, arbeitsverfahrens- oder arbeitsplatzbezogen Inhalte zusammen. Sie erläutern, mit welchen konkreten Präventionsmaßnahmen Pflichten zur Verhütung von Arbeitsunfällen, Berufskrankheiten und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren erfüllt werden können.

DGUV Regeln zeigen zudem dort, wo es keine Arbeitsschutz- oder Unfallverhütungsvorschriften gibt, Wege auf, wie Arbeitsunfälle, Berufskrankheiten und arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren vermieden werden können. Darüber hinaus bündeln sie das Erfahrungswissen aus der Präventionsarbeit der Unfallversicherungsträger.

Aufgrund ihres besonderen Entstehungsverfahrens und ihrer inhaltlichen Ausrichtung auf konkrete betriebliche Abläufe oder Einsatzbereiche (Branchen-/Betriebsarten-/Bereichsorientierung) sind DGUV Regeln fachliche Empfehlungen zur Gewährleistung von Sicherheit und Gesundheit. Sie haben einen hohen Praxisbezug und Erkenntniswert, werden von den beteiligten Kreisen mehrheitlich für erforderlich gehalten und können deshalb als geeignete Richtschnur für das betriebliche Präventionshandeln herangezogen werden. Eine Vermutungswirkung entsteht bei DGUV Regeln nicht.

Vorbemerkung

Diese DGUV Regel enthält Anforderungen an Kühlschmierstoffe (KSS) und zugehörige Einrichtungen. Darüber hinaus enthält diese DGUV Regel ergänzende sicherheitstechnische Regelungen zur Gefahrstoffverordnung, zur Biostoffverordnung, zur Betriebssicherheitsverordnung und zu den einschlägigen Technischen Regeln in Bezug auf Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen.

Bei Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen können unter anderem folgende vorübergehende oder bleibende gesundheitliche Schäden auftreten:

- Hauterkrankungen durch Kontakt der Haut mit Kühlschmierstoffen,
- Augenreizungen durch Kontakt der Augen mit Kühlschmierstoffen oder deren Abbauprodukten und
- Reizungen und Erkrankungen der Atemwege, wie allergisches Bronchialasthma durch Einatmen von Kühlschmierstoffdampf und -aerosol.

Um Gefährdungen durch die inhalative Exposition gegenüber Kühlschmierstoffen beurteilen zu können, werden Beurteilungsmaßstäbe herangezogen. Für einige Einzelstoffe, die in Kühlschmierstoffen enthalten sein können, gibt es solche Beurteilungsmaßstäbe, z. B. Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW).

Für Kühlschmierstoffe, bei denen es sich in der Regel um Stoffgemische handelt, gibt es bisher keine gesundheitsbasiert abgeleiteten Grenzwerte, weshalb die Etablierung solcher Grenzwerte perspektivisch als notwendig anzusehen ist.

Die in dieser DGUV Regel enthaltenen technischen Lösungen schließen andere, mindestens ebenso sichere Lösungen nicht aus, die auch in Technischen Regeln anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum ihren Niederschlag gefunden haben können.

Prüfberichte von Prüflaboratorien, die in anderen Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder in anderen Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum zugelassen sind, werden in gleicher Weise wie deutsche Prüfberichte berücksichtigt, wenn die den Prüfberichten dieser Stellen zugrundeliegenden Prüfungen, Prüfverfahren und konstruktiven Anforderungen, denen der deutschen Stelle gleichwertig sind. Die Gleichwertigkeit besteht besonders dann, wenn die in der Normenreihe EN 45000 festgelegten Anforderungen erfüllt werden.

1 Anwendungsbereich

Diese DGUV Regel gilt für Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen und anderen Bearbeitungsmedien bei Fertigungsverfahren der spanenden und umformenden Be- und Verarbeitung von Werkstoffen nach DIN 51385:2013-12 „Schmierstoffe – Bearbeitungsmedien für die Umformung und Zerspanung von Werkstoffen − Begriffe“ sowie die zugehörigen Einrichtungen.

> *Siehe auch Begriffsbestimmung „Kühlschmierstoffe“ zur Verwendung des Begriffs Kühlschmierstoffe im Sinne dieser DGUV Regel.*

Tätigkeiten sind alle Arbeiten mit Verwendung von Kühlschmierstoffen im Sinne des § 2 Nr. 5 der Gefahrstoffverordnung.

Nach § 2 Nr. 5 der Gefahrstoffverordnung ist eine Tätigkeit jede Arbeit mit Stoffen, Gemischen oder Erzeugnissen, einschließlich Herstellung, Mischung, Ge- und Verbrauch, Lagerung, Aufbewahrung, Be- und Verarbeitung, Ab- und Umfüllung, Entfernung, Entsorgung, Vernichtung. Zu den Tätigkeiten zählen auch das innerbetriebliche Befördern sowie Bedien- und Überwachungsarbeiten.

Fertigungsverfahren der spanenden Be- und Verarbeitung sind zum Beispiel Drehen, Bohren, Fräsen, Hobeln, Räumen, Sägen, Schneiden, Schleifen, Honen, Läppen, Stanzen.

Umformende Be- und Verarbeitung umfasst zum Beispiel Walzen, Formen, Ziehen, Drücken, Weiten, Feinschneiden.

Einrichtungen sind zum Beispiel Kühlschmierstoff-Kreisläufe, Bearbeitungsstellen, lufttechnische Anlagen, Reinigungs- und Trocknungseinrichtungen, Ansetzbecken, Hilfswerkzeuge.

Die Anforderungen einzelner Abschnitte gelten auch für die Minimalmengenschmierung (MMS) und die Mindermengenkühlschmierung (MKS).

2 Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieser DGUV Regel werden folgende Begriffe bestimmt:

1. **Additive** sind Stoffe oder Stoffgemische, die den Grundölen zugegeben werden, damit diese die gewünschten Eigenschaften erhalten.

   Zu den Additiven zählen auch Produkte, die im laufenden Betrieb zum Erhalt der Produktqualität zugegeben werden (Stellmittel/Serviceadditive).
   Additivgruppen für Kühlschmierstoffe sind zum Beispiel:

   - *schmierfilmbildende Stoffe, z. B. pflanzliche und tierische Öle und Fette, native und synthetische Esteröle*
   - *Zusätze für Hochdruckschmierung, z. B. Hochdruckzusätze (EP-Additive) zur Grenzflächenschmierung bei Temperaturen zwischen ca. 200 °C und 1000 °C*
   - *Korrosionsschutzzusätze*
   - *Alterungsschutzstoffe*
   - *Antinebelstoffe*
   - *Entschäumer*
   - *grenzflächenaktive Substanzen (Tenside)*
   - *Dispersionsmittel*
   - *Emulgatoren*
   - *Lösungsvermittler*
   - *Biozide*

     Siehe auch „Stoffliste für Kühlschmierstoffe nach DIN 51385 für die Metallbearbeitung“ für Informationen zu Einzelstoffen und „Deutsche Forschungsgemeinschaft MAK- und BAT-Werte-Liste, Abschnitt Xc: Kühlschmierstoffe, Hydraulikflüssigkeiten und andere Schmierstoffe“ in der neuesten Ausgabe für weitere Informationen zu Einzelstoffen. Anmerkung: Der Abschnitt Xc beschränkt sich nicht auf Inhaltsstoffe von KSS. Die dort gelisteten Stoffe sind somit nicht zwangsläufig Inhaltsstoffe von KSS.

2. **Aerosole** sind Stoffgemische, die aus einem gasförmigen Dispersionsmittel (z. B. Luft) und flüssigen oder festen (kolloiden) Bestandteilen bestehen. Die dispersen Bestandteile bezeichnet man als Schwebstoffe. Sind sie flüssig, spricht man von Nebel. Sind sie fest, liegen Staub oder Rauch vor.

3. **Alveolengängige Fraktion**: Als alveolengängige Fraktion (A-Fraktion) wird der Massenanteil der Schwebstoffe (siehe **Aerosole**) bezeichnet, der bis in die tiefsten

Atemwege (Alveolen = Lungenbläschen) vordringen kann. Die A-Fraktion ist ein Bestandteil der E-Fraktion.
Handelt es sich um ein festes Aerosol, spricht man auch von A-Staub.

4. **Bearbeitungsmedien** sind alle Medien, die nach DIN 51385 „Bearbeitungsmedien für Umformung und Zerspanung von Werkstoffen − Begriffe“ für diese Einsatzwecke eingesetzt werden. Zu den Bearbeitungsmedien gehören die Kühlschmierstoffe und die Umformschmierstoffe.

5. **Bioaerosole** sind luftgetragene Flüssigkeitströpfchen und feste Partikel, die aus Biostoffen oder ihren Bestandteilen oder Stoffwechselprodukten bestehen oder mit ihnen behaftet sind.

6. **Biofilme** sind Vergesellschaftungen von Bakterien und Schimmelpilzen/Hefen in einem Schleimfilm, die zusammen mit Materialabrieb Ablagerungen innerhalb von Maschinen und Leitungssystemen bilden.

7. **Biologische Arbeitsstoffe (Biostoffe)** im Anwendungsbereich dieser Regel sind Mikroorganismen, zum Beispiel Bakterien, Hefen, Schimmelpilze.

8. **Einatembare Fraktion**: Als einatembare Fraktion (E-Fraktion) wird der Massenanteil an Schwebstoffen (siehe **Aerosole**) bezeichnet, der eingeatmet werden kann. Handelt es sich um ein festes Aerosol, spricht man auch von E-Staub.

9. **Emissionsarme Kühlschmierstoffe** sind Kühlschmierstoffe, deren Emissionen im Vergleich zu nicht emissionsarmen Kühlschmierstoffen geringer sind. Sie bestehen zum Beispiel aus verdampfungsarmen Kohlenwasserstoffen (Mineralöle oder synthetische Öle) oder synthetischen Estern. Die Wirkung wird verstärkt durch den Zusatz von Antinebeladditiven. Grundsätzlich wird empfohlen, den KSS mit dem geringsten Verdampfungsverlust und dem höchsten Flammpunkt bei der vom Bearbeitungsprozess vorgegebenen und nach Möglichkeit hohen Viskosität zu wählen.

   Siehe auch den Anhang 3.2 der DIN EN ISO 19353.

10. **Fachkunde**: Die fachlichen Anforderungen an eine Fachkunde sind abhängig von der Art der Aufgabe. Die Fachkunde kann durch eine Berufsausbildung und/oder

Berufserfahrung oder durch eine berufliche Tätigkeit in Kombination mit einer Fortbildung erworben werden. Die fachkundigen Personen und ihre Vorgesetzten müssen ausreichend belegen können, dass sie über das nötige Wissen und die erforderliche Erfahrung für die entsprechenden Aufgaben verfügen. Es gibt aber keinen behördlich anerkannten Lehrgang, gegebenenfalls mit einer allgemein vorgeschriebenen Prüfung, wie bei der Sachkunde (siehe Punkt 18). In diesem Zusammenhang hat der Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) eine Klarstellung veröffentlicht: Der Besuch einer Fortbildungsveranstaltung allein reicht nicht dazu aus, die Fachkunde gemäß Gefahrstoffverordnung zu erwerben. („Klarstellung des AGS zur Fachkunde für die Gefährdungsbeurteilung nach GefStoffV“, zu finden auf der Internetseite der BAuA, www.baua.de.)

Die Aufgabenfelder der **„fachkundigen Person“** sind grundlegend in der Gefahrstoffverordnung beschrieben. Dazu gehören unter anderem die Erstellung von Gefährdungsbeurteilungen oder Arbeitsplatzbeurteilungen und -messungen (in Zusammenhang mit Gefahrstoffen).

11. **Grundöle (Basisöle)** sind entweder natürliche Kohlenwasserstoffe (Mineralöle), chemisch synthetisierte Kohlenwasserstoffe (Syntheseöle), natürliche Esteröle, zum Beispiel Rapsöl, und synthetische Esteröle, zum Beispiel Trimethylolpropan-Ester. Die Mineralöle bestehen aus paraffinischen, naphthenischen und aromatischen Kohlenwasserstoffen.

12. **Koloniebildende Einheiten (KBE)** ist die „Maßeinheit“ zur quantitativen Angabe nachweisbarer Kolonien, zum Beispiel von Bakterien, Schimmelpilzen/Hefen, auf einem festen Nährmedium. Die Angabe erfolgt in KBE/ml für flüssige Proben oder KBE/m^3 für Luftproben.

13. **Konservierung** im Sinne dieser DGUV Regel ist die Zugabe von Bioziden (nicht zu verwechseln mit Maßnahmen des Korrosionsschutzes).

14. **Kühlschmierstoffe** im Sinne dieser DGUV Regel sind Schmierstoffe, die zum Schmieren oder zum Kühlen und Schmieren bei der spanenden Bearbeitung oder Umformung von Werkstoffen, unter anderem Metalle, Kunststoffe, Glas, Keramik, benutzt werden.

Der Begriff „Kühlschmierstoffe“ (KSS) als Oberbegriff für die Medien, die beim Zerspanen und Umformen eingesetzt werden, wurde nach DIN 51385 durch den Begriff „Bearbeitungsmedien“ abgelöst. In der DIN 51385 „Bearbeitungsmedien für Umformung und Zerspanung von Werkstoffen − Begriffe“ sind mit „Kühlschmierstoffen“ nur noch die Bearbeitungsmedien für die zerspanende Bearbeitung gemeint. Da der alte Oberbegriff „Kühlschmierstoffe“ oder die Abkürzung „KSS“ aber nach wie vor im Sprachgebrauch der *Betriebe gut etabliert ist, wird er auch in dieser Schrift so verwendet.*

15. **Mindermengenkühlschmierung (MKS)** ist die Reduzierung der Umlaufmenge von heutigen Kühlschmierstoffsystemen durch eine gezielte Zufuhr geringerer Mengen Kühlschmierstoff (bis 2 Liter pro Prozessstunde). Die Mindermengenkühlschmierung ist keine Verlustschmierung.

    Ein Beispiel für eine Mindermengenkühlschmierung ist die Zuführung des Kühlschmierstoffs über Schuh-Düsen beim Schleifen, bei der sich die KSS-Menge um bis zu 90 Prozent gegenüber der herkömmlichen Bearbeitung reduzieren lässt.

    Siehe auch DIN 69090 Teil 1 „MMS-Bearbeitungstechnologie – Teil 1: Begriffe und Definitionen“.

16. **Minimalmengenschmierung (MMS)** ist ein Verfahren, bei dem durchschnittlich nicht mehr als 50 ml Schmierstoff je Prozessstunde und Bearbeitungsstelle eingesetzt werden. Die Minimalmengenschmierung ist eine Verlustschmierung.

    Dabei können dem Prozess kurzzeitig bei einzelnen Operationen auch mehr als 150 ml/h Schmierstoff zugeführt werden, zum Beispiel beim Reiben und Schmieren von Werkzeugen mit großem Durchmesser.

    Siehe auch DIN 69090 Teil 1 „MMS-Bearbeitungstechnologie – Teil 1: Begriffe und Definitionen“.

17. **Nichtwassermischbare Kühlschmierstoffe** sind Kühlschmierstoffe, die für die Anwendung nicht mit Wasser gemischt und in der von der Herstellfirma gelieferten Zusammensetzung verwendet werden.

    Nichtwassermischbare Kühlschmierstoffe sind zum Beispiel Hon-, Schneid-, Schleif-, Walz- und Umformöle.

18. **Sachkunde**: Wird im Zusammenhang mit Gefahrstoffen von „Sachkunde“ gesprochen, ist in der Regel die „sachkundige Person“ gemeint. Die Aufgaben einer „sachkundigen Person“ sind zum Beispiel in der Chemikalienverbotsverordnung beschrieben, wie die Einhaltung von Abgabevorschriften für bestimmte, gefährlicher Stoffe.

    Dazu gehören neben giftigen Stoffen, die mit dem Gefahrenpiktogramm GHS06 gekennzeichnet sind, auch krebserzeugende, keimzellmutagene und reproduktionstoxische Stoffe (KMR, engl.: CMR) der Kategorien 1A und 1B, die mit dem Gefahrenpiktogramm GHS08 gekennzeichnet sind und die Gefahrenhinweise H340, H350, H350i, H360, H360F, H360D, H360FD, H360Fd, H360Df H370 oder H372 tragen. Zum Beispiel dürfen Herstell- oder Lieferfirmen bestimmte, nach Biozidverordnung zugelassene Biozide, wie etwa einige Formaldehyddepotstoffe, die Formaldehyd freisetzen, oder auch Gemische, die Borsäure oder bestimmte Borate (Einstufung „H360FD“) enthalten, nur durch sachkundige Personen an Endanwender und Endanwenderinnen abgeben werden.

    Sachkundige müssen sich unter anderem von der Fachkunde des Anwenders oder der Anwenderin überzeugen. Nach der Gefahrstoffverordnung ist zur Erlangung einer Sachkunde eine erfolgreich abgelegte behördliche Sachkundeprüfung notwendig, die ggf. in vorgeschriebenen Zeiträumen zu wiederholen ist.

19. **Schwebstoffe (**siehe **Aerosole)**: Zu den Schwebstoffen gehören Staub, Rauch und Nebel. Von den im Atembereich der Beschäftigten vorhandenen Schwebstoffen wird lediglich ein Teil eingeatmet. Man unterscheidet zwischen der einatembaren Fraktion (E-Fraktion) und der alveolengängigen Fraktion (A-Fraktion).

    Siehe auch Abschnitt 1 Abs. 6 der TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“ zur Definition von Schwebstoffen.

20. **Stoffliste für Kühlschmierstoffe nach DIN 51385 für die Metallbearbeitung:** Dieses ist eine Sammlung von relevanten Kühlschmierstoff-Inhaltsstoffen in verschiedenen Listen, die jährlich aktualisiert und herausgegeben wird.
    Der bearbeitende Arbeitskreis setzt sich aus anwendenden Vertreterinnen und Vertretern, dem UNITI Bundesverband Energie Mittelstand e. V. (UNITI), der Industriegewerkschaft Metall (IGM) und der Berufsgenossenschaft Holz und Metall (BGHM) zusammen.

21. **Systemreinige**r sind flüssige Reinigungsmittel für Kreisläufe mit wassergemischten Kühlschmierstoffen und anderen Bearbeitungsmedien.

    Systemreiniger enthalten grenzflächenaktive Substanzen, Emulgatoren, Korrosionsschutzzusätze, Entschäumer und unter Umständen Biozide. Sie werden dem verbrauchten wassergemischten Kühlschmierstoff vor dem Ablassen zugesetzt, um Verschmutzungen und nicht zu starke Biofilme (siehe Punkt 6) abzulösen und einen schnellen Neubefall mit Mikroorganismen zu verhindern.

22. **Trockenbearbeitung:** Der Begriff „Trockenbearbeitung" bezieht sich auf trockene Späne, Werkzeuge und Bauteile während der Bearbeitung. Es wird von Trockenbearbeitung auch bei Prozessen gesprochen, die absolut trocken verlaufen (ohne jegliche Zugabe von Schmierstoff). Diese Definition der Trockenbearbeitung umfasst auch die Minimalmengenschmierung (MMS).

23. **Verpuffungen** (Deflagrationen) sind Reaktionen von Brenngas-Luft-Gemischen in geschlossenen Behältern, die bei einem sehr geringen zeitlichen Druckanstieg nur eine schwache Druckäußerung zeigen (Explosion als selbstständige Flammenfortpflanzung; max. Druck < 1 bar; Flammenfortpflanzungsgeschwindigkeit bis ~ 10 m/s).

24. **Wassergemischte Kühlschmierstoffe** sind die aus wassermischbaren Kühlschmierstoffen nach Nummer 25 hergestellten Verdünnungen mit Wasser auf die Gebrauchskonzentration.

    Wassergemischte Kühlschmierstoffe werden in der Praxis unter anderem auch als Bohrmilch, Bohremulsion oder Schleifwasser bezeichnet.

    Hinweis: Beim Ansetzen von wassergemischten KSS immer zuerst das Wasser vorlegen und dann das Konzentrat langsam einmischen.

25. **Wassermischbare Kühlschmierstoffe** sind Kühlschmierstoff-Konzentrate, die vor ihrer Verwendung mit Wasser auf die Gebrauchskonzentration verdünnt werden.

3 Allgemeine Anforderungen

3.1 Kühlschmierstoffe

Kühlschmierstoffe müssen dem Stand der Technik entsprechend beschaffen sein, ausgewählt, verwendet und gepflegt werden.

Den Stand der Technik beschreiben zum Beispiel die Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), DGUV Vorschriften, DGUV Regeln und DGUV Informationen, Normen, zum Beispiel DIN-, EN-, ISO-Normen, und VDI-Richtlinien.

Detaillierte Hinweise zu Inhaltsstoffen von Kühlschmierstoffen, die bei der Berücksichtigung des Stands der Technik unterstützen können, sind in der „Stoffliste für Kühlschmierstoffe (KSS) nach DIN 51385 für die Metallbearbeitung“ zu finden.

> *Siehe zum Beispiel unter www.igmetall.de, www.dguv.de.*

3.2 Anlagentechnik

Kühlschmierstoff-Kreisläufe, Bearbeitungsstellen und lufttechnische Anlagen in Maschinen und Anlagen, in denen Kühlschmierstoffe bei der spanenden und umformenden Be- und Verarbeitung von Werkstoffen verwendet werden oder die mit Kühlschmierstoffen in Berührung kommen, müssen den grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen des § 3 der 9. Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Maschinenverordnung) entsprechen.

> *Siehe auch VDI 3035 Blatt 1 „Gestaltung von Werkzeugmaschinen, Fertigungsanlagen und peripheren Einrichtungen für den Einsatz von Bearbeitungsmedien (Kühlschmierstoffe, Umformschmierstoffe)“.*

4 Hinweise zur Informationsermittlung

4.1 Sicherheitsdatenblatt

Das Sicherheitsdatenblatt muss entsprechend Artikel 31 und Anhang II der REACH-Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 in Verbindung mit § 5 der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV), sowie den „Leitlinien zur Erstellung von Sicherheitsdatenblättern“ der Europäischen Chemikalienagentur und der TRGS 220 „Nationale Aspekte beim Erstellen von Sicherheitsdatenblättern“ erstellt sein. Das Sicherheitsdatenblatt muss aktuell sein.

Das Sicherheitsdatenblatt enthält Angaben wie:

- *Datum der Erstellung*
- *Bezeichnung des Kühlschmierstoffs*
- *Name und Anschrift des Lieferanten*
- *Einstufung des Stoffes oder Gemisches*
- *Hinweise auf die besonderen Gefahren (H-Sätze), Sicherheitsratschläge (P-Sätze), Gefahrenpiktogramme und Signalworte, Gefahren- und Sicherheitshinweise*
- *gefährliche Stoffe im Einzelnen mit ihren jeweiligen Konzentrationen oder Konzentrationsbereichen*
- *Kühlschmierstoffbestandteile, die in den Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS 900) „Arbeitsplatzgrenzwerte“ und/oder (TRGS 907) „Verzeichnis sensibilisierender Stoffe und von Tätigkeiten mit sensibilisierenden Stoffen“ als sensibilisierend und/oder hautresorptiv gekennzeichnet sind und/oder für die es verbindliche Arbeitsplatzgrenzwerte (BOELV) der EU gibt*
- *Kühlschmierstoffbestandteile mit Arbeitsplatzgrenzwerten (AGW), Expositions-Risiko-Beziehungen (ERB) oder biologischen Grenzwerten (BGW)*
- *Erste-Hilfe-Maßnahmen*
- *Hinweise für die Lagerung*
- *Maßnahmen bei Leckagen*
- *geeignete persönliche Schutzausrüstungen*
- *pH-Wert*
- *Farbe und Geruch*
- *Entsorgungsmaßnahmen*
- *Wassergefährdungsklasse*

Bei nichtwassermischbaren Kühlschmierstoffen enthält das Sicherheitsdatenblatt folgende zusätzliche Angaben:

- *Dichte bei 15 °C in kg/m³*
- *Siedebereich bei 1013 hPa (mbar) Luftdruck*
- *kinematische Viskosität bei 40 °C in mm²/s (cSt) oder bei 20 °C, wenn die kinematische Viskosität bei 40 °C kleiner als 10 mm²/s ist*
- *Dampfdruck bei 20 °C in hPa*
- *Flammpunkt in °C*
- *Zündtemperatur in °C*
- *Chlorgehalt als Massenanteil, wenn ≥ 0,2 % (siehe auch Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz)*

Bei wassermischbaren Kühlschmierstoffen sind folgende zusätzliche Angaben enthalten:

- *Gehalt an sekundären Aminen nach Nummer 4.2 Abs. 2 der Technischen Regel für Gefahrstoffe (TRGS 611) „Verwendungsbeschränkungen für wassermischbare bzw. wassergemischte Kühlschmierstoffe, bei deren Einsatz N-Nitrosamine auftreten können“*

4.2 Weitere Angaben zu Kühlschmierstoffen

Für Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen sind für den sicheren Umgang Angaben hilfreich, die zum Beispiel in einem Produktdatenblatt von der Lieferfirma bereitgestellt werden können.

Das Produktdatenblatt kann Angaben enthalten wie:

- *Hinweise auf die Verwendung*
- *Aussehen*
- *Farbe und Geruch*
- *Gebrauchskonzentration*
- *Hinweise für die Prüfung wassergemischter Kühlschmierstoffe*
- *Hinweise zur Reinigung und Behandlung einer mikrobiellen Besiedlung des Kühlschmierstoff-Kreislaufs mit Biozid bei wassergemischten Kühlschmierstoffen*
- *Hinweise für die Lagerung*
- *Verdampfungsverlust*

- *Gehalt organischer Halogenverbindungen (AOX, adsorbierbare organisch gebundene Halogene)*
- *pH-Wert*

> *Siehe auch § 5 der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) und TRGS 509 „Lagern von flüssigen und festen Gefahrstoffen in ortsfesten Behältern sowie Füll- und Entleerstellen für ortsbewegliche Behälter“ oder TRGS 510 „Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern“.*

4.3 Überwachung der Luft in Arbeitsbereichen

Zur Überwachung der Konzentration von Gefahrstoffen in der Luft in Arbeitsbereichen sind geeignete Methoden nach TRGS 402 „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Expositionen“ einzusetzen.

Zur Überwachung der Exposition gegenüber KSS-Inhaltsstoffen sind in der Regel Messungen der zu überwachenden Parameter („Grenzwerte“) nach Abschnitt 8 des Sicherheitsdatenblattes geeignet. Bestandteil der Exposition-Überwachung ist hierbei auch die Messung von Kühlschmierstoffdämpfen und -aerosolen (Summenwerte), den sogenannten Expositionsbegrenzungswerte (EW).

> *Siehe auch Abschnitt 5.1.2.1 dieser DGUV Regel.*

Berechnungsverfahren haben sich in der Vergangenheit als nicht geeignet herausgestellt, da besonders die Emissionsraten von Bearbeitungsverfahren nicht oder nur unzureichend bekannt sind.

Für nicht mineralölbasierte Kühlschmierstoffe sind zurzeit keine geeigneten Summenmessverfahren verfügbar, so dass die Bewertung der Exposition dann allein über die einzelnen Inhaltsstoffe erfolgen muss.

Ist für einzelne Inhaltsstoffe kein geeignetes Messverfahren verfügbar, sind andere geeignete Methoden der Expositionsermittlung heranzuziehen.

Stehen weder für einzelne Inhaltsstoffe noch für Kühlschmierstoffdampf und -aerosol (Summenwert) geeignete Messmethoden nach TRGS 402 zur Verfügung, orientiert sich die Bewertung der Exposition am beschriebenen Stand der Technik.

> *Siehe auch Abschnitt 6.4.1 und Anhang 5 dieser DGUV Regel.*
>
> *Zu den Messverfahren siehe auch https://www.baua.de/DE/Die-BAuA/Aufgaben/Geschaeftsfuehrung-von-Ausschuessen/AGS/pdf/Messverfahren.*

Im Fall der Messung von Kühlschmierstoffen sind geeignete Messverfahren, wie zum Beispiel die von der DFG veröffentlichten Methode „Kühlschmierstoffaerosole und dämpfe“ oder die in der IFA-Arbeitsmappe genannten Methoden „Kühlschmierstoffe“, heranzuziehen.

> *Siehe auch Anhang 1 „Umsetzung der Basismaßnahmen: Leitfaden zur Messung und messtechnischen Wirksamkeitskontrolle“.*

Liegen gesicherte Erkenntnisse über die Schwankungsbreite der Kühlschmierstoffkonzentration bei normalem Arbeitsablauf vor, können Kontrollmessungen auf wenige repräsentative Messorte oder sogar nur auf einen Messort verdichtet werden.

4.4 Stoffbeschränkungen, Stoffverbote sowie krebserzeugende, keimzellmutagene und reproduktionstoxische Stoffe der Kategorien 1A und 1B („KMR“-Stoffe)

4.4.1 Regelungen nach Gefahrstoffverordnung und TRGS

Die Unternehmensleitung muss dafür sorgen, dass

- nur wassermischbare oder wassergemischte Kühlschmierstoffe verwendet werden, die der TRGS 611 entsprechen,
- nur nichtwassermischbare Kühlschmierstoffe verwendet werden, deren Massengehalt an Benzo(a)pyren weniger als 0,005 % (50 ppm) beträgt.

Siehe auch Anhang II Nr. 4 und 6 der Gefahrstoffverordnung und Abschnitt 4 der Technischen Regel für Gefahrstoffe „Verzeichnis krebserzeugender, keimzellmutagener oder reproduktionstoxischer Stoffe“ (TRGS 905).

Siehe auch §§ 10 und 10a der Gefahrstoffverordnung zu besonderen Schutzmaßnahmen und besonderen Aufzeichnungs-, Mitteilungs- und Unterrichtungspflichten bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden, keimzellmutagenen oder reproduktionstoxischen Gefahrstoffen der Kategorie 1A oder 1B.

Siehe auch Abschnitt 7.4.3 dieser DGUV Regel zu den besonderen Aufzeichnungspflichten.

Hinweise zur Bildung von N-Nitrosaminen

Nach der Technischen Regel für Gefahrstoffe TRGS 611 „Verwendungsbeschränkungen für wassermischbare bzw. wassergemischte Kühlschmierstoffe, bei deren Einsatz N-Nitrosamine auftreten können“ dürfen wassergemischte Kühlschmierstoffe nicht mehr als 20 mg/l Nitrit und keine sekundären Amine, aus denen krebserzeugende N-Nitrosamine entstehen können, als Komponente enthalten.

In Bezug auf N-Nitrosamine ist NDELA (N-Nitrosodiethanolamin) die Leitkomponente bei wassergemischten Kühlschmierstoffen. Die Kennzeichnungsgrenze im Gemisch liegt bei 5 mg/kg (0,0005 %).

NDELA kann aus dem sekundären Amin Diethanolamin und nitrosierenden Agenzien, wie Nitrit, entstehen. Hierbei ist zu beachten, dass sekundäre Amine und nitrosierende Agenzien auch ungewollt eingeschleppt werden können, zum Beispiel über anhaftenden Korrosionsschutz.

Ausnahmeregelungen bestehen bei Anwesenheit eines geeigneten Inhibitors.

Bei Überschreitung des Nitritgrenzwerts von 20 mg/l ist selbst bei Anwesenheit eines geeigneten Inhibitors die Quelle der Nitritbildung zu identifizieren und möglichst abzustellen. Die Vorgaben der TRGS 611 sind zu beachten.

Aus derzeit vorliegenden Erfahrungen aus der Praxis kann geschlossen werden, dass die Wirksamkeit geeigneter Inhibitoren bis in den Konzentrationsbereich von bis zu 100 mg/l Nitrit ausreichend ist. Bei höheren Nitritkonzentrationen ist eine Einzelfallprüfung notwendig.

Nach der Technischen Regel für Gefahrstoffe TRGS 611 „Verwendungsbeschränkungen für wassermischbare bzw. wassergemischte Kühlschmierstoffe, bei deren Einsatz N-Nitrosamine auftreten können" darf der Nitratgehalt des Ansetzwassers 50 mg/l nicht überschreiten. Der Nitratgehalt des Ansetzwassers ist von Zeit zu Zeit zu prüfen oder beim zuständigen Wasserwerk zu erfragen.

Wasser aus dem öffentlichen Netz (Wasserwerk) enthält in der Regel kaum Nitrit. Der Grenzwert der Trinkwasserverordnung beträgt 0,1 mg/l.

Wasser aus dem nichtöffentlichen Netz, zum Beispiel aus werkseigenen Brunnen oder aus Flüssen, kann Nitrat und Nitrit auch oberhalb der Grenzwerte der Trinkwasserverordnung enthalten und muss daher im Einzelfall geprüft werden.

Siehe auch Fachbereich AKTUELL FBHM-045 „Inhibitoren der Nitrosaminbildung".

Hinweis zu Basisölen, die arm an polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen sind:
Erfahrungsgemäß entstehen polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK; Leitsubstanz Benzo(a)pyren) bei Gebrauch von nichtwassermischbaren Kühlschmierstoffen nicht in kritischen Konzentrationen, wenn deren mineralische Basisöle raffiniert und/oder hydriert sind (DMSO-Extrakt vom Basisöl < 3 % nach der Norm IP 346).

4.4.2 Regelungen nach CLP-Verordnung

Die Unternehmensleitung sollte dafür sorgen, dass nur Kühlschmierstoffe verwendet werden, die im Anlieferungszustand jeweils weniger als 0,1 Massen-% sonstige krebserzeugende, 0,1 Massen-% keimzellmutagene und 0,3 Massen-% reproduktionstoxische Stoffe enthalten. Abweichungen davon sind in Anhang VI der EG-Verordnung 1272/2008 (CLP) geregelt.
Abweichungen gibt es zum Beispiel bei Formaldehyddepotstoffen. Sie werden nach der maximal freiwerdenden Formaldehydmenge eingestuft.

Für den Fall der Überschreitung sind die Vorgaben des § 10 der Gefahrstoffverordnung zu beachten.

Weitere Informationen sind unter anderem in den Beiträgen auf der Internetseite des Themenfelds „Kühlschmierstoff, Metalle in der Metallbranche“ des Sachgebiets „Maschinen, Robotik und Fertigungsautomation“ des Fachbereichs HM der DGUV (www.dguv.de) und in der „Stoffliste für Kühlschmierstoffe nach DIN 51385 für die Metallbearbeitung“ aufgeführt.

4.4.3 Regelungen nach der REACH-Verordnung

Die Unternehmensleitung muss dafür sorgen, dass Kühlschmierstoffe verwendet werden, die im Anlieferungszustand keine Stoffe enthalten, die nach Anhang XIV (Zulassungspflichtige Stoffe) nicht für die Verwendung in Kühlschmierstoffen autorisiert sind und/oder nach Anhang XVII (Liste der anwendungs- und herstellungsbeschränkten Stoffe) der REACH-Verordnung (EG) 1907/2006 für die Verwendung in Kühlschmierstoffen verboten sind. Das kann zum Beispiel durch eine Bestätigung der Lieferfirma sichergestellt werden, wenn es Unklarheiten gibt.

> *Siehe auch Artikel 33 (2) der REACH-Verordnung zu den Auskunftspflichten von Händlern, Herstellern und Importeuren.*

SVHC-Kandidatenstoffe für den Anhang XIV sind von dieser Regelung ausgenommen, müssen aber im Sicherheitsdatenblatt genannt werden. SVHC-Stoffe (Substances of Very High Concern) sind besonders besorgniserregende Stoffe nach Artikel 33 der REACH-Verordnung.

> *Siehe auch EG-Verordnung 2019/1021 Anhang I über persistente organische Schadstoffe.*

4.4.4 Entstehung oder Freisetzung von krebserzeugenden Gefahrstoffen

Die Unternehmensleitung muss dafür sorgen, dass bei Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen bei der Bearbeitung von speziellen Materialien (z. B. Hartmetalle, Bronzen, Keramiken, Gläser) die Möglichkeit des Auftretens von krebserzeugenden Gefahrstoffen beachtet wird. Das ist dann in der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen, so dass geeignete Schutzmaßnahmen getroffen werden.

Als krebserzeugend sind zum Beispiel die Metalle Beryllium, Cadmium, Cobalt sowie Nickelverbindungen eingestuft.

> *Siehe auch TRGS 561 „Tätigkeiten mit krebserzeugenden Metallen und ihren Verbindungen“.*
>
> *Siehe auch §§ 10 und 10a der Gefahrstoffverordnung zu besonderen Schutzmaßnahmen und besonderen Aufzeichnungs-, Mitteilungs- und Unterrichtungspflichten bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden, keimzellmutagenen oder reproduktionstoxischen Gefahrstoffen der Kategorie 1A oder 1B.*

4.5 Zusätze zu Kühlschmierstoffen

Alle während der Anwendung des Kühlschmierstoffs zugegebenen Stoffe oder Gemische, die unter Umständen auch zu einer Gefährdung führen können, sind zu dokumentieren.

Typische Stoffe sind zum Beispiel Biozide oder Alkalisatoren.

Die Anwendung der Stoffliste für Kühlschmierstoffe nach DIN 51385 wird empfohlen.

> *Siehe zum Beispiel unter www.igmetall.de, www.dguv.de.*

5 Gefährdungsbeurteilung

Die Unternehmensleitung hat eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen, unter anderem nach § 5 Arbeitsschutzgesetz.

Bei Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen sind dabei besonders die Vorgaben der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV), der Biostoffverordnung (BioStoffV), der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) und der Arbeitsmedizinischen Vorsorgeverordnung (ArbMedVV) zu berücksichtigen und die erforderlichen Maßnahmen umzusetzen.

Die Gefährdungsbeurteilung ist vor der Aufnahme von Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen durchzuführen und die erforderlichen Schutzmaßnahmen sind umzusetzen.

5.1 Gefahrstoffverordnung

Die Unternehmensleitung muss dafür sorgen, dass das Ausmaß der Gefährdungen nach § 6 der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) in Verbindung mit der TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ fachkundig beurteilt und dokumentiert wird. Die Beurteilung bezüglich der Gefährdung durch Hautkontakt und durch inhalative Exposition werden durch die TRGS 401 „Gefährdung durch Hautkontakt – Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen“ und die TRGS 402 „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition“ konkretisiert.

Hinsichtlich der physikalisch-chemischen Gefährdungen durch Brand- und Explosionsgefahren erfolgt die Konkretisierung unter anderem durch die TRGS 720 „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines“ (und folgende TRGS 721 bis 725) und die TRGS 800 „Brandschutzmaßnahmen“.

Bei der Gefährdungsbeurteilung sind folgende Kriterien zu berücksichtigen:

- *gefährliche Eigenschaften der Stoffe oder Gemische, einschließlich ihrer physikalisch-chemischen Wirkungen*
- *Informationen der Lieferfirma zum Gesundheitsschutz und zur Sicherheit, besonders im Sicherheitsdatenblatt gemäß der Gefahrstoffverordnung*
- *Ausmaß, Art und Dauer der Exposition unter Berücksichtigung aller Expositionswege (Einatmen, Hautkontakt, Verschlucken); dabei sind die Ergebnisse der Ermittlung nach der Gefahrstoffverordnung zu berücksichtigen*

- *Möglichkeiten einer Substitution*
- *Arbeitsbedingungen und Verfahren, einschließlich der Arbeitsmittel und der Gefahrstoffmenge*
- *Arbeitsplatzgrenzwerte, andere verbindliche Beurteilungsmaßstäbe und biologische Grenzwerte*
- *Wirksamkeit der getroffenen oder zu treffenden Schutzmaßnahmen*
- *Allgemeine arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung (inkl. Anspruch auf arbeitsmedizinische Vorsorge)*
- *Schlussfolgerungen aus der durchgeführten arbeitsmedizinischen Vorsorge*

Für unterschiedliche Tätigkeiten (zum Beispiel Neuansatz, Maschinenbedienung, Wartung, Prüfung, Reinigung, Desinfektionsmaßnahmen) müssen entsprechende Gefährdungsbeurteilungen mit jeweils angepassten Schutzmaßnahmen durchgeführt werden.

Hinweise zur Gefährdungsbeurteilung bei speziellen Fertigungsverfahren
Beim Einsatz spezieller Fertigungsverfahren (zum Beispiel Hochdruckverfahren) ist zu beachten, dass sich zusätzliche oder andere Gefährdungen ergeben können, beispielsweise wenn Kühlschmierstoffe mit erhöhtem Druck zugeführt werden.

Ein höherer KSS-Druck führt aber in der Regel zu einer größeren Menge an Kühlschmierstoffaerosol und damit auch an Kühlschmierstoffdampf.

Hier eine Übersicht zur Definition des KSS-Drucks:

Niederdruck:	*bis 16 bar*
Hochdruck:	*16–120 bar*
Ultrahochdruck:	*>120 bar*

Bei der normalen, weniger zielgerichteten Überflutungskühlung entstehen Temperaturen bis 900 °C in der Bearbeitungszone. Es bildet sich eine Dampfschicht aus verdampftem KSS, die eine Isolierung darstellt.

Durch eine gezielte Zuführung des KSS mit Druckerhöhung von 60 bar auf zum Beispiel 80 oder 120 bar wird eine deutliche Absenkung der Temperatur erreicht. Die Wärme wird aufgrund von Verdunstung und Wärmeleitung (Hauptaufgabe eines KSS) über den KSS abgeführt.

Eine Erhöhung auf über 120 bar (bis zu 300 bar möglich) bringt nur noch geringe Vorteile, was in keinem Verhältnis zum Energieaufwand steht.

Zusätzlich bewirkt eine Druckerhöhung die Bildung kleinerer Späne. Diese rollen sich kleiner auf und brechen schneller.

Je höher die Drücke sind, desto feiner wird das Medium zerstäubt, das heißt, desto höher ist der Anteil an alveolengängiger Fraktion.

Bei Verwendung nichtwassermischbarer KSS kann durch die Druckerhöhung auch das Brand- und Explosionsrisiko steigen.

Aufgrund der kleineren Spanform muss der Bearbeitungsprozess seltener angehalten werden und die Beschäftigten müssen weniger in den Maschineninnenraum eingreifen, um die Späne-Nester zu entfernen.

Auch der KSS-Volumenstrom und die Auslassöffnung der KSS-Düse hat eine positive Auswirkung auf die Spanform:

- *konstruktiv ausgerichtete KSS-Zuführung*
- *maximal wirksamer Volumenstrom angepasst an die Schnittbedingungen*
- *Ziel ist so viel KSS wie nötig, nicht so viel wie möglich*

Bei weiteren Verfahren, wie zum Beispiel Sintern oder 3D-Druck, werden keine oder weniger KSS verwendet. Der Einsatz dieser präziseren Urformverfahren kann zur Folge haben, dass weniger mechanisch nachbearbeitet werden muss und somit weniger Kontakt zum KSS besteht (Minimierung/Substitution)

Hier muss bei der Gefährdungsbeurteilung auf mögliche Metall- und andere Emissionen geachtet werden.

5.1.1 Hautgefährdungen

Beruflich bedingte Hauterkrankungen sind zu 90 % Ekzeme (Entzündungsreaktion der Haut). Betroffen sind meistens die Hände, da sie am häufigsten den schädigenden Einflüssen ausgesetzt sind. Einer der wesentlichen Auslöser von Hauterkrankungen sind Kühlschmierstoffe. Die Ursachen für Hautgefährdungen bei Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen sind vielfältig (Abb. 1).

Abb. 1 Ursachen für Hautgefährdungen bei Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen

Im Zusammenhang mit Kühlschmierstoffen ist das **irritative Kontaktekzem** (Abnutzungsdermatose) die am häufigsten auftretende Ekzemform. Es handelt sich dabei um eine Überbelastung der Haut durch die wiederkehrende Belastung mit schwach hautschädigenden und/oder hautreizenden Stoffen. Erste Anzeichen können Rötungen, Schuppung, Bläschen, verbunden mit Juckreiz oder Brennen sein.

Für die Entstehung des irritativen Kontaktekzems bei Tätigkeiten mit wassergemischten Kühlschmierstoffen spielt die Feuchtarbeit eine wesentliche Rolle.

Für Zerspanungsmechanikerinnen und Zerspanungsmechaniker liegt in der Regel eine Gefährdung durch Feuchtarbeit vor.

Eine Definition gibt die TRGS 401. Demnach liegt eine Gefährdung durch Feuchtarbeit vor, wenn die Beschäftigten tätigkeitsbedingt

- Hautkontakt mit Wasser oder wässrigen Flüssigkeiten von regelmäßig mehr als zwei Stunden pro Arbeitstag haben oder
- Hautkontakt mit Wasser oder wässrigen Flüssigkeiten haben und im häufigen Wechsel flüssigkeitsdichte Schutzhandschuhe tragen (> 10-mal pro Arbeitstag) oder
- ihre Hände mindestens 15-mal pro Arbeitstag waschen oder
- flüssigkeitsdichte Schutzhandschuhe tragen und im häufigen Wechsel ihre Hände waschen (> 5-mal pro Arbeitstag).

Bei der Anwendung von reibekörper- oder lösemittelhaltigen Hautreinigungsmitteln kann es bereits bei einer geringeren Waschfrequenz tätigkeitsbedingt zu Schädigungen der Hautbarriere und damit zu einer Gefährdung durch Feuchtarbeit kommen.

Vergleicht man die beiden Feuchtbelastungen „Feuchtwerden der Haut durch das Tragen von flüssigkeitsdichten Schutzhandschuhen“ und „Wasserkontakt“, führt der Wasserkontakt zu einer deutlich stärkeren Hautbelastung mit Barriereschädigung als es durch das Tragen von Schutzhandschuhen der Fall ist. Die Benutzung flüssigkeitsdichter Schutzhandschuhe ist daher dem direkten Kontakt mit Wasser vorzuziehen.

Das ausschließliche Tragen von flüssigkeitsdichten Schutzhandschuhen ohne weitere mechanische oder gefahrstoffliche Beanspruchung zählt nicht zur Feuchtarbeit. Das Tragen von flüssigkeitsdichten Schutzhandschuhen ohne Wechsel über mehr als vier Stunden pro Arbeitstag ist aber als belastend im Sinne der Gefahrstoffverordnung anzusehen. Dies darf keine Dauermaßnahme sein und ist für die Beschäftigten auf das unbedingt erforderliche Minimum zu begrenzen.

Da die Haut nach dem Tragen von flüssigkeitsdichten Schutzhandschuhen empfindlicher auf Wasser oder irritative Flüssigkeiten reagiert, zählt das Handschuhtragen nur dann zur Feuchtarbeit, wenn Wechselbelastungen, zum Bespiel Tragen von Handschuhen und Wasserkontakt, wie beim Händewaschen, vorliegen. Bei Zerspanungsmechanikerinnen

und Zerspanungsmechanikern sind daher in der Regel die Kriterien der Feuchtarbeit erfüllt (vgl. TRGS 401, Anhang 1).

Abschnitt 3.3.6 der TRGS 401 enthält ein anschauliches Ablaufschema zur Ermittlung, ob Feuchtarbeit vorliegt.

Gemäß ArbMedVV haben Arbeitgebende bei Feuchtarbeit von regelmäßig mehr als zwei Stunden je Tag die arbeitsmedizinische Vorsorge anzubieten. Bei Feuchtarbeit von regelmäßig vier Stunden oder mehr je Tag ist die Pflichtvorsorge zu veranlassen. Details zu den Vorsorgeanlässen sind in der TRGS 401, Abschnitt 7 aufgeführt.

→ *Zusätzliche Informationen finden Sie im Abschnitt 5.4 „Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV)“.*

Die Hautgefährdung durch Feuchtarbeit wird verstärkt durch entfettend wirkende Stoffe im Wasser, zum Beispiel in wassergemischten Kühlschmierstoffen oder Reiniger, sowie:

- zu hohe Konzentrationen wassergemischter Kühlschmierstoffe
- Eintrocknen oder Aufkonzentrieren von wassergemischten Kühlschmierstoffen auf Haut und Kleidung (Bildung von „Sekundärkonzentrat“) oder auf Maschinen, Werkzeugen und Werkstücken
- Biozide (im Falle von Überdosierungen oder beim Handling von Konzentraten)
- niedrigviskose Öle (< 7 mm^2/s bei 40 °C)
- Stoffe oder Gemische mit dem EUH-Satz 66 „Wiederholter Kontakt kann zu spröder und rissiger Haut führen“
- Stoffe oder Gemische mit dem H-Satz 315 „Verursacht Hautreizungen“, z. B. Konzentrate oder bestimmte nichtwassermischbare Kühlschmierstoffe mit einem Flammpunkt < 100 °C

Daneben können mechanische Einwirkungen zu Mikroverletzungen, Stichen oder Schnitten führen und dadurch das Entstehen von Hauterkrankungen begünstigen.
Zu den mechanischen Gefährdungen gehören zum Beispiel:

- Kontakt mit rauen, scharfkantigen Objekten, z. B. Spänen, scharfen Blechkanten Graten, Werkstoffabrieb, z. B. Metallstäuben (auch in Reinigungstüchern)
- Umgang mit Metallschwämmen, z. B. bei Reinigungsarbeiten
- Hautreinigung mit reibekörperhaltigen Hautreinigungsmitteln oder Bürsten

Im Vergleich zum irritativen Kontaktekzem tritt das **allergische Kontaktekzem** wesentlich seltener auf. Es handelt es sich dabei um eine besondere Entzündungsbereitschaft der Haut gegenüber einem oder mehreren Stoff(en). Eine Allergie bleibt ein Leben lang bestehen.

Für die Entstehung von allergischen Hauterkrankungen im Zusammenhang mit Kühlschmierstoffen sind oft folgende Stoffe und Gemische verantwortlich:

- bestimmte Biozide
- bestimmte Duftstoffe (Geruchsüberdecker)
- von Werkstücken eingetragene Metall-Ionen, z. B. Cobalt-, Nickel-, Chrom-VI-Ionen
- Stoffe und Gemische mit dem H-Satz 317 „Kann allergische Hautreaktionen verursachen“

Das **akut-toxische Ekzem** entsteht im Zusammenhang mit Kühlschmierstoffen nur selten. Es ist meist die Folge einer kurzzeitigen, starken Einwirkung hautschädigender Stoffe, zum Beispiel Säuren oder Laugen.

Akut-toxische Ekzeme können beispielsweise entstehen durch unsachgemäße Verwendung von

- Additiven zur Alkalisierung,
- Systemreinigern,
- Bioziden,
- Stoffen oder Gemischen mit dem H-Satz 314 „Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden“.

Hautgefährdungen können durch Substitution, technische, organisatorische und persönliche Schutzmaßnahmen wesentlich verringert werden. Weitere Informationen liefern Abschnitt 6.6 und folgende Schriften:

- DGUV Information 212-017 „Auswahl, Bereitstellung und Benutzung von beruflichen Hautmitteln“
- DGUV Information 209-022 „Hautschutz an Holz- und Metallarbeitsplätzen“
- DGUV Information 212-007 „Chemikalienschutzhandschuhe“
- DGUV Regel 112-195 „Benutzung von Schutzhandschuhen“
- BG RCI Merkblatt A 023 „Hand- und Hautschutz“

Hauttestungen durch die Kühlschmierstoff-Herstellfirmen können einen Hinweis auf die irritierende Wirkung eines Kühlschmierstoffs geben. Die Ergebnisse zum Beispiel aus dem OECD 439-Test oder dem BUS-Test haben sich in diesem Zusammenhang als geeignet erwiesen. Der OECD 439-Test wird mit künstlich gezüchteten Hautzellen durchgeführt. Der BUS-Test wird inzwischen nicht mehr durchgeführt. Beide Tests treffen allerdings keine Aussagen zu einem sensibilisierenden Potenzial des Kühlschmierstoffs; diese Aussagen wären zurzeit nur aufgrund von Tierversuchen möglich. Daher sind solche Sensibilisierungstests nur unter sehr hohen Auflagen zulässig.

5.1.2 Gefährdungen innerer Organe oder der Atemwege

Gefährdungen innerer Organe oder der Atemwege können durch Hautresorption von Kühlschmierstoffbestandteilen oder durch Einatmen von Kühlschmierstoffdampf und -aerosol oder Verschlucken von Kühlschmierstoffen entstehen und hängen zum Beispiel von folgenden Bedingungen ab:

- Konzentration von Kühlschmierstoffdampf und -aerosol in der Atemluft
- Konzentration krebserzeugender Metalle, z. B. Nickeloxide, Beryllium, Cobalt oder Cadmium, die bei der Bearbeitung spezieller Legierungen in das Kühlschmierstoff-Aerosol gelangen können
- Konzentration von toxischen Verbindungen wie Phosphin (PH_3, knoblauchartiger Geruch). Es entsteht auf Spänen oder Staub, die durch die Reaktion von enthaltenem Phosphor, Magnesium und Wasser (wassergemischter KSS) bei der Zerspanung von Sphäroguss („GGG“) oder bestimmten Magnesiumlegierungen anfallen. Kritisch können auch Späne- oder Staubansammlungen in Behältern im Kontakt mit Wasser sein, die deshalb regelmäßig und rechtzeitig aus dem Arbeitsbereich entfernt werden sollten. Siehe auch *Abschnitt 6.4.1*, Tabelle „Basismaßnahmen“, dieser DGUV Regel.
- Konzentration krebserzeugender N-Nitrosamine der Kategorien 1A oder 1B, die sich in wassergemischten Kühlschmierstoffen aus nitrosierbaren sekundären Aminen bilden können; siehe Technische Regeln für Gefahrstoffe TRGS 552 „Nitrosamine“ und TRGS 611 „Verwendungsbeschränkungen für wassermischbare bzw. wassergemischte Kühlschmierstoffe, bei deren Einsatz N-Nitrosamine auftreten können“

- Vorliegen von organschädigenden Stoffen, die über die Haut aufgenommen werden können (hautresorptive Stoffe). Sie müssen entsprechend der TRGS 401 „Gefährdung durch Hautkontakt – Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen“ ebenfalls berücksichtigt werden
- Nahrungsmittel- und Getränkeaufnahme im Arbeitsbereich, evtl. mit verschmutzten Händen

5.1.2.1 Maßstäbe zur Beurteilung der inhalativen Exposition

Zur Beurteilung der inhalativen Exposition und zur Überprüfung der Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen sind nach TRGS 402 verbindliche Beurteilungsmaßstäbe (zukünftig: Grenzwerte und Konzentrationen) heranzuziehen:

- Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) nach TRGS 900
- Akzeptanz- und Toleranzkonzentrationen für krebserzeugende Stoffe nach TRGS 910
- Beurteilungsmaßstäbe aus stoffspezifischen TRGS zur Auslösung von Maßnahmen oder Begrenzungen der Exposition (z. B. Stand der Technik)
- verbindliche Grenzwerte der EU in Anhang III der Richtlinie 2004/37/EG (BOELV, binding occupational exposure limit values)

Sind keine verbindlichen Beurteilungsmaßstäbe vorhanden, können nach entsprechend fachkundiger Bewertung folgende Beurteilungsmaßstäbe zur Bewertung der Exposition herangezogen werden:

- Grenzwertvorschläge der ständigen Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe („MAK-Kommission“) bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG)
- Grenzwerte für chemische Belastungen am Arbeitsplatz anderer wissenschaftlicher Expertenkommissionen oder anderer Länder. Eine Zusammenstellung internationaler Grenzwerte enthält die Datenbank „GESTIS Internationale Grenzwerte für chemische Substanzen“ des IFA
- „Derived no-effect-levels“ (DNEL) nach der REACH-Verordnung
- firmeninterne oder branchenweite Beurteilungswerte, die im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung festgelegt wurden (z. B. nach dem Konzept zur Ableitung von Arbeitsplatzgrenzwerten gemäß BekGS 901 „Kriterien zur Ableitung von Arbeitsplatzgrenzwerten“)

Neben vorstehenden Beurteilungsmaßstäben, die in der Gefährdungsbeurteilung zu priorisieren sind, sind zusätzlich spezifische Expositionsbegrenzungswerte (EW) nach Tabelle 1 dieser DGUV Regel zu berücksichtigen.

Bei den Expositionsbegrenzungswerten handelt es sich nicht um gesundheitsbasiert abgeleitete Grenzwerte. Das heißt, auch bei Einhaltung dieser Werte sind gesundheitliche Gefährdungen für die Beschäftigten nicht auszuschließen. Bis zur Etablierung gesundheitsbasiert abgeleiteter toxikologisch-arbeitsmedizinischer Grenzwerte stellen diese Werte ein Hilfsmittel zur Beurteilung der Umsetzung der in dieser DGUV-Regel beschriebenen Maßnahmen dar. Betriebe, die die beschriebenen Maßnahmen dieser Regel umsetzen, ist es möglich, diese Werte zu unterschreiten. Möglichkeiten zur weiteren Reduzierung der Konzentrationen der Kühlschmierstoffe in der Luft sind zu nutzen.

Folgende Konzentrationen, bezeichnet als Expositionsbegrenzungswerte (EW) von Kühlschmierstoffdampf und -aerosol in der Luft in Arbeitsbereichen, können nach dem derzeitigen Stand der Technik in den betroffenen Branchen und Bereichen unterschritten werden, wenn die in dieser DGUV Regel beschriebenen Schutzmaßnahmen umgesetzt wurden.

Bei sicherer Unterschreitung dieser Konzentrationen ist davon auszugehen, dass nach dem „Abgestuften Konzept“ keine über die Basismaßnahmen hinausgehenden Maßnahmen notwendig sind, wenn keiner der oben genannten verbindlichen Beurteilungsmaßstäbe überschritten ist.

> *Siehe auch Anhang 5 zum Abgestuften Konzept und Abschnitt 6.4.1 zu den Basismaßnahmen dieser DGUV Regel.*

Die Schutzmaßnahmen sind mit dem fortschreitenden Entwicklungsstand der Technik regelmäßig zu prüfen und gegebenenfalls anzupassen. Eine weitere Absenkung der Exposition ist anzustreben.

Tabelle 1 Expositionsbegrenzungswerte (EW)

Typ des Kühl- oder Umformschmierstoffs	EW
Wassergemischte Kühlschmierstoffe bei der Metallbearbeitung sowie bei der Glas- und Keramikbearbeitung, wassermischbare und wassergemischte Umformschmierstoffe	8 mg/m³
Nichtwassermischbare Kühlschmierstoffe mit einem Flammpunkt > 100 °C bei der Metallbearbeitung	8 mg/m³
Nichtwassermischbare Umformschmierstoffe	40 mg/m³
Nichtwassermischbare Kühlschmierstoffe mit einem Flammpunkt < 100 °C bei der Metallbearbeitung	100 mg/m³

Ausgewiesen werden jeweils Kühlschmierstoffaerosol und die Summe aus Kühlschmierstoffdampf und -aerosol. Die Summe wird zur Bewertung herangezogen.

Wenn selbst bei Einhaltung sämtlicher Schutzmaßnahmen einer der Expositionsbegrenzungswerte im Einzelfall nicht eingehalten werden kann, z. B. bei der Großteilbearbeitung, ist dieses in der Gefährdungsbeurteilung zu dokumentieren und zu begründen.
Das S-T-O-P-Prinzip ist anzuwenden.

Siehe auch Abschnitt 6.1.2 zum S-T-O-P-Prinzip dieser DGUV Regel.

Erläuterungen zu den Expositionsbegrenzungswerten:

Für wassergemischte Kühlschmierstoffe und für nichtwassergemischte Kühlschmierstoffe mit einem Flammpunkt von > 100 °C konnten die Expositionsbegrenzungswerte von jeweils 10 mg/m³ auf 8 mg/m³ abgesenkt werden. Dazu wurden Daten der MEGA-Datenbank des IFA statistisch ausgewertet. Demnach wurden durchschnittlich niedrigere Werte in den Betrieben gemessen als in der Vergangenheit. Die insgesamt niedrigeren Messwerte im betrachteten Datenzeitraum folgen der verbesserten Technik in Bezug auf Arbeitsschutzmaßnahmen und der verbesserten Umsetzung von Schutzmaßnahmen.

Zu Summenhäufigkeitsverteilungen von Messwerten aus der MEGA-Datenbank des IFA von wassermischbaren beziehungsweise wassergemischten und nichtwassermischbaren KSS

mit einem Flammpunkt > 100 °C *in verschiedenen Zeiträumen siehe auch IFA Report 6/2015 „Einsatz von Kühlschmierstoffen bei der spanenden Metallbearbeitung“.*

Bei den nichtwassermischbaren Kühlschmierstoffen mit einem Flammpunkt < 100 °C kann eine Absenkung der Expositionsbegrenzungswerte auf Grundlage einer statistischen Auswertung bislang nicht vorgenommen werden. In diesen Einsatzbereichen werden in der Regel Stoffe niedrigerer Viskosität eingesetzt, die aufgrund ihres höheren Dampfdrucks höhere Emissionen bewirken.

Der Bereich der Umformschmierstoffe zeigt sich heterogen.

Besonderes Augenmerk muss auf den Bereich der Blechumformung gerichtet werden, in dem, zum Teil technisch begründet, besonders schnell abdampfbare und/oder niedriger viskose (in der Regel < 3 mm^2/s) Umformschmierstoffe eingesetzt werden, was zu deutlich erhöhten Emissionen führt.

Der Expositionsbegrenzungswert von 40 mg/m^3 ist in diesen Anwendungsfällen nur unter stringenter Anwendung der beschriebenen Schutzmaßnahmen einzuhalten, um ein Verdampfen in den Arbeitsbereich wirksam zu verhindern.

Zusätzlich können effizientere Produktionsweisen zu ansteigenden Emissionen führen, wenn zum Beispiel die Taktzeiten verkürzt werden oder mehr Teile pro Takt hergestellt werden. Dafür ist zudem eine angepasste Beölung erforderlich und es können höhere Temperaturen entstehen, da höhere Energien pro Zeit eingebracht werden müssen.

Auch hier ist also damit zu rechnen, dass es zu einem Ansteigen der Emissionen kommt, dem angepasste Schutzmaßnahmen entgegengesetzt werden müssen.

5.1.3 Gefährdungen durch physikalisch-chemische Wirkungen

Gefährdungen durch physikalisch-chemische Wirkungen können bei Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen in erster Linie durch den Einsatz von entzünd- und brennbaren, nichtwassermischbaren Kühlschmierstoffen entstehen.

5.1.3.1 Auftretende Brand- und Explosionsgefahren beim Einsatz von nichtwassermischbaren KSS

Wie bei allen klassischen Bearbeitungen von Werkstoffen mit nichtwassermischbaren Kühlschmierstoffen kann es infolge des Bearbeitungsprozesses zur Vernebelung im Arbeitsraum der Werkzeugmaschine kommen, das heißt, der eingesetzte KSS wird unter Umständen sehr stark vernebelt und verdampft. Dadurch können sich brennbare und explosionsfähige Kühlschmierstoff-Aerosol/Dampf-Luft-Gemische im Arbeitsraum der Werkzeugmaschine bilden, was insbesondere bei gekapselten Maschinen der Fall ist.

Das Auftreten einer wirksame Zündquelle kann bei nichtwassermischbaren Kühlschmierstoffen eine „Durchzündung" des Kühlschmierstoff-Aerosol/Dampf-Luft-Gemischs bewirken und einen heftigen Brand oder sogar eine druckschwache Explosion (Verpuffung) verursachen. Die Durchzündungsreaktion ist oftmals von einem Folgebrand begleitet.

Als Auslöser/Zündquelle für diese Ereignisse wurden in erster Linie Werkzeugbruch (durch Abnutzung heiß gelaufenes Werkzeug), Störungen in der KSS-Zufuhr oder Fehlbewegungen/Fehlbedienungen festgestellt. Als Zündquellen wirken unter anderem auch heiße Oberflächen, glühende Späne und energiereiche Funken.

Durch den Druckaufbau im Innenraum können heftige Flammenaustritte aus Undichtigkeiten, Spalten und Öffnungen an Gehäusetüren, Beschickungs- und Entnahmeöffnungen sowie aus Druckentlastungsöffnungen hervorgerufen werden. Kommt es zu Flammenaustritten aus Öffnungen und Spalten, besteht die Gefahr von Brandverletzungen sowie eines Übergreifens des Maschinenbrands auf die Umgebung.

Siehe auch TRGS 720 „Gefährliche explosionsfähige Gemische – Allgemeines".

5.1.3.2 Auftretende Brand- und Explosionsgefahren beim Einsatz von wassermischbaren KSS

Bei der spanabhebenden Bearbeitung mit wassergemischten Kühlschmierstoffen besteht bis auf wenige Ausnahmen keine Brand- und Explosionsgefahr.

Eine wesentliche Ausnahme stellt zum Beispiel die spanabhebende Bearbeitung von Magnesiumlegierungen mit wassergemischten Kühlschmierstoffen dar. Hier kann es infolge der Reaktionsneigung von Magnesiumspänen mit dem Wasser der wassergemischten Kühlschmierstoffe zur Bildung von Wasserstoffgas kommen. Somit können sich

im Arbeitsinnenraum der Werkzeugmaschine explosionsfähige Wasserstoff-Luft-Gemische bilden. Wenn eine Zündquelle (z. B. Funken) vorhanden ist, besteht die Gefahr einer Explosion und es kann zu einer heftigen Knallgasreaktion kommen.

Magnesiumspäne, die mit wassermischbaren Kühlschmierstoffen benetzt sind, neigen auch zur Selbstentzündung. Als Folge kann ein Brand oder im schlimmsten Fall eine Explosion auftreten.

Eine weitere Ausnahme stellt die unsachgemäße Benutzung der wassergemischten KSS oder der Maschinen dar, aus der sich extrem hohe Öl- oder Fremdölanteile ergeben können. Aufschwimmende Fremdöle stellen eine Brandlast dar, die zum Beispiel durch Heißarbeiten (z. B. Schweißen) entzündet werden können.

5.1.3.3 Gefahr der Selbstentzündung von Spänen/Schlämmen

Generell besteht die Gefahr der Selbstentzündung von Spänen/Schlämmen bei unsachgemäßer Spänelagerung in Spänebehältern aufgrund exothermer Reaktion (Erwärmungsprozess durch hohen Druck infolge großer Spänemasse).

> *Siehe auch DGUV Information 209-026 „Brand- und Explosionsschutz an Werkzeugmaschinen“.*

5.1.3.4 Gefahr der Ausbreitung von Maschinenbränden

Inwieweit ein Maschinenbrand sich ausbreiten und gegebenenfalls auch über Absaugrohrleitungen, Abscheider und Ölabscheider auf andere Bereiche übergreifen kann, hängt sehr stark von den „Verhältnissen“ in der Maschinenumgebung ab. Häufige Ursachen für eine schnelle Ausbreitung eines Folgebrandes sind randvolle Ölauffangwannen und Gitterroste mit großer Oberfläche, großflächige KSS-Lachen sowie zusätzliche Brandlasten (Papier, Pappe, Reinigungstücher etc.), auch durch ölhaltige Ablagerungen.

> *Siehe auch DGUV Regel 113-001 „Explosionsschutz-Regeln (EX-RL)“, DGUV Information 209-026 „Brand- und Explosionsschutz an Werkzeugmaschinen“ und DGUV Information 209-090 „Tätigkeiten mit Magnesium“.*

5.2 Biostoffverordnung

Nur wassergemischte Kühlschmierstoffe unterliegen aufgrund des Wasseranteils einer Besiedlung mit Mikroorganismen und fallen somit unter die Biostoffverordnung. Für nichtwassermischbare Kühlschmierstoffe trifft dies nicht zu.

5.2.1 Gefährdungsbeurteilung

Die Unternehmensleitung muss dafür sorgen, dass das Ausmaß der Gefährdungen nach § 4 der Biostoffverordnung fachkundig beurteilt und das Ergebnis dokumentiert wird. Die DGUV Information 209-051 „Keimbelastung wassergemischter Kühlschmierstoffe“ ist eine Handlungshilfe zur BioStoffV und enthält grundlegende Informationen zur Gefährdungsbeurteilung.

> *Siehe auch Technische Regel für biologische Arbeitsstoffe (TRBA 400) „Handlungsanleitung zur Gefährdungsbeurteilung und für die Unterrichtung der Beschäftigten bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen“.*

5.2.2 Zeitpunkt der Gefährdungsbeurteilung und Anlässe zur Aktualisierung

Die Unternehmensleitung muss die Gefährdungsbeurteilung nach Biostoffverordnung (BioStoffV) unabhängig von der Zahl der Beschäftigten vor Aufnahme der Tätigkeiten mit Biostoffen durchführen und aktualisieren, wenn maßgebliche Veränderungen der Arbeitsbedingungen oder neue Informationen das erfordern, zum Beispiel im Zusammenhang mit Berufskrankheitenanzeigen oder Erkenntnissen aus der arbeitsmedizinischen Vorsorge, oder die Prüfung von Funktion und Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen ergeben hat, dass die festgelegten Schutzmaßnahmen nicht wirksam sind.

Ein erforderliches Verzeichnis (Biostoffverzeichnis) der für die Gefährdungsbeurteilung maßgeblichen Mikroorganismen finden Sie in den Anhängen 1 und 2 der DGUV Information 209-051 „Keimbelastung wassergemischter Kühlschmierstoffe“. Anzeige- und Aufzeichnungspflichten nach den §§ 15 und 16 der Biostoffverordnung (BioStoffV) gegenüber der zuständigen Behörde bestehen für Tätigkeiten mit mikrobiell belasteten Kühlschmierstoffen nicht.

5.2.3 Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung

Das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung und jede Aktualisierung ist zu dokumentieren. Die Gefährdungsbeurteilung ist mindestens jedes zweite Jahr zu überprüfen.

5.2.4 Gefährdungen durch Biostoffe bei Tätigkeiten mit KSS

Folgende Gefährdungen durch Biostoffe sind möglich:

- Infektionen, z. B. Wundinfektionen durch Bakterien (siehe auch Abschnitt 3.1 und 4.2 der DGUV Information 209-051 „Keimbelastung wassergemischter Kühlschmierstoffe“)
- Sensibilisierung der Atemwege durch bestimmte Mikroorganismen (siehe auch Abschnitt 3.2 und 4.3 der DGUV Information 209-051 „Keimbelastung wassergemischter Kühlschmierstoffe“)
- mögliche toxische Wirkungen durch Endotoxine und ähnlich wirkende Substanzen. (siehe auch Abschnitt 3.3.1 und 4.4 der DGUV Information 209-051 „Keimbelastung wassergemischter Kühlschmierstoffe“)

Bisher sind den Trägern der gesetzlichen Unfallversicherungen nur vereinzelte Erkrankungsfälle durch Biostoffe bei Tätigkeiten mit wassergemischten Kühlschmierstoffen bekannt.

5.3 Betriebssicherheitsverordnung

Die bei Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen eingesetzten Arbeitsmittel unterliegen den Regelungen der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV), deren Ziel es ist, die Sicherheit und den Schutz der Gesundheit von Beschäftigten bei der Verwendung von Arbeitsmitteln zu gewährleisten. Das Ziel soll besonders durch folgende Maßnahmen erreicht werden:

- die Auswahl geeigneter Arbeitsmittel und deren sichere Verwendung
- die für den vorgesehenen Verwendungszweck geeignete Gestaltung von Arbeits- und Fertigungsverfahren
- die Qualifikation und Unterweisung der Beschäftigten

Arbeitsmittel sind Werkzeuge, Geräte, Maschinen oder Anlagen, die für die Arbeit verwendet werden, sowie überwachungsbedürftige Anlagen.

Die Verwendung von Arbeitsmitteln umfasst sämtliche Tätigkeiten im Zusammenhang mit deren Einsatz. Dazu gehören insbesondere das Montieren und Installieren, Bedienen, An- oder Abschalten oder Einstellen, Gebrauchen, Betreiben, Instandhalten, Reinigen, Prüfen, Umbauen, Erproben, Demontieren, Transportieren und Überwachen.

Die Unternehmensleitung muss vor der Verwendung von Arbeitsmitteln die auftretenden Gefährdungen beurteilen (Gefährdungsbeurteilung) und daraus notwendige und geeignete Schutzmaßnahmen ableiten. Das Vorhandensein einer CE-Kennzeichnung am Arbeitsmittel entbindet nicht von der Pflicht zur Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung.

Die Gefährdungsbeurteilung soll bereits vor der Auswahl und der Beschaffung von Arbeitsmitteln begonnen werden (§ 3 Absatz 3 Satz 1 BetrSichV), da deren grundlegende Eigenschaften durch nachträglich getroffene Schutzmaßnahmen nur eingeschränkt beeinflusst werden können.

> *Siehe auch TRBS 1111 „Gefährdungsbeurteilung“ und EmpfBS 1113 „Beschaffung von Arbeitsmitteln“.*

Dazu gehören zum Beispiel die Auswahl und der Betrieb von Absauganlagen und ergänzende Raumlüftungsmaßnahmen zur Minimierung der inhalativen Exposition und die Auswahl geeigneter Materialien für den Einsatz von Bearbeitungsmedien.

> *Siehe auch DGUV Regel 109-002 „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“ und VDI 3035 Blatt 2 „Materialauswahl bei der Gestaltung von Werkzeugmaschinen, Fertigungsanlagen und peripheren Einrichtungen für den Einsatz von Bearbeitungsmedien (Kühlschmierstoffe, Umformschmierstoffe)“.*

5.4 Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV)

Arbeitsmedizinische Vorsorge dient dem Schutz vor gesundheitlichen Beanspruchungen durch die Arbeit. Die Unternehmensleitung erfasst im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung unter betriebsärztlicher Mitwirkung, ob und welche Tätigkeiten oder Expositionen gesundheitliche Risiken nach sich ziehen können und welche Schutzmaßnahmen, einschließlich Arbeitsmedizinischer Vorsorge, getroffen werden müssen. Arbeitsmedizinische Vorsorge ist ein Teil der gesamten Arbeitsschutzmaßnahmen.

Arbeitgeberinnen und Arbeitgeber müssen je nach Gefährdung Arbeitsmedizinische Vorsorge anbieten (Angebotsvorsorge) oder veranlassen (Pflichtvorsorge) und Beschäftigte über die Möglichkeit der sogenannten Wunschvorsorge informieren.

*Anlässe für die Durchführung von **Pflichtvorsorge und Angebotsvorsorge** finden Sie im Anhang Teil 1 „Tätigkeiten mit Gefahrstoffen" der ArbMedVV.*

Vorzugsweise sollte der für den Betrieb zuständige Betriebsarzt oder die zuständige Betriebsärztin mit der arbeitsmedizinischen Vorsorge beauftragt werden.

Bei Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen können Belastungen der Haut oder der Atemwege Anlässe für Arbeitsmedizinische Vorsorge sein.

*Hinweise zur Konkretisierung und Umsetzung der ArbMedVV geben die jeweiligen **Arbeitsmedizinischen Regeln (AMR)** als sogenannte Vermutungswirkung zur Erfüllung des gesetzlichen Schutzzieles.*
Arbeitsmedizinische Empfehlungen (AME)** informieren zu bestimmten Themen, zum Beispiel zur **Wunschvorsorge. Erhält die Unternehmensleitung Kenntnis von einer Erkrankung, die in ursächlichem Zusammenhang mit der Tätigkeit des oder der Beschäftigten stehen kann, ist unverzüglich Angebotsvorsorge anzubieten. Das gilt auch für Beschäftigte mit vergleichbaren Tätigkeiten, wenn Anhaltspunkte dafür bestehen, dass sie ebenfalls gefährdet sein können.

Arbeitgeberinnen und Arbeitgeber müssen Beschäftigten sowie ehemals Beschäftigten nach Maßgabe des Anhangs der ArbMedVV nach Beendigung bestimmter Tätigkeiten,

bei denen nach längeren Latenzzeiten Gesundheitsstörungen auftreten können, das **Angebot nachgehender Vorsorge** vorlegen.
Am Ende des Beschäftigungsverhältnisses übertragen Arbeitgebende diese Verpflichtung auf den zuständigen Unfallversicherungsträger und überlassen ihm die erforderlichen Unterlagen in Kopie, sofern der oder die Beschäftigte eingewilligt hat (www.dguv-vorsorge.de).

5.5 Andere Vorschriften

Bei Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen sind besonders folgende Regeln und Vorschriften zusätzlich zu berücksichtigen (die Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit):

- Jugendarbeitsschutzgesetz (JArbSchG)
- Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) mit untergeordneten Rechtsverordnungen zur Umsetzung des KrWG
- Mutterschutzgesetz (MuSchG)
- Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung – AVV)
- Altölverordnung (AltölV)
- Wasserhaushaltsgesetz (WHG)
- Verordnung über Anlagen mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV)

6 Schutzmaßnahmen

6.1 Grundforderungen

6.1.1 Beseitigung/Reduzierung von Gefährdungen

Die Unternehmensleitung muss dafür sorgen, dass bei Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen die Gefährdungen durch Haut- und Augenkontakt, Aufnahme in den Körper, Emission in die Atemluft sowie Brand- und Explosionsgefahren beseitigt oder auf ein Minimum reduziert werden, soweit das nach dem Stand der Technik möglich ist.

In jedem Fall sind Abschnitt 4 der Technischen Regel für Gefahrstoffe (TRGS 500) „Schutzmaßnahmen“ und die Technische Regel für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA 500) „Grundlegende Maßnahmen bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen“ einzuhalten.

Technische Maßnahmen zum Schutz vor Gefahrstoffen bewirken in der Regel auch eine Verminderung oder Vermeidung einer Gefährdung durch Biostoffe.

6.1.2 Geeignete Schutzmaßnahmen und Prioritätenreihenfolge

In Fällen, in denen Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen Schutzmaßnahmen nach Abschnitt 4 der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) oder Tätigkeiten mit mikrobiell belasteten wassergemischten Kühlschmierstoffen Schutzmaßnahmen nach § 9 Abs. 3 der Biostoffverordnung zugeordnet sind, müssen die nachfolgend genannten Schutzmaßnahmen zusätzlich zu den Technischen Regeln des vorgenannten Abschnitts 6.1.1 beachtet werden.

Geeignete Maßnahmen orientieren sich an der Prioritätenreihenfolge („S-T-O-P-Prinzip“):

- **S**ubstitution (Stoff/Produkt oder Verfahren)
- **T**echnische Maßnahmen
- **O**rganisatorische Maßnahmen
- **P**ersönliche Maßnahmen

Beispiele für solche Maßnahmen sind der Einsatz von:

- Kühlschmierstoffen, die aufgrund ihrer Zusammensetzung und/oder Anwendung zu einer geringeren Gefährdung führen (siehe auch *Abschnitt 6.3.1* dieser DGUV Regel)
- Trockenbearbeitung/Minimalmengenschmierung
- Mindermengenkühlschmierung

6.1.3 Auswahl geeigneter Schutzmaßnahmen

Die Unternehmensleitung muss entsprechend dem Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung nach *Abschnitt 5* dieser Regel geeignete Schutzmaßnahmen auswählen sowie für die Einhaltung dieser Maßnahmen sorgen.

6.1.4 Schutzmaßnamen bei besonderen betriebs- oder tätigkeitsspezifischen Gefährdungen

Ergeben sich aus der Gefährdungsbeurteilung besondere betriebs- oder tätigkeitsspezifische Gefährdungen, muss die Unternehmensleitung über die Bestimmungen dieser Regel hinaus gegebenenfalls weitere geeignete Schutzmaßnahmen treffen und für deren Einhaltung sorgen.

Besondere betriebs- und tätigkeitsspezifische Gefährdungen ergeben sich zum Beispiel bei der Maschinenreinigung mit Hochdruckreinigungsgeräten, Trockeneisstrahlgeräten oder beim Abblasen von Werkstücken mit Druckluft.

6.1.5 Überprüfung der Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen

Die Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen ist zu überprüfen.

> *Siehe auch TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen". Dort wird die Vorgehensweise bei der Überprüfung der Schutzmaßnahmen beschrieben und im Abschnitt 7 unter anderem Hinweise zu Anlässen, Fristen und zur Dokumentation gegeben.*

6.1.6 Überdosierung von Reinigungsmitteln, Systemreinigern, Bioziden

Beim Einsatz von Reinigungsmitteln, Systemreinigern und Bioziden sind zur Vermeidung von akuten Hautschäden und Atemwegsreizungen durch Überdosierungen die Angaben der Herstell-/Lieferfirmen, zum Beispiel im Sicherheitsdatenblatt und in Produktinformationen, zu beachten.

Je nach Wirkkomponente müssen hinsichtlich der Gefährdung der Atemwege geeignete Schutzmaßnahmen nach Gefährdungsbeurteilung ergriffen werden.

6.1.7 Geeignete Reinigungsmittel, Systemreiniger, Biozide

Die Unternehmensleitung muss dafür sorgen, dass nur solche Reinigungsmittel, Systemreiniger und Biozide verwendet werden, die in den Kühlschmierstoffen keine Stoffe nach den *Abschnitten 4.4.1* und *4.4.3* einbringen oder in ihnen entstehen lassen. Die Unternehmensleitung sollte sich das gegebenenfalls von ihrer Lieferfirma bestätigen lassen.

Es sind nur noch nach EU-Biozidrichtlinie notifizierte Wirkstoffe erhältlich.

6.1.8 Gefährdungen durch unmittelbaren Haut- oder Augenkontakt

Sind Gefährdungen durch unmittelbaren Haut- oder Augenkontakt zu erwarten, ist durch die Unternehmensleitung vorrangig dafür zu sorgen, dass das Einlegen und Entnehmen von Werkstücken, der Werkzeugwechsel und die Kühlschmierstoffzu- und abfuhr automatisch erfolgen. Ist das aufgrund zwingender Gründe nicht möglich, sind die Vorgaben aus *Abschnitt 6.1.9* und *6.1.10* umzusetzen.

6.1.9 Spritzschutzeinrichtungen

Sind Gefährdungen von Haut und Augen durch verspritzenden Kühlschmierstoff zu erwarten, muss die Unternehmensleitung dafür sorgen, dass vorhandene Spritzschutzeinrichtungen benutzt werden.

6.1.10 Minimierung von Haut- oder Augenkontakt

Ist ein automatisches Fertigungsverfahren nicht möglich, muss die Unternehmensleitung dafür sorgen, dass unmittelbarer Haut- oder Augenkontakt mit Kühlschmierstoffen durch geeignete Maßnahmen minimiert wird.

Geeignete Maßnahmen sind zum Beispiel das Verwenden von Hilfswerkzeugen und persönlicher Schutzausrüstung.

6.1.11 Verbot des Abblasens ohne zusätzliche Schutzmaßnahmen

Die Unternehmensleitung muss dafür sorgen, dass das Abblasen mit Kühlschmierstoff benetzter Werkstücke weitestgehend vermieden wird. Ist das Abblasen aus technischen Gründen unvermeidlich, darf nicht ohne zusätzliche Schutzeinrichtungen mit Druckluft abgeblasen werden.

Zu empfehlen ist das Abblasen in die Einhausung der Werkzeugmaschine bei laufender Absaugung oder in spezielle Einrichtungen, zum Beispiel eine abgesaugte Box.

6.2 Anwendungstechnische Hinweise

6.2.1 Einsatz von Reinigungsmitteln und Systemreinigern

Nach dem Einsatz von Reinigungsmitteln und Systemreinigern sollte der Kühlschmierstoff-Kreislauf sorgfältig gespült werden.

Restgehalte von Tensiden führen zum Beispiel zu starkem Schäumen.

6.2.2 Ansetzen der KSS-Emulsion

Beim Ansetzen der KSS-Emulsion (Öl-in-Wasser-Emulsion) ist dringend zu beachten, dass das Wasser vorgelegt und anschließend das KSS-Konzentrat hineingemischt wird.

Bei umgekehrter Reihenfolge (Wasser ins Konzentrat) entsteht eine Wasser-in-Öl-Emulsion, die nicht die erwünschten Eigenschaften besitzt. Das kann bis zu einer cremeartigen Konsistenz führen.

6.3 Substitution

Substitution im Sinne dieser DGUV Regel bezeichnet den Ersatz eines Gefahrstoffs oder eines Verfahrens durch einen Stoff, ein Gemisch, ein Erzeugnis oder ein Verfahren, der/das zu einer insgesamt geringeren Gefährdung für die Beschäftigten führt.

6.3.1 Substitution durch Ersatzverfahren

6.3.1.1 Trockenbearbeitung unter Einsatz der Minimalmengenschmierung

Allgemeines

Die Minimalmengenschmierung ist eine Verlustschmierung, bei der im Gegensatz zur Nassbearbeitung/Überflutungsschmierung kein Kreislaufsystem vorhanden ist. Beträgt der anhaftende Kühlschmierstoff auf dem Span weniger als zwei Massenprozent, spricht man von Trockenbearbeitung unter Minimalmengenschmierung.

Im Gegensatz zur Nassbearbeitung (Schwallkühlung) wird der Schmierstoff in Form von Tröpfchen (Aerosolen) direkt auf die Wirkstelle mit einem Minimalmengenschmiersystem (MMS-System) nach folgenden Applikationsverfahren aufgebracht:

- äußere Zuführung über Düsen/Injektor
- innere Zuführung durch das Werkzeug

Minimalmengenschmiersysteme (MMS-Systeme) sind Dosiersysteme zur exakten Dosierung und Positionierung des Schmierstoffs an die Wirkstelle.

Für den erfolgreichen Einsatz der Minimalmengenschmierung eignen sich besonders Bearbeitungsprozesse, bei denen die Schmierung im Vordergrund steht. Durch das Aufbringen eines wirksamen Schmierfilms wird die entstehende Reibungswärme reduziert. Der Kühlung kommt dabei nur eine untergeordnete Rolle zu.

Bei unbestimmter Geometrie der Werkzeugschneide, bei der die Kühl- und Spülwirkung des Kühlschmierstoffs einen großen Einfluss auf den Zerspanungsprozess hat, ist die Umsetzung aufwändiger.

Verfahren mit unterbrochenem Schnitt, wie das Sägen, Fräsen, Drehen oder Bohren, lassen sich heute standardmäßig mit Minimalmengenschmierung realisieren.

Wesentlich schwieriger realisierbar ist der Einsatz von Minimalmengenschmierung bei Verfahren mit zunehmend unbestimmter Geometrie der Werkzeugschneide.

Beim Schleifen, bei dem die Kühl- und Spülwirkung des Kühlschmierstoffs einen großen Einfluss auf den Zerspanungsprozess hat, wird die Minimalmengenschmierung in der Praxis nicht wirtschaftlich eingesetzt.

Tabelle 2 Einsatzbereiche für Trockenbearbeitung/Minimalmengenschmierung

Werkstoff / Verfahren	Aluminium		Stahl		Guss
	Guss-legierung	Knet-legierung	Hochlegierte Stähle, Wälzlagerstahl	Automatenstahl, Vergütungsstahl	GG20–GGG70
Bohren	MMS	MMS	MMS	Trocken	Trocken
Reiben	MMS	MMS	MMS	MMS	MMS
Gewindeschneiden	MMS	MMS	MMS	MMS	MMS
Gewindeformen	MMS	MMS	MMS	MMS	MMS
Tiefbohren	MMS	MMS		MMS	MMS
Fräsen	Trocken	MMS	Trocken	Trocken	Trocken
Drehen	MMS/ Trocken	MMS/ Trocken	Trocken	Trocken	Trocken
Wälzfräsen			Trocken	Trocken	Trocken
Sägen	MMS	MMS	MMS	MMS	MMS
Räumen			MMS	MMS/Trocken	Trocken

Emissionen bei der Minimalmengenschmierung

Bei der Metallbearbeitung mit Minimalmengenschmierung treten in Abhängigkeit vom Bearbeitungsverfahren hauptsächlich Kühlschmierstoff-Dämpfe und -Aerosole im Arbeitsbereich auf.

In der DGUV Information 209-024 „Minimalmengenschmierung in der spanenden Fertigung" sind die Kriterien für die Erfüllung des Stands der Technik festgelegt. Anwendende erhalten gezielte Hinweise zur wirksamen Reduzierung von Gefahrstoff-Emissionen sowie Vorgaben zum Einsatz der MMS als emissionsarmes Verfahren.

Bei Einhaltung der folgenden Bedingungen kann nach aktuellem Wissensstand auf Kontrollmessungen nach den Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS 402) „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition" verzichtet werden.

Einfluss des verwendeten Kühlschmierstoffs auf die Emissionen

Für die emissionsarme Metallbearbeitung sollten Flüssigkeiten mit geringer Verdampfungsneigung und einem hohen Flammpunkt eingesetzt werden. Zurzeit sind das vorzugsweise synthetische Esteröle und Fettalkohole mit einer Viskosität von > 10 mm^2/s bei 40 °C.

Als Richtwerte zur Auswahl eines emissionsarmen Schmierstoffs haben sich besonders Flammpunkt sowie Verdampfungsverlust nach Noack bei 250 °C bewährt. Siehe auch DIN EN ISO 2592 „Mineralölerzeugnisse und verwandte Produkte − Bestimmung des Flamm- und Brennpunktes − Verfahren mit offenem Tiegel nach Cleveland" und DIN 51581-1,-2 „Prüfung von Mineralölerzeugnissen; Bestimmung des Verdampfungsverlustes; Teil 1: Verfahren nach Noack; Teil 2: Gaschromatographisches Verfahren".

Tabelle 3 Richtwerte zur Auswahl eines emissionsarmen Schmierstoffs

Viskosität bei 40 °C DIN 51 562 [mm²/s]	Flammpunkt offener Tiegel DIN EN ISO 2592 [°C]	Verdampfungsverlust Noack 250 °C DIN 51 581-1, -2 [%]
> 10	> 150	< 65
> 22	> 200	< 15

Für die Minimalmengenschmierung nicht einzusetzen sind:

- *wassergemischte Kühlschmierstoffe und deren Konzentrate*
- *Schmierstoffe mit organischen chlor- oder zinkhaltigen Additiven*
- *Schmierstoffe, die nach Gefahrstoffverordnung kennzeichnungspflichtig sind*
- *Produkte auf der Basis mineralischer Grundöle mit > 3 ppm Benzo[a]pyren im Kühlschmierstoff*
- *native Ester (Rapsöl, Rüböl) mit Neigung zur Verharzung an Aggregaten, Führungen sowie Alterung/Verharzung wegen geringer Oxidations- und Hydrolyse-Stabilität*

MMS-Schmiersysteme/Dosiergeräte

Von besonderer Bedeutung für die Prozesssicherheit und geringe Emissionen ist die Einhaltung folgender Systemanforderungen:

- kontinuierliche Zufuhr des Schmierstoffs (keine Aussetzer, Unterbrechungen)
- kurze Ansprechzeit und Verfügbarkeit des Schmierstoffs an der Wirkstelle (< 0,1 sec) auch nach längeren Stillstandszeiten
- verlustfreier Schmierstofftransport bis zur Übergabestelle Düse oder Werkzeug gewährleistet (keine Leckagen)

> *Siehe auch DGUV Information 209-024 „Minimalmengenschmierung bei der Metallzerspanung“.*

Werkzeugparameter

Die werkstoff- und werkzeugspezifischen Schnittparameter der Werkzeugherstellfirma sind einzuhalten.

6.3.1.2 Trockenbearbeitung ohne Minimalmengenschmierung

Allgemeines

Von Trockenbearbeitung ohne Minimalmengenschmierung spricht man, wenn auf den Einsatz jeglichen Bearbeitungsmediums gänzlich verzichtet wird.

Emissionen bei der Trockenbearbeitung

Bei der Trockenbearbeitung stehen Emissionen durch Stäube aus dem Bearbeitungsprozess im Vordergrund.

Es sind folgende Beurteilungsmaßstäbe (Stand 2025) einzuhalten:

- A-Staub von 1,25 mg/m³ (AGW, TRGS 900)
- E-Staub von 10 mg/m³ (AGW, TRGS 900)
- Metalle im Staub (AGW, TRGS 900; ERB, TRGS 910; andere Beurteilungsmaßstäbe)

6.3.1.3 Kryogene Zerspanung

Bei der Bearbeitung schwer zerspanbarer Werkstoffe (z. B. Titan, Nickelbasislegierungen, hochfester Stähle, Kohlenfaserkunststoffe (CFK)) entstehen hohe Temperaturen, die zu extremem Werkzeugverschleiß und reduzierten Schnittparametern führen.

Die kryogene Kühlung mit flüssigem Stickstoff bei einer Temperatur bis −196 °C oder Schneestrahlkühlung mit flüssigem CO_2 bei −78 °C oder in Kombination mit Minimalmengenschmierung bietet eine Alternative.

6.3.1.4 Gefährdungen bei der Verwendung von Ersatzverfahren

Tabelle 4 Gefährdungen bei der Verwendung von Ersatzverfahren

Ersatzverfahren	Vorteile	Besondere Anforderungen	Haut-gefährdungen	Andere Gefährdungen
Trocken-bearbeitung	keine Wartung von KSS; keine Haut-gefährdung durch KSS		mechanische Verletzungen (Grate, Späne)	Stäube Brand- und Explosionsgefahr
Trocken-bearbeitung unter Minimal-mengenschmie-rung	keine Wartung von KSS Verzicht auf Systemreiniger und Biozide		mechanische Verletzungen (Grate, Späne); geringe Haut-gefährdung durch KSS; Hautgefährdun-gen bei Reini-gungsarbeiten	Atemwegs-reizungen
Mindermengen-schmierung (unter 6.1.2 erwähnt)			Mechanische Verletzungen (Grate, Späne) Hautgefährdun-gen durch KSS Hautgefährdun-gen bei Reini-gungsarbeiten	Atemwegs-reizungen
Kryogene Kühlung mit flüssigem Stickstoff	keine Wartung von KSS; geringerer Werk-zeugverschleiß	Anlagentechnik aufwändiger als bei der Schnee-strahlkühlung mit flüssigem CO_2; für innere Werk-zeugkühlung geeignet	Hautgefährdun-gen durch Kälte (Erfrierung); mechanische Verletzungen (Grate, Späne)	Erstickungs-gefahr

Ersatzverfahren	Vorteile	Besondere Anforderungen	Haut-gefährdungen	Andere Gefährdungen
Schneestrahl-kühlung mit flüssigem CO_2 und in Kombination mit Minimalmengen-schmierung möglich	keine Wartung von KSS bei Titan-legierungen; geringerer Werkzeug-verschleiß als bei Hochdruck-kühlung	gasfeste und drucksichere Zufuhr des CO_2-Schneestrahls durch Revolver oder Spindel; CO_2-Tank in der Maschine und druckfeste Leitungen; Sicherheits- und Überwachungs-einrichtungen (Warn-, Signal-einrichtungen und Absaug-technik); schnelle Maschi-nenumrüstung auf Minimal-mengen-schmierung möglich; Optimierung des CO_2-Verbrauchs zur Kosten-senkung; für innere Werk-zeugkühlung ungeeignet	Hautgefährdun-gen durch Kälte (Erfrierung); mechanische Verletzungen (Grate, Späne)	Erstickungs-gefahr

6.4 Technische Schutzmaßnahmen

6.4.1 Verringerung der inhalativen Exposition bei Tätigkeiten mit KSS

Die Unternehmensleitung muss dafür sorgen, dass unter Berücksichtigung der Fertigungsverfahren, der Kühlschmierstoffe und der Einsatzbedingungen die Emissionen von Kühlschmierstoffen nach dem Stand der Technik minimiert werden.

> *Siehe auch IFA Report 6/2015 „Einsatz von Kühlschmierstoffen bei der spanenden Metallbearbeitung“.*

Dabei kann aus einer Vielzahl von Schutzmaßnahmen gewählt werden; es ist jedoch nicht in allen Fällen notwendig, sämtliche technischen Möglichkeiten auszuschöpfen, um ein ausreichendes Schutzniveau zu erhalten. Vielfach, besonders bei emissionsarmen Bearbeitungsverfahren und/oder geringer Maschinendichte im Arbeitsbereich, sind die aufgeführten Basismaßnahmen, die sich nicht nur auf technische Maßnahmen beschränken, ausreichend, um das Schutzziel zu erreichen.

Tabelle 5 Basismaßnahmen zur Emissionsminderung

Ursachen für KSS-Emissionen	Maßnahmen
ungünstig ausgelegte bzw. positionierte KSS-Zufuhr	Die KSS-Zufuhr soll unmittelbar und gleichmäßig an die Wirkstelle gebracht werden, um die Reibung zu mindern, den Spänetransport zu sichern und die Wärmeabfuhr zu gewährleisten.
unzureichender KSS-Volumenstrom oder zu hoher KSS-Druck	Bestimmung und Einstellung des optimalen KSS-Volumenstroms (VDI 3035).
Einschleppen von Fremdölen (Hydrauliköle, offene Schmiersysteme etc.)	In nichtwassermischbare KSS eingeschleppte Fremdöle werden irreversibel vermischt. Eine Trennung mit mechanischen Verfahren ist in diesen Fällen nicht möglich. Aus diesen Gründen sollen KSS und Schmieröle aufeinander abgestimmt werden. In wassergemischten KSS werden Fremdöle mehr oder weniger einemulgiert. Die sich an der Oberfläche absetzende ölige Schicht soll mithilfe von Skimmern und Separatoren abgetrennt werden (VDI 3397 Blatt 2). Bei Neuanlagen soll eine konstruktive Trennung von Hydraulik-, Schmier- und KSS-Kreisläufen vorgesehen werden. Bei einer Verbrauchsölschmierung ist eine Trennung der Kreisläufe nicht möglich. In diesem Fall sollen Schmierölableitungen installiert werden, die ein Vermischen minimieren können.
zu hohe Temperatur des umlaufenden KSS	Gemäß VDI 3035 ● sollen KSS-Behälter ausreichend groß ausgelegt sein, ● soll die Wärmeabfuhr über den KSS-Sammelbehälter gewährleistet sein, ● müssen KSS-Rücklauf, -Zufuhr und Wärmefluss aufeinander abgestimmt sein.

Ursachen für KSS-Emissionen	Maßnahmen
verfahrenstechnisch bedingte hohe KSS-Drücke, große KSS-Fördermengen, schnell rotierende Werkzeuge und Werkstücke	In diesen Fällen sollen eingehauste Bearbeitungsmaschinen eingesetzt werden. Spritzabdeckungen genügen meist nicht den Anforderungen, können aber als ergänzende Maßnahme sinnvoll sein.
undichte Gehäuse und Leitungssysteme	Lecks müssen umgehend abgedichtet werden.
Verdampfen von KSS an warmen Werkstücken oder Spänen	Späne und Werkstücke sollen möglichst rasch aus dem Arbeitsraum entfernt oder abgedeckt und abgesaugt werden (nicht lagern!).
verschüttete, verspritzte oder verschleppte KSS im Arbeitsbereich (KSS-Pfützen)	Verunreinigungen sollen unter Einsatz von Bindemitteln sofort beseitigt werden.
offene KSS-Sammel- und -Ablaufstellen insbesondere mit großen Oberflächen	KSS-Sammel- und -Ablaufstellen sollen so weit wie möglich geschlossen und abgedeckt werden.
Ablagerung von KSS in Bodenwannen, Auffangwannen etc.	Boden- und Auffangwannen sollen regelmäßig gereinigt werden.
Ablegen verunreinigter Reinigungstücher	Reinigungstücher sollen in geeigneten und beschrifteten Behältern gesammelt werden.
Abblasen von Werkstücken, Werkzeugen und Maschinen mit Druckluft	Die Notwendigkeit dieser Maßnahme sollte überprüft werden. Das Abblasen kann ggf. in der abgesaugten Maschinenkapselung oder in einer abgesaugten Kabine (Box o. Ä.) durchgeführt werden.

6.4.1.1 Lufttechnische Maßnahmen

Reichen die grundsätzlich durchzuführenden Basismaßnahmen nicht aus, um eine ausreichende Luftqualität am Arbeitsplatz zu erreichen, sind folgende lufttechnische Maßnahmen erforderlich:

- Erfassung und Abscheidung von Kühlschmierstoffemissionen (Erfassungseinrichtungen, z. B. Einhausungen, Abscheider, filternde Abscheider, Absauganlagen)
- Raumlüftung (Raumlufttechnische (RLT-) Anlagen)

Eine Skizze mit idealen lufttechnischen Verhältnissen ist in Anhang 5 und in der VDI 3802 Blatt 2 „Raumlufttechnische Anlagen für Fertigungsstätten“ sowie in der DGUV Regel 109-002 „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“ enthalten.

6.4.1.2 Erfassung von Kühlschmierstoff-Emissionen

Erfassungseinrichtungen können als offene Systeme, halboffene Systeme oder geschlossene Systeme (Absaughauben, Einhausung, Kapselung) ausgeführt werden. Der notwendige Erfassungsluft-Volumenstrom wird umso höher, je offener das Erfassungssystem ausgeführt ist. Bei der Erfassung der Emissionen müssen alle Emissionsquellen einbezogen werden (z. B. Austragstelle für die Späne, Spänebehälter, offene Kühlschmierstoff-Vorratsbehälter bei einzeln versorgten Maschinen). Der Erfassungsluft-Volumenstrom muss auf den jeweiligen Anwendungsfall ausgelegt werden. Bearbeitungsmaschinen mit kleinerem Bearbeitungsraum werden mit einem geringeren Volumenstrom abgesaugt als Maschinen mit einem größeren Raumvolumen. Dabei ist besonders darauf zu achten, dass nur die an die Umgebungsluft abgegebenen KSS-Emissionen abgesaugt werden und dass der KSS in der Bearbeitungsmaschine verbleibt.

Die Luftgeschwindigkeit im Erfassungsquerschnitt (häufig die Ansaugöffnung) in der Maschine muss bei gekapselten Maschinen deutlich geringer sein (i. d. R. < 4 m/s) als die Transportgeschwindigkeit von 12 m/s bis 15 m/s in den nachgeschalteten Rohrleitungen, weil der KSS nicht in das Rohrleitungssystem eingesaugt werden soll. Eine Verringerung der Luftgeschwindigkeit im Erfassungsquerschnitt kann durch Erweiterung des Erfassungsquerschnitts erreicht werden (z. B. Anschluss mehrerer Ansaugöffnungen). Vor der Ansaugöffnung sind Prallbleche oder Tropfenabscheider anzubringen.

Die Rohrleitung hinter dem Ansauganschluss ist, sofern möglich, vertikal zu montieren, damit sich keine kondensierten Kühlschmierstoffe ablagern können. Horizontal verlegte

Rohrleitungen sind mit Gefälle zu montieren, damit der KSS ablaufen kann. An Tiefpunkten müssen Ablauföffnungen in geschlossene Behälter vorhanden sein.

Eine derartige Erfassung hat den Vorteil, dass nicht zu viel KSS abgesaugt wird und damit verloren geht, dass KSS-Ablagerungen in den Rohrleitungen minimiert werden und dass die Rohrluftkonzentration (KSS-Konzentration in der Absaugluft) nicht zu groß und dadurch der Abscheider überfrachtet wird.

Hinweise zur Auslegung von Erfassungseinrichtungen sind in der Richtlinie VDI 2262 Blatt 4 „Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz – Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe – Erfassen luftfremder Stoffe“ und VDI 3802 Blatt 2 „Raumlufttechnische Anlagen an Fertigungsstätten – Absaugung luftfremder Stoffe an materialabtragenden Werkzeugmaschinen“ enthalten. Der bei gekapselten Maschinen notwendige Erfassungsluft-Volumenstrom kann überschlägig nach der Geschwindigkeitsmethode der Richtlinie ermittelt werden. Sind genauere Werte notwendig, ist eine Strömungssimulation sinnvoll.

Beim Einsatz nichtwassermischbarer KSS besteht erhöhte Brandgefahr. Bei Zentral- oder Gruppenabsauganlagen mit verzweigten Rohrleitungssystemen ist es ratsam, Rohrnetze aus längs geschweißten Stahlrohren und öldichten Flanschverbindungen zu verwenden.

6.4.1.3 Abscheidetechnik

Die abgesaugte Luft wird vorwiegend folgenden Abscheidern zugeführt:

- Massenkraftabscheider/Zentrifugalabscheider — VDI 3676
- Filternde Abscheider — DIN EN 16890 (für DIN EN 779)
- Filternde Abscheider/HEPA-Filter — DIN EN 1822-1
- Filternde Abscheider/Oberflächenfilter — VDI 3677 Blatt 1
- Filternde Abscheider/Tiefenfilter aus Fasern — VDI 3677 Blatt 2
- Elektrostatische Abscheider — VDI 3678 Blatt 2
- Elektrofilter – Prozessluft- und Raumluftreinigung — DIN 3678 Blatt 1
- Nassabscheider — VDI 3679 Blatt 1
- Koalenzenabscheider/Demister

Die richtige Auswahl eines Abscheideprinzips ist vom verwendeten Kühlschmierstoff abhängig. In der betrieblichen Praxis liegen häufig kombinierte Abscheidesysteme vor, die die Vorteile der verschiedenen Systeme nutzen.

Bei allen beschriebenen Abscheidesystemen findet keine wirksame Abscheidung von Kühlschmierstoffdämpfen statt.

In Zentralanlagen ist erfahrungsgemäß mit einer hohen Verdunstung des Wasseranteils bei wassergemischten KSS und einer Vorabscheidung des Ölanteils in der Rohrleitung zu rechnen, deshalb wird zwischen Einzelabscheider und Zentralabscheider differenziert.

Die Eignung der Abscheider für feste und flüssige Partikel zeigt die nachstehende Tabelle.

Tabelle 6 Technische Eignung anhand des Funktionsprinzips für Abscheidersysteme

	Emulsion	Öl	MMS	Rauch
Elektrofilter	−/++[1,2)]	++	+	++
Filternder Abscheider				
Demister/Koaleszenz	+	+	-	-
Filter nach DIN EN ISO 16890	+	+/++[2)]	++	+
Filter nach DIN EN 1822-11)	++[1,2)]	+/++[1,2)]	++	++
Zentrifugalabscheider	+	+	−	−

Fußnoten zur Tabelle:

++ = geeignet
+ = bedingt geeignet
− = ungeeignet
[1)] als Nachfilter
[2)] in Zentralanlagen

Die abgeschiedenen Stoffe dürfen nur dann in den Kühlschmierstoff-Kreislauf zurückgeführt werden, wenn durch die Rückführung keine zusätzliche Gefahr auftritt.

Zusätzliche Gefahren können zum Beispiel durch Änderung der Zusammensetzung oder aufgrund einer hohen Besiedelung mit Mikroorganismen entstehen.

6.4.1.4 Luftrückführung

Wie erwähnt, ist die wirksame Abscheidung von KSS-Dämpfen derzeit mit elektrostatischen, filternden oder Massenkraftabscheidern nicht möglich. Es ist daher anzustreben, die Luft als Fortluft ins Freie abzuleiten, da ansonsten die KSS-Konzentrationen in der Luft am Arbeitsplatz erhöht werden. Dabei sind die Vorgaben des Bundesimmissionsschutzgesetzes zu berücksichtigen.

> *Siehe auch Bundesimmissionsschutzgesetz und Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA-Luft) für zulässige Emissionsgrenzwerte.*

Besteht nicht die Möglichkeit, eine Zentral- oder Gruppenabsauganlage mit Fortluftführung zu installieren und befinden sich auf den einzelnen Maschinen Einzelabsaugungen mit Luftrückführung, gelten die Anforderungen nach VDI 2262 Blatt 3 „Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz – Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe – Lufttechnische Maßnahmen“ und es müssen weitergehende raumlufttechnische Maßnahmen durchgeführt werden. Erforderlich sind dann ein erhöhter Luftvolumenstrom der Hallenlüftung und eine Luftführung, die verhindert, dass die belastete Abluft wieder in den Arbeitsbereich der Beschäftigten gelangt. Das ist nur mit einer Schichtströmung (Schichtlüftung) möglich.

Bei krebserzeugenden Stoffen ist eine Rückführung der Luft nicht zulässig.

6.4.1.5 Raumlüftung

Eine freie (natürliche) Lüftung reicht nur in kleinen Räumen mit sporadischem Kühlschmierstoffeinsatz aus. In Werkhallen mit häufiger Anwendung von KSS ist diese Art der Lüftung aufgrund der Abhängigkeit von den Wetterbedingungen (Temperatur, Luftdruck) nicht dauerhaft einsetzbar.

Zur Reduzierung der KSS-Konzentrationen am Arbeitsplatz sind Absauganlagen allein nicht ausreichend. Um diffuse Emissionsquellen von KSS (z. B. an Werkstückoberflächen) zu berücksichtigen, ist in der Regel die Errichtung einer raumlufttechnischen Anlage erforderlich.

6.4.1.6 Luftvolumenströme

Der Gesamtabluft-Volumenstrom der Halle setzt sich aus dem Prozessabluft-Volumenstrom (Gesamtabluft-Volumenstrom der Absauganlagen) und dem Hallenabluft-Volumenstrom zusammen. Der Prozessabluft-Volumenstrom sollte maximal 70 % des Gesamtabluft-Volumenstroms der Halle betragen. Zum Ausgleich des Luftdefizits ist ein dem Gesamtabluft-Volumenstrom äquivalenter Zuluftvolumenstrom erforderlich.

Bei größeren Anlagen sowie bei der Neuplanung ist eine Auslegung der Luftvolumenströme nach VDI 3802 Blatt 1 „Raumlufttechnische Anlagen für Fertigungsstätten“ erforderlich, da eine konkrete, auf den einzelnen Anwendungsfall abgestimmte Lastrechnung (thermische Last, Gefahrstofflast) vorgenommen wird. Diese Berechnung sollte von qualifizierten Lüftungsfirmen durchgeführt werden.

6.4.1.7 Umluft (Sekundärluft)

In raumlufttechnischen Anlagen werden im Prinzip die gleichen Abscheidesysteme eingesetzt wie in Absauganlagen. Deshalb ist bei der Errichtung und dem Betrieb raumlufttechnischer Anlagen Umluft nicht zu empfehlen.

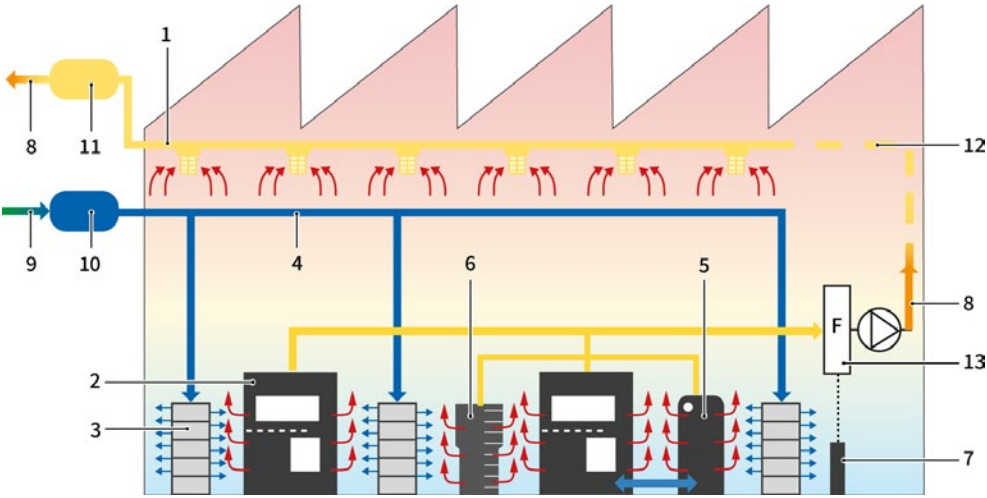
Zur Energieoptimierung kann in Anlagen mit größeren Luftvolumenströmen der Einbau eines regenerativen Wärmerückgewinnungssystems sinnvoll sein (VDI 3803 Blatt 5 „Raumlufttechnik, Geräteanforderungen – Wärmerückgewinnungssysteme (VDI-Lüftungsregel)“).

6.4.1.8 Luftführung

In Werkhallen mit Bearbeitungsmaschinen ist immer mit einem thermisch bedingten Luftstrom in Richtung zur Hallendecke zu rechnen, der mit KSS kontaminiert ist. Eine die Gefahrstofflast mindernde Luftführung wie die Schichtenströmung (Schichtlüftung) unterstützt diesen Luftstrom. Bei der Schichtenströmung wird die Zuluft turbulenzarm in Bodennähe zugeführt und die Abluft wird an der Hallendecke abgeführt.

Ein Mischlüftungssystem mit unterhalb der Decke angebrachten Zu- und Abluftdurchlässen führt dazu, dass Gefahrstoffe im gesamten Hallenbereich verteilt werden (Verdünnungseffekt). Um die gleiche Effektivität wie mit der Schichtenströmung zu erreichen, sind im Allgemeinen wesentlich höhere Luftvolumenströme notwendig.

Im nachfolgenden Bild ist ein optimiertes Gesamtlüftungssystem mit Schichtlüftung für Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen dargestellt.



1 Abluft
2 Werkzeugmaschine
3 Quellluftdurchlass
4 Zuluft
5 KSS-Versorgung
6 Späne-Behälter
7 abgeschiedene Stoffe
8 Fortluft
9 Außenluft
10 Zuluftanlage
11 Fortluftanlage
12 Alternative zur Fortluft
13 Filter

Abb. 2 Gesamtlüftungssystem mit Schichtlüftung

6.4.2 Brand- und Explosionsschutz: Schutzmaßnahmen

Die Brand- und Explosionsschutzmaßnahmen ergeben sich aus der Gefährdungsbeurteilung nach Abschnitt 5.1. Folgendes Ablaufdiagramm kann als Schutzmaßnahmenkonzept herangezogen werden.

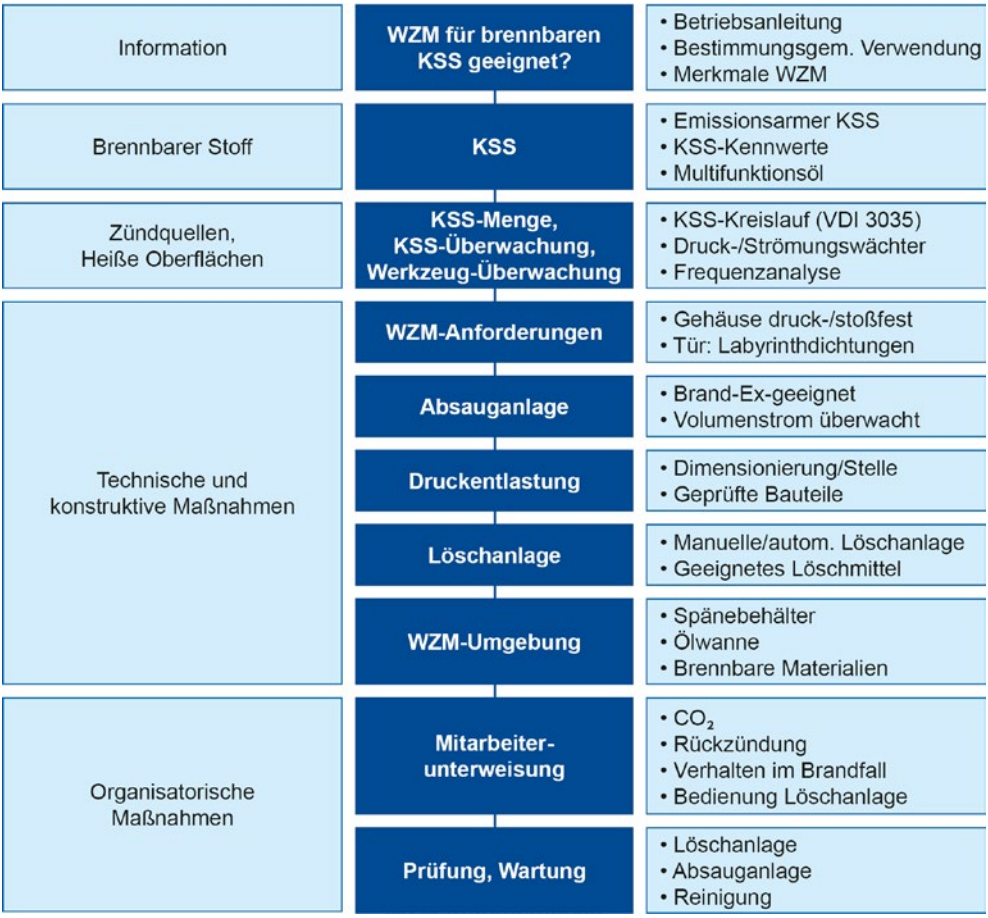


Abb. 3 Vorgehen bei der Gefährdungsbeurteilung

Siehe auch FBHM-043 „Brand an Werkzeugmaschinen: Was ist zu beachten?“ zur Unterweisung.

Siehe auch DGUV Information 209-026 „Brand- und Explosionsschutz an Werkzeugmaschinen“.

6.4.2.1 Auswahl des optimalen nichtwassermischbaren KSS

Zunächst ist zu prüfen, ob die Werkzeugmaschine bestimmungsgemäß für den Einsatz von brennbaren KSS geeignet ist. Es ist ein KSS auszuwählen, der zu einer möglichst niedrigen Gefährdung führt.

Tabelle 7 Orientierende Kenndaten zur Auswahl von nichtwassermischbaren Kühlschmierstoffen (Quelle: DGUV Information 209-026, Kap. 3.1)

Tendenz	Viskositäts-klasse nach DIN ISO 3448	Viskosität bei 40 °C nach DIN 51562	Flammpunkt nach DIN EN ISO 2592 (Verfahren mit offenem Tiegel nach Cleveland)	Verdampfungs-verlust nach DIN 51581-1, -2 (Verfahren nach Noack bei 250 °C/ gaschromato-graphisches Verfahren)	Bearbeitungs-verfahren 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 %	Gewinde-schneiden
	ISO VG 46	41,4–50,6 mm^2/s	> 220 °C	< 11 %	Gewinderollen
					Räumen

Die Messung des Verdampfungsverlusts erfolgt bei einer Prüftemperatur von 250 °C. Wenn der Verdampfungsverlust bei 250 °C > 80 % ist, wird zusätzlich der Verdampfungsverlust nach DIN 51581-1 bei 150 °C bestimmt und angegeben. Der Verdampfungsverlust kann auch nach DIN 51581-2 gaschromatographisch bestimmt werden.

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

> *Siehe auch DGUV Information 209-026 „Brand- und Explosionsschutz an Werkzeugmaschinen“.*

Durch die Auswahl emissionsarmer Kühlschmierstoffe kann die Aerosol- und Dampfbildung durch KSS am Arbeitsplatz reduziert werden. Emissionsarme Kühlschmierstoffe enthalten verdampfungsarme Mineralöle, synthetische Ester oder Sonderflüssigkeiten (z. B. Polyalphaolefine, Gas-to-Liquid (GTL)) und ihnen sind Antinebeladditive zugesetzt.

> *Siehe auch DIN EN ISO 19353 „Sicherheit von Maschinen − Vorbeugender und abwehrender Brandschutz“, DGUV Information 209-026 „Brand- und Explosionsschutz an Werkzeugmaschinen“, VDI 3802, Blatt 2 03/2012 „Raumlufttechnische Anlagen für Fertigungsstätten – Absaugung luftfremder Stoffe an materialabtragenden Werkzeugmaschinen“ für Informationen zur Auswahl des geeigneten KSS.*

Eine ausreichende KSS-Menge an der Bearbeitungsstelle (Überflutungsschmierung) ist sicherzustellen, zum Beispiel durch Überwachung der Kühlschmierstoffzufuhr mit Druck- oder Strömungswächter.

> *Siehe auch VDI 3035 Blatt 1 „Gestaltung von Werkzeugmaschinen, Fertigungsanlagen und peripheren Einrichtungen für den Einsatz von Bearbeitungsmedien (Kühlschmierstoffe, Umformschmierstoffe)“.*

Können Brand- und Explosionsgefahren nicht sicher ausgeschlossen werden, sind weitere Maßnahmen zu treffen.

Dazu können gehören:

- Gestaltung der Werkzeugmaschine
- Absauganlage
- Druckentlastungseinrichtung
- Löschanlage/Brandschutzmaßnahmen

Die aufgezeigten Maßnahmen können einzeln oder in Kombination eingesetzt werden.

> *Siehe auch DGUV Information 209-026 „Brand- und Explosionsschutz an Werkzeugmaschinen“.*

6.4.2.2 Eignung der Werkzeugmaschine zur sicheren Verwendung von nichtwassermischbarem KSS

Für den sicheren Betrieb sind begleitende organisatorische Maßnahmen erforderlich. Dazu gehören eine saubere Umgebung der Werkzeugmaschine, der Einsatz von speziell unterwiesenen Beschäftigten und eine regelmäßige Prüfung aller eingesetzten technischen Anlagen.

Generell wird beim Betrieb von Werkzeugmaschinen mit nichtwassermischbaren KSS das Brand- und Explosionsrisiko sicher beherrscht, wenn die Maßnahmen nach RL 2006/42/EG (Maschinenrichtlinie) Anhang 1 Nr. 1.5.6 und 1.5.7 angewendet werden. Demnach müssen Maschinen so konzipiert (beziehungsweise konstruiert) und gebaut sein, dass jegliches Brandrisiko ausgeschlossen ist und jede Explosionsgefahr vermieden wird.

Die Normen DIN EN ISO 19353 „Sicherheit von Maschinen – vorbeugender und abwehrender Brandschutz“ und DIN EN 1127-1 „Explosionsfähige Atmosphären – Explosionsschutz, Teil 1: Grundlagen und Methodik“ können Hilfestellung auf dem Gebiet des vorbeugenden und abwehrenden Brandschutzes geben sowie eine Anleitung für den Explosionsschutz für Maschinen zur Verfügung stellen.

> *Siehe auch DGUV Information 209-026 „Brand- und Explosionsschutz an Werkzeugmaschinen“ und den BGIA-Report 9/2006 „Absaugen und Abscheiden von Kühlschmierstoffemissionen“ für weitere Schutzmaßnahmen gegen Brand- und Explosionsgefahren beim Betrieb von Werkzeugmaschinen mit nichtwassermischbaren KSS.*

Ist ein Gerät für den Einsatz in einer Ex-Atmosphäre bestimmt und ist eine potenziell wirksame Zündquelle vorhanden, so dass es zu einer Entzündung kommen kann, kommt die RL 2014/34/EU („ATEX-Richtlinie“) zur Anwendung.

Wenn sich nur im Inneren einer Maschine eine Ex-Atmosphäre befindet und diese nicht mit einer Ex-Atmosphäre (z. B. in einer angeschlossenen Abluftleitung) in Verbindung steht, dann fällt die Maschine als Ganzes nicht in den Anwendungsbereich der Maschinenrichtlinie RL 2006/42/EG.

In der Regel wird dann kein Explosionsschutzdokument benötigt.

6.5 Organisatorische Schutzmaßnahmen

6.5.1 Grundlegende organisatorische Maßnahmen und Hinweise zum sicheren Betrieb von Kühlschmierstoff-Kreisläufen

6.5.1.1 Angaben auf Anlagen

An Anlagen, die Kühlschmierstoffe beinhalten oder führen, sollten folgende Angaben deutlich erkennbar und dauerhaft angebracht werden:

- Für wassergemischte Kühlschmierstoffe
  - Name des Kühlschmierstoffs
  - Gebrauchskonzentration
  - Gesamtvolumen des Kühlschmierstoff-Kreislaufs einschließlich zugehöriger Einrichtungen, z. B. Behälter, Leitungssysteme, Filtersysteme, Ölabscheider
  - Name und Konzentration des/der eingesetzten Biozids/Biozide
  - Menge des/der nachzugebenden Biozids/Biozide
- Für nichtwassermischbare Kühlschmierstoffe
  - Name des Kühlschmierstoffs
  - Gesamtvolumen des Kühlschmierstoff-Kreislaufs einschließlich zugehöriger Einrichtungen

6.5.1.2 Betreiben von Zentralanlagen

Die Unternehmensleitung sollte dafür sorgen, dass Kühlschmierstoff-Zentralanlagen so betrieben werden, dass

1. feste Verunreinigungen durch vorhandene Einrichtungen abgeschieden werden und sich nicht in Toträumen, Ecken oder Hinterschneidungen von Rohrleitungen, Kanälen, Behältern und Filtern ablagern,
2. eine mechanische Reinigung auch an schwer zugänglichen Stellen möglich wird,
3. die eingesetzten Materialien an Werkzeugmaschinen und Fertigungsanlagen nur entsprechend den Angaben der Herstellfirma verwendet werden,
4. sie weitgehend geschlossen sind,
5. bei Stillstandszeiten kein vermehrtes Wachstum von Mikroorganismen erfolgt und durch gute Belüftung und Umwälzung des Kühlschmierstoffs sauerstoffarme Zonen

vermieden werden und somit der Entstehung von Faulgasen (z. B. Schwefelwasserstoff) vorgebeugt wird,

6. eine Vermischung von Hydraulik- und/oder Maschinenöl mit dem wassergemischten Kühlschmierstoff weitgehend vermieden wird,
7. bei Kreisläufen für nichtwassermischbare Kühlschmierstoffe, die eine Vermischung von Hydraulik- und/oder Maschinenöl mit dem Kühlschmierstoff nicht vermeiden, Hydraulik- oder Maschinenöle mit aufeinander abgestimmten Additiven eingesetzt werden und
8. ein Temperaturanstieg des wassergemischten Kühlschmierstoffs über die Umgebungstemperatur weitgehend verhindert ist. Das gilt nicht, wenn verfahrensbedingt höhere Temperaturen erforderlich sind.

Die Nummern 1 bis 8 gelten, soweit anwendbar, auch für Einzelkreisläufe.

Ein Abscheiden oder Entfernen fester Verunreinigungen oder Ablagerungen ist zum Beispiel möglich durch:

- *Absetzbecken*
- *Filter*
- *Magnetabscheider*
- *Reinigungsöffnungen in Rohrleitungen*
- *Siebe*
- *Zentrifugen*

In Kühlschmierstoff-Kreisläufen eingesetzte Materialien sind zum Beispiel Dichtungen, Schläuche, Beschichtungen, metallische Werkstoffe.

Das Vorhandensein hoher Konzentrationen mikrobieller Abbauprodukte und/oder die übermäßige Vermehrung von Mikroorganismen sind zum Beispiel durch folgende Anzeichen zu erkennen:

- *Verringerung der Basenreserve (Empfehlenswert ist die Bestimmung der Gebrauchskonzentration durch Säuretitration)*
- *pH-Wert-Abfall*
- *Anstieg der Nitritkonzentration*
- *Geruch*

- *Verfärbung*
- *Schaumbildung*
- *Bildung von Biofilm (schleimige Beläge) oder Aufschwimmen von Biomasse*
- *Verstopfen von Leitungen, Filtern und Pumpen*
- *Trennung der Emulsion eines wassergemischten Kühlschmierstoffes in Wasser- und Ölphase*

Eine Erhöhung der Konzentrationen mikrobieller Abbauprodukte durch fehlenden Sauerstoff kann zum Beispiel durch regelmäßige Umwälzung vermieden werden.

Eine verfahrensbedingte höhere Temperatur ist zum Beispiel bei Kühlschmierstoff-Kreisläufen für Walzwerke erforderlich.

Bei wassergemischten Kühlschmierstoffen können aufschwimmende Öle oder Fette zum Beispiel durch Skimmer, Zentrifugen, Ölabscheider abgetrennt werden.

Siehe auch

- *VDI 3035 Blatt 1 „Gestaltung von Werkzeugmaschinen, Fertigungsanlagen und peripheren Einrichtungen für den Einsatz von Bearbeitungsmedien (Kühlschmierstoffe, Umformschmierstoffe)“*
- *VDI 3397 Blatt 2 „Pflege von Kühlschmierstoffen für -spanende und umformende Fertigungsverfahren; Maßnahmen zur Qualitätserhaltung, Prozessverbesserung, Abfall- und Abwasserverminderung“*
- *Anhang 3a "Erläuterungen zum Muster-Prüfplan fur wassergemischte Kuhlschmierstoffe" und 3b „Muster eines Prüfplans für wassergemischte Kühlschmierstoffe“ dieser DGUV Regel*

6.5.1.3 Reinigungspläne für Kreisläufe mit wassergemischten Kühlschmierstoffen in Werkzeugmaschinen: Reinigungsverfahren- und mittel

Bei der Reinigung entstehen zusätzliche Gefährdungen. Die Gefährdungsbeurteilung ist daraufhin anzupassen.

Reinigungsverfahren und -mittel sind durch die Unternehmensleitung festzulegen. Dies sollte in einem Reinigungsplan erfolgen.

Siehe auch Anhang 4 für ein Muster eines Reinigungsplans dieser DGUV Regel.

Folgende Verfahren werden angewendet:

- *mechanische Reinigung*
- *chemische Reinigung unter Einsatz von Reinigungsmitteln (Systemreiniger) mit oder ohne Biozide (Desinfektionsmittel)*

Mechanische Reinigungsverfahren sind zum Beispiel Bürst-, Dampfstrahl- oder Hochdruck-wasserspül-Verfahren und Flüssigkeits-/Luftimpulsspülung.

Bei der Verwendung von CO_2-Strahlanlagen (Trockeneisstrahlen) muss auf die

- *mögliche Absenkung des pH-Werts in wassergemischten KSS,*
- *Einhaltung des AGW für CO_2,*
- *außergewöhnlich hohe Lärmentwicklung*

geachtet werden.

Reinigungsmittel enthalten zum Beispiel grenzflächenaktive Substanzen (Tenside) oder Sodalösung. Reinigungsmittel mit Bioziden werden auch als Systemreiniger bezeichnet.

> *Siehe auch Abschnitt 2 Nummer 21 dieser DGUV Regel.*

Im Falle einer Präventivkonservierung kann bei Reinigungsverfahren gegebenenfalls auf die Zugabe weiterer Biozide verzichtet werden.

Bei Biofilmbildung sollte neben der mechanischen Reinigung auch ein Systemreiniger mit biozider Wirkung eingesetzt werden.

> *Siehe auch Abschnitt 5.7 der TRGS 611 „Verwendungsbeschränkungen für wassermischbare bzw. wassergemischte Kühlschmierstoffe, bei deren Einsatz N-Nitrosamine auftreten können“ zum Einsatz von Systemreinigern.*

6.5.1.4 Aufzustellende Reinigungspläne

Reinigungspläne sollten für folgende Einrichtungen aufgestellt werden:

- Abscheideeinrichtungen für feste Verunreinigungen
- Abscheideeinrichtungen für aufschwimmende Öle
- Kühlschmierstoff-Kreisläufe

Die Unternehmensleitung muss auch dafür sorgen, dass Reinigungsarbeiten nur von dafür beauftragten und darin unterwiesenen Personen durchgeführt und dass dabei geeignete persönliche Schutzausrüstungen gemäß Betriebsanweisung benutzt werden.

Besonders beim Umgang mit unverdünnten Medien (Biozide, Systemreiniger) besteht eine hohe Gefährdung.

Siehe auch

- *DGUV Regel 112-195 „Benutzung von Schutzhandschuhen“*
- *DGUV Regel 112-192 „Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz“*
- *DIN EN ISO 374 „Chemikalienschutzhandschuhe gegen gefährliche Chemikalien und Mikroorganismen“*
- *DIN EN 16523-1 „Bestimmung des Widerstands von Materialien gegen die Permeation von Chemikalien – Teil 1: Permeation durch eine flüssige Chemikalie unter Dauerkontakt“*
- *DIN EN ISO 21420 „Schutzhandschuhe – Allgemeine Anforderungen und Prüfverfahren“*
- *Anhang 4 „Muster eines Reinigungsplans für Kühlschmierstoff-Kreisläufe mit wassergemischten Kühlschmierstoffen“ dieser DGUV Regel*
- *Anhang 7 „Muster einer Betriebsanweisung für Tätigkeiten mit Bioziden und Reinigern“ dieser DGUV Regel*

6.5.1.5 Erfordernis der Reinigung von KSS-Kreisläufen

Eine Reinigung des Kühlschmierstoff-Kreislaufs nach *Abschnitt 6.5.1.3* ist in der Regel erforderlich

- bei jedem Kühlschmierstoffaustausch,
  besonders
- bei einem vollständigen Austausch des wassergemischten Kühlschmierstoffs infolge der Überschreitung des Nitrit-Grenzwerts der Technischen Regel für Gefahrstoffe TRGS 611 „Verwendungsbeschränkungen für wassermischbare bzw. wassergemischte Kühlschmierstoffe, bei deren Einsatz N-Nitrosamine auftreten können“
  oder
- wenn eine hohe mikrobielle Belastung und/oder Resistenzbildung vorhandener Mikroorganismen dazu geführt hat, dass der Kühlschmierstoff nicht mehr verwendbar ist.

Siehe auch Abschnitt 5.3 Abs. 4 der TRGS 611 „Verwendungsbeschränkungen für wassermischbare bzw. wassergemischte Kühlschmierstoffe, bei deren Einsatz N-Nitrosamine auftreten können“.

6.5.2 Beschäftigungsbeschränkungen

6.5.2.1 Anforderungen an beschäftigte Personen

Die Unternehmensleitung darf an Einrichtungen, bei deren Verwendung mit Kühlschmierstoffen umgegangen wird und Gefährdungen durch

- Haut- und Augenkontakt oder
- Emissionen in die Atemluft sowie Aufnahme in den Körper

zu erwarten sind, nur Personen beschäftigen, die das 18. Lebensjahr vollendet haben und mit den Einrichtungen und Fertigungsverfahren vertraut sind.

6.5.2.2 Jugendliche Personen

Nach § 22 Jugendarbeitsschutzgesetz (JArbSchG) dürfen Jugendliche nicht mit Arbeiten beschäftigt werden, bei denen sie nach der Gefährdungsbeurteilung schädlichen Einwirkungen von Gefahrstoffen im Sinne der Gefahrstoffverordnung ausgesetzt sind.

Abweichend von Abschnitt 6.5.2.1 und Satz 1 dürfen Jugendliche beschäftigt werden, soweit

- *das zur Erreichung ihres Ausbildungsziels erforderlich ist,*
- *ihr Schutz durch die Aufsicht einer fachkundigen Person gewährleistet ist und*
- *der Luftgrenzwert bei gefährlichen Stoffen unterschritten wird.*

Die Aufsicht erfolgt durch eine zuverlässige, mit den Tätigkeiten vertraute und auch weisungsbefugte Person. Sie beaufsichtigt und überwacht die arbeitssichere Durchführung der Tätigkeiten. Dafür muss sie ausreichende fachliche Kenntnisse (Fachkunde) besitzen.

6.5.2.3 Mutterschutz

Die Unternehmensleitung darf werdende oder stillende Mütter nur unter Berücksichtigung der Beschäftigungsbeschränkungen des Mutterschutzgesetzes (MuSchG) beschäftigen. Demnach darf eine schwangere oder stillende Frau keine Tätigkeiten ausüben und

keinen Arbeitsbedingungen ausgesetzt werden, bei denen sie in einem Maß Gefahrstoffen ausgesetzt ist oder sein kann, das *für sie oder für* das Kind eine unverantwortbare Gefährdung darstellt.

Eine unverantwortbare Gefährdung entsteht besonders

- *durch Gefahrstoffe, die als reproduktionstoxisch, „über die Muttermilch wirkend", keimzellmutagen (Kategorie 1A/B), krebserzeugend (Kategorie 1A/B), „spezifisch zielorgantoxisch nach einmaliger Exposition" (Kategorie 1) oder als akut toxisch (Kategorie 1–3) eingestuft sind,*
- *durch Blei und Bleiderivate, soweit die Gefahr besteht, dass diese Stoffe vom menschlichen Körper aufgenommen werden,*
- *durch Gefahrstoffe, die als Stoffe ausgewiesen sind, die auch bei Einhaltung der arbeitsplatzbezogenen Vorgaben möglicherweise zu einer Fruchtschädigung führen können (Bemerkung Z gemäß TRGS 900).*

Eine unverantwortbare Gefährdung gilt als ausgeschlossen, wenn zum Beispiel für den Gefahrstoff die arbeitsplatzbezogenen Vorgaben eingehalten werden und es sich um einen Gefahrstoff handelt, der bei Einhaltung der arbeitsplatzbezogenen Vorgaben hinsichtlich einer Fruchtschädigung als sicher bewertet wird (Bemerkung Y gemäß TRGS 900).

Die vom Ausschuss für Mutterschutz ermittelten wissenschaftlichen Erkenntnisse sind zu beachten.

Siehe auch MuSchR „Gefährdungsbeurteilung".

6.5.3 Essen, Trinken, Rauchen, Schnupfen

Die Unternehmensleitung stellt gemäß den Ergebnissen der Gefährdungsbeurteilung sicher, dass die Beschäftigten in Arbeitsbereichen, in denen sie Gefahrstoffen ausgesetzt sein können, keine Nahrungs- oder Genussmittel zu sich nehmen. Die Unternehmensleitung hat hierfür vor Aufnahme der Tätigkeiten geeignete Bereiche einzurichten.

Siehe auch § 8 Abs. 3 Gefahrstoffverordnung und § 9 Abs. 3 Biostoffverordnung.

6.5.4 Bildung von N-Nitrosaminen

Die Unternehmensleitung muss dafür sorgen, dass Kühlschmierstoffe nicht durch auf dem Werkstück haftende Fremdstoffe verunreinigt werden, die zur Bildung von N-Nitrosaminen führen können.

Das wird zum Beispiel erreicht, wenn nur gereinigte Werkstücke bearbeitet werden.

Fremdstoffe sind zum Beispiel Korrosionsschutzmittel, Rückstände von Salzbadhärtereien oder Reinigungslösungen, die Nitrit und/oder sekundäre Amine enthalten können, die krebserzeugende N-Nitrosamine bilden können.

> *Siehe auch Technische Regel für Gefahrstoffe TRGS 552 „N-Nitrosamine“, TRGS 611 „Verwendungsbeschränkungen für wassermischbare bzw. wassergemischte Kühlschmierstoffe, bei deren Einsatz N-Nitrosamine auftreten können“ und TRGS 615 „Verwendungsbeschränkungen für Korrosionsschutzmittel, bei deren Einsatz N-Nitrosamine auftreten können“.*

6.5.5 Vermeidbare Verschmutzungen

Die Unternehmensleitung sollte dafür sorgen, dass keine vermeidbaren Verschmutzungen in den Kühlschmierstoff eingetragen werden.

Typische Verschmutzungen sind zum Beispiel Zigarettenkippen, Lebensmittel und Getränke, Bodenschmutz, menschliche Ausscheidungen.

> *Siehe auch Abschnitt 5.3.4 der DGUV Information 209-051 „Keimbelastung wassergemischter Kühlschmierstoffe“.*

6.5.6 Betriebsanweisungen, Unterweisungen

Die Unternehmensleitung muss

- vor der Aufnahme von Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen und Zusatzstoffen (Maschinenbedienung, Nachkonzentrieren, Systemreinigung) und
- für Einrichtungen, in denen Kühlschmierstoffe verwendet werden, sowie

- für lufttechnische Anlagen zur Erfassung und Abscheidung von Kühlschmierstoffdampf und -aerosol

auf Grundlage der Gefährdungsbeurteilung nach der Gefahrstoffverordnung und der Biostoffverordnung arbeitsbereichs- und stoffbezogene Betriebsanweisungen in verständlicher Form und Sprache erstellen und die Beschäftigten anhand der Betriebsanweisungen mindestens einmal jährlich unterweisen. Jugendliche sind nach dem Jugendarbeitsschutzgesetz mindestens halbjährlich zu unterweisen. Inhalt und Zeitpunkt der Unterweisung sind schriftlich festzuhalten und von den Unterwiesenen durch Unterschrift zu bestätigen.

Siehe auch

- *TRGS 555 „Betriebsanweisung und Unterweisung“*
- *Anhänge 6–10 dieser DGUV Regel (weitere Musterbetriebsanweisungen und Informationen: www.gischem.de)*
- *BG RCI Merkblatt A10 „Betriebsanweisungen für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“*
- *DGUV Information 213-016 „Betriebsanweisungen nach der Biostoffverordnung“*

Eine Betriebsanweisung muss nicht erstellt werden, wenn sich aus der Gefährdungsbeurteilung für bestimmte Tätigkeiten aufgrund

- *der dem Gefahrstoff zugeordneten Gefährlichkeitsmerkmale,*
- *einer nur geringen verwendeten Stoffmenge,*
- *einer nach Höhe und Dauer niedrigen Exposition und*
- *der Arbeitsbedingungen*

insgesamt eine nur geringe Gefährdung der Beschäftigten ergibt und die allgemeinen Schutzmaßnahmen nach der Gefahrstoffverordnung zum Schutz der Beschäftigten ausreichen.

Im Rahmen der Unterweisung hat eine allgemeine arbeitsmedizinische Beratung zu erfolgen.

Siehe auch der DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“ hinsichtlich der Befolgung von Weisungen.

6.6 Schutzmaßnahmen zur Minimierung der Hautgefährdung

6.6.1 Grundlegende Maßnahmen

Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen gehören neben der Feuchtarbeit zu den Hauptauslösern von Kontaktekzemen. Der Vermeidung von Hauterkrankungen kommt daher besondere Bedeutung zu.

Maßnahmen zur Verringerung der Hautgefährdungen:

- Substitution
  - Trockenbearbeitung mit und ohne Minimalmengenschmierung
  - Technische Schutzmaßnahmen
  - Gekapselte, abgesaugte Werkzeugmaschinen
  - Gekapselte, abgesaugte Anlagen zum Reinigen und Trocknen von Werkstücken
  - Spritzschutzeinrichtungen
  - Verwendung von Spänehaken
- Organisatorische Schutzmaßnahmen
  - Betriebsanweisung mit Maßnahmen zur Hautprävention erstellen.
  - Hand- und Hautschutzplan zur Ergänzung der Betriebsanweisung erstellen.
  - Beschäftigte unterweisen (mit arbeitsmedizinisch-toxikologischer Beratung).
  - Arbeitsmedizinische Vorsorge durchführen lassen.
  - Wartungsplan für Kühlschmierstoff-Kreisläufe in der mechanischen Fertigung erstellen.
- Persönliche Schutzmaßnahmen
  - Benutzung von Schutzhandschuhen
  - Benutzung von Hautschutzmitteln
  - Schonende Hautreinigung
  - Benutzung von Hautpflegemitteln

Fordert das Fertigungsverfahren den Einsatz eines Kühlschmierstoffs, muss die Unternehmensleitung gemäß der Gefährdungsbeurteilung *(s. TRGS 401 Gefährdung durch Hautkontakt – Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen)* entsprechende Hautschutzmaßnahmen organisieren. Dazu gehört es besonders,

- den Hautkontakt mit Kühlschmierstoffen auf das unumgängliche Mindestmaß zu beschränken,
- den Fertigungsablauf möglichst so zu optimieren, dass ein ständiger Wechsel zwischen Tätigkeiten mit wassergemischten und nichtwassermischbaren Kühlschmierstoffen vermieden wird,
- einen Hand- und Hautschutzplan zu erstellen.

Bei der Festlegung der geeigneten Schutzhandschuhe, Hautschutz-, Hautreinigungs- und Hautpflegemittel muss sich die Unternehmensleitung fachkundig beraten lassen.

Die fachkundige Beratung kann zum Beispiel durch die Betriebsärztin oder den Betriebsarzt, den zuständigen Unfallversicherungsträger oder die Herstellfirma der Schutzhandschuhe und Hautmittel erfolgen.

6.6.2 Information zu Schutzhandschuhen

Vor der Auswahl und dem Einsatz von Schutzmaßnahmen muss die Unternehmensleitung eine Gefährdungsbeurteilung durchführen und dabei alle hautgefährdenden Tätigkeiten ermitteln. Dabei ist der gesamte Arbeitsablauf zu berücksichtigen. Das umfasst:

- die Art der Hautgefährdung (physikalische, chemische oder biologische Einwirkung)
- die Eigenschaften der hautschädigenden Stoffe
- die Art des Hautkontakts (Vollkontakt, Spritzer, Aerosole etc.)
- das Ausmaß, die Häufigkeit und den zeitlichen Umfang der hautgefährdenden Tätigkeiten
- weitere belastende Umgebungs- und Klimafaktoren, z. B. Hitze

Bei der Auswahl von Schutzhandschuhen sind neben der Schutzwirkung auch die Trageeigenschaften zu beachten. Neben einer möglichst guten Schutzwirkung gegen auftretende Gefährdungen (chemisch, mechanisch, thermisch etc.) sollten daher auch folgende Auswahlkriterien berücksichtigt werden:

- Passform
- Griffgefühl (Nassgriff, Ölgriff)
- Tastempfinden (feinmechanische Tätigkeiten)
- geringe Behinderung beim Arbeiten
- bei bestehenden Allergien: Hautverträglichkeit (Allergene)

6.6.3 Trageverbot von Schutzhandschuhen bei Arbeiten an bewegten Maschinenteilen, Werkzeugen und Werkstücken

Die Unternehmensleitung muss dafür sorgen, dass bei Arbeiten an bewegten Maschinenteilen, Werkzeugen und Werkstücken Schutzhandschuhe nicht getragen werden, wenn die Gefahr einer Verletzung durch das Erfasstwerden der Schutzhandschuhe besteht.

PSA-Verordnung (EU) 2016/425 sowie DGUV Regel 112-195 „Benutzung von Schutzhandschuhen“ und Abschnitt 2.5.1 der DGUV Information 209-066 „Maschinen der Zerspanung“.

Besteht keine Gefahr des Erfasstwerdens der Schutzhandschuhe, zum Beispiel durch bewegte Maschinenteile, haben Schutzhandschuhe wegen ihrer höheren Schutzfunktion Priorität vor Hautschutzmitteln.

Tabelle 8 Beispiele für Tätigkeiten, bei denen Schutzhandschuhe getragen werden können

Tätigkeit	Schutzhandschuhe
Neuansatz der KSS-Emulsion	Chemikalienschutzhandschuhe*
Prüfen der KSS-Emulsion	Chemikalienschutzhandschuhe*, bei kurzzeitigem KSS-Kontakt auch Einmalhandschuhe, z. B. aus Nitrilkautschuk oder Nitril-teilbeschichtete Strickhandschuhe
Abfüllen und Zugabe von Additiven und Systemreiniger	Chemikalienschutzhandschuhe*
Systemreinigung einschließlich mechanischer Reinigung mit dem Hochdruckreiniger	Chemikalienschutzhandschuhe* oder, bei kurzzeitigem KSS-Kontakt, Strickhandschuhe mit einer Nitrilkautschuk-Vollbeschichtung
Aufnehmen von verschütteter oder ausgelaufener KSS-Emulsion mit Aufsaugmittel	Chemikalienschutzhandschuhe*
Messen von Werkstücken	Chemikalienschutzhandschuhe* oder Strickhandschuhe mit einer Nitril-Beschichtung (3/4- oder Vollbeschichtung). Bei Tätigkeiten mit scharfkantigen Teilen ist ein schnitthemmendes Trägermaterial auszuwählen.
Ein- und Ausspannen von Werkstücken an stehenden Bearbeitungsmaschinen, sofern die gefahrbringende Bewegung ausgeschlossen werden kann.	Chemikalienschutzhandschuhe* oder Strickhandschuhe mit einer Nitril-Beschichtung (3/4- oder Vollbeschichtung). Bei Tätigkeiten mit scharfkantigen Teilen ist ein schnitthemmendes Trägermaterial auszuwählen.
Instandhaltungsarbeiten am KSS-Kreislauf an stehenden Bearbeitungsmaschinen, sofern die gefahrbringende Bewegung ausgeschlossen werden kann.	Chemikalienschutzhandschuhe* oder Strickhandschuhe mit einer Nitril-Beschichtung (3/4- oder Vollbeschichtung). Bei Tätigkeiten mit scharfkantigen Teilen ist ein schnitthemmendes Trägermaterial auszuwählen.

* aus Nitrilkautschuk, ggf. mit Unterziehhandschuhen aus Baumwolle

Weitere Informationen:
- *DGUV Regel 112-195 „Benutzung von Schutzhandschuhen“*
- *DGUV Information 212-007 „Chemikalienschutzhandschuhe“*
- *DGUV Information 209-022 „Hautschutz an Holz- und Metallarbeitsplätzen“*

6.6.4 Hinweise zum Hautschutzmittel

Bei der Auswahl von Hautschutzmitteln ist Folgendes zu beachten:

- Das Hautschutzmittel muss auf die jeweils vorliegende Hautbelastung abgestimmt sein
- Es gibt nicht ein Hautschutzmittel für alle Einsatzbereiche. Die Angaben der Herstellfirma sind zu beachten (Wirksamkeitsnachweis bei Bedarf von der Herstellfirma anfordern. Siehe auch DGUV Information 209-022 *„Hautschutz an Holz- und Metallarbeitsplätzen“* zum Wirksamkeitsnachweis.
- Hautschutzmittel bilden keine Barriere auf der Haut. Sie können die Hautgefährdung durch Feuchtarbeit (*s. Abschnitt 5.1.1*) oder schwach hautschädigende Stoffe zu einem gewissen Grad verringern, aber nicht verhindern.
- Hautschutzmittel, die die Händereinigung erleichtern sollen (siehe Hinweis auf der Verpackung), dürfen aufgrund ihres hohen Emulgatoranteils keinesfalls unter Handschuhen benutzt werden.
- Fettende Hautschutzmittel (Wasser-in-Öl-Emulsionen, Fettsalben) dürfen nicht unter Schutzhandschuhen benutzt werden, da sie den Wärmestau im Schutzhandschuh verstärken, der die Ekzembildung eher fördert.
- Hautschutzmittel wirken nicht gegen mechanische Gefährdungen wie Abrieb, Stiche, Schnitte etc. Außerdem schützen sie nicht vor Gefahrstoffen und Allergenen.
- Hautschutzmittel können selbst Allergene enthalten, z. B. Konservierungsmittel (Biozide) oder Duftstoffe.
- Carrier, z. B. Emulgatoren, Dimethylsulfoxid (DMSO), N,N-Dimethylformamid (DMF) und Glykol-Verbindungen, können zu einer verstärkten Aufnahme von Gefahrstoffen führen, auch wenn diese nicht hautresorptiv sind. Als Carrier kann auch Harnstoff in Hautpflegemitteln wirken; daher sollten diese nur nach der Arbeit eingesetzt werden.

- Unabhängig von Carriern kann die Hauterweichung zu einer erhöhten Empfindlichkeit der Haut gegenüber äußeren Faktoren (Penetration von Stoffen und mechanische Belastung) führen.
- Eine gute Akzeptanz fördert die konsequente Anwendung von Hautschutzmitteln. Es wird daher empfohlen, die Beschäftigten bei der Auswahl des geeigneten Hautschutzmittels einzubeziehen.
- Hautschutzmittel sollen bei Bedarf mehrmals täglich entsprechend Abb. 4 aufgetragen werden. Wenn Kühlschmierstoffkontakte an weiteren Körperstellen bestehen, die nicht durch Kleidung geschützt werden können, z. B. die Unterarme, sollten Hautschutzmittel auch dort benutzt werden.

1 Hände vor dem Auftrag reinigen und gut trocknen

2 Hautschutzmittel in geeigneter Menge auf einen Handrücken auftragen

3 Hautschutzmittel mit den Handrücken beider Hände möglichst gleichmäßig verteilen

4 Hautschutzmittel mit den Fingerspitzen der einen Hand in den Fingerzwischenräumen der anderen Hand vereiben

5 Fingernägel und Nagelfalze nicht vergessen

6 Sofern über die Hände hinaus eine Gefährdung der Haut am Unterarm besteht, ist auch dort Hautschutzmittel aufzutragen

7 Verbleibende Reste des Hautschutzmittels in den Handflächen verreiben

8 Mit den Fingernägeln unter leichtem Druck über die Handinnenflächen kratzen, damit das Hautschutzmittel auch auf die Haut unter den Fingernägeln gelangt

Abb. 4 Richtige Anwendung von Hautschutzmitteln (Quelle: DGUV Information 209-022 „Hautschutz an Holz- und Metallarbeitsplätzen“)

Bei unvermeidlich kurzzeitigem Wechsel zwischen wassergemischtem und nichtwassermischbarem Kühlschmierstoff ist als Ersatz für gezielten Hautschutz ein Präparat mit breiterem Wirkungsspektrum zur Verfügung zu stellen. Häufig wechselnder Hautkontakt ergibt sich zum Beispiel

- bei verketteten Arbeitsvorgängen, bei denen das Werkstück z. B. zuerst mit einem wassergemischten Kühlschmierstoff geschliffen und anschließend mit einem nichtwassermischbaren Kühlschmierstoff gehont wird,
- beim Hantieren von mit Kühlschmierstoff benetzten Werkstücken und nachfolgender Entfettung in Lösemitteln zur Durchführung von Qualitätskontrollen,
- beim Hantieren mit wassergemischten Kühlschmierstoffen und Maschinenölen oder -fetten,
- beim Einlegen von Werkstücken, die mit Korrosionsschutzstoffen vorbehandelt wurden,
- beim Einlegen von mit wassergemischten Kühlschmierstoffen benetzten Teilen in Dewatering-Fluids.

6.6.5 Hinweise zum Hautreinigungsmittel

Das Reinigungsmittel ist den durchgeführten Tätigkeiten und dem verbleibenden Verschmutzungsgrad entsprechend auszuwählen. Bei Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen reicht eine reibemittelfreie Flüssigseife aus.

Hinweis: Eine zusätzliche Händedesinfektion aus hygienischen Gründen ist nicht erforderlich.

Ist der Einsatz reibemittelhaltiger Reinigungsmittel erforderlich (z. B. stärkerer Verschmutzungsgrad bei Instandhaltungsarbeiten), sollte sichergestellt sein, dass diese möglichst nur den betroffenen Beschäftigten zugänglich gemacht werden.

Darüber hinaus haben Studien gezeigt, dass der Einsatz von Bürsten zur Reinigung zu einer deutlich stärkeren Gefährdung der Haut führt.

Vom Einsatz von Lösungsmittel oder anderen Chemikalien (auch KSS!) zur Reinigung ist generell abzuraten.

6.6.6 Hinweise zum Hautpflegemittel

Hautpflegemittel sollten auch in der arbeitsfreien Zeit benutzt werden. Sie sollen die Regeneration der Hautbarriere nach einer Belastung fördern, indem sie Feuchtigkeit, Fette und feuchtigkeitsbindende Substanzen zuführen. Das ist vor allem dann wichtig, wenn die Haut zum Beispiel durch Kontakt mit Kühlschmierstoffen, häufiges Händewaschen oder auch nur durch häufigen Kontakt mit Wasser ausgetrocknet wird. Darüber hinaus spielt die Hautpflege nach dem Tragen von Schutzhandschuhen eine wesentliche Rolle.

Hautpflegemittel dürfen nicht als Hautschutzmittel (vor der Arbeit) verwendet werden, da sie Stoffe enthalten können, zum Beispiel Harnstoff, die das Eindringen von Schadstoffen fördern („Carrier-Effekt“).

Sind bereits Hautschädigungen aufgetreten, reichen hautpflegende Maßnahmen allein nicht mehr aus. In diesen Fällen sollten die Vorgesetzten und/oder die Betriebsärztin oder der Betriebsarzt informiert oder eine hautärztliche Praxis aufgesucht werden.

Eine gute Akzeptanz fördert die konsequente Anwendung von Hautpflegemitteln. Es wird daher empfohlen, die Beschäftigten bei der Auswahl des geeigneten Hautpflegemittels einzubeziehen.

6.6.7 Informationen für die Beschäftigten

Die Unternehmensleitung muss die im Hand- und Hautschutzplan festgelegten Mittel bereitstellen und die Beschäftigten, die Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen ausführen, über die festgelegten Maßnahmen anhand des Hand- und Hautschutzplans unterweisen. Dazu gehört auch die richtige Verwendung von Schutzhandschuhen.

Die Beschäftigten müssen die im Hand- und Hautschutzplan festgelegten Mittel wie folgt verwenden:

- Vor Arbeitsbeginn, nach Pausen und nach jedem Waschen ist ein geeignetes Hautschutzmittel aufzutragen.
- Vor Pausen und nach Arbeitsende ist mit dem Hautreinigungsmittel ohne Reibemittel zu reinigen. Anschließend sind die Hände sorgfältig abzutrocknen.
- Nach Arbeitsende ist ein Hautpflegemittel aufzutragen.

Grundsätzlich sind die Beschäftigten darüber aufzuklären, dass privat beschaffte Hautmittel nicht ohne Zustimmung der Unternehmensleitung im Betrieb benutzt werden dürfen.

Die Beschäftigten müssen dahingehend unterwiesen werden, dass das Hautschutzmittel vollständig in die Haut eingezogen sein muss, bevor eine hautgefährdende Tätigkeit aufgenommen wird oder Schutzhandschuhe angezogen werden.

Tabelle 9 Pflichten zum Hautschutz

	Pflichten der Unternehmensleitung	**Pflichten der Beschäftigten**
Arbeitshygiene	Waschgelegenheiten mit fließendem warmem Wasser in der Nähe des Arbeitsbereichs einrichten. Waschplätze optimieren, z. B. durch Anbringung von Spendersystemen für Hautmittel. Zum Trocknen der Hände Retraktivspender (Spender mit automatischem Vorschub des Textilhandtuchs) oder Einmalhandtücher zur Verfügung stellen.	Waschbecken nur zur Hautreinigung verwenden, keine Werkstücke etc. darin reinigen. Hände sorgfältig abtrocknen. Keine Maschinenreinigungstücher zur Händereinigung oder -trocknung benutzen. Die darin möglicherweise befindlichen feinsten Metallspäne führen zu Mikroverletzungen der Haut. Maschinenreinigungstücher oder benutzte Schutzhandschuhe nicht in die Hosen- oder Kitteltaschen stecken. Gehörschutzstöpsel nur mit sauberen Händen anfassen. Kleinere sichtbare Verletzungen (z. B. Schnittverletzungen) behandeln lassen.

	Pflichten der Unternehmensleitung	Pflichten der Beschäftigten
Schutzhandschuhe	Geeignete Schutzhandschuhe zur Verfügung stellen und dafür sorgen, dass sie in gebrauchsfähigem und hygienisch einwandfreiem Zustand gehalten werden.	Schutzhandschuhe gemäß der Betriebsanweisung und ggf. des Hand- und Hautschutzplanes benutzen. Verschmutzte oder mit Kühlschmierstoff durchfeuchtete Schutzhandschuhe wechseln. Bei starkem Schwitzen in Schutzhandschuhen wird empfohlen, Baumwoll-Unterziehhandschuhe zu benutzen.
Hautreinigungsmittel	Hautreinigungsmittel abhängig vom Verschmutzungsgrad auswählen. Immer auch reibekörperfreie Hautreinigungsmittel zur Verfügung stellen.	Vorzugsweise reibekörperfreie Hautreinigungsmittel (Flüssigseife) benutzen. Reibekörperhaltige Mittel vermeiden. Keine Bürsten, Lösungsmittel oder andere Chemikalien für die Hautreinigung verwenden.
Hautschutzmittel	Geeignete, auf die jeweils vorliegende Hautbelastung abgestimmte Hautschutzmittel zur Verfügung stellen.	Hautschutzmittel nach Vorgabe benutzen. Hautschutzmittel nur mit sauberen, trockenen Händen benutzen. Nicht mit verschmutzten oder mit Kühlschmierstoff behafteten Händen ins Gesicht oder an andere Hautpartien fassen.
Hautpflegemittel	Hautpflegemittel zur Verfügung stellen.	Hautpflegemittel nach der Hautreinigung benutzen, besonders nach Arbeitsende und vor Pausen.

	Pflichten der Unternehmensleitung	Pflichten der Beschäftigten
Bei Bedarf: weitere Schutzkleidung	Augen- oder Gesichtsschutz, Schutzkleidung oder Schutzschürzen zur Verfügung stellen und dafür sorgen, dass sie in gebrauchsfähigem und hygienisch einwandfreiem Zustand gehalten werden. Kühlschmierstoffundurchlässige und -beständige Schürzen oder Schutzkleidung zur Verfügung stellen, wenn der Arbeitsablauf eine Durchnässung der Arbeitskleidung erwarten lässt. Augenschutz zur Verfügung stellen, wenn die Gefahr besteht, dass Kühlschmierstoff-Spritzer in die Augen gelangen können. Augenduschen in Arbeitsbereichen einrichten, in denen mit Kühlschmierstoff-Konzentraten umgegangen wird und die Gefahr von Augenkontakt durch Verspritzen der Konzentrate besteht. Augenduschen müssen immer in einem hygienisch einwandfreien Zustand gehalten werden. Gesichtsschutz und geeignete Schutzhandschuhe beim Ansetzen wassergemischter Kühlschmierstoffe, beim Nachdosieren von Bioziden sowie bei der Verwendung von Systemreinigern zur Verfügung stellen.	Schutzkleidung nach Vorgaben der Vorgesetzten benutzen. Verschmutzte oder mit Kühlschmierstoff durchfeuchtete Kleidung sowie Reinigungstücher wechseln und erst nach der Reinigung wieder benutzen. Arbeitskleidung und Straßenkleidung getrennt aufbewahren.

	Pflichten der Unternehmensleitung	Pflichten der Beschäftigten
	Kühlschmierstoffundurchlässige Sicherheitsschuhe zur Verfügung stellen, wenn die Gefahr der Durchnässung besteht. Bei der Reinigung von mikrobiell besiedelten Kühlschmierstoff-Kreisläufen mit Hochdruckreinigern, besonders bei der Entfernung von „Biofilmen“, ist zusätzlich Atemschutz (partikelfiltrierende Halbmasken FFP2 oder Halbmasken mit Partikelfilter P2) wegen erhöhter Belastung des Arbeitsplatzes mit Bioaerosolen zur Verfügung zu stellen. Bei der Beschickung von Anschwemmfiltersystemen mit kieselgurhaltigen Filterhilfsmitteln ist zusätzlich Atemschutz (partikelfiltrierende Halbmasken FFP2 oder Halbmasken mit Partikelfilter P2) zur Verfügung zu stellen.	

Weiterführende Hinweise siehe auch

- *TRGS 401 „Gefährdung durch Hautkontakt – Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen“*
- *DGUV Regel 112-189 „Benutzung von Schutzkleidung“*
- *DGUV Regel 112-190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“*
- *DGUV Regel 112-191 „Benutzung von Fuß- und Knieschutz“*
- *DGUV Regel 112-192 „Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz“*
- *DGUV Regel 112-195 „Benutzung von Schutzhandschuhen“*
- *DGUV Information 209-022 „Hautschutz an Holz- und Metallarbeitsplätzen“*
- *DGUV Information 212-017 „Auswahl, Bereitstellung und Benutzung von beruflichen Hautmitteln“*
- *Anhang 11 „Muster eines Hautschutz- und Hygieneplanes“*

> *Siehe auch § 7 Abs. 6 der Gefahrstoffverordnung zur Pflege, Reinigung und Entsorgung von persönlichen Schutzausrüstungen.*

6.6.8 Überprüfung der Wirksamkeit von persönlichen Schutzmaßnahmen

Die Überprüfung der Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen ist fester Bestandteil der Gefährdungsbeurteilung. Hinweise auf eine mangelhafte Wirksamkeit persönlicher Schutzmaßnahmen sind zum Beispiel:

- geringer Verbrauch an Schutzhandschuhen
- eingetrocknete Spender für Hautschutzmittel
- mangelhafter Zustand der Schutzhandschuhe am Arbeitsplatz (ungeeignete Schutzhandschuhe im Arbeitsbereich, verschlissene oder stark verschmutzte Handschuhe)
- Schutzhandschuhe über einen zu langen Zeitraum im Einsatz

Hinweise auf unzureichende Wirksamkeit können sich aus der arbeitsmedizinischen Vorsorge oder durch Erkenntnisse aus Arbeitsplatzbegehungen durch den Betriebsarzt oder die Betriebsärztin ergeben.

6.6.9 Maßnahmen bei Hautveränderungen

Erhält die Unternehmensleitung Kenntnis über Hautveränderungen bei Beschäftigten, muss sie die Ursachen der Hautveränderungen, bei Bedarf unter Mitwirkung fachkundiger Personen, zum Beispiel des Betriebsarztes oder der Betriebsärztin oder der Fachkraft für Arbeitssicherheit, ermitteln und prüfen, ob die in den vorhergehenden Abschnitten dargestellten Schutzmaßnahmen ausreichend wirksam durchgeführt und von den Beschäftigten auch eingehalten worden sind.

Den Beschäftigten ist der Kontakt zum Betriebsarzt oder zur Betriebsärztin zu ermöglichen.

Gemäß § 2 Abs. 7 der DGUV Vorschrift 2 sind die Beschäftigten über Art der praktizierten betriebsärztlichen Betreuung nach Anlage 1 oder 2 der DGUV Vorschrift 2 zu informieren und darüber in Kenntnis zu setzen, welcher Betriebsarzt oder welche Betriebsärztin anzusprechen ist (z. B. durch Aushang).

Sieht der Arzt oder die Ärztin einen beruflichen Zusammenhang mit den Hautveränderungen, wird er oder sie – das Einverständnis der Beschäftigten vorausgesetzt – den zuständigen Unfallversicherungsträger informieren und damit das Hautarztverfahren einleiten.

Hinweis: Die Meldung an den Unfallversicherungsträger kann durch die Unternehmerin oder den Unternehmer, die beschäftigte Person und durch den behandelnden Arzt oder die behandelnde Ärztin erfolgen und ist nicht auf die Betriebsärztin oder den Betriebsarzt beschränkt.

Im Hautarztverfahren wird der Unfallversicherungsträger zusammen mit allen Betroffenen individuelle Maßnahmen suchen, um dem oder der Beschäftigten einen Verbleib am Arbeitsplatz zu ermöglichen.

Sofern sich der Verdacht bestätigt hat, dass eine Hauterkrankung beruflich bedingt ist oder sie durch die berufliche Tätigkeit verschlimmert wird, übernimmt der Unfallversicherungsträger die Kosten für eine ambulante hautfachärztliche Therapie, verbunden mit einer Optimierung der Schutzmaßnahmen am Arbeitsplatz und gesundheitspädagogischen Maßnahmen. Falls die ambulanten Maßnahmen nicht den gewünschten Erfolg bringen, kann eine stationäre Rehabilitationsmaßnahme in einer berufsdermatologischen Klinik durchgeführt werden.

7 Prüfung und Wartung

7.1 Prüfung und Pflege von wassergemischten Kühlschmierstoffen, Ansetzwasser, Prüfplan

7.1.1 Prüfplan

Nach der TRGS 611 „Verwendungsbeschränkungen für wassermischbare bzw. wassergemischte Kühlschmierstoffe, bei deren Einsatz N-Nitrosamine auftreten können“ hat die Unternehmensleitung verpflichtend den Nitritgehalt und den pH-Wert regelmäßig zu prüfen. Die Ergebnisse sind zu dokumentieren. Die Dokumentation sollte in einem Prüfplan erfolgen. Aus anwendungstechnischen Gründen sollten auch weitere Parameter in der Gebrauchsemulsion in regelmäßigen Abständen überprüft und dokumentiert werden.

Für einen Soll-Ist-Wert-Vergleich sollte der Prüfplan mindestens folgende Angaben enthalten:

1. Nitritgehalt des wassergemischten Kühlschmierstoffs
2. pH-Wert
3. Nitratgehalt/Nitritgehalt des Ansetzwassers
4. Gebrauchskonzentration
5. wahrnehmbare Veränderungen des Kühlschmierstoffs

> *Siehe auch Anhänge 3a und b für einen Musterprüfplan und Erläuterungen dieser DGUV Regel.*

Zu Nummer 1:

Die Überwachung mit Teststäbchen ist gemäß der Technischen Regel für Gefahrstoffe TRGS 611 „Verwendungsbeschränkungen für wassermischbare bzw. wassergemischte Kühlschmierstoffe, bei deren Einsatz N-Nitrosamine auftreten können“ hinreichend genau.

Zu Nummer 2:

Die Elektrode von pH-Metern verschmutzt sehr schnell bei Fremdölkontakt. In der Praxis hat sich deshalb die Verwendung von pH-Indikatorstäbchen mit geeignetem Messbereich durchgesetzt (Abstufungen von 0,2-/0,3er-Einheiten, keine Universalindikatoren!).

Ist betriebliche Erfahrung vorhanden, sind Interpolationen möglich, zum Beispiel zwischen pH 8,5 und 9,5, um eine Verlaufskontrolle durchzuführen.

Zu Nummer 3:

Die Nitratbestimmung ist nur in Abwesenheit von Nitrit möglich.

> *Siehe auch Anhang 3b „Muster eines Prüfplans für wassergemischte Kühlschmierstoffe“ dieser DGUV Regel.*

Zu Nummer 4:

Für die Konzentrationsbestimmung mit dem Handrefraktometer wird der produktspezifische Korrekturfaktor benötigt. Hohe Fremdölgehalte, Änderungen in der Tröpfchengrößenverteilung (Dispersität) und Verschmutzungen oder Temperaturabweichungen können das Ergebnis verfälschen und erschweren die Ablesung.

Für die Konzentrationsbestimmung mit Säuretitration wird der produktspezifische Korrekturfaktor benötigt. Zugabe oder Einschleppung großer Mengen von Säuren, Laugen oder Bioziden verfälschen das Ergebnis.

Falls beide Ergebnisse stark voneinander abweichen, wird die Bestimmung mit einer Labormethode empfohlen.

Zu Nummer 5:

Zu dokumentieren sind zum Beispiel Verfärbungen, Schaumbildung, Rückstandsbildung, Emulsionstrennung, aufschwimmendes Fremdöl, besondere Gerüche, Hinweise auf Befall mit Mikroorganismen, wie „Biofilmbildung“.

> *Siehe auch VDI 3397 Blatt 2 „Pflege von Kühlschmierstoffen für spanende und umformende Fertigungsverfahren – Maßnahmen zur Qualitätserhaltung, Prozessverbesserung, Abfall- und Abwasservermeidung“.*
>
> *Siehe auch Abschnitt 6.1.6 und 7.1.4 zur maximalen Biozidkonzentration dieser DGUV Regel.*

Nach der Technischen Regel für Gefahrstoffe TRGS 611 „Verwendungsbeschränkungen für wassermischbare bzw. wassergemischte Kühlschmierstoffe, bei deren Einsatz N-Nitrosamine auftreten können“ dürfen wassergemischte Kühlschmierstoffe nicht mehr als 20 mg/l Nitrit enthalten.

> *Siehe auch Abschnitt 4.4.1 in Bezug auf einer möglichen Bildung von N-Nitrosaminen.*

Darüber hinaus schreibt die Trinkwasserverordnung eine maximale Gesamtkoloniezahl von ≤ 10^2 KBE/ml vor.

Krankheitserreger dürfen nicht vorhanden sein. Wasser aus nicht öffentlichen Netzen, zum Beispiel Brunnenwasser, aber auch aufbereitetes Wasser, zum Beispiel VE-Wasser, erfüllen diese Bedingungen in aller Regel nicht und sollte daher regelmäßig auf seine mikrobielle Belastung hin kontrolliert werden. Ergibt die Kontrolle eine relevante „Verkeimung“, darf dieses Wasser nicht oder erst nach Entkeimung verwendet werden.

Es wird empfohlen, Ansetzwasser in Trinkwasserqualität zu verwenden.

Die Probenahme sollte während der Umwälzung des KSS aus dem Reinbehälter oder direkt aus dem Zulauf erfolgen.

Es besteht keine Verpflichtung zur mikrobiologischen Überwachung des wassergemischten Kühlschmierstoffs.

Starker mikrobieller Befall von wassergemischten Kühlschmierstoffen kann zu erheblichen technischen Störungen sowie hygienischen und gesundheitlichen Problemen führen und ist daher zu vermeiden.

> *Siehe auch DGUV Information 209-051 „Keimbelastung wassergemischter Kühlschmierstoffe“ und TRGS 611 „Verwendungsbeschränkungen für wassermischbare bzw. wassergemischte Kühlschmierstoffe, bei deren Einsatz N-Nitrosamine auftreten können“.*

Hinweise auf starken mikrobiellen Befall:

- Verringerung der Basenreserve
- deutlicher Abfall des pH-Werts
- Schaumbildung

- Anstieg der Nitritkonzentration
- Instabilität der Emulsion (Aufrahmung)
- unangenehmer Geruch
- Verfärbung
- sichtbare Biofilme oder Aufschwimmen von Biomasse
- Verstopfte Leitungen, Filter und Pumpen

Eine mikrobielle Aktivität in wassergemischten Kühlschmierstoffen macht sich jedoch nicht immer über die genannten Parameter bemerkbar. Besonders in Zentralsystemen kann – bei Hinweisen auf einen starken mikrobiellen Befall – ergänzend zur technischen Kontrolle eine Koloniezahlbestimmung im gebrauchten wassergemischten Kühlschmierstoff sinnvoll sein.

Ein starker mikrobieller Befall wird in der Regel durch Präventivkonservierung vermieden.

Besteht der Verdacht auf einen starken mikrobiellen Befall, wird empfohlen, mit der Herstell- oder Lieferfirma des Kühlschmierstoffs Kontakt aufzunehmen und das weitere Vorgehen abzustimmen. Nur dort liegen in der Regel ausreichend Kenntnisse über die Rezeptur und gegebenenfalls anwendungstechnische Besonderheiten vor, die für eine erfolgreiche Reaktion, zum Beispiel durch Biozidzugabe, notwendig sind.

Methoden zur genauen Bestimmung der Koloniezahl sind aufwändig und können nur mit entsprechender Ausrüstung und Schulung des Personals oder von mikrobiologischen Laboren durchgeführt werden.

Einmal-Eintauchnährböden („Dip-Slides“) sind semi-quantitative Verfahren und erreichen nicht die Genauigkeit von Laboruntersuchungen. Sie können jedoch als nützliches und wenig aufwändiges Schnellverfahren für die Verlaufskontrolle des mikrobiellen Wachstums in wassergemischten Kühlschmierstoffen eingesetzt werden. Mit ihnen ist eine Abschätzung der Koloniezahl möglich.

Für wassergemischte Kühlschmierstoffe sind nur Dip-Slides mit nicht selektiven Nährmedien (so genannte Standard-Nährmedien) zur Bestimmung der Gesamtkoloniezahl zu verwenden.

Die Genauigkeit derartiger Messungen kann durch die strikte Beachtung der Gebrauchshinweise für die Dip-Slides, durch den Einsatz geschulten Personals und durch Parallelmessungen verbessert werden.

Im Vergleich zu Labor-Standardverfahren zeigen Dip-Slides im Bereich von 10^3 bis 10^4 KBE/ml (Schätzwert) die zuverlässigsten Ergebnisse, während es bei sehr niedriger oder hoher mikrobieller Besiedlung des Kühlschmierstoffs zu starken Abweichungen im Ergebnis der Gesamtkoloniezahl zwischen beiden Untersuchungsmethoden kommen kann. Daraus können Fehlinterpretationen mit Blick auf eine erforderliche Nachkonservierung entstehen.

Die gültigen Vorschriften zur Entsorgung von Dip-Slides (thermische Verfahren, z. B. Autoklav, Verbrennung) sind zu beachten.

Die Fachbereich AKTUELL FBHM-056 „Richtiger Umgang mit Dip-Slides – Wachstumsverlaufskontrolle von Mikroorganismen in wassergemischten KSS“ beinhaltet umfassende Informationen zum Thema.

Für die Konservierung von Kühlschmierstoffen ist es erforderlich, die maximale Biozidkonzentration als Kenngröße in den Überwachungsplan aufzunehmen und den empfohlenen Konzentrationsbereich anzugeben.

Die Unternehmensleitung muss zusätzlich zu Abschnitt 7.1.1 Prüfmethoden und Intervalle festlegen. Dabei sind die kühlschmierstoff- und anlagenspezifischen Angaben der Herstellfirma und Angaben zu Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen entsprechend Abschnitt 4 zu beachten.

7.1.2 Fachkundige Personen zur Prüfung

Die Unternehmensleitung muss dafür sorgen, dass wassergemischte Kühlschmierstoffe entsprechend dem Prüfplan geprüft und dass entsprechend den festgestellten Prüfergebnissen die notwendigen Maßnahmen durchgeführt werden. Diese Aufgaben müssen von fachkundigen Personen durchgeführt werden.

Die theoretischen Grundlagen einer Fachkunde können zum Beispiel durch den Besuch von Lehrgängen innerhalb geeigneter Organisationen erworben werden. Das Wissen ist auf dem aktuellen Stand zu halten.

Fachkundig können die Unternehmensleitung selbst, Betriebsangehörige oder Betriebsfremde sein. Die Fachkunde kann, muss aber nicht, in einer Person vereint sein.

7.1.3 Biozidzugabe nach Prüfung

Macht die Prüfung nach Abschnitt 7.1.1 eine Biozidzugabe zum wassergemischten Kühlschmierstoff erforderlich, sollte diese nur nach Rücksprache mit der Lieferfirma des KSS erfolgen.

7.1.4 Dokumentation der Biozidzugabe

Die Unternehmensleitung sollte eine Biozidzugabe, wie folgt, dokumentieren:

- Art des Biozids
- Konzentration des Biozids während der Verwendungsdauer unter Berücksichtigung notwendiger Nachfüllungen aufgrund von Kühlschmierstoffverlusten
- die von der Biozidherstellfirma vorgegebene höchstzulässige Biozidkonzentration, die nicht überschritten werden darf.

7.1.5 Hinweise zum Einsatz von Bioziden: Nachkonservierung

Beim Einsatz von Bioziden zur Nachkonservierung ist zu beachten, dass ordnungsgemäß und nach guter fachlicher Praxis zu verfahren ist. Das bedeutet:

- Die Verwendung erfolgt gemäß den in der Zulassung eines Biozids festgelegten Bedingungen und gemäß seiner Kennzeichnung.
- Der Einsatz von Bioziden wird durch eine sachgerechte Berücksichtigung physikalischer, biologischer, chemischer und sonstiger Alternativen auf das Mindestmaß begrenzt.

  Siehe auch Abschnitt 4a der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV).

- Die Unternehmensleitung sorgt dafür, dass der Einsatz von Konzentraten von Bioziden und Systemreinigern nur durch beauftragte und unterwiesene Personen erfolgt und dass dabei geeignete Schutzmaßnahmen ergriffen und durchgeführt werden.

Siehe auch Abschnitt 4a der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV).

Siehe auch Abschnitt 6.6.7 zur Verwendung von PSA und Anhänge 6 und 7 Muster für Betriebsanweisungen für Biozide und Systemreiniger dieser DGUV Regel.

7.1.6 Hinweise zum Einsatz von Bioziden: Neuansatz

Die Unternehmensleitung sollte dafür sorgen, dass bei einem Neuansatz die höchstzulässige Biozidkonzentration nach Abschnitt 7.1.4 nicht überschritten wird.

Sofern der Neuansatz aus einem vorkonservierten wassermischbaren Kühlschmierstoff hergestellt wird, muss über *die Gebrauchskonzentration sichergestellt sein, dass die höchstzulässige Biozidkonzentration in dem wassergemischten Kühlschmierstoff nicht überschritten wird.*

7.2 Prüfung lufttechnischer Anlagen

7.2.1 Abnahmeprüfung lufttechnischer Anlagen

Besonders wichtig sind der Umfang und die Abnahmeprüfung lufttechnischer Einrichtungen. Es wird empfohlen, als Grundlage für die Abnahmeprüfung der lufttechnischen Parameter die Norm DIN EN 12599 „Lüftung von Gebäuden – Prüf- und Messverfahren für die Übergabe raumlufttechnischer Anlagen“ bei der Auftragsvergabe schriftlich zu vereinbaren.

In Anlehnung an diese Norm sollten auch Absauganlagen und Abscheideeinrichtungen einer Abnahmeprüfung unterzogen werden.

Die Abnahmeprüfung ist Voraussetzung und Grundlage der Abnahme mit den sich daraus ergebenden Rechtswirkungen. Die Abnahmeprüfung besteht aus

- der Vollständigkeitsprüfung
- der Funktionsprüfung
- der Funktionsmessung (Sommer-/Winterbetrieb)

Der Umfang der Funktionsmessung, die Messverfahren und die Messgeräte sind bei der Auftragserteilung schriftlich festzulegen. Die Abnahmeprüfung muss schriftlich protokolliert werden.

Die Firma, die die Absauganlagen oder RLT-Anlagen herstellt oder errichtet, muss eine Konformitätserklärung erstellen. Sie muss bescheinigen, dass die Anlagen den grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen entsprechen.

Unter anderem ist Folgendes aufzuführen:

- Name und Anschrift der Firma, die die Anlage hergestellt oder errichtet hat
- Beschreibung der Anlage
- Wartungs- und Instandhaltungsintervalle
- Anlagenschema
- Aufstellung der einschlägigen Bestimmungen (Normen, Richtlinien, anerkannte Regeln der Technik), die beim Bau und bei der Installation der Anlage berücksichtigt wurden, ggf. Name und Anschrift der zugelassenen Prüfstelle für eingebaute Abscheider.

7.2.2 Prüfung durch eine zur Prüfung befähigte Person

Die Unternehmensleitung muss dafür sorgen, dass lufttechnische Anlagen

- vor der ersten Inbetriebnahme auf ordnungsgemäße Installation, Funktion und Aufstellung,
- in regelmäßigen Zeitabständen, mindestens jedoch einmal jährlich,
- vor Wiederinbetriebnahme nach prüfpflichtigen Änderungen

von einer zur Prüfung befähigten Person nach Betriebssicherheitsverordnung geprüft werden. Die Ergebnisse der Prüfungen sind in ein Prüfbuch oder einen Prüfbericht einzutragen.

Siehe auch §§ 3 und 10 der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV).

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

Beispiele für prüfpflichtige Änderungen:

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

> *Siehe auch TRBS 1203 „Zur Prüfung befähigte Personen“.*
>
> *Siehe auch DGUV Regel 109-002 „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“.*

7.2.3 Betriebs- und Wartungsanleitungen

Die Unternehmensleitung muss dafür sorgen, dass die für

- Maschinen,
- Einrichtungen,
- lufttechnische Anlagen

vorgeschriebenen Betriebs- und Wartungsanleitungen der Herstellfirmen eingehalten werden. Sie muss dafür sorgen, dass lufttechnische Anlagen regelmäßig nach diesen Plänen gewartet werden.

> *Siehe auch Abschnitt 4.5.1 VDI 2262 Blatt 1 „Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz; Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe; Rechtliche Grundlagen, Begriffe, grundlegende organisatorische Maßnahmen für den Arbeitsschutz und Umweltschutz“ für die Wartung lufttechnischer Anlagen.*

7.3 Prüfung von Einrichtungen zum Abscheiden von Verunreinigungen und von Beschickungs- und Entnahmetüren

Die Unternehmensleitung sollte dafür sorgen, dass

- Abscheideeinrichtungen für feste Verunreinigungen nach Abschnitt 6.5.1.2, Fremdölabscheider nach Abschnitt 6.4.1, Tabelle 5,
  - vor der ersten Inbetriebnahme auf ordnungsgemäße Installation und Funktion,

- in regelmäßigen Zeitabständen, mindestens jedoch einmal jährlich, auf ordnungsgemäße Beschaffenheit und Funktion und
- nach Änderungen auf ordnungsgemäße Beschaffenheit, Installation und Funktion

geprüft werden.

Die Ergebnisse der Prüfungen sollten in ein Prüfbuch oder einen Prüfbericht eingetragen werden.

> *Siehe auch VDI-Richtlinie 3397 Blatt 2 „Pflege von Bearbeitungsmedien für spanende und umformende Fertigungsverfahren – Maßnahmen zur Qualitätserhaltung, Prozessverbesserung, Abfall- und Abwasserverminderung".*

7.4 Dokumentation und Aufbewahrung der Prüfergebnisse

7.4.1 Kühlschmierstoffparameter

Die Unternehmensleitung muss dafür sorgen, dass die Prüfergebnisse nach Abschnitt 7.1 und die durchgeführten Maßnahmen in einem Prüfbuch oder in einem Prüfbericht dokumentiert werden. Die Aufzeichnungen sollten mindestens drei Jahre aufbewahrt werden.

Die Aufbewahrung der Aufzeichnungen der KSS-Parameter dient auch dazu, wichtige Erkenntnisse über längerfristige Veränderungen zu einem späteren Zeitpunkt zu gewinnen.

Eine Aufbewahrung über drei Jahre hinaus wird daher ausdrücklich empfohlen.

7.4.2 Lufttechnische Anlagen und Einrichtungen zum Abscheiden von Verunreinigungen

Die Unternehmensleitung muss dafür sorgen, dass die aktuellen Prüfergebnisse – wie in Abschnitt 7.2 beschrieben – und die umgesetzten Maßnahmen in einem Prüfbuch oder in einer Datei dokumentiert werden. Die Aufzeichnung der Abnahmeprüfung ist über die gesamte Nutzungsdauer aufzubewahren. Für die Prüfergebnisse – beschrieben in Abschnitt 7.3 – wird das gleiche Vorgehen empfohlen.

Prinzipiell sind Prüfergebnisse und die bei Bedarf durchgeführten Maßnahmen mindestens bis zur nächsten Prüfung aufzubewahren, da die Prüfungen im Rahmen der Arbeitsschutzverordnungen zur Sicherstellung der Funktion im Sinn des Arbeits- und Gesundheitsschutzes dienen.

Es wird jedoch empfohlen, diese Dokumentationen über einen längeren Zeitraum aufzubewahren, um zum Beispiel Erkenntnisse aus längerfristigen Entwicklungen gewinnen zu können.

7.4.3 Weitere Aufbewahrungsfristen

Über die Aufbewahrung der Prüfergebnisse hinaus wird hier nicht abschließend auf weitere Aufbewahrungsfristen hingewiesen.

Die verwendenden Firmen müssen Sicherheitsdatenblätter, laut der REACH-Verordnung Art. 36 Absatz 1 in Verbindung mit Art. 35, mindestens zehn Jahre nach der letzten Verwendung der Stoffe oder Gemische zur Verfügung halten.

Für Tätigkeiten mit krebserzeugenden, keimzellmutagenen oder reproduktionstoxischen Gefahrstoffen der Kategorien 1A und 1B gelten nach § 10a Absatz 2 GefStoffV besondere Aufzeichnungspflichten, um im Fall einer späteren Erkrankung die Höhe und die Dauer einer Exposition nachvollziehen zu können. Zu diesem Zweck hat die Unternehmensleitung ein Verzeichnis über die Beschäftigten zu führen, die solche Tätigkeiten ausführen und bei denen die Gefährdungsbeurteilung eine Gefährdung der Gesundheit ergibt. In dem Verzeichnis sind die Tätigkeit sowie die Höhe und die Dauer der Exposition anzugeben und 40 Jahre (krebserzeugende und keimzellmutagene Gefahrstoffe der Kategorie 1A oder 1B) beziehungsweise fünf Jahre lang (reproduktionstoxische Gefahrstoffe der Kategorie 1A oder 1B) aufzubewahren.

8 Aufbereitung, Verwertung, Entsorgung

Die Unternehmensleitung muss dafür sorgen, dass nicht mehr verwendungsfähige Kühlschmierstoffe unter Beachtung der rechtlichen Vorgaben aufbereitet, verwertet oder entsorgt werden. Die Einleitung unbehandelter KSS in das Abwasser ist unzulässig.

Wassergemischte und nichtwassermischbare Kühlschmierstoffe sind grundsätzlich gemäß Abfallschlüssel „gefährlicher Abfall“ zu entsorgen und müssen getrennt gesammelt, gelagert und entsorgt werden. Die Entsorgung des gebrauchten KSS kann direkt durch einen entsprechenden Fachbetrieb erfolgen. Eine eigene Aufbereitung (s. u.) zur Minderung der Abfallmenge oder für das Recycling kann alternativ erfolgen.

> *Siehe auch VDI 3397 Blatt 3 „Entsorgung von Kühlschmierstoffen“ für eine ausführliche Beschreibung der Aufbereitung, Verwertung, Entsorgung.*

8.1 Aufbereitung wassergemischter Kühlschmierstoffe

Für die Aufbereitung wassergemischter KSS stehen verschiedene Aufbereitungstechniken zur Verfügung. Im Vordergrund steht die Trennung von Öl- und Wasserphase mit dem Ziel einer stofflichen Verwertung der anfallenden Phasen.

8.1.1 Chemische Trenntechnik (Emulsionsspaltung)

Chemische Methoden der Öl-Wasser-Trennung sind als alleinige Behandlungsverfahren bei Industrieanwendenden nicht mehr Stand der Technik, da die Belastungen der Wasserphase im Hinblick auf Salze und andere wasserlösliche Komponenten sowohl für die Entsorgung als auch für interne Anwendungen zu hoch sind.

Chemische Methoden werden heute als Vorbehandlung angewendet, um die nachfolgenden Trennverfahren, wie Membranfiltration, mengenmäßig weniger zu belasten.

> *Siehe auch VDI 3397 Blatt 3 „Entsorgung von Kühlschmierstoffen“.*

8.1.2 Membranfiltration

Die Membranfiltration ist in der Industrie etabliert. Im Vordergrund dieses Verfahrens steht die Öl-Wasser-Trennung. Durch eine vorgeschaltete Ölabscheidung kann die Effizienz erhöht werden.

Wasserlösliche Stoffe wie Metallsalze und bestimmte organische Stoffe werden durch das Verfahren nicht oder nur wenig getrennt.

Bei komplexeren Kühlschmierstoffsystemen, hoher Additivierung und langer Standzeit mit entsprechenden Pflegemaßnahmen müssen eventuell weitere Behandlungsschritte der Wasserphase angeschlossen werden.

Besonders zur Eliminierung der wasserlöslichen Bestandteile bietet sich die Umkehrosmose als Nachbehandlungsverfahren der Wasserphase an.

Die anfallende Wasserphase kann im Unternehmen nach Prüfung der Eignung gegebenenfalls wiederverwendet werden, zum Beispiel als Prozesswasser.

Interne Kreisläufe des Prozesswassers, zum Beispiel zum Einsatz in Waschmaschinen oder Kühlsystemen, sind in der Praxis verbreitet, bedürfen aber einer Detailbetrachtung, besonders im Hinblick auf die Auslegung der Rohrnetze und mikrobielle Belastungen.

Alternativ kann die anfallende Wasserphase gegebenenfalls ohne weitere Behandlung als (In)Direkteinleiter entsorgt werden, wenn die behördlichen Einleitungsgrenzwerte eingehalten werden und dafür eine (In)Direkteinleitergenehmigung vorliegt. Details sind mit den zuständigen Behörden abzustimmen.

Die Ölphase ist von zugelassenen Entsorgungsunternehmen zu entsorgen.

Siehe auch VDI 3397 Blatt 3 „Entsorgung von Kühlschmierstoffen“.

8.1.3 Thermische Trennung (Spaltung)

Emulsionen können auch thermisch getrennt werden. Dabei werden leicht siedende Anteile der Emulsion (hauptsächlich Wasser) von den höher siedenden Bestandteilen (Öle) aufgrund der unterschiedlichen Siedepunkte getrennt.

Die anfallende Wasserphase kann gegebenenfalls ohne weitere Behandlung als (In)Direkteinleiter entsorgt werden, wenn die behördlichen Einleitungsgrenzwerte eingehalten werden und dafür eine (In)Direkteinleitergenehmigung vorliegt. Details sind mit den zuständigen Behörden abzustimmen

Die Ölphase ist von zugelassenen Entsorgungsunternehmen zu entsorgen.

Siehe auch VDI 3397 Blatt 3 „Entsorgung von Kühlschmierstoffen“.

8.2 Buntmetallinhibitoren: Benzotriazol, Tolyltriazol

Um den Eintrag von Buntmetallinhibitoren in die Umwelt zu reduzieren, sind geeignete Aufbereitungsverfahren zu verwenden (z. B. Destillationsverfahren, Aktivkohleabsorption).

8.3 Aufbereitung nichtwassermischbarer Kühlschmierstoffe

Eine betriebsinterne Aufbereitung und Verwertung nichtwassermischbarer KSS ist in besonderen Fällen möglich und wirtschaftlich sinnvoll.

Nichtwassermischbare Kühlschmierstoffe sind von zugelassenen Entsorgungsunternehmen zu entsorgen oder zu verwerten.

Bei Überschreitung des Wassergehalts von 10 % steigen die Entsorgungskosten erheblich. Bei Überschreitung eines Gesamthalogengehalts von 0,2 % entstehen ebenfalls erhebliche Entsorgungskosten.

Siehe auch VDI 3397 Blatt 3 „Entsorgung von Kühlschmierstoffen“.

8.4 Weitere Abfälle

Die Unternehmensleitung muss dafür sorgen, dass mit Kühlschmierstoffen verunreinigte Reinigungstücher, Papiertücher und Ölbindemittel etc. in dafür geeigneten und gekennzeichneten Behältern gesammelt und den abfall- und gefahrgutrechtrechtlichen Vorgaben entsprechend entsorgt werden.

Geeignet sind zum Beispiel selbstschließende, flüssigkeitsdichte und feuerfeste Putzwollkästen mit Pendeldach oder selbstschließende, flüssigkeitsdichte und feuerfeste Sammelbehälter, jeweils aus Metall.

Mit KSS behaftete Materialien, wie Schleifschlämme, Späne, Filtermedien etc., sind ebenfalls in geeigneten Behältern getrennt zu sammeln und zu verwerten oder zu entsorgen.

Siehe auch VDI 3397 Blatt 3 „Entsorgung von Kühlschmierstoffen“.

Anhang 1
Umsetzung der Basismaßnahmen: Leitfaden zur Messung und messtechnischen Wirksamkeitskontrolle

Vor einer messtechnischen Bewertung sind zunächst die in Abschnitt 6.4.1 empfohlenen Basismaßnahmen durchzuführen, die sicherstellen sollen, dass die technischen Randbedingungen den heute gängigen Möglichkeiten entsprechen, also den Stand der Technik darstellen. Die Messung soll abschließend bestätigen, dass die getroffenen Maßnahmen ausreichend sind.

Diese Vorgehensweise setzt voraus, dass die Exposition gegenüber sämtlichen, im Sicherheitsdatenblatt genannten, relevanten KSS-Inhaltsstoffen (Abschnitt 8 im SDB) laut TRGS 402 ermittelt wurde.

> *Siehe auch Abschnitt 5.1.2 dieser DGUV Regel.*

Nach Ermittlung sämtlicher Randbedingungen ist festzulegen, welches Kohlenwasserstoffgemisch aus welcher Quelle im Wesentlichen für die Emission verantwortlich und somit zu bewerten ist. Dabei sind sämtliche im Arbeitsbereich verwendeten Kohlenwasserstoffgemische zu berücksichtigen, besonders leicht flüchtige Kohlenwasserstoffe. Die Sicherheitsdatenblätter aller im Arbeitsbereich verwendeten Stoffe und Gemische müssen deswegen für die Ermittlung zur Verfügung stehen.

In regelmäßigen Abständen ist zu prüfen, ob die in der Gefährdungsbeurteilung ermittelten Betriebsbedingungen noch gelten. Wird eine Änderung festgestellt, die sich wesentlich auf die Exposition auswirkt, ist die Gefährdungsbeurteilung zu aktualisieren und der Stand der Technik durch abschließende Messungen oder andere Ermittlungsmethoden wieder zu sichern.

> *Siehe auch TRGS 402 „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition“ zu den Ermittlungsmethoden.*

Für wassergemischte Kühlschmierstoffe ist das geeignete Messverfahren ausschließlich für Kühlschmierstoffe validiert, deren Schmierstoffanteil mineralölbasiert ist. Deshalb können wassergemischte Kühlschmierstoffe, deren Schmierstoffanteil auf Ester-Ölen oder Polyolen basiert, zurzeit nur eingeschränkt bestimmt werden.

Anhang 2a
Muster eines Reinigungsplans für Werkzeugmaschinen bei Minimalmengenschmierung

Firma:	**Reinigungsplan** für Werkzeugmaschinen bei Minimalmengenschmierung	Nr.: Datum:
Arbeitsbereich: Arbeitsplatz: Maschinen-Nr.:		
1. Zweck:	Reinigen des Maschinen-Innenraums von Metallstaub/ Öl-Ablagerungen gemäß Wartungs- und Reinigungsintervall	
2. Anwendung:	Für Werkzeugmaschinen mit Minimalmengenschmierung. besonders auch Schutzmaßnahmen in Bezug auf PSA beachten!	
2.1 Leicht verschmutzte Anlagen: 2.1.1 Reinigungsmittel: 2.1.2 Durchführung:	Durchführung **mit** Produktionsunterbrechung (Schichtende). Reinigungstücher, Spänehaken, Schaber (Aufwirbelungen vermeiden!) a) Späne- und Metallrückstände auf waagerechten Oberflächen und hervorstehenden Teilen beseitigen. b) Feuchte Rückstände/Beläge auf Innenwänden der Maschine abwischen/abkehren in Späneförderer. c) Absaugstelle der Maschine kontrollieren. Eventuelle Spänegitter reinigen (Verstopfung/Störung durch Späne verhindern).	
2.2 Mittel bis stark verschmutzte Anlagen: 2.2.1 Reinigungsmittel: 2.2.2 Durchführung:	Durchführung **mit** Produktionsunterbrechung. Wasser, Reinigung mit Niederdruckreinigungsgeräten (Druck: 3 bis 7,5 bar). Ablagerungen auf Oberfläche vom Maschineninnenraum mit Wasserstrahl mit einer Lanze entfernen. Evtl. durch Zugabe einer Reinigungsemulsion Reinigungswirkung verbessern und Korrosionsschutz auftragen (Lieferantenangaben beachten). Achtung: Ggf. zusätzliche PSA beachten, z. B. Schutzbrille oder Gehörschutz.	
2.3 Sehr stark verschmutzte Anlagen (hartnäckige Verunreinigungen, Verkrustungen): 2.3.1 Reinigungsmittel: 2.3.2 Durchführung:	Durchführung **mit** Produktionsunterbrechung. Trockeneis, Strahlreinigung Die zu reinigende Oberfläche mit tiefgekühlten CO_2-Pellets in der Größe von Reiskörnern mit einer Strahldüse unter Druckluft strahlen. Ablösen der versprödeten Schmutzschicht vom Untergrund. Verunreinigungen in Späneförderer leiten. Achtung: Hohe Lärmentwicklung; Gehörschutz tragen. Nur mit Schutzkleidung/Schutzanzug/Schutzhandschuhen/Schutzbrille arbeiten. Nicht in engen, schlecht belüfteten Räumen arbeiten: Gefahr der CO_2-Anreicherung! pH Abfall durch Kohlensäurebildung bei wg-KSS-Systemen beachten.	
Bearbeitung:	Unterschrift:	

Anhang 2b
Fluidwechselvorgaben für Minimalmengenschmierungssysteme (MMS)

Durchführung des Fluidwechsels		
Vorabprüfung Fluid-Mischbarkeit		Die beiden Fluide sollten in einem (Becher-)Glas im Verhältnis 1:1 vermischt werden. Nach einer Standzeit von mind. 24 Stunden dürfen keine festen Reaktionsausfällungen entstanden sein (Gefahr der Düsenverstopfung). Sollten sich Ausfällungen gebildet haben, ist das System zusätzlich nach dem Entleeren mit einem geeigneten Reinigungsmittel (mit der Lieferfirma abstimmen) gründlich zu spülen.
Ölentleerung (Gebrauchtfluid)	Behälterentleerung	Sollte es einen Ablasshahn am Sprühgerät geben, ist das enthaltene Fluid darüber abzulassen. Wenn Ölablassschrauben verwendet werden, müssen sie nach der Entleerung einschließlich der Dichtung wieder verschlossen/eingeschraubt werden (max. Drehmoment beachten).
	Ölzufuhrleitungen	Die Leitungen können bei Zugänglichkeit über Druckluft ausgeblasen werden (max. Drucklast beachten). Bitte beachten, dass vorhandene T-Stück-Zirkulationsleitungen auch komplett gespült sein müssen.
	Ölfiltereinsätze	Sollten im System Ölfiltereinsätze verbaut sein, sind sie beim Wechsel der Fluide durch neue zu ersetzen.
Fluid-Füllvorgang zum Spülen der Anlage	Behälter und Leitungen	Den Behälter vorerst bis zur Mindestfüllmarke (Richtwert bei ca. 1/3) befüllen und anschließend den Sprühvorgang für ca. 10 Minuten laufen lassen. Dabei werden sowohl Zirkulationsleitungen als auch Düsensysteme durchspült.
Ölentleerung (Spülfluid)	Behälter und Leitungen	Es ist so vorzugehen, wie beim ersten Entleervorgang beschrieben. Ölfiltereinsätze müssen dieses Mal nicht durch neue ersetzt werden, sondern können lediglich ausgeblasen/gereinigt werden. Falls möglich, den Behälter weitestgehend trockenwischen. Fusselfreiheit beachten!
Fluid-Füllvorgang (Frischfluid)	Behälter und Leitungen	Den Behälter zur ordnungsgemäßen Nutzung laut Vorgabe der Herstellfirma der Anlage befüllen. Die notwendige Mindest-Tot-Sprühzeit zur Befüllung der gesamten Leitung(en) ist zu beachten.
	Fluidkalibrierung	Eine Fluidmengenkalibrierung ist entsprechend der den Angaben der Herstellfirma durchzuführen.
	Anmerkungen	Bei manchen Geräteherstellfirmen muss zusätzlich das Schnellventil gereinigt bzw. gewechselt werden. Angaben der Geräteherstellfirma sind zu beachten.
		Schutzmaßnahmen, besonders im Zusammenhang mit PSA, sind zu beachten.

Anhang 3a
Erläuterungen zum Muster-Prüfplan für wassergemischte Kühlschmierstoffe

Firma:		**Prüfplan** – für wassergemischte KSS –			Nr.: Datum:
Zu prüfende Größe		**Prüfmethoden**		**Prüf-intervalle**	**Maßnahmen, Erläuterungen**
1	Wahrnehmbare Veränderungen	Aussehen, Geruch		täglich	Ursachen suchen und beseitigen, z. B. Öl abskimmen, Filter überprüfen, KSS belüften
2	pH-Wert	Labor-methode: elektro-metrisch mit pH-Meter (DIN 51369)	Vor-Ort-Mess-Methode: mit pH-Papier (Spezial-Indikatoren mit geeignetem Messbereich)	wöchent-lich[1)] (nach TRGS 611)	bei pH-Wert-Abfall gegenüber dem pH-Wert bei Erstbefüllung (Angabe der Herstellfirma beachten!): > 0,5 bezüglich Erstbefüllung: Maßnahmen gemäß Empfehlung der Herstellfirma > 1,0 bezüglich Erstbefüllung: ggf. KSS austauschen, KSS-Kreislauf reinigen.
3	Gebrauchs-Konzentration	Handrefraktometer		wöchent-lich[1)]	Methode ergibt bei Fremdölgehalten falsche Werte.
4	Basenreserve	Säuretitration gemäß Empfehlung der Herstellfirma		bei Bedarf	Methode ist unabhängig von enthaltenem Fremdöl.
5	Nitritgehalt	Teststäbchenmethode oder Labormethode		wöchent-lich[1)] (nach TRGS 611)	**> 20 mg/l Nitrit:** Bei einem Nitritgehalt von über 20 mg/l die Nitrit-Quelle suchen und möglichst beseitigen. Reagieren durch Hinzufügen eines inhibierten KSS oder Inhibitors, z. B. in Form eines Teilaustauschs. Falls das nicht geschieht und der KSS keine ausreichende Menge Inhibitor enthält (Herstellfirma fragen.), muss NDELA im KSS und in der Luft bestimmt werden (siehe unten). Praxiserfahrungen haben gezeigt, dass bei inhibierten KSS (Auskunft der Herstellfirma/-Sicherheitsdatenblatt) auch wg-KSS mit einem Nitritwert oberhalb von 20 bis 80 mg/l sicher eingesetzt werden können. **>80 mg/l Nitrit:** Bei einem Nitritwert von über 80 mg/l muss die Inhibitorwirkung für den Einzelfall (unter Praxisbedingungen bei der anwendenden Firma durch NDELA-Bestimmung im KSS und in der Luft nachgewiesen werden. Es wird empfohlen, sich zur Unterstützung an die KSS-Herstellfirma zu wenden. **> 5 mg/l NDELA** im KSS: Den KSS austauschen, KSS-Kreislauf reinigen. Die Nitrit-Quelle suchen und, falls möglich, beseitigen. Alle Maßnahmen dokumentieren. Weitere Informationen siehe FB HM-045 „Inhibitoren der Nitrosaminbildung“
6	Nitrat-/Nitritgehalt des Ansetzwassers, wenn es nicht dem öffentlichen Netz entnommen wird	Teststäbchenmethode oder Labormethode		nach Bedarf (nach TRGS 611)	Wasser aus dem öffentlichen Netz benutzen. Falls das Wasser aus dem öffentlichen Netz mehr als 50 mg/l Nitrat enthält, den Versorgungsbetrieb verständigen.

[1)] Die angegebenen Prüfintervalle (Häufigkeit) beziehen sich auf den Dauerbetrieb. Andere Betriebsverhältnisse können zu anderen Prüfintervallen führen; Ausnahmen nach den Abschnitten 4.4 und 5.10 der TRGS 611 sind möglich.

Bearbeitung:	Unterschrift:

Anhang 3b
Muster eines Prüfplans für wassergemischte Kühlschmierstoffe

Maschinenbezeichnung:				Füllmenge:		
Maschinennummer:				Ansetz-wasser	Nitrat (NO_3, max. 50 mg/l):	
Bearbeitungsart:					Nitrit (NO_2):	
Kühlschmierstoff:					Härte:	
Soll-Konzentration:					Herkunft:	
Refraktometerfaktor:						
Titrationsfaktor:						
Verantwortliche(r):						
KW, Datum	Wahrnehmbare Veränderungen (Geruch, Aussehen, Korrosion…)	pH-Wert	Konzentration (%, Methode)	Nitritkon-zentration (max. 20 mg/l)	Maßnahmen (Additivzugabe (z. B. Biozid oder Entschäumer), Art/Menge), Nachfüllmenge, Neubefüllung usw.)	Prüfperson

Anhang 4
Muster eines Reinigungsplans für Kreisläufe mit wassergemischten Kühlschmierstoffen in Werkzeugmaschinen

Reinigungsplan für Kreisläufe mit wassergemischten Kühlschmierstoffen in Werkzeugmaschinen	Datum:
Firma:	
Arbeitsbereich:	
Maschinen-Nr.:	
Zweck:	Reinigen des KSS-Kreislaufs, z. B. bei jährlicher Reinigung oder bei KSS-Neuansatz.
Anwendung:	Für Anlagen, die mit wassergemischten Kühlschmierstoffen befüllt sind. Schutzmaßnahmen, insbesondere in Bezug auf PSA, sind zu beachten. Der Einsatz von Bioziden und Systemreinigern erfordert von den Anwendenden ggf. entsprechende Qualifikationen nach der GefStoffV (Abschnitt 4a). Hinweise der Lieferfirma zum sicheren Einsatz beachten.
Normal verschmutzte Anlagen:	Durchführung: ● Ablagerungen wenn möglich entfernen (z. B. Pilze, „Biofilm“). ● Dem umlaufenden wassergemischten KSS vor dem Wechsel 2–3 % Systemreiniger zugeben und mindestens 8 Stunden umwälzen (Angaben der Lieferfirma des Systemreinigers beachten.). ● KSS ablassen, Behälter, Leitungen und Maschine mechanisch reinigen. ● Mit verdünntem KSS nachspülen. ● KSS ablassen, Behälter und Maschine ausspritzen/ausspülen und absaugen. ● Verbrauchten KSS und Spülflüssigkeit der Entsorgung oder der Aufbereitung zuführen. ● Anlage unmittelbar danach mit frischem wassergemischtem KSS befüllen (siehe KSS-Ansatz). ● Probenahme und Konzentration, pH-Wert und Nitrit bestimmen (ggf. Laboranalyse) zur Dokumentation und Festlegung der Ausgangswerte. ● Hinweis: Anlage aus Korrosionsschutzgründen nur kurzzeitig unbefüllt lassen.
Zusätzliche mögliche Maßnahmen bei stark verschmutzten Anlagen:	● Einsatz erweiterter mechanischer Reinigungsverfahren (z. B. Bürst-, Dampfstrahl- oder Hochdruckwasserspülverfahren, Impulsspülverfahren) ● Bei Verfahren mit Aerosolbildung Atemschutz (FFP2-Maske) tragen. ● Ggf. Zusatz eines Biozids nach der Neubefüllung nach Rücksprache mit der Lieferfirma, um auf mögliche Einträge durch Ablösung von mikrobiologischen Restverschmutzung aus dem System zu reagieren. Bei folgenden Tätigkeiten muss besonders auf die Vermeidung des Hautkontakts (Chemikalienschutzhandschuhe) mit den Medien geachtet werden: ● zusätzliche Zugabe eines Biozids bei starker mikrobieller Belastung ● während Spülung des Systems mit Reinigungslösung Bei Verfahren mit Aerosolbildung ist Atemschutz (FFP2-Maske) zu tragen.
KSS-Ansatz:	Beim Ansetzen der KSS-Emulsion (Öl-in-Wasser-Emulsion) ist dringend zu beachten, dass das Wasser vorgelegt und anschließend das KSS-Konzentrat hineingemischt wird. In der umgekehrten Reinfolge (Wasser in Konzentrat) entsteht eine Wasser-in-Öl-Emulsion, die nicht die gewünschten Eigenschaften besitzt. Das kann zu einer cremeartigen Konsistenz führen.
Bearbeitung:	Unterschrift:

Anhang 5
Abgestuftes Konzept zur Beurteilung der inhalativen Belastung von Arbeitsbereichen bei Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen

Für die Ermittlung und Beurteilung der inhalativen Gefährdung während der Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen ist die TRGS 402 heranzuziehen. Danach müssen Arbeitgeberinnen und Arbeitgeber Art, Ausmaß und Dauer der inhalativen Exposition ermitteln und anhand angegebener verbindlicher Beurteilungsmaßstäbe einzelner Inhaltsstoffe (Abschnitt 8 des Sicherheitsdatenblatts) bewerten.

Da für Kühlschmierstoffaerosole und-dämpfe als Gemisch bislang keine verbindlichen Beurteilungsmaßstäbe abgeleitet wurden, müssen für die Bewertung Beurteilungsmaßstäbe gemäß Abschnitt 5.1 der TRGS 402 herangezogen werden. Die Bewertung von Stoffen ohne Beurteilungsmaßstab nach Abschnitt 5.1 der TRGS 402 kann zum Beispiel anhand von Kriterien erfolgen, die dort im Abschnitt 5.3.3 Abs. 8 beschrieben sind. Eine Einhaltung liegt demnach vor, wenn Schutzmaßnahmen gegenüber chemischen Belastungen am Arbeitsplatz den branchen- oder tätigkeitsspezifischen Hilfestellungen entsprechend eingehalten werden, wie:

- Verfahrens- und Stoffspezifische Kriterien VSK) nach TRGS 420 „Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) für die Ermittlung und Beurteilung der inhalativen Exposition“
- Expositionsbeschreibungen der Unfallversicherungsträger,
- Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU)
- Branchenregelungen
- Handlungsanleitungen zur guten Arbeitspraxis
- Einfaches Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe (EMKG) der BAuA

Entsprechend den vorgenannten Vorgaben sind während der Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen die Expositionsbegrenzungswerte (EW) von Kühlschmierstoffdampf und -aerosol in der Luft in Arbeitsbereichen (*siehe Abschnitt 5.1.2.1*) zusätzlich zu ermitteln und zu beurteilen.

Für alle Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen sind zunächst die Basismaßnahmen gemäß *Abschnitt 6.4.1* umzusetzen.

Abhängig von der Tätigkeit, den technischen Randbedingungen, wie der technischen Lüftung, kann die Ermittlung und Beurteilung der Gefährdungen gemäß TRGS 400 in nachfolgenden Stufen erfolgen:

Anhang 5.1
Umsetzung der Basismaßnahmen

Stufe 1:

Umsetzung der Basismaßnahmen ohne Wirksamkeitskontrolle

Erfüllt die Tätigkeit folgende Kriterien, kann mit Umsetzung der Basismaßnahmen davon ausgegangen werden, dass der Befund auch ohne Wirksamkeitskontrolle „Schutzmaßnahmen ausreichend“ lauten kann (vgl. Abschnitt 5.3.4 (1) TRGS 402):

Das betrifft Bearbeitungsverfahren ohne Aerosolbildung beziehungsweise mit Kühlschmierstoffen mit geringem Verdampfungsverlust (geringer Dampfdruck, hoher Siedepunkt), zum Beispiel:

Sägen mit einer Bandsäge, Handbohrmaschinen oder Handständerbohrmaschinen mit manueller Tropfenzugabe, geringe Emissionen aufgrund kurzer Tätigkeitsdauer.

Stufe 2:

Umsetzung der Basismaßnahmen mit Wirksamkeitskontrolle

Kann nach Umsetzung der Basismaßnahmen nicht abschließend davon ausgegangen werden, dass der Befund auch ohne Wirksamkeitskontrolle „Schutzmaßnahmen ausreichend“ lauten kann (vgl. Abschnitt 5.3.4 (1) TRGS 402), muss eine Wirksamkeitskontrolle erfolgen. Abweichend von den oben genannten Verfahren kann das bei Verfahren mit geringer Aerosolbildung und mit Kohlenwasserstoffgemischen mit sehr niedrigen Verdampfungsverlust (hoher Siedepunkt) der Fall sein, zum Beispiel:

langsam laufende Kreissägen, Bohrwerke mit druckloser Kühlschmierstoffzufuhr, Verfahren mit Minimalmengenschmierung, einfache manuelle Drehmaschinen mit niedriger Schnittleistung in mechanischen Werkstätten.

Hat die Wirksamkeitskontrolle den Befund „Schutzmaßnahmen nicht ausreichend“ ergeben, sind technische Schutzmaßnahmen erforderlich.

Anhang 5.2
Schutzziel nur unter Einsatz von technischen Schutzmaßnahmen zu erreichen

Bei zahlreichen Bearbeitungsverfahren kann davon ausgegangen werden, dass die alleinige Umsetzung der Basismaßnahmen nicht ausreicht, um den Befund „Schutzmaßnahmen ausreichend“ zu erhalten. Zu diesen Verfahren gehören zum Beispiel:

Verfahren mit Aerosolbildung und/oder Kühlschmierstoffen mit Verdampfungsverlusten (unter anderem: Schleifen, Fräsen, Drehen, Honen, Läppen).

Je nach den individuellen Randbedingungen kann die Durchführung technischer Maßnahmen in verschiedenen Stufen durchgeführt werden:

Stufe 3:

Umsetzung der Basismaßnahmen und einfache technische Schutzmaßnahmen

Unter bestimmten Voraussetzungen kann es ausreichen, dass die Ausbreitung von Aerosolen, zum Beispiel durch Prallbleche oder Einhausungen, verhindert wird. Weitere Randbedingungen, die erfüllt sein müssen, wären in diesem Fall eine ausreichende natürliche Lüftung durch Fenster, Tore und Dachreiter. Folgende Kriterien können für diese Verfahren angewendet werden:

- Einsatz eines Kühlschmierstoffs mit einem geringen Verdampfungsverlust
- druckloser Auftrag des Kühlschmierstoffs
- große Öffnungsflächen zur Unterstützung der natürlichen Lüftung

Sind die Maßnahmen durchgeführt worden, muss eine Wirksamkeitskontrolle erfolgen. Wenn sie den Befund „Schutzmaßnahmen nicht ausreichend“ ergibt, sind weitere Maßnahmen erforderlich.

Stufe 4:

Umsetzung der Basismaßnahmen und weiterführende technische Schutzmaßnahmen – prozesslufttechnische Maßnahmen

Als weitere Maßnahmen eignen sich prozesslufttechnische Maßnahmen, die sich auf die Absaugung von Maschinen und Nebenaggregaten beziehen. Die Auslegung der Erfassung oder der Absaugung ist dem jeweiligen Anwendungsfall anzupassen. Hinweise enthalten die VDI 3802 Blatt 2 sowie die VDI 2262 Blatt 1.

Die abgesaugte Luft ist in jedem Fall als Fortluft (und unter Berücksichtigung der BImSchV) nach außen abzuführen, wenn:

- der eingesetzte Kühlschmierstoff einen nicht zu vernachlässigenden Verdampfungsverlust hat.
- der Auftrag des Kühlschmierstoffs mit Aerosolbildung einhergeht.

Wird eine Luftrückführung aufgrund der Randbedingung (z. B. Verfahren mit mäßiger Emission) in Erwägung gezogen, sind die Bedingungen der VDI 2262 Blatt 3 in vollem Umfang anzuwenden.

Nach Durchführung der prozesslufttechnischen Maßnahmen hat eine Wirksamkeitskontrolle zu erfolgen. Hat diese den Befund „Schutzmaßnahmen nicht ausreichend“ ergeben, sind in der Regel zusätzliche hallenlufttechnische Maßnahmen erforderlich.

Stufe 5:

Umsetzung der Basismaßnahmen und weiterführende technische Schutzmaßnahmen – hallenlufttechnische Maßnahmen

Die hallenlufttechnischen Maßnahmen sind gemäß VDI 3802 Blatt 1 „Raumlufttechnische Anlagen für Fertigungsstätten“ auszulegen. Wegen der Komplexität dieser Maßnahmen sollte die Planung der gesamten Lüftungstechnik (Hallenlüftung und Prozesslüftung) von einem qualifizierten Ingenieurbüro durchgeführt werden (Nachweis z. B. durch Vorlage von Referenzen über die erfolgreiche Durchführung derartiger Tätigkeiten).

Werden Kühlschmierstoffe eingesetzt, hat sich herausgestellt, dass die Luftführung als Umluft nicht sinnvoll ist. Die Nutzung von regenerativen Wärmetauschern speziell vom Typ Wärmeräder ist ebenfalls zu vermeiden.

Folgende Randparameter haben sich als günstig erwiesen:

- Flächenbezogener Zuluftvolumenstrom von mindestens 20 m^3/m^2 * h
- Zuluftdurchlässe möglichst im Bodenbereich mit Austrittsgeschwindigkeiten < 0,4 m/s
- Abluft im Deckenbereich

Abschließend muss eine Wirksamkeitskontrolle erfolgen. Hat die Wirksamkeitskontrolle den Befund „Schutzmaßnahmen nicht ausreichend“ ergeben, sind technische Maßnahmen nach dem „Best Practice Modell“ erforderlich.

Stufe 6:

Umsetzung der Basismaßnahmen und technische Schutzmaßnahmen nach dem Modell „Best Practice“ gemäß Anhang 5.3 dieser DGUV Regel

Konnte mit den bisher beschriebenen Schutzmaßnahmen das Schutzziel nicht erreicht werden, sind technische Maßnahmen in vollem Umfang nach dem „Best Practice Modell“ durchzuführen.

Wurden sämtliche Maßnahmen nach dem „Best Practice Modell“ durchgeführt, kann davon ausgegangen werden, dass der Stand der Technik eingehalten ist und der Befund lautet:

„Schutzmaßnahmen ausreichend“.

Anhang 5.3
Ideale lufttechnische Maßnahmen (Best Practice) für technische Schutzmaßnahmen beim Einsatz von Kühlschmierstoffen

Bei der Umsetzung des „Best Practice“ Modells sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Auswahl des eingesetzten Kühlschmierstoffs
- Umsetzung der Basismaßnahmen
- Verhinderung der Ausbreitung von KSS-Emissionen durch geschlossene Maschinen und Anlagen
- Absaugung der Emissionen und Fortführung der Emissionen nach außen
- Hallenlüftung

Anhang 5.3.1
Auswahl des eingesetzten Kühlschmierstoffs

Der Kühlschmierstoff ist dem folgenden Diagramm entsprechend auszuwählen, wobei vorher zu prüfen ist, ob die Substitution technisch möglich ist.

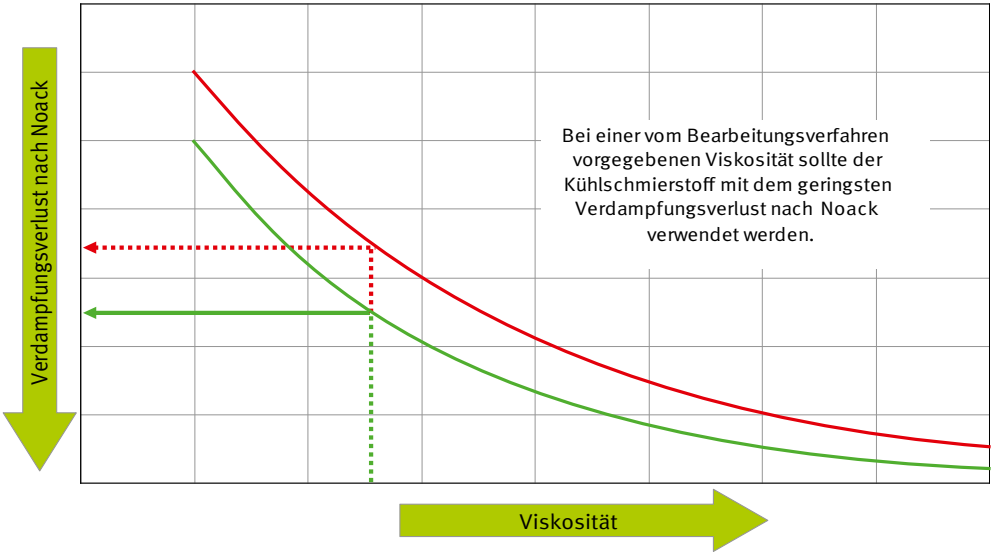


Abb. 5 Auswahl des eingesetzten KSS

Anhang 5.3.2
Basismaßnahmen

Die Basismaßnahmen (siehe 6.4.1) werden voll umfänglich in allen Arbeitsbereichen der Halle umgesetzt.

Anhang 5.3.3
Verhinderung der Ausbreitung von KSS-Emissionen

Die Maschinen sind vollständig eingehaust. Weitere Quellen von KSS-Emissionen, wie mit Kühlschmierstoff benetzte, abdunstende Werkstücke im Arbeitsbereich, Späne-behälter, Transportbänder, Kühlschmierstoffrinnen etc, sind einzuhausen, abzudecken oder aus dem Hallenbereich zu entfernen.

Anhang 5.3.4
Erfassung, Absaugung und Abscheidung von KSS-Emissionen

Die Erfassung und Absaugung umfasst alle Maschinen, Fertigungsanlagen und peripheren Einrichtungen (VDI 3035 Blatt 1 „Gestaltung von Werkzeugmaschinen, Fertigungsanlagen und peripheren Einrichtungen für den Einsatz von Kühlschmierstoffen“) und ist dem Stand der Technik entsprechend ausgelegt (VDI 2262 Blatt 4 „Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz - Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe − Erfassen luftfremder Stoffe“ und VDI 3802 Blatt 2 „Raumlufttechnische Anlagen für Fertigungsstätten − Absaugung luftfremder Stoffe an materialabtragenden Werkzeugmaschinen“). Die erfasste Luft wird Abscheidern zugeführt und die Luft nach den Abscheidern wird unter Berücksichtigung der BImSchV. nach außen abgeführt. Die Systeme zur Erfassung, Absaugung und Abscheidung unterliegen einer regelmäßigen Prüfung und Wartung den Vorgaben der DGUV Regel 109-002 „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“ entsprechend.

Anhang 5.3.5
Hallenlüftung

In der Werkhalle ist eine Hallenlüftung vorhanden, deren Zu- und Abluftvolumenströme nach den auftretenden Lasten durch ein qualifiziertes Ingenieurbüro ausgelegt worden sind (z. B. kann das Ingenieurbüro durch das Vorlegen von Referenzen belegen, dass es derartige Maßnahmen bereits erfolgreich umgesetzt hat). Siehe auch VDI 3802 „Raumlufttechnische Anlagen für Fertigungsstätten“. Die Luftführung ist als Schicht- oder Quelllüftung konzipiert und ausgeführt. Dadurch werden die Lasten am effektivsten aus dem Atembereich der Beschäftigten abtransportiert. Die Hallenlüftung wird regelmäßig geprüft und gewartet (DGUV Regel 109-002) und die maßgeblichen Kenngrößen werden mit den während der Abnahme (in Anlehnung an die DIN EN 12599 „Lüftung von Gebäuden – Prüf- und Messverfahren für die Übergabe raumlufttechnischer Anlagen“) festgestellten Einstellungen verglichen und eventuell korrigiert.

Werkhalle mit installierter „Best Practice“

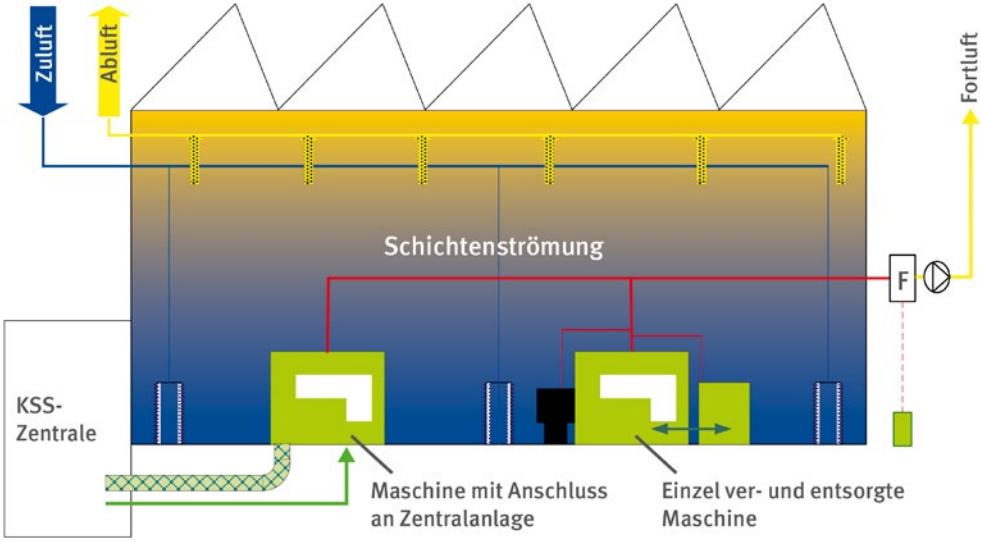


Abb. 6 Ideale lufttechnische Maßnahmen bei Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen

Anhang 6
Muster einer Betriebsanweisung für Systemreiniger

Firma:

Betriebsanweisung

gem. GefStoffV und TRGS 555

Nr.:

1. Anwendungsbereich

Arbeitsbereich: Arbeitsplatz: Tätigkeit:

2. Gefahrstoffbezeichnung

Systemreiniger
Handelsname:

3. Gefahren für Mensch und Umwelt

- Systemreiniger ist gesundheitsschädlich bei Verschlucken, Hautkontakt oder Einatmen *(falls zutreffend)*.
- Kontakt mit Systemreiniger führt zu Reizung von Haut und Augen *(falls zutreffend)*.
- Kontakt mit Systemreiniger führt zu schweren Verätzungen von Haut und Augen *(falls zutreffend)*.
- Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich *(falls zutreffend)*.
- Verschütteter oder ausgelaufener Systemreiniger ist/kann für Wasserorganismen schädlich sein *(falls zutreffend)*.

4. Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

- Bei Tätigkeiten mit Systemreiniger sind Schutzbrille Typ _____, Schutzhandschuhe Typ _____ zu tragen.
- Am Arbeitsplatz nicht essen, trinken oder rauchen, keine Lebensmittel aufbewahren.
- Konzentration auf das tatsächliche Ist-Volumen berechnen und langsame Zugabe sicherstellen, um Konzentrationswolken zu vermeiden.

5. Verhalten bei Störungen und im Gefahrfall

Notruf:

- Verschütteten oder ausgelaufene Systemreiniger mit Bindemittel Typ _____ aufnehmen, dabei Schutzbrille Typ _____ und Schutzhandschuhe Typ _____ tragen, Vorgesetzte(n) benachrichtigen.

6. Verhalten bei Unfällen – Erste Hilfe

Notruf:

- Nach Augenkontakt sofort mit viel Wasser spülen, Augenduschen benutzen; anschließend Arzt/Ärztin aufsuchen.
- Nach Hautkontakt Hände waschen, bei Bedarf Arzt/Ärztin aufsuchen.
- Ereignisse im Verbandbuch dokumentieren.
- Ersthelfer(in): _____, _____, _____

7. Entsorgung

- Systemreiniger nur in gekennzeichneten Behältern entsorgen.
- Verwendete Bindemittel in gekennzeichneten Behälter geben.

Datum: Unterschrift:

Diese Musterbetriebsanweisung ist den Einsatzbedingungen und den eingesetzten Stoffen bei Bedarf entsprechend anzupassen und zu ergänzen.

Anhang 7
Muster einer Betriebsanweisung für Biozide und Biozidprodukte

Firma: **Betriebsanweisung** Nr.:
gem. GefStoffV und TRGS 555

1. Anwendungsbereich

Arbeitsbereich: Arbeitsplatz: Tätigkeit:

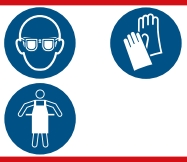
2. Gefahrstoffbezeichnung

Biozid/Biozidprodukt
Handelsname

3. Gefahren für Mensch und Umwelt

- Biozid/Biozidprodukt ist giftig bei Verschlucken, Hautkontakt oder Einatmen *(falls zutreffend)*.
- Kontakt mit Biozid/Biozidprodukt führt zu Reizungen von Haut und Augen *(falls zutreffend)*.
- Kontakt mit Biozid/Biozidprodukt führt zu schweren Verätzungen von Haut und Augen*(falls zutreffend)*.
- Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich *(falls zutreffend)*.
- Verschüttetes oder ausgelaufenes Biozid/Biozidprodukt ist/kann für Wasserorganismen schädlich/schädlich sein *(falls zutreffend)*.

4. Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln



- Bei Tätigkeiten mit Biozid/Biozidprodukt sind Schutzbrille Typ _____, Schutzhandschuhe Typ _____ zu tragen.
- Am Arbeitsplatz nicht essen, trinken oder rauchen, keine Lebensmittel aufbewahren.
- Konzentration auf das tatsächliche Ist-Volumen berechnen und langsame Zugabe sicherstellen, um Konzentrationswolken zu vermeiden.

5. Verhalten bei Störungen und im Gefahrfall Notruf:

- Verschüttetes oder ausgelaufenes Biozid/Biozidprodukt mit Bindemittel Typ _____ aufnehmen, dabei Schutzbrille Typ _____ und Schutzhandschuhe Typ _____ tragen, Vorgesetzte(n) benachrichtigen.

6. Verhalten bei Unfällen – Erste Hilfe Notruf:

- Nach Augenkontakt sofort mit viel Wasser spülen, Augenduschen benutzen; anschließend Arzt/Ärztin aufsuchen.
- Nach Hautkontakt Hände waschen, bei Bedarf Arzt/Ärztin aufsuchen.
- Ereignisse im Verbandbuch dokumentieren.
- Ersthelfer(in): _____, _____ _____

7. Instandhaltung, Entsorgung

- Biozid/Biozidprodukt nur in gekennzeichneten Behältern entsorgen.
- Verwendete Bindemittel in gekennzeichneten Behälter geben.

Datum: Unterschrift:

Diese Musterbetriebsanweisung ist den Einsatzbedingungen und den eingesetzten Stoffen entsprechend bei Bedarf anzupassen und zu ergänzen.

Anhang 8
Muster einer Betriebsanweisung für wassergemischte Kühlschmierstoffe

Firma: **Betriebsanweisung** Nr.:
gem. GefStoffV und TRGS 555

1. Anwendungsbereich

Arbeitsbereich: Arbeitsplatz: Tätigkeit:

2. Gefahrstoffbezeichnung

Wassergemischter Kühlschmierstoff (KSS), Konzentrationsbereich: _____ %
Handelsname:

3. Gefahren für Mensch und Umwelt

- Hautkontakt beeinträchtigt die Schutzfunktion der Haut:
  - Langfristige Einwirkung kann zu Hauterkrankungen führen.
  - Kurzzeitige Einwirkung kann bei empfindlichen Personen zu allergischen Reaktionen führen, z.B durch allergieauslösende Biozide und/oder Metallionen.
- Schon geringfügige Hautverletzungen, z. B. durch Späne oder Abrieb, erhöhen das Risiko einer KSS-bedingten Hauterkrankung und der Aufnahme des KSS in den menschlichen Körper.
- Das Abblasen KSS-benetzter Haut mit Druckluft kann Hautschäden verursachen.
- Das Abblasen von KSS-benetzter Kleidung reichert sie mit Sauerstoff an und erhöht so ihr Brandrisiko.
- Das Einatmen von KSS-Dampf und -Aerosol kann zu Schleimhaut- und/oder Atemwegsreizungen führen.
- Mikroorganismen können zu Infektionen oder zu allergischen Erkrankungen führen, z. B. bei Wunden, vorgeschädigter Haut oder beim Einatmen.
- Verschütteter oder ausgelaufener KSS verursacht Rutschgefahr und kann Erdreich und Gewässer verunreinigen.

4. Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

- Vorhandene Schutzeinrichtungen verwenden, z. B. Absauganlagen.
- Hautkontakt auf ein Minimum beschränken, dazu gehört:
  - Haut nie mit KSS reinigen, Hände nur mit sauberen Textil- oder Papiertüchern abtrocknen.
  - Gebrauchte Textil- oder Papiertücher, auch Reinigungstücher, nicht in die Kleidung stecken.
  - Werkstücke, Maschinen, Haut oder Kleidung nicht mit Druckluft abblasen.
  - KSS-durchtränkte Kleidung sofort wechseln.
- Zu Arbeitsbeginn, in Pausen und zum Arbeitsende Schutzmaßnahmen nach Hautschutzplan durchführen.
- Am Arbeitsplatz nicht essen, trinken oder rauchen, keine Lebensmittel aufbewahren.
- Keine Abfälle, z. B. Zigarettenkippen, Lebensmittel, Taschentücher, in den KSS-Kreislauf gelangen lassen.
- KSS nicht in der Kanalisation entsorgen

5. Verhalten bei Störungen und im Gefahrfall Notruf:

- Bei Störungen, z. B. Ausfall der Absaugung, oder auffälligen Veränderungen des KSS, z. B. Aussehen, Geruch, Fremdöle, die/den Vorgesetzte(n) informieren.
- Verschüttete/ausgelaufene KSS mit Bindemittel Typ _____ aufnehmen, Schutzhandschuhe Typ _____ tragen.
- Bei Auslaufen größerer KSS-Mengen Vorgesetzte(n) benachrichtigen.

6. Verhalten bei Unfällen – Erste Hilfe Notruf:

- Bei Hautveränderungen, z. B. raue Haut, Juckreiz, Brennen, Bläschen, Schuppen, Schrunden, Vorgesetzte(n) und Betriebsarzt/-ärztin informieren.
- Hautverletzungen fachgerecht versorgen lassen.
- Nach Augenkontakt sofort mit fließendem Wasser spülen, Arzt/Ärztin aufsuchen.
- Oben genannte Ereignisse im Verbandbuch dokumentieren.
- Ersthelfer(in): _____, _____, _____

7. Instandhaltung, Entsorgung

- Zu entsorgende KSS nur in gekennzeichneten Behältern sammeln.
- Benutzte Reinigungstücher in gekennzeichneten Behältern sammeln.
- Verwendete Bindemittel in gekennzeichneten Behälter geben.

Datum: Unterschrift:

Diese Musterbetriebsanweisung ist den Einsatzbedingungen und den eingesetzten Stoffen entsprechend anzupassen und zu ergänzen.

Anhang 9
Muster einer Betriebsanweisung für wassermischbare Kühlschmierstoffe (KSS-Konzentrate)

Firma: **Betriebsanweisung** Nr.:
gem. GefStoffV und TRGS 555

1. Anwendungsbereich

Arbeitsbereich: Arbeitsplatz: Tätigkeit:

2. Gefahrstoffbezeichnung

Wassermischbarer Kühlschmierstoff (KSS-Konzentrat)
Handelsname:

3. Gefahren für Mensch und Umwelt

- Kontakt mit Konzentrat führt zu Reizung von Haut und Augen *(falls zutreffend)*.
- Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich *(falls zutreffend)*.
- Schwere Lungenschäden bei Eindringen in den Atemtrakt *(falls zutreffend)*.
- Verschüttetes oder ausgelaufenes Konzentrat führt zu Rutschgefahr und kann Erdreich und Gewässer verunreinigen.

4. Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

- Bei Tätigkeiten mit Konzentrat sind Schutzbrille Typ _____, Schutzhandschuhe Typ _____ zu tragen.
- Am Arbeitsplatz nicht essen, trinken oder rauchen, keine Lebensmittel aufbewahren.
- KSS-durchtränkte Kleidung sofort wechseln.

5. Verhalten bei Störungen und im Gefahrfall Notruf:

- Verschüttete oder ausgelaufene Konzentrate mit Bindemittel Typ _____ aufnehmen, dabei Schutzbrille Typ _____ und Schutzhandschuhe Typ _____ tragen, Vorgesetzte(n) benachrichtigen.

6. Verhalten bei Unfällen – Erste Hilfe Notruf:

- Nach Augenkontakt sofort mit viel Wasser spülen, Augenduschen benutzen; anschließend Arzt/Ärztin aufsuchen.
- Nach Hautkontakt Hände waschen.
- Ereignisse im Verbandbuch dokumentieren.
- Ersthelfer(in): _____, _____, _____

7. Instandhaltung, Entsorgung

- Zu entsorgende Konzentrate nur in gekennzeichneten Behältern entsorgen.
- Benutzte Reinigungstücher in gekennzeichneten Behältern sammeln.
- Verwendete Bindemittel in gekennzeichneten Behälter geben.

Datum: Unterschrift:

Diese Musterbetriebsanweisung ist den Einsatzbedingungen und den eingesetzten Stoffen entsprechend anzupassen und zu ergänzen.

Anhang 10
Muster einer Betriebsanweisung für nicht-wassermischbare Kühlschmierstoffe

Firma: **Betriebsanweisung** Nr.:
gem. GefStoffV und TRGS 555

1. Anwendungsbereich

Arbeitsbereich: Arbeitsplatz: Tätigkeit:

2. Gefahrstoffbezeichnung

Nichtwassermischbarer Kühlschmierstoff
Handelsname:

3. Gefahren für Mensch und Umwelt

- Schwere Lungenschäden bei Eindringen in den Atemtrakt *(falls zutreffend)*.
- Bildung explosionsfähiger/brennbarer Aerosol-Dampf-Luftgemische möglich.
- Hautkontakt beeinträchtigt die Schutzfunktion der Haut; langfristige Einwirkung kann zu Hauterkrankungen führen.
- Schon geringfügige Hautverletzungen, z. B. durch Späne oder Abrieb, erhöhen das Risiko einer KSS-bedingten Hauterkrankung.
- Das Abblasen KSS-benetzter Haut und Kleidung mit Druckluft kann Hautschäden verursachen.
- Das Abblasen von KSS-benetzter Kleidung reichert sie mit Sauerstoff an und erhöht so ihr Brandrisiko.
- Das Einatmen von KSS-Dampf und -Aerosol kann zu Schleimhaut- und/oder Atemwegsreizungen führen.
- Sensibilisierung durch Hautkontakt ist möglich *(falls zutreffend)*.
- Verschütteter oder ausgelaufener KSS führt zu Rutschgefahr und kann Erdreich und Gewässer verunreinigen.

4. Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

- Vorhandene Schutzeinrichtungen verwenden, z. B. Absauganlagen.
- Hautkontakt auf ein Minimum beschränken, dazu gehört:
  - Haut nie mit KSS reinigen, Hände nur mit sauberen Textil- oder Papiertüchern abtrocknen.
  - Gebrauchte Textil- oder Papiertücher, auch Reinigungstücher, nicht in die Kleidung stecken.
  - Werkstücke, Maschinen, Haut oder Kleidung nicht mit Druckluft abblasen.
  - KSS-durchtränkte Kleidung sofort wechseln.
- Zu Arbeitsbeginn, in Pausen und zum Arbeitsende Schutzmaßnahmen nach Hautschutzplan durchführen.
- Am Arbeitsplatz nicht essen, trinken oder rauchen, keine Lebensmittel aufbewahren.
- Keine Abfälle, z. B. Zigarettenkippen, Lebensmittel, Taschentücher, in den KSS-Kreislauf gelangen lassen.
- KSS nicht in die Kanalisation entsorgen.

5. Verhalten bei Störungen und im Gefahrfall Notruf:

- Bei Störungen, z. B. Ausfall der Absaugung, oder auffälligen Veränderungen des KSS, z.B. Aussehen, Geruch, Fremdöl, Vorgesetzte(n) informieren.
- Verschüttete/ausgelaufene KSS mit Bindemittel Typ _____ aufnehmen, Schutzhandschuhe Typ _____ tragen.
- Bei Auslaufen größerer KSS-Mengen Vorgesetzte(n) benachrichtigen.
- Im Brandfall Gefahrenbereich sofort verlassen, benachbarte Beschäftigte informieren und Vorgesetzte(n) benachrichtigen.

6. Verhalten bei Unfällen – Erste Hilfe Notruf:

- Bei Hautveränderungen, z. B. raue Haut, Juckreiz, Brennen, Bläschen, Schuppen, Schrunden, Vorgesetzte(n) und Betriebsarzt/-ärztin informieren.
- Hautverletzungen fachgerecht versorgen lassen.
- Nach Augenkontakt sofort mit fließendem Wasser spülen, Arzt/Ärztin aufsuchen.
- Oben genannte Ereignisse im Verbandbuch dokumentieren.
- Ersthelfer(in): _____, _____, _____

7. Entsorgung

- Zu entsorgende Konzentrate nur in gekennzeichneten Behältern entsorgen.
- Benutzte Reinigungstücher in gekennzeichneten Behältern sammeln.
- Verwendete Bindemittel in gekennzeichneten Behälter geben.

Datum: Unterschrift:

Diese Musterbetriebsanweisung ist den Einsatzbedingungen und den eingesetzten Stoffen entsprechend anzupassen und zu ergänzen.

Anhang 11
Muster eines Hand- und Hautschutzplans

Betrieb:

Hand- und Hautschutzplan

Arbeitsbereich /Arbeitsplatz:

Hautgefährdende Tätigkeit*:

*Weitere Informationen zu den in diesem Arbeitsbereich/Arbeitsplatz vorkommenden Gefährdungen bzw. Gefahrstoffen siehe Betriebsanweisung und Unterweisung

Schutzmaßnahmen

Was?	**Wann?**	**Womit?**
Hautschutz	**VOR** Arbeitsbeginn (nach Pausen und ggf. nach dem Händewaschen)	Haut**sch**mittel: (Kennzeichnung von Gebinde/Spender/Tube nennen!)
Handschuhe	**WÄHREND** der Arbeit (bei Gefährdung durch Hautkontakt mit Gefahrstoffen)	**Schutz**handschuhe:
Hautreinigung	**WÄHREND** der Arbeit (vor Pausen und vor Arbeitsschluss)	Haut**reinigungs**mittel: (Kennzeichnung von Gebinde/Spender/Tube nennen!)
Hautpflege	**NACH** der Arbeit (nach dem letzten Händewaschen)	Haut**pflege**mittel: (Kennzeichnung von Gebinde/Spender/Tube nennen!)

Verantwortlich für den Hand- und Hautschutzplan:

Unterschrift:

Stand:

Vorlage: DGUV Fachbereich Persönliche Schutzausrüstungen

Weitere spezielle Hand und Hautschutzpläne siehe DGUV Fachbereich PSA, Sachgebiet Hautschutz.

Literaturverzeichnis

Es folgen die besonders zu beachtenden einschlägigen Vorschriften und Regeln.

Gesetze, Verordnungen, Regeln

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

- Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)
- Chemikaliengesetz (ChemG)
- Jugendarbeitsschutzgesetz (JArbSchG)
- Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrwAbfG)
- Mutterschutzgesetz (MuSchG) mit der zugehörigen Ausschuss für Mutterschutz Regel – MuSchR „Gefährdungsbeurteilung“
- Wasserhaushaltsgesetz (WHG)
- Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV)
- Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des europäischen Parlaments und des Rates zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH)
- Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP) des europäischen Parlaments und des Rates über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006
- Richtlinie 2004/37/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch Karzinogene oder Mutagene bei der Arbeit
- Neunte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (9. ProdSV)
- Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) mit zugehörigen Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)
  - TRGS 201 „Einstufung und Kennzeichnung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“
  - TRGS 220 „Nationale Aspekte beim Erstellen von Sicherheitsdatenblättern“
  - TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“
  - TRGS 401 „Gefährdung durch Hautkontakt, Ermittlung – Beurteilung – Maßnahmen“
  - TRGS 402 „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition“
  - TRGS/TRBA 406 „Sensibilisierende Stoffe für die Atemweg“
  - TRGS 410 „Expositionsverzeichnis bei Gefährdung gegenüber krebserzeugenden oder keimzellmutagenen Gefahrstoffen der Kategorien 1A oder 1B“

- TRGS 420 „Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) für die Ermittlung und Beurteilung der inhalativen Exposition“
- TRGS 460 „Vorgehensweise zur Ermittlung des Standes der Technik“
- TRGS 500 „Schutzmaßnahmen“
- TRGS 509 „Lagern von flüssigen und festen Gefahrstoffen in ortsfesten Behältern sowie Füll- und Entleerstellen für ortsbewegliche Behälter“
- TRGS 510 „Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern“
- TRGS 551 „Teer und andere Pyrolyseprodukte aus organischem Material“
- TRGS 552 „N-Nitrosamine“
- TRGS 555 „Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten“
- TRGS 560 „Luftrückführung bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden, erbgutverändernden und fruchtbarkeitsgefährdenden Stäuben“
- TRGS 561 „Tätigkeiten mit krebserzeugenden Metallen und ihren Verbindungen“
- TRGS 600 „Substitution“
- TRGS 611 „Verwendungsbeschränkungen für wassermischbare bzw. wassergemischte Kühlschmierstoffe, bei deren Einsatz N-Nitrosamine auftreten können
- TRGS 615 „Verwendungsbeschränkungen für Korrosionsschutzmittel, bei deren Einsatz N-Nitrosamine auftreten können“
- TRGS 720 „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines“
- TRGS 721 „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre − Beurteilung der Explosionsgefährdung“
- TRGS 722 „Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre“
- TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“
- TRGS 903 „Biologische Grenzwerte (BGW)“
- TRGS 905 „Verzeichnis krebserzeugender, keimzellmutagener oder reproduktionstoxischer Stoffe“
- TRGS 906 „Verzeichnis krebserzeugender Tätigkeiten oder Verfahren nach § 3 Abs. 2 Nr. 3 GefStoffV“
- TRGS 907 „Verzeichnis sensibilisierender Stoffe und von Tätigkeiten mit sensibilisierenden Stoffen“
- TRGS 910 „Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen“

- Biostoffverordnung (BioStoffV) mit zugehörigen Technischen Regeln für biologische Arbeitsstoffe (TRBA), besonders:
  - TRBA 400 „Handlungsanleitung zur Gefährdungsbeurteilung und für die Unterrichtung der Beschäftigten bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen
  - TRBA 500 „Grundlegende Maßnahmen bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen“
- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) mit zugehörigen Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS), besonders:
  - TRBS 1203 „Zur Prüfung befähigte Personen
- Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge, Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) mit zugehörigen Technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR), besonders:
  - ASR A1.3 „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung“
- PSA-Benutzungsverordnung (PSA-BV)

DGUV Vorschriften- und Regelwerk

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

DGUV Vorschriften

- DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“

DGUV Regeln

- DGUV Regel 109-002 „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“
- DGUV Regel 109-011 „Umgang mit Magnesium“
- DGUV Regel 112-189 „Benutzung von Schutzkleidung“
- DGUV Regel 112-190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“
- DGUV Regel 112-191 „Benutzung von Fuß- und Knieschutz“
- DGUV Regel 112-192 „Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz“
- DGUV Regel 112-195 „Benutzung von Schutzhandschuhen“
- DGUV Regel 113-001 „Explosionsschutz-Regeln (EX-RL)“

DGUV Informationen

- DGUV Information 209-022 „Hautschutz an Holz und Metallarbeitsplätzen“
- DGUV Information 209-024 „Minimalmengenschmierung in der spanenden Fertigung“
- DGUV Information 209-026„Brand- und Explosionsschutz an Werkzeugmaschinen“
- DGUV Information 209-051„Keimbelastung wassergemischter Kühlschmierstoffe“
- DGUV Information 209-054 „Tätigkeiten mit Kontakt zu Biostoffen in der Holz- und Metallindustrie“
- DGUV Information 209-066 „Maschinen der Zerspanung“
- DGUV Information 209-088 „Reinigen von Werkstücken mit Reinigungsflüssigkeiten“
- DGUV Information 211-005 „Unterweisung - Bestandteil des betrieblichen Arbeitsschutzes“
- DGUV Information 211-010 „Sicherheit durch Betriebsanweisungen“
- DGUV Information 212-007 „Chemikalienschutzhandschuhe“
- DGUV Information 212-017 „Auswahl, Bereitstellung und Benutzung von beruflichen Hautmitteln“
- DGUV Information 212-515 „Persönliche Schutzausrüstungen“
- DGUV Information 213-016 „Betriebsanweisungen nach der Biostoffverordnung“
- DGUV Information 213-033 „Gefahrstoffe in Werkstätten“
- DGUV Information 213-726 „Tätigkeiten mit sonstigen komplexen kohlenwasserstoffhaltigen Gemischen (KKG)“
- DGUV Information 213-723 „Minimalmengenschmierung bei der Metallzerspanung“
- DGUV Information 250-005 „Verfahrensablauf bei Verdacht auf beruflich bedingte Hauterkrankungen“

Normen/ Richtlinien

Bezugsquelle: DIN Media GmbH, Am DIN-Platz, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin

- DIN 32645:2008-11 „Chemische Analytik − Nachweis-, Erfassungs- und Bestimmungsgrenze unter Wiederholbedingungen − Begriffe, Verfahren, Auswertung“
- DIN 51385:2013-12 „Schmierstoffe – Bearbeitungsmedien für die Umformung und Zerspanung von Werkstoffen – Begriffe“
- DIN 51369:2013-05 „Prüfung von Metallbearbeitungsflüssigkeiten − Bestimmung des pH-Wertes von wassergemischten Metallbearbeitungsflüssigkeiten“
- DIN 51485:2017-04 „Schmierstoffe − Bearbeitungsmedien für die Umformung und Zerspanung von Werkstoffen − Kühl- und Umformschmierstoffe: Anforderungen und Prüfverfahren“
- DIN 51581-1:2011-09 „Prüfung von Mineralölerzeugnissen; Bestimmung des Verdampfungsverlustes −Teil 1: Verfahren nach Noack“
- DIN 69090-1:2011-12 „MMS-Bearbeitungstechnologie – Teil 1: Begriffe und Definitionen“
- DIN EN ISO 21420:2020-06 „Schutzhandschuhe - Allgemeine Anforderungen und Prüfverfahren“ (ISO 21420:2020); Deutsche Fassung EN ISO 21420:2020
- DIN EN 482:2021-05 „Exposition am Arbeitsplatz − Verfahren zur Bestimmung der Konzentration von chemischen Arbeitsstoffen − Grundlegende Anforderungen an die Leistungsfähigkeit“; Deutsche Fassung EN 482:2021
- DIN EN 12599:2013-01 „Lüftung von Gebäuden − Prüf- und Messverfahren für die Übergabe eingebauter raumlufttechnischer Anlagen“; Deutsche Fassung EN 12599:2012
- DIN EN ISO 23861:2023-02 „Luft am Arbeitsplatz – Als Mischung aus luftgetragenen Partikeln und Dampf vorliegender chemischer Arbeitsstoff - Anforderungen an die Bewertung von Messverfahren mit Sammlern“ (ISO 23861_2022); Deutsche Fassung EN ISO 23861:2022
- DIN EN ISO 374-1:2022-11 Entwurf „Schutzhandschuhe gegen gefährliche Chemikalien und Mikroorganismen“- Teil 1: Terminologie und Leistungsanforderungen für chemische Risiken (ISO/DIS 374-1:2022); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 374-1:2022

- DIN EN ISO 2592:2018-01 „Mineralölerzeugnisse und verwandte Produkte − Bestimmung des Flamm- und Brennpunktes; Verfahren mit offenem Tiegel nach Cleveland“ (ISO 2592:2017); Deutsche Fassung EN ISO 2592:2017
- DIN EN ISO 21832:2020-08 „Luft am Arbeitsplatz − Metalle und Metalloide in luftgetragenen Partikeln − Anforderungen an die Evaluierung von Messverfahren“ (ISO 21832:2018); Deutsche Fassung EN ISO 21832:2020
- VDI 2066 Blatt 1:2021-05 „Messen von Partikeln − Staubmessungen in strömenden Gasen − Gravimetrische Bestimmung der Staubbeladung”
- VDI 3803 Blatt 5:2013-04 „Raumlufttechnik, Geräteanforderungen - Wärmerückgewinnungssysteme (VDI-Lüftungsregeln)“
- VDI 2262 Blatt 1:2013-06 „Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz − Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe − Rechtliche Grundlagen, Begriffe, grundlegende organisatorische Maßnahmen für den Arbeitsschutz und Umweltschutz“
- VDI 2262 Blatt 2:2012-11 „Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz - Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe – Verfahrenstechnische und organisatorische Maßnahmen“
- VDI 2262 Blatt 3:2011-06 „Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz − Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe − Lufttechnische Maßnahmen“
- VDI 2262 Blatt 4:2006-03 „Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz − Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe − Erfassen luftfremder Stoffe“
- VDI 3035 Blatt 1: 2023-05 „Gestaltung von Werkzeugmaschinen, Fertigungsanlagen und peripheren Einrichtungen für den Einsatz von Bearbeitungsmedien (Kühlschmierstoffe, Umformschmierstoffe)“
- VDI 3035 Blatt 2:2023-03 „Materialauswahl bei der Gestaltung von Werkzeugmaschinen, Fertigungsanlagen und peripheren Einrichtungen für den Einsatz von Bearbeitungsmedien (Kühlschmierstoffe, Umformschmierstoffe)“
- VDI 3397 Blatt 1:2020-03 „Bearbeitungsmedien (BM) für die Umformung und Zerspanung – Kühlschmierstoffe, Umformschmierstoffe, Minimalmengenschmierstoffe, Multifunktionsöle“
- VDI 3397 Blatt 2:2014-06 „Pflege von Kühlschmierstoffen für spanende und umformende Fertigungsverfahren − Maßnahmen zur Qualitätserhaltung, Prozessverbesserung, Abfall- und Abwasserverminderung“
- VDI 3397 Blatt 3:2016-10 „Entsorgung von Kühlschmierstoffen“
- VDI 3676:2020-02 „Abgasreinigung – Massenkraftabscheider“

- VDI 3677 Blatt 1:2023-05 „Filternde Abscheider – Oberflächenfilter“
- VDI 3677 Blatt 2:2004-02 „Filternde Abscheider – Tiefenfilter aus Fasern“
- VDI 3678 Blatt 2:2010-12 „Elektrofilter – Prozessluft- und Raumluftreinigung“
- VDI 3679 Blatt 1:2014-07 „Nassabscheider – Grundlagen, Abgasreinigung von partikelförmigen Stoffen“
- VDI 3802 Blatt 1:2014-09 „Raumlufttechnische Anlagen für Fertigungsstätten“
- VDI 3802 Blatt 2:2012-03 „Raumlufttechnische Anlagen für Fertigungsstätten – Absaugung luftfremder Stoffe an materialabtragenden Werkzeugmaschinen“
- VDI 3803 Blatt 5:2013-04 „Raumlufttechnik, Geräteanforderungen – Wärmerückgewinnungssysteme (VDI-Lüftungsregeln)“
- VDMA 24176:2007-01 „Inspektion von technischen Anlagen und Ausrüstungen in Gebäuden“

Weitere Schriften und Empfehlungen

- BIA-Report 4/2004 „Einsatz von Kühlschmierstoffen bei der spanabhebenden Metallbearbeitung“
- BGIA-Report 9/2006 „Absaugen und Abscheiden von Kühlschmierstoffemissionen“
- BG RCI Merkblatt A 01 „Betriebsanweisungen für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“
- BG RCI Merkblatt A 013 „Beförderung gefährlicher Güter“
- BG RCI Merkblatt M 050 „Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“
- BG RCI Merkblatt M 0 53 „Arbeitsschutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“
- IFA Report 6/2015 „Einsatz von Kühlschmierstoffen bei der spanenden Metallbearbeitung“
- Fachbereich Aktuell FBHM-043 „Brand an Werkzeugmaschinen: Was ist zu beachten?“
- „Absaugen und Abscheiden von Kühlschmierstoff-Emissionen“, W. Pfeiffer, St. Augustin, aus: TÜ Band 46 (2005) Nr. 4
- Praxishandbuch Brandschutz, Klaus Scheuermann, Beuth Verlag, 2017
- „Sicherer Umgang mit Kühlschmierstoffe (KSS) im Betrieb“, Sicherheitsinformation der Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt (AUVA) M.plus 369
- Sicher Arbeiten mit Kühlschmierstoffen, BG ETEM, Meisterbroschüre MB027

Informationen im Internet

- GESTIS – Gefahrstoffinformationssystem der DGUV, www.dguv.de/ifa/GESTIS
- GisChem – Gefahrstoffinformationssystem Chemikalien der BG RCI und der BGHM, www.gischem.de
- Rigoletto – Informationsseite wassergefährdende Stoffe des Umweltbundesamtes, webrigoletto.uba.de/rigoletto
- DGUV Themenfeld Kühlschmierstoffe, Gefahrstoffe in der Metallbranche, www.dguv.de/fb-holzundmetall/sg/sg_maf/kss
- IFA Portal Kühlschmierstoffe, www.dguv.de/ifa/kss

Berufsgenossenschaft
Holz und Metall

Isaac-Fulda-Allee 18
55124 Mainz
Internet: www.bghm.de