

209-051

DGUV Information 209-051



Keimbelastung wassergemischter Kühlschmierstoffe

Impressum

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

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Tel.: 030 288763800
Fax: 030 288763808
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Sachgebiet „Maschinen, Robotik und Fertigungsautomation“ des
Fachbereichs „Holz und Metall“ der DGUV

Gegenüber der vorhergehenden Ausgabe vom August 2011 wurde diese Information
vollständig überarbeitet und an den derzeitigen Stand der Arbeits- und Gesundheits-
schutzvorschriften angepasst.

Ausgabe: Juli 2016

DGUV Information 209-051 zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger
oder unter www.dguv.de/publikationen

Keimbelastung wassergemischter Kühlschmierstoffe

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorbemerkungen	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Begriffsbestimmungen/-glossar	9
3 Informationen für die Gefährdungsbeurteilung.....	13
3.1 Infektionsgefährdung.....	13
3.2 Sensibilisierende Eigenschaften/Allergie	14
3.3 Weitere potenzielle Gefährdungen.....	15
3.3.1 Endotoxine	15
3.3.2 Mykotoxine	16
4 Gefährdungsbeurteilung	17
4.1 Allgemeine Informationen	17
4.2 Beurteilung der Infektionsgefährdung	20
4.3 Beurteilung sensibilisierender Gefährdungen.....	21
4.4 Beurteilung toxischer Gefährdungen.....	22
4.5 Dokumentation	23
5 Schutzmaßnahmen.....	24
5.1 Festlegung von Schutzmaßnahmen – Grundforderungen nach der Betriebssicherheitsverordnung	24
5.2 Festlegung von Schutzmaßnahmen – Grundforderung nach der BioStoffV.....	24
5.3 Technische und organisatorische Maßnahmen zur Reduzierung eines mikrobiellen Befalls	26
5.3.1 Anmischwasser.....	26
5.3.2 Umgebungsluft/Luft im Arbeitsbereich	27
5.3.3 Biofilme	28
5.3.4 Arbeitshygiene.....	29
5.3.5 Anlagen- und Maschinenbeschaffenheit.....	30
5.3.6 Bildung von Faulgasen („Montagmorgengeruch“).....	30
5.4 Persönliche Schutzmaßnahmen	31

	Seite
6	Pflege und Wartung..... 32
6.1	Gebrauchskonzentration..... 32
6.2	Keimzahlüberprüfung..... 32
6.3	Konservierende Maßnahmen (Biozidzugabe) 34
6.4	Reinigung und Desinfektion von Kreisläufen für wassergemischte Kühlschmierstoffe..... 37
7	Betriebsanweisung, Unterweisung..... 38
8	Arbeitsmedizinische Vorsorge und Betreuung 39
9	Zusammenfassung.....41
	Hinweise zu den Anhängen 43
	Anhang 1
	Ergebnisübersicht mikrobiologischer Untersuchungen 44
	Anhang 2
	Organismenlisten 46
	Anhang 3
	Mikrobiologische Untersuchungen aufgrund besonderer Fragestellungen..... 57
	Anhang 4
	Summenhäufigkeitsverteilungen 59
	Anhang 5
	Checkliste..... 64
	Anhang 6
	Vorschriften und Regeln 66

Vorbemerkungen

Wassergemischte Kühlschmierstoffe unterliegen aufgrund ihres hohen Wasseranteils in der Anwendung zwangsläufig einer Besiedlung mit Mikroorganismen (umgangssprachlich als Verkeimung bezeichnet). Es handelt sich dabei um eine Mischflora aus verschiedenen Bakterien- und/oder Pilzarten, die auch als sogenannte Biofilme auf und an Oberflächen wachsen können. Hieraus können sich nicht nur technische Probleme bei Fertigungsverfahren der trennenden und umformenden Be- und Verarbeitung ergeben, sondern auch mögliche gesundheitliche Beeinträchtigungen.

Wassermischbare Kühlschmierstoffe (Konzentrate) unterliegen aufgrund ihrer hohen Chemikalienkonzentration in der Regel keiner mikrobiellen Besiedlung. Bei älteren, angebrochenen Behältern ist eine Verkeimung möglich, da sich Inhaltsstoffe (z. B. Biozide) mit der Zeit abbauen können. Des Weiteren kann durch Verunreinigungen (z. B. Eindringen von Wasser über Mischgeräte oder Kondenswasser) eine Verkeimung erfolgen. Solche Konzentrate können dann auch den eingesetzten Kühlschmierstoff kontaminieren. In der Regel sind KSS-Konzentrate 6 bis 12 Monate haltbar (bei der Herstellfirma nachfragen).

Nichtwassermischbare Kühlschmierstoffe unterliegen in der Regel keiner mikrobiellen Besiedlung, da die lebenswichtige Komponente „Wasser“ fehlt. In Grenzbereichen der Öloberfläche kann sich aber durch ungewollten Wassereintrag (z. B. Kondenswasserbildung) auch ein Bewuchs mit Mikroorganismen bilden. Hierdurch entstehen erfahrungsgemäß keine gesundheitlichen Probleme.

(Begriffsdefinition Kühlschmierstoffe gemäß DIN 51 385)

1 Anwendungsbereich

Diese Information findet Anwendung auf Tätigkeiten mit wassermischbaren und -gemischten Kühlschmierstoffen, insbesondere hinsichtlich ihrer mikrobiellen Belastung.

Sie fasst die „sonstigen gesicherten arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisse“ zusammen, auf deren Grundlage eine Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten ohne Schutzstufenzuordnung nach § 6 der Biostoffverordnung (BioStoffV) und nachfolgende Festlegung von Schutzmaßnahmen vorgenommen werden kann.

Darüber hinaus werden Erläuterungen gegeben zum Vorkommen von Mikroorganismen in wassergemischten Kühlschmierstoffen, zu möglichen Gefährdungen und zu Maßnahmen, die geeignet sind, eine mikrobielle Besiedlung zu kontrollieren.

2 Begriffsbestimmungen/-glossar

Offizielle Begriffsdefinitionen nach BioStoffV oder anderen staatlichen Regelwerken der Unfallversicherungsträger werden in Normalschrift wiedergegeben. Erläuterungen und Ergänzungen dazu, die für den Anwenderkreis dieser Informationsschrift zu einem besseren Verständnis dienen, erfolgen in *Kursivschrift*; ebenso Definitionen, für die keine offiziellen Begriffsbestimmungen vorliegen.

Im Sinne dieser Information werden folgende Begriffe bestimmt:

1. **Aerob** bedeutet in Anwesenheit von (Luft-) Sauerstoff. Aerobe Mikroorganismen sind auf die Anwesenheit von Sauerstoff angewiesen und können sich nur in Anwesenheit von freiem Sauerstoff vermehren.
(Vergleiche anaerob/fakultativ anaerob)
2. **Allergen** ist ein körperfremder organischer oder anorganischer Stoff, der im Körper eine Immunantwort auslöst.
(Siehe auch „Allergie“ und „Sensibilisierung“)
3. **Allergie** ist die erworbene Überempfindlichkeitsreaktion des Immunsystems; übermäßige Reaktion des Immunsystems auf körperfremde Substanzen, z. B. Gräserpollen, Schimmelpilzsporen, organischer Staub.
4. **Anaerob** bedeutet in Abwesenheit von (Luft-) Sauerstoff. Anaerobe Mikroorganismen sind nur in Abwesenheit von (Luft-) Sauerstoff überlebens- und wachstumsfähig. (Luft-) Sauerstoff kann für diese Organismen sogar toxisch sein.
(Vergleiche aerob/fakultativ anaerob)
5. **Bioaerosole**: Unter Bioaerosolen nach der BioStoffV werden luftgetragene Flüssigkeitströpfchen und feste Partikel verstanden, die aus Biostoffen oder deren Stoffwechselprodukten bestehen oder mit ihnen behaftet sind. Wegen ihrer geringen Größe (typischerweise 0,1-10 Mikrometer) schweben sie in der Luft und können eingeatmet werden.
6. **Biofilm** ist die Vergesellschaftung von Bakterien, Schimmelpilzen und anderen Mikroorganismen; sie bilden zusammen mit Metallabrieb filmartige Strukturen innerhalb von Maschinen und Leitungssystemen.

7. **Biostoffe (synonym: Biologische Arbeitsstoffe)** sind Mikroorganismen, einschließlich gentechnisch veränderter Mikroorganismen, Zellkulturen und humanpathogener Endoparasiten, die beim Menschen Infektionen, sensibilisierende oder toxische Wirkungen hervorrufen können. (...)
Für wassergemischte KSS sind hauptsächlich Mikroorganismen wie Bakterien, Schimmelpilze und Hefen relevant.
8. **Endotoxine** (*endo* = innen, innerhalb; *Toxin* = Gift) sind Bestandteile in der Zellwand bestimmter Bakterien, die beim Einatmen Entzündungsreaktionen und Fieber auslösen können.
9. **Exposition gegenüber Biostoffen:** Exposition ist das Vorhandensein von Biostoffen, die im Rahmen gezielter oder nicht gezielter Tätigkeiten auf die Beschäftigten einwirken.
10. **Fakultativ anaerob** bedeutet sowohl mit als auch ohne (Luft-) Sauerstoff wachsend. Steht ausreichend Luftsauerstoff zur Verfügung, erfolgt ein aerobes, bei nicht ausreichender Verfügbarkeit ein anaerobes Wachstum von Mikroorganismen. (Vergleiche *aerob/anaerob*)
11. **Gesamtkoloniezahl** ist die mit Kultivierungsmethoden bestimmte Anzahl von Bakterien- oder Schimmelpilzkolonien. Es handelt sich hierbei nicht um die Anzahl aller Mikroorganismen in einer Probe, sondern nur um solche Mikroorganismen, die auf dem jeweils gewählten Nährmedium wachsen und dort Kolonien bilden können (s. auch *Koloniebildende Einheit*). Synonym wird häufig auch der Begriff **Gesamtkeimzahl** verwendet.
12. **Infektion:** Aktives oder passives Eindringen (Aufnahme), Haften und Vermehrung eines pathogenen Biostoffs in oder an einem Makroorganismus mit nachfolgender Abwehr- und/oder Schädigungsreaktion.
Infektion ist die Ansteckung, d. h. das Eindringen von Mikroorganismen in einen Organismus und anschließende Vermehrung. In der Regel erfolgt hierauf eine Abwehrreaktion des Körpers, z. B. in Form einer örtlich begrenzten Entzündung (mit und ohne Eiterbildung) oder allgemeinen Krankheitserscheinungen, oftmals verbunden mit Fieber.

13. **Keim** ist ein nicht wissenschaftlicher Sammelbegriff für Mikroorganismen. Der Begriff wird häufig synonym für Bakterien verwendet.
14. **Kolonien** sind sichtbare Ansammlungen von Zellen („Zellhaufen“), die bei der Vermehrung von Bakterien, Hefen und Schimmelpilzen auf festen Nährmedien entstehen. Zur Bestimmung der Anzahl von Mikroorganismen werden die Kolonien gezählt und in Bezug gesetzt zur eingesetzten Menge der Probe. (Siehe auch „Koloniebildende Einheit (KBE)“)
15. **Koloniebildende Einheit (KBE)** ist eine „Maßeinheit“ zur quantitativen Angabe nachweisbarer Kolonien (z. B. Bakterien, Schimmelpilze/Hefen) auf einem festen Nährmedium. Die Angabe erfolgt je nach Art der zu untersuchenden Probe in KBE/ml (Flüssigkeiten), KBE/mg oder KBE/g (feste Materialien) oder KBE/m³ (Luftproben).
16. **Konservierung** bedeutet ein System zu schützen. Unter dem Begriff „Konservierung“ versteht man im Sinne dieser Information die Zugabe von Bioziden. (Hinweis: Der Begriff wird aber auch für das Auftragen von Korrosionsschutz verwendet.)
17. **Mykotoxine** sind Stoffwechselprodukte von Schimmelpilzen, die vor allem beim Verzehr von verschimmelten Nahrungsmitteln zu Gesundheitsschädigungen führen können.
18. **Myzel** ist die Gesamtheit der fadenförmigen Zellen (Hyphen) eines Pilzes; der Schimmelpilzkörper.
19. **Pathogenität, pathogen** ist die Fähigkeit, eine Krankheit auszulösen; Krankheit(en) verursachend, krankmachend.
20. **Risikogruppen:** Biostoffe werden entsprechend dem von ihnen ausgehenden Infektionsrisiko in vier Risikogruppen eingeteilt. Für diese Einteilung werden die Wahrscheinlichkeit, beim Menschen eine Infektion zu verursachen, das Risiko einer Verbreitung der Erkrankungen in der Bevölkerung sowie die Möglichkeit einer wirksamen Vorbeugung oder Behandlung der Erkrankung berücksichtigt (BioStoffV § 3).

Tabelle 1 Einstufung des Infektionsrisikos in Risikogruppen

Risiko- gruppe	Krankheit	Gefahr für Beschäftigte	Verbreitung in der Bevölkerung	Vorbeugung/ Behandlung möglich
1	<i>unwahrscheinlich</i>	<i>gering</i>	<i>nein</i>	<i>nicht erforderlich</i>
2	<i>möglich</i>	<i>möglich</i>	<i>unwahrscheinlich</i>	<i>ja</i>
3	<i>möglich, schwer</i>	<i>ernsthaft</i>	<i>möglich</i>	<i>ja</i>
4	<i>ja, schwer</i>	<i>ernsthaft</i>	<i>u. U. groß</i>	<i>nein</i>

21. **Sensibilisierung** ist der Kontakt des Immunsystems mit körperfremden Stoffen, z. B. Schimmelpilzsporen, Pflanzenpollen, und der Aufbau einer erhöhten Reaktionsbereitschaft. Die Sensibilisierung führt noch nicht zu einer körperlichen Reaktion. Erst bei einem erneuten Kontakt kann es zur Ausschüttung von speziellen Eiweißstoffen (Antikörpern) kommen, die mit dem körperfremden Stoff reagieren und weitere Folgereaktionen, z. B. Augentränen, Juckreiz, Husten, auslösen. Dann spricht man von einer **Allergie**.
22. **Toxin** ist ein Gift; eine Substanz chemischen oder biologischen Ursprungs, die schädigend wirkt.
23. **Ubiquitär** bedeutet allgemein (weit) verbreitet, überall vorkommend.
24. **Umweltkeime** sind vorwiegend Bakterien, Hefen und Schimmelpilze, die im Wasser, im Boden und in der Luft weit verbreitet sind (ubiquitär) und in großen Mengen vorkommen können. Sie stellen die normale mikrobiologische Grundbelastung der Umwelt dar. Dabei handelt es sich um Vertreter aus den Risikogruppen 1 und 2.
Im Sinne dieser Information werden Umweltkeime vor allem als nicht pathogene Mikroorganismen oder Mikroorganismen mit geringer Pathogenität verstanden.

3 Informationen für die Gefährdungsbeurteilung

Der Arbeitgeber oder die Arbeitgeberin hat eine Gefährdung der Beschäftigten durch Biostoffe vor Aufnahme der Tätigkeit zu beurteilen (§5 Arbeitsschutzgesetz). Dabei haben sie neben der Identität, der Risikogruppeneinstufung und dem Übertragungsweg der Biostoffe auch deren mögliche sensibilisierende und toxische Wirkungen und Aufnahmepfade zu ermitteln, soweit dies möglich ist. Die Infektionsgefährdung und die Gefährdungen durch sensibilisierende oder toxische Wirkungen sind unabhängig voneinander zu beurteilen und nachfolgend zu einer Gesamtbeurteilung zusammenzuführen, auf deren Grundlage die Schutzmaßnahmen festzulegen und zu ergreifen sind (BioStoffV §4).

Nachfolgend werden mögliche Gefährdungsarten und Aufnahmewege von Mikroorganismen oder mikrobieller Bestandteile, die bei Tätigkeiten mit wassergemischten Kühlschmierstoffen vorkommen können, beschrieben.

3.1 Infektionsgefährdung

Die Fähigkeit, eine Infektion zu verursachen (**Virulenz oder Infektionspotenzial**), ist bei Mikroorganismen sehr unterschiedlich ausgeprägt. Auf dieser Tatsache beruht die Einteilung der Mikroorganismen in die vier Risikogruppen nach der Biostoffverordnung. Mikroorganismen mit Infektionspotenzial bezeichnet man auch als Infektions- oder Krankheitserreger oder pathogene Mikroorganismen.

Über die Umwelt findet tagtäglich ein Kontakt zu einer Vielzahl von Mikroorganismen – sogenannten Umweltkeimen – mit unterschiedlichem Infektionspotenzial statt. Darüber hinaus besitzt auch der gesunde Mensch eine natürliche und überlebensnotwendige Besiedlung der Haut und der Schleimhäute mit Mikroorganismen (Mikroflora), unter denen sich ebenso mögliche Infektionserreger befinden.

Das **bloße Vorhandensein von Mikroorganismen am Arbeitsplatz**, auch wenn es sich um potenzielle Infektionserreger handelt, **führt nicht zwangsläufig zu einer Erkrankung**. Zu den Voraussetzungen, unter denen Infektionserreger eine Erkrankung verursachen können, gehört

- neben der Aufnahme einer entsprechenden Menge an Mikroorganismen (**Infektionsdosis**) und

- dem geeigneten **Aufnahmeweg** in den menschlichen Organismus (bestimmte Bakterien führen z. B. nur über die Blutbahn zu einer Infektion, nicht aber bei Aufnahme über den Magen-Darm-Trakt oder bei Kontakt zu gesunder Haut) auch
- der **persönliche Gesundheitszustand** (z. B. besteht ein erhöhtes Infektionsrisiko bei einem geschwächten Immunsystem oder vorliegenden Grunderkrankungen).

Erst wenn alle Faktoren in Art und Ausmaß entsprechend vorliegen, kann eine Infektionskrankheit entstehen. Eine genaue Infektionsdosis ist nur für wenige Mikroorganismen bekannt, für typische Umweltkeime ist dies in aller Regel nicht der Fall.

Eine Aufnahme der Mikroorganismen in den Körper kann über

- das Einatmen erregerehaltiger Luft (inhalativ),
 - Verletzungen der Haut,
 - die Schleimhäute des Nasen-Rachenraumes und der Augen, z. B. durch Spritzer, oder
 - den Magen-Darm-Trakt durch Verschlucken
- erfolgen.

Dem Aufnahmepfad über die Atemwege (inhalativer Aufnahmeweg) kommt dabei in der Arbeitswelt eine besondere Bedeutung zu, da hier die körpereigenen Abwehrmechanismen oftmals durch Umwelt- und Genussgifte, z. B. Rauchen, eingeschränkt sind.

Infektionserkrankungen werden überwiegend durch Bakterien verursacht, seltener, insbesondere bei geschwächter körperlicher Abwehrlage, auch durch Schimmelpilze und Hefen.

3.2 Sensibilisierende Eigenschaften/Allergie

Mikroorganismen können nicht nur Infektionskrankheiten verursachen, sondern spielen auch bei der Entstehung und Auslösung von Allergien eine Rolle (s. TRBA/TRGS 406). Verantwortlich hierfür sind vor allem Sporen von Schimmelpilzen und bestimmten schimmelpilzartig wachsenden Bakterien (Aktinomyzeten). Insgesamt sind bislang nur wenige Bakterien als Auslöser von Atemwegsallergien bekannt.

Damit eine Allergie entstehen kann, muss zuvor eine **Sensibilisierung** gegenüber dem Allergen (z. B. Schimmelpilzsporen) erfolgt sein, die hohe Konzentrationen des Allergens und längere oder sich häufig wiederholende Expositionszeiten erfordert. Liegt bereits eine Sensibilisierung vor, können schon geringe Mengen des Allergens eine allergische Reaktion auslösen.

Mikroorganismen müssen zur Auslösung einer Allergie nicht lebens-/wachstumsfähig sein. Man geht sogar davon aus, dass Zellbruchstücke abgetöteter Mikroorganismen eine stärkere allergene Wirkung haben.

Das Sensibilisierungspotenzial von Schimmelpilzen ist genauso wie das Infektionspotenzial bei Bakterien sehr unterschiedlich. Insgesamt liegt es jedoch deutlich unter dem von Pflanzenpollen (Auslöser von Heuschnupfen) und Hausstaubmilben. Es ist zu beachten, dass die Einstufung in Risikogruppen nach der Biostoffverordnung nur das Infektionspotenzial, nicht aber die sensibilisierenden Eigenschaften von Mikroorganismen berücksichtigt.

Am häufigsten betroffen von allergischen Erkrankungen sind die Atemwege, z. B. bei allergischem Asthma bronchiale oder der exogen allergischen Alveolitis (EAA, eine allergische Entzündung der Lungenbläschen). Die EAA stellt eine besondere, aber seltene Form einer allergischen Erkrankung dar. Sie kann sowohl durch verschiedene Schimmelpilze als auch Bakterienarten verursacht werden.



Kontaktallergien an der Haut durch Mikroorganismen sind nicht bekannt.

3.3 Weitere potenzielle Gefährdungen

3.3.1 Endotoxine

Unter Endotoxin versteht man kein „Gift“ (Toxin) im umgangssprachlichen Sinn, sondern es handelt sich um Bruchstücke (Lipopolysaccharide) aus der Zellwand bestimmter Bakterien, die hauptsächlich beim Absterben der Zellen entstehen. Endotoxinkonzentrationen werden in Einheiten (EU = Endotoxin-Units) angegeben.

Endotoxine können zu entzündlichen Atemwegsreizungen und Fieber führen. Die grippeähnlichen Symptome treten fünf bis sechs Stunden nach Belastung auf und klingen in der Regel nach 24 Stunden wieder ab. Durch regelmäßig sich wiederholende Belastungen kann es zu einer Anpassung kommen. Bei andauernder Belastung über Jahre mit hohen Konzentrationen kann sich jedoch auch eine chronische Atemwegsentzündung (chronische Bronchitis) entwickeln.

Wissenschaftlich begründete Grenz- oder Orientierungswerte für Endotoxine beziehungsweise ein direkter Zusammenhang mit arbeitsbedingten Erkrankungen am Arbeitsplatz können zurzeit nicht abgeleitet werden.

(Siehe auch Bericht des Ausschusses für Biologische Arbeitsstoffe [ABAS] „Irritativ-toxische Wirkungen von luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffen am Beispiel der Endotoxine“.)

3.3.2 Mykotoxine

Hierbei handelt es sich um Stoffwechselprodukte von Schimmelpilzen, die den Menschen bei Aufnahme über kontaminierte Nahrung schädigen können, z. B. Aflatoxine in Erdnüssen.

Über die Wirkungsweise von inhalativ aufgenommenen Mykotoxinen oder bei Hautkontakt liegen bislang nur wenige Erkenntnisse vor. Es ist jedoch davon auszugehen, dass im Bereich der Kühlschmierstoffanwendung aufgrund des insgesamt geringen Vorkommens von Schimmelpilzen in der Luft am Arbeitsbereich auch keine gesundheitsgefährdenden Mengen an Mykotoxinen vorhanden sind.

4 Gefährdungsbeurteilung

Nach § 5 Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) in Verbindung mit § 4 BioStoffV muss der Arbeitgeber/die Arbeitgeberin oder eine andere verantwortliche Person (§ 13 ArbSchG) die Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit wassergemischten Kühlschmierstoffen durchführen. Die Gefährdungsbeurteilung muss fachkundig, arbeitsplatz- und tätigkeitsbezogen erfolgen. Verfügt die verantwortliche Person nicht selbst über die erforderlichen Kenntnisse für die Gefährdungsbeurteilung, hat sie sich entsprechend beraten zu lassen, z. B. durch KSS-Fachkundige, die Fachkraft für Arbeitssicherheit oder den Betriebsarzt oder die Betriebsärztin. Die notwendige Gefährdungsbeurteilung hinsichtlich § 6 Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) bleibt hiervon unberührt.

4.1 Allgemeine Informationen

Bei Tätigkeiten mit mikrobiell besiedelten wassergemischten Kühlschmierstoffen (KSS) handelt es sich um nicht gezielte Tätigkeiten mit Biostoffen ohne Schutzstufenzuordnung (BioStoffV § 6).

Mit der Novelle der BioStoffV im Jahr 2013 ist das verpflichtende Schutzstufenkonzept u. a. für Tätigkeiten mit wassergemischten Kühlschmierstoffen entfallen. Die auf Grundlage der alten Verordnung ermittelten Gefährdungen und festgelegten Schutzmaßnahmen bleiben jedoch auch ohne Zuordnung einer Schutzstufe erhalten. Hiervon unberührt bleibt die regelmäßige Überprüfung der Gefährdungsbeurteilung sowie der daraus abgeleiteten Schutzmaßnahmen.

Die Mikroorganismen im Kühlschmierstoff entstammen dem Arbeitsplatz oder seiner nächsten Umgebung; sie werden weder gezielt zugesetzt noch entstehen sie „von selbst“. Vielmehr erfolgt über die Umgebungsluft, das Anmischwasser, die Werkstücke und den Arbeitsprozess ein Eintrag von Mikroorganismen. Das jeweilige Mikroorganismenspektrum (Arten und Häufigkeiten der Mikroorganismen) ist abhängig vom eingesetzten Kühlschmierstoff, von den Wartungs- und Pflegemaßnahmen und von der Standzeit und kann bei Kühlschmierstoff-Betriebsproben der gleichen Anlage/Maschine völlig unterschiedlich sein. Typische „Leitkeime“ können daher in der Regel nicht benannt werden, allenfalls Bakteriengattungen (verwandte Bakterienarten), die aufgrund ihrer Nahrungsansprüche häufiger vorkommen.

Bevorzugt siedeln sich Bakterien aus der Familie der Pseudomonaden an; hierbei handelt es sich um weit verbreitete Bakterien, die in fast allen wässrigen Systemen, auch im Trinkwasser, zu finden sind.

Die in wassergemischten Kühlschmierstoffen nachgewiesenen Bakterien und Schimmelpilze/Hefen gehören zwei großen Gruppen an:

- a. Weit verbreitete Wasser-Boden-Luft-Mikroorganismen (Umweltkeime), bei denen es unwahrscheinlich ist, dass sie beim Menschen eine Infektionskrankheit verursachen (Risikogruppe 1 nach Biostoffverordnung)
- b. Mikroorganismen, die unter bestimmten Voraussetzungen Infektionskrankheiten hervorrufen können (Risikogruppe 2 nach Biostoffverordnung)

Die Informationsbeschaffung erfordert in der Regel keine Messungen von Biostoffen am Arbeitsplatz. Eine Auflistung von Mikroorganismen, die in Kühlschmierstoff-Betriebsproben bislang nachgewiesen werden konnten, findet sich in **Anhang 2** dieser Information.



Ein Grenz- oder Richtwert zur Beurteilung der mikrobiellen Besiedlung wassergemischter Kühlschmierstoffe existiert nicht. Grundsätzlich gilt aber immer das Minimierungsgebot nach Biostoffverordnung im Sinne einer Expositionsminimierung, d. h. eine Reduzierung des Kontaktes der Beschäftigten zu Biostoffen am Arbeitsplatz.

Da es für Biostoffe kaum technische oder gesundheitsbasierte Beurteilungswerte gibt, werden zur Bewertung von Messergebnissen meist Referenzwerte als Vergleich herangezogen.

Beurteilung von Luftproben

Bei Luftproben dienen üblicherweise die in der Außenluft vorhandenen natürlichen Hintergrundkonzentrationen von Mikroorganismen oder ihren Bestandteilen als Referenz. Liegen die Messwerte von Arbeitsplatzmessungen um eine Zehnerpotenz oder mehr über den üblichen Hintergrundkonzentrationen, liegt in aller Regel eine mikrobielle Belastung am Arbeitsplatz vor.

In der nachfolgenden Tabelle wird Bezug genommen auf eine Auswertung der Expositionsdatenbank MEGA des Instituts für Arbeitsschutz (IFA) der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV). Insgesamt wurden für die Auswertung 1072 Ergebnisse aus Messungen von Biostoffen in der Luft über einen Zeitraum von acht Jahren (1999 bis 2007) betrachtet.

(Siehe auch Anhang 6 [5] „Mikrobiologische Hintergrundwerte in der Außenluft – Auswertung der BGIA-Expositionsdatenbank MEGA“, Kolk, A., et al.)

Tabelle 2 Vorkommen von Bakterien, Schimmelpilzen und Endotoxin in der Außenluft

	Schimmelpilze (n = 665) KBE/m ³	Bakterien (n = 216) KBE/m ³	Endotoxin (n = 191) EU/m ³
Mittlere Werte	Sommerhalbjahr 1000-4 000 Winterhalbjahr 200-800	100-800	2-17
Maximum	28 000	8 000	310

Der Gehalt an **Schimmelpilzsporen** in der Außenluft kann in den Sommermonaten mehrere 10 000 Sporen/m³ betragen; im Winterhalbjahr ist die Sporenkonzentration der Luft deutlich rückläufig. Solche jahreszeitlichen Unterschiede waren für die Konzentration von Bakterien und Endotoxin in der Außenluft nicht feststellbar.

Zum Vergleich: In Innenräumen liegt die Konzentration an Pilzsporen und Bakterien durchschnittlich im Bereich von unter 100 bis ca. 1000 KBE/m³ Luft.

Beurteilung von Materialproben

Für Materialproben existieren keine gesundheitsbasierten Beurteilungswerte für die Konzentration von Mikroorganismen, sodass hier nach derzeitigem Kenntnisstand keine Aussagen zur gesundheitlichen Belastung erfolgen können.

Neben der mikrobiellen Konzentration ist auch das Artenspektrum zu betrachten. Der Kontakt zu einem Gemisch von in der Umwelt weitverbreiteten Mikroorganismen

(Mischexposition) bedeutet jedoch nicht zwangsläufig bereits eine gesundheitliche Schädigung. Ein solcher Kontakt findet auch im außerberuflichen Bereich des täglichen Lebens statt. Entscheidend für die mögliche Gesundheitsgefährdung sind **Art, Ausmaß und Dauer einer Exposition**.

4.2 Beurteilung der Infektionsgefährdung

Eine Infektionsgefährdung geht vor allem von **Bakterien** aus; Schimmelpilze führen in der Regel nur bei einer stark geschwächten Immunabwehr zu Infektionen.



In wassergemischten Kühlschmierstoffen sind überwiegend weitverbreitet vorkommende Umweltkeime der Risikogruppe 1 und 2 nachweisbar. Auch wenn es sich bei der Risikogruppe 2 um Arten mit einem möglichen (potenziellen) Infektionsrisiko handelt, bedeutet dies nicht, dass es zwangsläufig auch zu einer Infektionskrankheit kommen muss.

Untersuchungen zeigten, dass die Konzentration von Bakterien in der Luft im Arbeitsbereich im Vergleich zur Außenluft durchschnittlich leicht erhöht ist (*Siehe Anhang 1*). Da bislang keine gesundheitsbasierten Werte für die Konzentration von Bakterien in der Luft vorhanden sind, können nach derzeitigem Kenntnisstand keine Zusammenhänge zwischen Luftmesswerten und gesundheitlichen Beeinträchtigungen abgeleitet werden.

Vorliegende Grunderkrankungen, eine reduzierte Immunabwehr oder die Exposition gegenüber sehr hohen Bakterienkonzentrationen erhöhen das Risiko, an einer Infektion zu erkranken.

Vor allem bei Reinigungsarbeiten an Maschinenteilen und Anlagen können große Mengen an Bioaerosolen in die Atemluft gelangen.

Daher ist bei Reinigungsarbeiten, insbesondere mit Hochdruckreinigern, grundsätzlich auch mit einer erhöhten Exposition gegenüber potenziellen Infektionserregern zu rechnen.

Beruflich verursachte Infektionserkrankungen aufgrund von Tätigkeiten mit mikrobiell besiedelten Kühlschmierstoffen sind in der metallverarbeitenden Branche bislang nicht bekannt geworden. Auch für Nagel- und Hautpilzkrankungen, die in diesem Zusammenhang als Einzelfälle in der Literatur beschrieben werden, konnte kein ursächlicher Zusammenhang mit der Tätigkeit festgestellt werden.

4.3 Beurteilung sensibilisierender Gefährdungen

Zusätzlich zu einer Infektionsgefährdung müssen bei der Gefährdungsbeurteilung und Festlegung der Schutzmaßnahmen auch sensibilisierende Wirkungen der Mikroorganismen berücksichtigt werden (§ 4 Abs. 4 BioStoffV). Sensibilisierende Eigenschaften besitzen vor allem **Schimmelpilze beziehungsweise Schimmelpilzsporen**.



Die in der Luft an Kühlschmierstoff-Arbeitsplätzen gemessenen Konzentrationen von Schimmelpilzsporen liegen unterhalb der entsprechenden Außenluftreferenzwerte. Daher sind Sensibilisierungen durch Schimmelpilze über die Atemluft bei den üblichen Bearbeitungstätigkeiten mit wassergemischten Kühlschmierstoffen nach bisherigem Kenntnisstand unwahrscheinlich, da im Vergleich zur Außenluft keine erhöhte Belastung der Luft im Arbeitsbereich nachgewiesen werden konnte (siehe auch Anhang 1 und Anhang 4 B.).

Bei bereits bestehender Schimmelpilz-Allergie kann schon das Einatmen geringer Allergenmengen eine allergische Reaktion auslösen; daher ist der Allergenkontakt in diesen Fällen für die Betroffenen unbedingt zu vermeiden.

Schimmelpilze kommen beim Einsatz von wassergemischten Kühlschmierstoffen häufig als Bestandteile sogenannter Biofilme im Bereich der Bearbeitungsmaschinen vor.

Bei Reinigungsarbeiten, vor allem beim Entfernen von Biofilmen mit Hochdruckreinigern, können daher große Mengen an Biomasse oder mögliche Allergene freigesetzt werden.

Auch Tätigkeiten wie das Abblasen von Kühlschmierstoffen mit Druckluft führen kurzzeitig zu hohen mikrobiellen Belastungen und erhöhen damit das Risiko von Atemwegserkrankungen. Aus Arbeitsschutzgründen sollten diese Tätigkeiten nur mit den entsprechenden technischen Schutzmaßnahmen ausgeführt werden (siehe auch DGUV Regel 109-003 „Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen“, Abschnitt 6.3.2.4).

Die sogenannte **Maschinenarbeiterlunge** (eine Form der exogenen allergischen Alveolitis [EAA], s. Abs. 3.2) wird nach bisherigem Kenntnisstand vor allem durch bestimmte Bakterien in Kühlschmierstoff-Emulsionen verursacht.

4.4 Beurteilung toxischer Gefährdungen

Zusätzlich zu einer Infektionsgefährdung müssen bei der Gefährdungsbeurteilung und Festlegung der Schutzmaßnahmen auch **toxische Wirkungen** der Mikroorganismen berücksichtigt werden (§ 4 Abs. 4 BioStoffV).

Toxische Wirkungen können durch **Endotoxine** und ähnlich wirkende Substanzen hervorgerufen werden (siehe auch Abs. 3.3.1). Dies geschieht in erhöhtem Maße beim Absterben von Mikroorganismen, z. B. auch bei der Nachkonservierung durch Zugabe von Bioziden.

Die Endotoxinkonzentrationen der „unbelasteten“ Außenluft liegen im Mittel zwischen 2 und 17 EU/m³; Maximalwerte bis zu 310 EU/m³ kommen vor (siehe Tabelle 2).

In einer Studie konnte gezeigt werden, dass Endotoxine in unterschiedlich hohen Konzentrationen keinen schädigenden Einfluss sowohl auf gesunde als auch auf vorgeschädigte Haut haben. (Siehe auch Anhang 6 [5], Ergebnisbericht zum Projekt „Hautirritationen durch Endotoxine in Kühlschmierstoffen“, *Becker, D.*)

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse kann die Endotoxinbelastung in der Luft bei Tätigkeiten mit wassergemischten Kühlschmierstoffen insgesamt als niedrig eingestuft werden, insbesondere im Vergleich zu anderen Branchen mit mehreren tausend EU/m³ Luft. Fast 80 % der Messergebnisse liegen unterhalb von 100 EU/m³ Luft, einem Wert, der in der Literatur bereits häufiger als Wirkungsschwelle für

Endotoxin diskutiert wurde. Maximalwerte von mehreren hundert oder Werte über 1000 EU/m³ wurden nur in wenigen Einzelfällen nachgewiesen; hier sind entsprechende expositionsmindernde Maßnahmen empfehlenswert.

Direkte Korrelationen zwischen der Endotoxinbelastung der Luft am Arbeitsplatz und der Gesamtkoloniezahl im Kühlschmierstoff konnten nicht festgestellt werden, sodass nicht zwangsläufig Rückschlüsse von einer niedrigen oder hohen Koloniezahl auf eine entsprechende Endotoxinbelastung der Luft am Arbeitsplatz gezogen werden können.

Es ist davon auszugehen, dass an Arbeitsplätzen in der Metallverarbeitung durch geeignete Maßnahmen (siehe emissionsmindernde Maßnahmen nach DGUV Regel 109-003) die Exposition gegenüber Endotoxinen in Konzentrationsbereichen gehalten werden kann, die unterhalb der in der Literatur beschriebenen Wirkungsschwellen für durch Endotoxin verursachte Atemwegserkrankungen liegen.

4.5 Dokumentation

Arbeitgeberinnen und Arbeitsgeber müssen die Gefährdungsbeurteilung unabhängig von der Zahl der Beschäftigten erstmals vor Aufnahme der Tätigkeit sowie danach bei jeder Aktualisierung dokumentieren (BioStoffV § 7).

Die Angaben für das nach § 7 der Biostoffverordnung notwendige Verzeichnis (Biostoffverzeichnis) der biologischen Arbeitsstoffe können **Anhang 2** dieser Information entnommen werden.

Als Hilfestellung für die Gefährdungsbeurteilung kann weiterhin die Checkliste im **Anhang 5** herangezogen werden.

5 Schutzmaßnahmen

Arbeitgeberinnen und Arbeitgeber dürfen eine Tätigkeit mit Biostoffen erst aufnehmen lassen, nachdem die Gefährdungsbeurteilung nach § 4 der Biostoffverordnung durchgeführt und die erforderlichen Maßnahmen ergriffen wurden.

5.1 Festlegung von Schutzmaßnahmen – Grundforderungen nach der Betriebssicherheitsverordnung

Arbeitsmittel sind so bereitzustellen und zu benutzen, dass Gefährdungen für Beschäftigte durch physikalische, chemische und biologische Einwirkungen vermieden werden. Dabei haben Arbeitgeberinnen und Arbeitgeber auch die Gefährdungen zu berücksichtigen, die mit der Benutzung des Arbeitsmittels selbst verbunden sind und die am Arbeitsplatz durch Wechselwirkung der Arbeitsmittel untereinander oder mit Arbeitsstoffen oder der Arbeitsumgebung hervorgerufen werden. Unter biologischen Einwirkungen sind im Sinne dieser Information Tätigkeiten mit keimbelasteten wassergemischten Kühlschmierstoffen zu verstehen.

Siehe § 3 und Nummer 2.2 des Anhangs 2 der Betriebssicherheitsverordnung.

5.2 Festlegung von Schutzmaßnahmen – Grundforderung nach der BioStoffV

Bei allen Tätigkeiten mit Biostoffen sind immer die allgemeinen Hygienemaßnahmen der Technischen Regeln für Biologische Arbeitsstoffe „Grundlegende Maßnahmen bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen“ (TRBA 500) einzuhalten; diese Maßnahmen entsprechen der Forderung nach § 9 Abs. (1) Biostoffverordnung.

Die allgemeinen Hygienemaßnahmen sind entsprechend der jeweiligen betrieblichen Situation auszuwählen und, falls erforderlich, stoff- und arbeitsplatzbezogen anzupassen.

Für die Anwendung der Schutzmaßnahmen gilt grundsätzlich folgende Rangfolge (siehe § 8 Abs. [4] der Biostoffverordnung):

1. Ersatz eines Biostoffs, der eine Gesundheitsgefahr für Beschäftigte darstellt, durch einen weniger gefährlichen Biostoff, soweit dies zumutbar und nach dem Stand der Technik möglich ist (= **Substitutionsprüfung**).
Die Substitution betrifft vor allem gezielte Tätigkeiten und ist bei Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen nicht anwendbar.
2. Auswahl von Arbeitsverfahren und Arbeitsmitteln, bei denen keine Biostoffe frei werden.
Ein Freiwerden von Biostoffen kann bei Tätigkeiten mit wassergemischten Kühlschmierstoffen nicht vollständig verhindert werden. Der Einsatz komplett geschlossener und „keimfreier“ Systeme ist nur unter dem Vorbehalt des Standes der Technik und Wahrung der Verhältnismäßigkeit umsetzbar.
3. Bauliche, technische und organisatorische Schutzmaßnahmen, wenn die Freisetzung nicht vermieden werden kann (= **Minimierungsgebot**).
Das Minimierungsgebot der BioStoffV fordert, dass die Exposition der Beschäftigten mit geeigneten baulichen, technischen oder organisatorischen Maßnahmen zu minimieren ist.
In der Regel wird eine Verminderung der Gefährdung durch Biostoffe auch durch Maßnahmen zum Schutz vor Gefahrstoffen erreicht. Die nach der DGUV Regel 109-003 „Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen“ bereits getroffenen Maßnahmen können daher grundsätzlich auch als Schutzmaßnahmen im Sinne der Biostoffverordnung angesehen werden.
Darüber hinaus gehende Empfehlungen zur Reduzierung des mikrobiellen Befalls werden in den nachfolgenden Abschnitten dieser Information genannt.
4. Persönliche Schutzausrüstung, wenn die Maßnahmen nach den Nummern 1 bis 3 nicht ausreichen.
Arbeitgeberinnen und Arbeitgeber haben persönliche Schutzausrüstung (z. B. Schutzhandschuhe, Atemschutz) zur Verfügung zu stellen, wenn die vorgenannten Maßnahmen nach Nummer 1 bis 3 nicht ausreichen, um eine Gefährdung gegenüber Biostoffen auszuschließen oder ausreichend zu verringern. (siehe 5.4)

5.3 Technische und organisatorische Maßnahmen zur Reduzierung eines mikrobiellen Befalls

Die in wassergemischten Kühlschmierstoffen gefundenen Mikroorganismen entstammen überwiegend der nächsten Umgebung des Arbeitsbereiches. Sie gelangen auf unterschiedlichste Weise in den Kühlschmierstoff, und zwar:

- durch das Anmischwasser
- aus der Umgebungsluft
- durch Aufwirbelungen von Bodenschmutz
- durch das zu bearbeitende Material selbst
- aus abgeschiedenen Kühlschmierstoffresten (z. B. Auffangwannen) und nicht zuletzt
- durch vom Menschen verursachte Verunreinigungen

5.3.1 Anmischwasser

Das Anmischwasser sollte Trinkwasserqualität haben (maximale Koloniezahl nach der Trinkwasserverordnung: 100 KBE/ml, Krankheitserreger dürfen nicht vorhanden sein). Die Einhaltung der Grenzwerte aus der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) wird bis zur Übergabestelle an Verbraucher und Verbraucherinnen von den zuständigen Wasserwerken gewährleistet. Wasserleitungssysteme auf firmeneigenem Gelände unterliegen nicht mehr deren Zuständigkeitsbereich.

Mikrobiologische Untersuchungen von Wasserproben verschiedenster Herkunft zum Anmischen der Kühlschmierstoffkonzentrate zeigen, dass viele Bakterienarten bereits über das Anmischwasser in den Kühlschmierstoff gelangen und sich dort, in Abhängigkeit von den vorliegenden Wachstumsbedingungen, vermehren (siehe auch Anhang 1 und 4 A.).

Bei Verwendung von Wasser aus privaten Brunnen oder sonstigen nicht an das öffentliche Trinkwassernetz angeschlossenen Wasserversorgungsanlagen kommt es häufig zu höheren und auch kritischen Keimbelastungen; sie sollten daher regelmäßig überprüft werden.

Ebenso unterliegt aufbereitetes Wasser wie z. B. vollentsalztes Wasser (VE-Wasser) und/oder enthärtetes Wasser aus Ionenaustauschern einer höheren Keimbelastung als Trinkwasser. Nachfolgend führt insbesondere die Aufbewahrung des aufbereite-

ten Wassers in Sammelbehältern oder Vorrattanks zu einer Vermehrung der vorhandenen Mikroorganismen.

Wird Trinkwasser zum Anmischen oder Nachdosieren über Rohre (insbesondere Leitungen ohne ständige Durchströmung) oder Schläuche zugeführt, muss auch hier mit der Bildung von Biofilmen gerechnet werden, die zu einer mikrobiellen Verunreinigung des Kühlschmierstoffs führen können.

Die Keimbelastung des Wassers kann z. B. mittels Dip-Slides oder durch ein Labor geprüft werden (siehe auch Abschnitt 6.2).



Zur Vermeidung und Reduktion der mikrobiellen Verunreinigung des Anmischwassers sind regelmäßige Pflegemaßnahmen (z. B. Reinigung von Behältern, Austauscher-Regeneration, Desinfektion/UV-Desinfektion, Austausch von Schlauchleitungen und Wassertanks) zu organisieren.

5.3.2 Umgebungsluft/Luft im Arbeitsbereich

Die Umgebungsluft ist nicht keimfrei. Abhängig von der Jahreszeit und der Umgebung können Bakterien und Schimmelpilze in einer Größenordnung von einigen Hundert bis zu mehreren Tausend KBE/m³ Luft vorkommen (siehe auch Tabelle 2 und Anhang 1). Aufgrund ihres häufigen Vorkommens werden aus der Umgebungsluft hauptsächlich Schimmelpilzsporen eingetragen. Bei günstigen Wachstumsbedingungen, z. B. hohe Luftfeuchtigkeit, Feuchtbereiche, keimen die Sporen aus und bilden sogenannte Pilzgeflechte (= Myzelien). Dies kann sowohl innerhalb einer Bearbeitungsmaschine als auch im Produktionsbereich erfolgen. Der gesamte Arbeitsbereich ist daher möglichst trocken zu halten. Zusätzlich können Aerosole als „Transportvehikel“ dienen und so zusätzlich zur Weiterverbreitung von Mikroorganismen („Bioaerosole“) im Betrieb beitragen.

Da anzunehmen ist, dass sich Biostoffe im Kühlschmierstoff-Aerosol befinden, ist davon auszugehen, dass durch emissionsmindernde Maßnahmen auch eine Verringerung der mikrobiellen Belastung der Luft im Arbeitsbereich erfolgt.

Daher sind bei Arbeitsprozessen mit starker Aerosolbildung die entsprechenden Maßnahmen der DGUV Regel 109-003 „Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen“ nach Abschnitt 6.1 zu ergreifen, um zu vermeiden, dass die in Tröpfchen befindlichen Mikroorganismen oder Bruchstücke von Mikroorganismen eingeatmet werden.

Werden Absauganlagen mit Luftrückführung oder sonstige Umluftanlagen betrieben, ist auf eine sachgerechte Wartung, insbesondere auf regelmäßigen Filterwechsel zu achten.

Siehe auch DGUV Regel 109-003 „Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen“, Abschnitt 7.2.

5.3.3 Biofilme

Bei Biofilmen handelt es sich um eine Vergesellschaftung von Bakterien, Schimmelpilzen und anderen Mikroorganismen, die zusammen mit Metallabrieb filmartige Strukturen auf Oberflächen innerhalb von Rohrleitungssystemen und in Maschinenteilen bilden. Die Ausmaße reichen von schmierfilmartigen kaum sichtbaren Belägen im Anfangsstadium bis zu mehreren Zentimetern dicken Biofilmmatten. Haben sich Biofilme in einem System erst einmal festgesetzt, führt dies zu einem ständigen Austausch von Inhaltsstoffen, mikrobiellen Stoffwechselprodukten und Mikroorganismen selbst zwischen Biofilm und Kühlschmierstoff.

Werden Biofilme in Maschinen und Anlagen nicht entfernt, führt dies bei einem Kühlschmierstoff-Neuansatz zwangsläufig zu einer „Neuverkeimung“. Es gibt Hinweise darauf, dass die überwiegende Anzahl der Mikroorganismen in Kühlschmierstoffen aus solchen Biofilmen stammt. Abhilfe kann hier nur eine gründliche mechanische Reinigung und Desinfektion der Kühlschmierstoff-Kreisläufe schaffen (siehe Abschnitt 6.4).

Eine Reinigung durch bloße Zugabe von Systemreinigern und Bioziden ist nicht ausreichend zur Entfernung von ausgeprägten Biofilmen.

5.3.4 Arbeitshygiene

Kontinuierliche technische und organisatorische Maßnahmen müssen sicherstellen, dass keine Verunreinigungen, z. B. durch verschmutzte Bearbeitungsstücke, Schmutzaufwirbelungen durch Reinigungsarbeiten am Arbeitsplatz, organische Abfälle, wie Lebensmittelreste, Zigarettenkippen, menschliche Ausscheidungsprodukte, in den wassergemischten Kühlschmierstoff gelangen, da hierüber sowohl Mikroorganismen eingeschleppt als auch den vorhandenen Mikroorganismen weitere Nährstoffe zum Wachstum zur Verfügung gestellt werden. Die Beschäftigten sind dementsprechend in der erforderlichen Arbeitshygiene zu unterweisen.

Abgeschiedener Kühlschmierstoff aus Abscheideanlagen beinhaltet u. a. auch luftgetragene Verunreinigungen aus der Halle sowie Sporen und Mikroorganismen, die ebenso durch das Abscheidesystem gesaugt worden sind. Daher dürfen abgeschiedene wassergemischte Kühlschmierstoffe nicht in den Kühlschmierstoff-Kreislauf zurückgeführt werden, da eine zusätzliche Gefährdung durch mikrobielle Besiedlung nicht ausgeschlossen werden kann (siehe auch DGUV Regel 109-003 „Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen“, Abschnitt 6.3.3.5). Dies gilt auch für Kühlschmierstoffe aus Spänebehältern und Auffangwannen.

Das Rauchverbot am Arbeitsplatz ist nicht nur dem Gesundheitsschutz, sondern auch dem Produktschutz dienlich. Zum einen wird vermieden, dass es durch mit keimbelasteten Kühlschmierstoffen verunreinigte Hände zu Schmierinfektionen kommt, zum anderen, dass durch den Eintrag von Zigarettenkippen und Asche eine fortschreitende Verunreinigung des Kühlschmierstoffs bewirkt wird.

Hygienemaßnahmen tragen entscheidend zur Begrenzung eines übermäßigen Keimwachstums und damit zur Stabilität und langen Standzeit des Kühlschmierstoffs bei!

5.3.5 Anlagen- und Maschinenbeschaffenheit

Bei der Beschaffung von Maschinen sollte darauf geachtet werden, dass durch die Konstruktion ein mikrobieller Bewuchs aufgrund von Toträumen und verwinkelten Umlaufsystemen nicht gefördert wird.

Siehe VDI 3035 „Gestaltung von Werkzeugmaschinen, Fertigungsanlagen und peripheren Einrichtungen für den Einsatz von Kühlschmierstoffen“.

Es ist weiterhin darauf zu achten, dass Lauffrost nicht über offene Becken und Rinnen des Kühlschmierstoffsystems führen.

Beim Einsatz von eingebauten oder mobilen Pflegesystemen (im Voll- oder Nebenstrom) ist darauf zu achten, dass diese leicht zu reinigen sind.

5.3.6 Bildung von Faulgasen („Montagmorgengeruch“)

Sauerstoffarme (anaerobe) Verhältnisse sollten in Anlagen mit wassergemischten Kühlschmierstoffen vermieden werden. Dies dient nicht nur dem Erhalt der technischen Qualität des Kühlschmierstoffs, sondern verhindert auch die Bildung von Faulgasen (auch bekannt als „Montagmorgengeruch“ nach Stillstand der Bearbeitung über das Wochenende oder in betriebsfreien Zeiten). Dieser kann entstehen, wenn strikt anaerobe Bakterien die Sulfatverbindungen (z. B. in Emulgatoren) vollständig bis zu Schwefelwasserstoff (gasförmige Verbindung mit Geruch nach faulen Eiern) abbauen. Die meisten in wassergemischten Kühlschmierstoffen vorkommenden Bakterien sind jedoch fakultativ anaerob, d. h. sie nutzen in erster Linie freien Sauerstoff zur Energiegewinnung über die Atmung. Sie besitzen aber auch die Möglichkeit, unter sauerstoffarmen Verhältnissen auf einen Gärungsstoffwechsel „umschalten“. Dabei wird der in Substraten gebundene Sauerstoff, z. B. in Nitraten (NO_3^-), Sulfaten (SO_4^{2-}) genutzt. Der Abbau der Substrate, beziehungsweise die Reduzierung des Sauerstoffs, erfolgt aber in aller Regel nicht vollständig, sodass sich „Zwischenprodukte“ wie beispielsweise Nitrit (NO_2^-) anreichern können und die Gefahr einer Nitrosaminbildung besteht (siehe TRGS 611).

Somit kann das Auftreten von erhöhten Nitritwerten auch ein Hinweis auf anaerobe Zustände im Kühlschmierstoff z. B. aufgrund von fehlender Umwälzung sein.



Das Fehlen von Sauerstoff, verbunden mit dem Auftreten von anaerob wachsenden Bakterien ist einer der Hauptgründe für das „Umkippen“ von wassergemischten Kühlschmierstoffen. Eine gute Durchlüftung und Umwälzung des Kühlschmierstoffs in der Anlage – vor allem auch in betriebsfreien Zeiten – ist daher sehr zu empfehlen.

5.4 Persönliche Schutzmaßnahmen

Die allgemeinen Hygienemaßnahmen der TRBA 500 und die Forderungen der DGUV Regel 109-003 „Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen“, Abschnitt 6.5 „Persönliche Schutzausrüstungen“, sind immer einzuhalten. Besondere Desinfektionsmaßnahmen sind darüber hinaus nicht erforderlich.

Insbesondere wird auf die Forderung nach DGUV Regel 109-003, Abschnitt 6.5.3.1, hingewiesen, nach der beim Reinigen von mikrobiell besiedelten Kühlschmierstoff-Kreisläufen Schutzhandschuhe, Fußschutz, Augenschutz sowie gegebenenfalls eine Schürze und bei der Hochdruckreinigung Atemschutz (partikelfiltrierende Halbmasken FFP2 oder Halbmasken mit Partikelfilter P2) zu tragen sind.

Dabei ist der Einsatz belastender persönlicher Schutzausrüstung auf das unbedingt erforderliche Maß zu beschränken und stellt keine Dauermaßnahme dar (siehe auch DGUV Regel 112-190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“).

Anhang 5 dieser Information beinhaltet eine Zusammenfassung der anwendbaren Maßnahmen zum Schutz vor einer Belastung durch Biostoffe in Form einer Checkliste für Tätigkeiten mit wassergemischten Kühlschmierstoffen.

6 Pflege und Wartung

Zur Anlagensteuerung wassergemischter Kühlschmierstoffe kommen in erster Linie Prüfgrößen wie wahrnehmbare Veränderungen und chemische Parameter zum Einsatz. Auch bei Einhaltung dieser Prüfgrößen kann es zu einem erhöhten mikrobiellen Befall kommen. Zur Beurteilung von Mikroorganismenkonzentrationen im Kühlschmierstoff gibt es keinen allgemeingültigen technischen Beurteilungswert. Hierzu können betriebsspezifische und mit der Herstellfirma abgestimmte Eingriffswerte herangezogen werden.

6.1 Gebrauchskonzentration

Die empfohlene Gebrauchskonzentration der Herstellfirma muss eingehalten werden; dies trägt zur Stabilität des Kühlschmierstoffs gegenüber einem mikrobiellen Befall bei.

6.2 Keimzahlüberprüfung

Die Festlegung eines Grenz- oder Richtwertes für die Belastung wassergemischter Kühlschmierstoffe durch Mikroorganismen ist nach derzeitigem Kenntnisstand weder aus Sicht des Arbeits- und Gesundheitsschutzes noch als technisch orientierter Wert möglich.

Informationen für die Gefährdungsbeurteilung über Mikroorganismen, die häufiger in wassergemischten Kühlschmierstoffen nachgewiesen werden konnten, sind in **Anhang 1** aufgelistet.

Eine Zustandsbeschreibung des wassergemischten Kühlschmierstoffs bezüglich des mikrobiellen Befalls orientiert sich an den zu prüfenden Größen:

- **Wahrnehmbare Veränderungen (Aussehen, Geruch)**
- **pH-Wert**
- **KSS-Gebrauchskonzentration**
- **Nitritgehalt**

(siehe auch DGUV Regel 109-003, Anhang 3)

Zusätzlich zur Überprüfung des chemisch-technischen Zustands des Kühlschmierstoffs kann eine freiwillige mikrobiologische Überwachung erfolgen.

Einmal-Eintauchnährböden („Dip-Slides“) können **ergänzend** zur technischen Kontrolle als Hilfsmittel für die Verlaufskontrolle eines mikrobiellen Wachstums in wassergemischten Kühlschmierstoffen eingesetzt werden. Dazu sollte jedoch eine eigene betriebsinterne Vorgehensweise, z. B. im Rahmen des Prüfplans, festgelegt werden.

Falls Dip-Slides zum Einsatz kommen, sollten sie kontinuierlich eingesetzt und die Schätzwerte sollten im Prüfplan (siehe DGUV Regel 109-003 „Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen“, Anhang 4) dokumentiert werden. Nur im Zusammenhang mit den anderen Kontrollgrößen können mit der Dip-Slide-Bestimmung mikrobiologische Veränderungen beurteilt werden.

Darüber hinaus muss beachtet werden, dass mittels Dip-Slides **nur wachstumsfähige aerobe Mikroorganismen** nachgewiesen werden können. Geschädigte Zellen und anaerobe Mikroorganismen sind mit dieser Methode nicht nachweisbar.

Zur Beurteilung einer gesundheitlichen Gefährdung ist der Einsatz von Dip-Slides nicht geeignet. Zum einen existiert weder ein Grenz-/Orientierungswert zur Keimbelastung von wassergemischten Kühlschmierstoffen, zum anderen handelt es sich bei den „Messergebnissen“ lediglich um Schätzwerte mit teilweise erheblichen Schwankungsbreiten.

Bei Anwendung der Dip-Slides ist auf eine korrekte Handhabung durch fachlich geeignetes Personal zu achten, z. B. durch Kühlschmierstoff-Fachkundige.

Für die Untersuchungen im Betrieb dürfen ausschließlich Keimindikatoren mit nicht-selektiven Nährmedien zur Gesamtkoloniezahlbestimmung verwendet werden. Die bebrüteten Nährböden müssen nach der Auswertung sachgerecht entsorgt werden. Desinfektionsmethoden, wie das Einlegen in Desinfektionslösungen, entsprechen nicht dem Stand der Technik und sollen nicht eingesetzt werden.

Hinweise zum richtigen Umgang mit Dip-Slides liefert die DGUV Information „Richtiger Umgang mit Dip-Slides“ (FB HM-056), Ausgabe 09/2014.

Schimmelpilze stellen bei der mikrobiellen Besiedlung von wassergemischten Kühlschmierstoffen eine besondere Problematik dar. Aufgrund ihres an Oberflächen gebundenen Wachstums sind sie nicht zwangsläufig im Kühlschmierstoff („fließende Welle“) nachweisbar, sondern nur zu bestimmten Phasen ihrer Entwicklung (bei Sporenbildung) oder durch Auffangen kleiner Pilzfragmente über einen Nährboden. Die Anzahl der nachgewiesenen Schimmelpilzkolonien lässt insofern keine Rückschlüsse auf den wirklichen Grad des Pilzbefalls zu; z. B. können Leitungen im Kühlschmierstoff-System völlig zugewachsen sein, obwohl eine Keimzahlbestimmung keinen Befall anzeigt.

Hefen sind ebenfalls Pilze, wachsen aber wie Bakterien in der „fließenden Welle“. Aufgrund des ähnlichen Wachstums sind sie auf Dip-Slides oder anderen festen Nährmedien schwer von Bakterienkolonien zu unterscheiden und werden oftmals als Bakterienkolonien fehlinterpretiert. Erschwerend kommt hinzu, dass Hefen sowohl auf Nährmedien für Schimmelpilze als auch für Bakterien wachsen können. Eine Fehlbewertung kann zu einem möglichen falschen Biozideinsatz führen.

6.3 Konservierende Maßnahmen (Biozidzugabe)

Bei Bakterien und Pilzen handelt es sich um völlig verschiedene Organismen mit unterschiedlichem Zellaufbau und Stoffwechsel. Dies muss beim Einsatz von Bioziden berücksichtigt werden.

Hinweise zu geeigneten Biozidgruppen enthält die DGUV Regel 109-003 „Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen“, Anhang 6 und 6 a. Weitere Informationen zur Anwendung von Bioziden finden sich in der VKIS-VSI-IGM-Stoffliste.

Die überwiegende Anzahl der heute eingesetzten wassermischbaren Kühlschmierstoff-Konzentrate ist vorkonserviert („Topfkonservierung“).

Die Vermeidung hoher Keimzahlen – und damit einhergehend eine Verlängerung der Standzeit – kann durch kontinuierliche Nachkonservierung während der Anwendung („Präventivkonservierung“) gemäß den Dosierungsangaben des Kühlschmierstoff- oder Biozidherstellers erfolgen.



Die Erfahrung hat gezeigt, dass bei großen Zentralanlagen mit entsprechender Steuerung die mikrobielle Besiedlung durch Präventivkonservierung und kontinuierliche Wartungs- und Pflegemaßnahmen langfristig (über Jahre) unter 1000 KBE/ml gehalten werden kann.

Bei bereits vorliegenden hohen Keimzahlen kann zur Aufrechterhaltung der technischen Eigenschaften des Kühlschmierstoffs eine stärkere Konservierung im Sinne einer Stoßkonservierung erforderlich werden; auch hierbei sollten die Dosierungsvorschriften unbedingt eingehalten werden. Weiterhin muss beachtet werden, dass bei einer Stoßkonservierung abrupt sehr viel Biomasse (abgetötete Mikroorganismen) freigesetzt wird, was zu anwendungstechnischen Problemen, z. B. Verstopfen von Filtern und Rohrleitungssystemen, führen kann.

Werden **Formaldehyd-Depots** zur Stoßkonservierung eingesetzt, kann es bei starkem Befall mit Mikroorganismen und damit häufig einhergehenden erniedrigtem pH-Wert kurzzeitig zu erhöhten Formaldehydkonzentrationen im Kühlschmierstoff und in der Luft kommen; daher sind entsprechende Schutzmaßnahmen vorzusehen. Der pH-Wert muss in diesem Fall zuerst durch Zugabe einer entsprechenden Alkalireserve auf den Sollwert gebracht werden, bevor die Zugabe des Formaldehyd-Depots erfolgt. Die Dosierung muss in jedem Fall streng nach den Angaben der Herstellfirma erfolgen.

(Siehe auch DGUV Information „Formaldehyd und -depotstoffe“ (FB HM-029), Ausgabe 08/2014)

Bei **Schimmel-/Hefepilzbefall** des Kühlschmierstoffs haben sich die in der Regel „Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen“ (**DGUV Regel 109-003**), Anhang 6 a, Tabelle „Biozide Wirkstoffe“, genannten Verbindungen bewährt. Beim Einsatz von Jodcarbammatverbindungen muss beachtet werden, dass diese Verbindungen von Bakterien abgebaut werden können. Daher muss bei gleichzeitig starkem bakteriellem Befall zuerst ein Bakterizid eingesetzt oder eine Kombination aus Bakterizid und Jodcarbammat verwendet werden.

Lässt sich ein mikrobieller Befall trotz aller Reinigungs- und Pflegemaßnahmen nicht in den Griff bekommen, kann beispielsweise ein Gemisch aus Chlormethyl-

Isothiazolinon/Methylisothiazolinon (CMI/MI), unter Berücksichtigung der gebotenen Sicherheitsmaßnahmen zur Desinfektion, eingesetzt werden.

Grundsätzlich darf der Einsatz von Desinfektionsmitteln nur nach Rücksprache mit den Kühlschmierstoff-Fachkundigen erfolgen. In jedem Fall sind die Angaben der Herstellfirma zu beachten.

Aus hygienischen und technischen Gründen sollte die Gesamtkoloniezahl in wassergemischten Kühlschmierstoffen von Beginn an (Neuansatz) so niedrig wie möglich gehalten werden. Bei wiederkehrenden Problemen im Zusammenhang mit hohen Gesamtkeimzahlen empfiehlt es sich, den Kühlschmierstoff vollständig auszutauschen und die Anlage einer gründlichen mechanischen und chemischen Systemreinigung zu unterziehen.

Starke Anpassungen der Mikroorganismen an den Kühlschmierstoff und ausgeprägte Resistenzen (Unempfindlichkeiten) gegen das eingesetzte Biozid erfordern gegebenenfalls den Wechsel auf ein neues Kühlschmierstoff-Produkt mit anderer Zusammensetzung, insbesondere mit einem anderen Biozid.

Bei einzelbefüllten Maschinen mit geringem Umlaufvolumen kann bei Zugabe von Bioziden eine erhöhte Hautgefährdung durch Überdosierung entstehen; die Vorgaben der Biozidhersteller sind unbedingt zu beachten.

Bei selten benutzten Maschinen ohne kontinuierliche Umwälzung oder Belüftung ist – an Stelle der wiederholten Standzeitverlängerung durch Zugabe von Bioziden – ein vollständiger Austausch des Kühlschmierstoffs zu empfehlen.

Ein mit Mikroorganismen belasteter Kühlschmierstoff wird durch Zugabe von Bioziden nicht wieder in seinen Ausgangszustand zurückversetzt, er wird also nicht in seinen Eigenschaften verbessert. Weder der bereits erfolgte Abbau von Kühlschmierstoff-Bestandteilen noch das Vorhandensein von mikrobiellen Stoffwechselprodukten und abgetöteter Biomasse ist wieder rückgängig zu machen.

6.4 Reinigung und Desinfektion von Kreisläufen für wassergemischte Kühlschmierstoffe

Beim Wechsel der Einzelmaschinen- oder Zentralanlagen-Befüllung sind Desinfektions- und Reinigungsmaßnahmen erforderlich (siehe DGUV Regel 109-003 „Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen“, Abschnitt 6.3.1), um

- im wassergemischten Kühlschmierstoff befindliche Mikroorganismen,
 - an unzugänglichen Stellen und Oberflächen im System anhaftende Biofilme (siehe Abschnitt 5.2.3) und
 - Schmutz, Abrieb, Öl
- zu entfernen.

Hierdurch wird eine Verunreinigung des nach dem Wechsel neu angesetzten wassergemischten Kühlschmierstoffes mit Mikroorganismen minimiert und eine längere Standzeit erzielt. Insbesondere wenn der verwendete Biozidtyp nicht mehr ausreichend wirksam ist, sollte eine gründliche Desinfektion und Reinigung der Anlage erfolgen.

Bei Tätigkeiten mit Systemreinigern und der mechanischen Reinigung mit Dampfstrahl- oder Hochdruckwasserspülverfahren ist eine Betriebsanweisung zu erstellen. Hierin sind die zu treffenden Schutzmaßnahmen aufzuführen (siehe Abschnitt 5.4).

Bei unvollständiger Reinigung besteht die Gefahr einer ständigen „Neuverkeimung“. Vor allem die mangelhafte Entfernung von Biofilmen führt innerhalb kürzester Zeit nach einem Neuansatz zu einer erneuten Besiedlung mit Mikroorganismen (siehe Abschnitt 5.3.3). Bei einem Pilzbefall des Kühlschmierstoff-Systems müssen die „Pilznester“ ausfindig gemacht und durch eine gründliche mechanische und chemische Systemreinigung entfernt werden.

7 Betriebsanweisung, Unterweisung

Unternehmerinnen und Unternehmer haben auf der Grundlage der Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Biostoffen eine arbeitsbereichs- und stoffbezogene **Betriebsanweisung** zu erstellen (§ 14 BioStoffV). Darin ist auf das Vorhandensein von und eine mögliche Gefährdung durch Mikroorganismen während der Tätigkeit, einschließlich der erforderlichen Schutzmaßnahmen, hinzuweisen. Eine eigene Betriebsanweisung nach der Biostoffverordnung muss hierfür nicht erstellt werden; vielmehr kann eine bereits vorhandene Betriebsanweisung nach der Gefahrstoffverordnung mit den entsprechenden Angaben ergänzt werden. Vorgaben und Muster finden sich in der DGUV Regel 109-003 „Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen“, Abschnitt 6.4.3 und Anhang 11.

Die Beschäftigten sind anhand der Betriebsanweisung auf mögliche Gefahren hinzuweisen und über erforderliche Schutzmaßnahmen zu informieren. Diese **Unterweisung** hat vor Aufnahme der Tätigkeiten und regelmäßig mindestens jährlich mündlich und arbeitsplatzbezogen zu erfolgen.

Im Rahmen der Unterweisung muss für alle Beschäftigten eine **allgemeine arbeitsmedizinische Beratung** – soweit erforderlich unter Beteiligung des beauftragten Arztes oder der beauftragten Ärztin (in der Regel der Betriebsarzt oder die Betriebsärztin) – nach § 14 Absatz 2 der BioStoffV durchgeführt werden. Die Beschäftigten sollen durch die allgemeine arbeitsmedizinische Beratung verbesserte Kenntnisse über mögliche gesundheitliche Auswirkungen ihrer Tätigkeiten erhalten und auf besondere Gefährdungen z. B. im Zusammenhang mit chronischen Erkrankungen, verminderter Immunabwehr oder bei bestehenden Allergien hingewiesen werden.

8 Arbeitsmedizinische Vorsorge und Betreuung

Über die bereits genannten Schutzmaßnahmen hinaus ist Beschäftigten vom Unternehmer oder von der Unternehmerin arbeitsmedizinische Vorsorge nach §3 in Verbindung mit Anhang Teil 2, Abschnitt 2 „Angebotsvorsorge“ der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) durch den beauftragten Arzt oder die beauftragte Ärztin (in der Regel der Betriebsarzt oder die Betriebsärztin) anzubieten. Hierbei sind auch Tätigkeiten mit Exposition gegenüber sensibilisierend oder toxisch wirkenden Biostoffen zu berücksichtigen. Eine Angebotsvorsorge ist nicht erforderlich, wenn die Gefährdungsbeurteilung ergeben hat, dass aufgrund der getroffenen Schutzmaßnahmen nicht mit einem Gesundheitsschaden zu rechnen ist.

Wird bei Beschäftigten im Rahmen ihrer beruflichen Tätigkeit eine Infektion oder Erkrankung festgestellt, die auf Tätigkeiten mit Mikroorganismen in wassergemischten Kühlschmierstoffen zurückgeführt werden kann, haben Unternehmerinnen und Unternehmer unverzüglich den Betriebsarzt oder die Betriebsärztin zu informieren und den Beschäftigten eine arbeitsmedizinische Vorsorge anzubieten. Dies gilt auch für Beschäftigte am gleichen Arbeitsplatz oder mit vergleichbaren Tätigkeiten, wenn Anhaltspunkte bestehen, dass sie ebenfalls gefährdet sein können.

Im Zusammenhang mit gesundheitlichen Beeinträchtigungen an Kühlschmierstoff-Arbeitsplätzen werden oftmals „Messungen von Keimen“ gefordert. Da es sich hierbei i. a. R. um den Nachweis von Umweltmikroorganismen handelt, können zwangsläufig keine Rückschlüsse auf bestimmte Beschwerden oder Erkrankungen am Arbeitsplatz gezogen werden.

Dies hängt zum einen damit zusammen, dass Umweltmikroorganismen keine bestimmten Krankheitsbilder zugeschrieben werden können, wie dies bei „klassischen Krankheitserregern“, z. B. Tuberkulosebakterien, Legionellen, der Fall ist. Zum anderen kann aufgrund des häufigen Vorkommens von Umweltmikroorganismen auch ein außerberuflicher Kontakt als Ursache der Beschwerden/Erkrankung nicht ausgeschlossen werden. Zur Interpretation eines möglichen Zusammenhangs bedarf es daher weitergehender medizinischer Untersuchungen.

Erkrankungen der Atemwege aufgrund einer anzunehmenden mikrobiologischen Einwirkung sind an Kühlschmierstoffarbeitsplätzen bislang nur in geringer Zahl beschrieben worden. Treten Beschwerden der Atemwege (z. B. auch im Zusammen-

hang mit Fieber) am Arbeitsplatz oder auch einige Stunden nach der Arbeit (Schicht) auf, sollten immer Betriebsärztin oder -arzt oder den Betrieb betreuende Ärzte oder Ärztinnen darüber informiert werden.

Weiterhin ist die Gefährdungsbeurteilung für den Arbeitsbereich der erkrankten Person zu aktualisieren.

Insbesondere bei einer bereits bekannten Allergie gegenüber Mikroorganismen (z. B. Schimmelpilzen) sollten immer Betriebsärztin oder -arzt oder den Betrieb betreuende Ärzte oder Ärztinnen informiert werden, um einem Wiederaufleben oder einer Verschlechterung der Erkrankung durch geeignete Schutzmaßnahmen am Arbeitsplatz vorbeugen zu können.



Nach derzeitigem Wissensstand ist davon auszugehen, dass bei Einhaltung aller bereits bestehenden Vorschriften und Regelungen für den Bereich der Kühlschmierstoff-Anwendung – einschließlich der empfohlenen Maßnahmen dieser Information – ein sicherer Umgang mit keimbelasteten wassergemischten Kühlschmierstoffen gewährleistet ist und daher kein gesundheitlicher Schaden zu befürchten ist.

9 Zusammenfassung

1. Bei den in wassergemischten Kühlschmierstoffen nachgewiesenen Mikroorganismen handelt es sich um weit verbreitete und häufig vorkommende Umweltkeime, die in die Risikogruppen 1 und 2 nach der Biostoffverordnung eingestuft sind.
2. Es gibt keinen Grenz- oder Richtwert zur Beurteilung der mikrobiellen Besiedlung wassergemischter Kühlschmierstoffe.
3. Bei Tätigkeiten mit wassergemischten Kühlschmierstoffen handelt es sich um nicht gezielte Tätigkeiten ohne Schutzstufenzuordnung.
4. Bei der Reinigung von mikrobiell besiedelten Kühlschmierstoff-Kreisläufen sollen Schutzhandschuhe, Fußschutz, Augenschutz, gegebenenfalls Schürze sowie, bei der Hochdruckreinigung, Atemschutz (FFP2 oder Partikelfilter P2) getragen werden.
5. Hygienemaßnahmen tragen entscheidend zur Begrenzung eines übermäßigen mikrobiellen Wachstums und damit zur Stabilität und langen Standzeit des Kühlschmierstoffs bei.
6. Ansetzwasser/Wasseraufbereitung: Zur Vermeidung und Reduktion der mikrobiellen Verunreinigung ist eine regelmäßige Anlagehygiene (z. B. Reinigung, Austauscher-Regeneration, Desinfektion, Austausch von Schlauchleitungen und Wassersammelsystemen) zu organisieren.
7. Grundsätzlich darf der Einsatz von Desinfektionsmitteln nur nach Rücksprache mit fachkundigen Personen, z. B. Kühlschmierstoff-Fachkundigen, erfolgen. In jedem Fall sind die Angaben der Herstellerfirma zu beachten.
8. Ein mit Mikroorganismen belasteter Kühlschmierstoff wird durch Zugabe von Bioziden nicht wieder in seinen Ausgangszustand zurückversetzt; er wird folglich nicht in seinen Eigenschaften verbessert. Weder der bereits erfolgte Abbau von Kühlschmierstoff-Bestandteilen noch das Vorhandensein von mikrobiellen Stoffwechselprodukten und abgetöteter Biomasse ist wieder rückgängig zu machen.

9. Sensibilisierungen oder toxische Wirkungen durch Mikroorganismen oder Bestandteile von Mikroorganismen sind über die Atemluft bei den üblichen Bearbeitungstätigkeiten mit wassergemischten Kühlschmierstoffen nach bisherigen Untersuchungen unwahrscheinlich, da im Vergleich zur Außenluft keine erhöhte Belastung der Luft im Arbeitsbereich nachgewiesen werden konnte.
10. Nach derzeitigem Wissensstand ist bei Einhaltung aller bereits bestehenden Vorschriften und Regelungen für den Bereich der Kühlschmierstoff-Anwendung (DGUV Regel 109-003, TRGS 611, IFA Report 2015, TRBA 500) einschließlich der empfohlenen Maßnahmen dieser Information ein sicheres Arbeiten mit keimbelasteten wassergemischten Kühlschmierstoffen gewährleistet.

Hinweise zu den Anhängen

Insgesamt wurden im Auswertungszeitraum 2004 bis 2014 fast 1500 Proben (Luft- und Materialproben) im Institut für Arbeitsschutz (IFA) der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV), 53757 Sankt Augustin, analysiert.

Die Auswertung der Daten erfolgte aus der IFA Expositionsdatenbank „Messdaten zur Exposition gegenüber Gefahrstoffen am Arbeitsplatz“ – MEGA. Seit 1997 werden dort auch Daten zu Biostoffen dokumentiert. Die Ermittlung der Daten erfolgt im Rahmen des Messsystems der UV-Träger zur Gefährdungsermittlung – MGU.

Die Probennahmen erfolgten überwiegend in Mitgliedsbetrieben der BGHM und der BG ETEM. Anlässe für die Probenahme waren: Messungen aus Präventionsgründen, Messreihen mit besonderen Fragestellungen und Untersuchungen im Rahmen von Berufskrankheitenfällen. Betriebsgröße, Art der Bearbeitungsanlage, Zusammensetzung, Standzeit und Pflege des Kühlschmierstoffs sind in die Auswertung nicht mit einbezogen worden.

Kühlschmierstoffe mit besonderen Konservierungskonzepten wie Leitkeimflora („Biokonzept“) oder Einsatz von Silberpartikeln wurden nicht in die Auswertung mit aufgenommen.

Anhang 1

Ergebnisübersicht mikrobiologischer Untersuchungen

Gesamtkoloniezahl und Endotoxin-Werte an Arbeitsplätzen mit wassergemischten Kühlschmierstoffen für den Zeitraum 2004 bis 2014

Bakterien (Gesamtkoloniezahl) ^{a)}				
	KSS-Proben (KBE/ml) n = 267	Ansetzwasser (KBE/ml) n = 77	Luft Arbeitsbereich (KBE/m ³) n = 308	Außenluft (KBE/m ³) n = 163
Mittelwert ^{b)}	21 000 000	5 200 000	960	140
Median ^{c)}	14 000	720	290	57
Maximum	870 000 000	200 000 000	22 000	1 100
Minimum	3	< 3	28	10
Schimmelpilze (Gesamtkoloniezahl) ^{a)}				
	KSS-Proben (KBE/ml) n = 246	Ansetzwasser (KBE/ml) n = 72	Luft Arbeitsbereich (KBE/m ³) n = 178	Außenluft (KBE/m ³) n = 108
Mittelwert ^{b)}	7 000	46	210	1 600
Median ^{c)}	1,5	1,5	79	320
Maximum	790 000	1 300	7 900	36 000
Minimum	3	3	20	28
Endotoxine ^{d)}				
	KSS-Proben (EU/ml) n = 9		Luft Arbeitsbereich (EU/m ³) n = 50	Außenluft (EU/m ³) n = 16
Mittelwert ^{b)}	9 500		140	2,3
Median ^{c)}	610		9,4	0,6
Maximum	40 000		1 400	8,7
Minimum	18		0,4	0,3

- a) Kultivierungsbedingungen zur Bestimmung der Gesamtkoloniezahl siehe unter Nachweis Bakterien/ Schimmelpilze im Anhang 2
- b) Mittelwert = arithmetischer Mittelwert
- c) Der Median ist der mittlere Wert (Zentralwert) einer aufsteigend oder absteigend geordneten Zahlenreihe. Somit liegen 50 Prozent der Werte unter dem Zentralwert und 50 Prozent darüber. Im Unterschied zum Mittelwert fallen bei der Heranziehung des Medians extreme Ausreißer nach oben oder unten (Minimal-/Maximalwerte) nicht ins Gewicht. Daher ist die Betrachtungsweise des Medians von Vorteil, wenn nur wenige Daten und/oder große Schwankungen bei den Ergebnissen vorliegen. Da dies bei mikrobiologischen Ergebnissen häufig der Fall ist, kommt dem Median eine große Bedeutung zu.
- d) Endotoxinnachweis gemäß Verfahren zur Bestimmung der Endotoxinkonzentration in der Luft am Arbeitsplatz (Kennzahl 9450). In: IFA Arbeitsmappe – Messung von Gefahrstoffen

Diese Tabelle gibt eine zusammenfassende Übersicht der Gesamtkoloniezahl und Endotoxineinheiten der Ergebnisse aus Material- und Luftproben aus dem Bereich der Kühlschmierstoffanwendung, die über das IFA im Zeitraum von 2004 bis 2014 erfasst und ausgewertet wurden. Die Ergebnisse basieren auf der Auswertung von annähernd 1500 Luft- und Materialproben. Dargestellt sind Durchschnittswerte (Mittelwert und Median) und Minimal- und Maximalwerte. **Alle Werte sind auf 2 signifikante Stellen gerundet.**

Die Ergebnisse sind nicht als Vorgaben oder Empfehlungen für die mikrobielle Situation eines Kühlschmierstoffs zu verstehen; sie können gegebenenfalls als Bewertungshilfe herangezogen werden. Dies vor dem Hintergrund, dass eine Interpretation von Messergebnissen oftmals schwierig ist, da es keine Grenz- oder Richtwerte für die biologische Belastung eines Kühlschmierstoffs gibt. Liegen Messungen zu Biostoffen in einem Betrieb vor, kann die Tabelle beispielsweise zu Vergleichszwecken für eine Einschätzung herangezogen werden. Davon unabhängig sind jedoch immer die Empfehlungen des Kühlschmierstoffherstellers oder betriebsinterne Vorgaben zu beachten.

Anhang 2

Organismenlisten

Auswahlkriterien und Hinweise

Diese Auflistung gibt einen allgemeinen Überblick über die mittels Kultivierungsverfahren am häufigsten nachgewiesenen Bakterien und Schimmelpilze aus Betriebsproben wassergemischter Kühlschmierstoffe, Proben aus der Luft im Arbeitsbereich und der Außenluft.

Die Ergebnisse können zur Gefährdungsbeurteilung nach Biostoffverordnung herangezogen werden.

Mittels Kultivierungsverfahren können nur wachstumsfähige Organismen auf dem jeweiligen Nährmedium nachgewiesen werden. Um wieviel Prozent der vorhandenen Mikroorganismen in einer Betriebsprobe es sich dabei handelt, ist nicht ermittelbar. Auch der Begriff Gesamtkoloniezahl darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass es nicht möglich ist, alle vermehrungsfähigen Mikroorganismen in einer Probe nachzuweisen. Darüber hinaus unterliegt das Mikroorganismenspektrum (Art und Anzahl der einzelnen Mikroorganismen) eines Kühlschmierstoffs auch permanenten Schwankungen. In Betriebsproben können z. B. nur eine einzige Mikroorganismenart oder viele verschiedene Arten in jeweils unterschiedlichen Konzentrationen vorkommen.

Die Luftproben wurden in Arbeitsbereichen genommen, in denen mit wassergemischten Kühlschmierstoffen umgegangen wird. Zu jeder Luftprobe im Arbeitsbereich erfolgte in der Regel auch eine Probennahme in der Außenluft als Referenzprobe.

Die Materialproben waren ausschließlich Betriebsproben unterschiedlicher wassergemischter Kühlschmierstoffe. Nicht zu jeder Materialprobe erfolgte auch gleichzeitig eine Luftprobennahme; somit ist ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen Luft- und Materialproben nicht zwangsläufig gegeben.

Die Auflistung der Mikroorganismen erfolgt getrennt nach Bakterien- und Schimmelpilzarten alphabetisch und in Häufigkeitskategorien:

+++	= sehr häufig	(in Betriebsproben 20-mal oder häufiger nachgewiesen)
++	= häufig	(in Betriebsproben 10- bis 19-mal nachgewiesen)
+	= selten	(in Betriebsproben weniger als 10-mal nachgewiesen)

Die **Untergrenze** der Auflistung liegt bei einem **Nachweis in mindestens 3 Proben**. Bakterien- und Schimmelpilzarten, die nur ein- oder zweimal nachgewiesen wurden, sind in den Organismenlisten nicht enthalten.

Weiterhin erfolgen Angaben zum natürlichen Vorkommen der Mikroorganismen. Wie der Auflistung zu entnehmen ist, handelt es sich fast ausnahmslos um weitverbreitete Bakterien und Schimmelpilze aus der Umwelt (Wasser, Boden, Luft) oder vom Menschen (z. B. Abschilferungen der Haut), die den Risikogruppen 1 und 2 zugeordnet sind. „Klassische Krankheitserreger“, z. B. nach dem Infektionsschutzgesetz, konnten nicht nachgewiesen werden. (siehe auch Abschnitt 4.1, 4.2)

Erläuterungen zu den Abschnitten A) und B)

() = Bei den in Klammern befindlichen Namen handelt es sich um ältere Bezeichnungen oder Synonyme des jeweiligen Organismus.

sp. = Abkürzung für Spezies; umfasst mehrere Arten, die in unterschiedliche Risikogruppen eingestuft sein können.

A) Organismenliste Bakterien

Art Bakterien	Vorkommen in			„natürliches Vorkommen“
	Kühlschmierstoff	Luft Arbeitsbereich	Außenluft	
<i>Aerococcus urinae</i>		+++		Urogenital-Trakt, Umwelt
<i>Aerococcus viridans</i>	+			Umwelt, Haut, Schleimhaut
<i>Aeromonas veronii</i>	+			Wasser
<i>Alcaligenes faecalis-Gruppe</i>	+	+		ubiquitär, Wasser, Boden
<i>Bacillus cereus</i>			+	ubiquitär, Boden
<i>Bacillus licheniformis</i>	+		+	Boden
<i>Brevibacillus brevis</i> (<i>Bacillus b.</i>)	+			Boden
<i>Brevundimonas diminuta</i> (<i>Pseudomonas d.</i>)	++			Wasser
<i>Brevundimonas vesicularis</i> (<i>Pseudomonas v.</i>)	++		+	Boden, Wasser
<i>Burkholderia cepacia</i> (<i>Pseudomonas c.</i>)	+		+	ubiquitär, Wasser, Boden
<i>Chromobacterium violaceum</i>	+			Boden, Wasser
<i>Chryseobacterium indologenes</i> (<i>Flavobacterium i.</i>)	+			ubiquitär, Wasser, Boden
<i>Citrobacter freundii</i>	+			Darmbewohner
<i>Comamonas testosteroni</i> (<i>Pseudomonas t.</i>)	++			Boden
<i>Corynebacterium propinquum</i>	+	+		Haut, Schleimhaut
<i>Corynebacterium pseudogenitalium</i>	+			Urogenital-Trakt

Art	Vorkommen in			„natürliches Vorkommen“
	Kühlschmierstoff	Luft Arbeitsbereich	Außenluft	
<i>Corynebacterium pseudotuberculosis</i>	+			Umwelt, Boden
<i>Corynebacterium sp.</i>	+	++		Boden, Pflanzen, Schleimhaut; einige Arten pathogen
<i>Cupriavidus pauculus</i> (<i>Wautersia paucula</i> , <i>Ralstonia p.</i>)	+			Umwelt
<i>Kocuria kristinae</i> (<i>Micrococcus k.</i>)		+		Boden, Haut, Urogenital-Trakt
<i>Kocuria rosea</i> (<i>Micrococcus r.</i>)	+		+	ubiquitär, typischer Luftkeim
<i>Kytococcus sedentarius</i> (<i>Micrococcus s.</i>)		+		Boden, Wasser, Haut
<i>Micrococcus luteus</i>	+++	+++	+	ubiquitär, typischer Luftkeim
<i>Micrococcus lylae</i>	+	+++	+	Boden, Wasser, Haut
<i>Moraxella sp.</i>	+			Schleimhaut; einige Arten pathogen
<i>Ochrobactrum anthropi</i>	+			ubiquitär, Wasser, Boden; Entzündungserreger
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	++			Wasser, Boden; Entzündungserreger
<i>Pseudomonas alcaligenes</i>	+++			ubiquitär, Wasser
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	++		+	ubiquitär, Wasser
<i>Pseudomonas luteola</i>		+	+	ubiquitär, Abwässer, feuchte Bereiche
<i>Pseudomonas oleovorans</i> <i>subsp. lubricantis</i>	+			ubiquitär; Wasser, Kühlschmierstoff

Anhang 2

Art	Vorkommen in			„natürliches Vorkommen“
Bakterien	Kühlschmierstoff	Luft Arbeitsbereich	Außenluft	
<i>Pseudomonas oleovorans</i> subsp. <i>oleovorans</i> (<i>Pseudomonas pseudoalcaligenes</i>)	+++			ubiquitär, Wasser, Kühlschmierstoff
<i>Pseudomonas putida</i>	+	+		ubiquitär, Wasser
<i>Pseudomonas</i> sp.	+			ubiquitär, Wasser, Boden
<i>Shewanella putrefaciens</i> (<i>Alteromonas</i> p.)	++	+		ubiquitär
<i>Sphingomonas paucimobilis</i> (<i>Pseudomonas</i> p.)	+	+	+	Boden
<i>Staphylococcus auricularis</i>		++		Haut
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	+			Haut, Schleimhaut; Entzündungserreger
<i>Staphylococcus haemolyticus</i>		++		Haut, Schleimhaut
<i>Staphylococcus hominis</i>		++		Haut, Schleimhaut
<i>Staphylococcus intermedius</i>		+		Haut von Tieren; Entzündungserreger
<i>Staphylococcus saprophyticus</i> -Gruppe (subsp. <i>saprophyticus</i> oder <i>bovis</i>)		+++	++	Mensch, Tier; Entzündungserreger
<i>Staphylococcus</i> sp.	+	+		ubiquitär, Wasser, Boden, Haut, Schleimhaut; einige Arten: Entzündungserreger
<i>Staphylococcus warneri</i>		+		Haut
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> (<i>Pseudomonas</i> m., <i>Xanthomonas</i> m.)	+			ubiquitär, Wasser

Art	Vorkommen in			„natürliches Vorkommen“
	Kühlschmierstoff	Luft Arbeitsbereich	Außenluft	
<i>Streptococcus anginosus</i> <i>subsp. anginosus</i>	+			Mundraum des Menschen
<i>Streptococcus vestibularis</i>			+	Mundraum des Menschen
<i>Streptomyces thermoviolaceus</i>			+	Boden, Holz
<i>Trueperella pyogenes</i> (<i>Arcanobacterium pyogenes</i> , <i>Corynebacterium pyogenes</i> , <i>Actinomyces pyogenes</i>)			+	Haut, Schleimhaut
<i>Weeksella virosa</i>	+			ubiquitär, Wasser, Boden

Nachweis Bakterien

Kultivierungsverfahren: Spatelverfahren und aerobe Bebrütung auf Casein-Soja-Pepton-(CaSo)-Agar bei 30 °C über mindestens 48 Stunden. Einzelne Arten, wie z. B. Pseudomonaden, wurden zusätzlich auf Selektivmedien angezüchtet. Identifizierung über standardisierte physiologische Testsysteme (z. B. API, Firma BioMerieux; Crystal, Firma Becton Dickinson) oder molekularbiologische (PCR/Sequenzierung) oder sonstige weiterführende Verfahren (z. B. MALDI-TOF).

B) Organismenliste Schimmelpilze

Art	Vorkommen in			„natürliches Vorkommen“
	Kühlschmierstoff	Luft Arbeitsbereich	Außenluft	
<i>Acronium strictum-Gruppe</i>	+			Boden, Blätter, Heu; Feuchteindikator in Innenräumen
<i>Alternaria alternata</i> (<i>Alternaria tenuis</i>)	+	+		ubiquitär, Boden, Pflanzen, Lebensmittel
<i>Aspergillus clavatus</i>	+	+		ubiquitär, Boden, Kot, Getreide
<i>Aspergillus flavus</i>	+	+		Lebensmittel, organisches Material; Mykotoxinbildner
<i>Aspergillus fumigatus</i>	+++	+++	+++	Boden, Kompost
<i>Aspergillus nidulans</i>		+		ubiquitär, Boden
<i>Aspergillus niger</i>	++	++	+	ubiquitär, Boden, Pflanzen
<i>Aspergillus ochraceus</i> oder <i>Aspergillus westerdijkiae</i>		+		ubiquitär, Boden, Kompost, Kaffeebohnen
<i>Aspergillus restrictus-Gruppe</i>			+	Innenraum, Lebensmittel
<i>Aspergillus sp.</i>		+	+	ubiquitär
<i>Aspergillus versicolor</i>	+	+		ubiquitär, Boden; Innenraumbelastung
<i>Aureobasidium pullulans</i> var. <i>pullulans</i> (<i>Pullularia pullulans</i>)	++	+		ubiquitär, Pflanzen, Lebensmittel
<i>Botrytis cinerea</i>		+	++	Pflanzenmaterial, Weintrauben (Edelfäule)
<i>Chrysonilia sitophila</i>		+		Pflanzen, Mehl, Futtermittel
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	++	+		ubiquitär, typ. für Außenluft

Art	Vorkommen in			„natürliches Vorkommen“
	Kühlschmierstoff	Luft Arbeitsbereich	Außenluft	
<i>Cladosporium herbarum</i>	++	+	+	ubiquitär, typ. für Außenluft
<i>Cladosporium sp.</i>	+	+++	+++	ubiquitär, typ. für Außenluft
<i>Eurotium sp.</i>		+	++	ubiquitär, Boden, Innenraumbelastung
<i>Fusarium oxysporum</i>	++			feuchte Umgebung
<i>Fusarium solani</i>	++			ubiquitär, Boden, Pflanzen
<i>Fusarium sp.</i>	+++			Pflanzen, Boden, feuchte Umgebung
<i>Fusarium verticillioides (Fusarium moniliforme)</i>	+	+		ubiquitär, Getreide
<i>Geotrichum sp.</i>			+	Boden, Wasser, Abwässer, Sputum, saure Lebensmittel
<i>Mucor racemosus</i>	+	+		Boden, Lebensmittelverderber, Getreide, Mist, Kompost
<i>Penicillium aurantiogriseum-Gruppe</i>		+		Pflanzen, Boden
<i>Penicillium brevicompactum</i>			+	Lebensmittel, Weinkeller, Erde, Laub, Innenraum
<i>Penicillium chrysogenum (Penicillium notatum)</i>	++	+++	+	ubiquitär, Innenraumbelastung, Lebensmittel
<i>Penicillium chrysogenum-Gruppe</i>			+	ubiquitär, Lebensmittel, Innenraum; Zersetzer von organischem Material
<i>Penicillium corylophilum</i>			+	Boden, Pflanzen, Lebensmittel
<i>Penicillium rugulosum</i>		+		Boden, Pflanzen, Innenraumbelastung

Art	Vorkommen in			„natürliches Vorkommen“
	Kühlschmierstoff	Luft Arbeitsbereich	Außenluft	
<i>Penicillium sp.</i>	+	+++	+++	ubiquitär, feuchte Umgebung
<i>Phoma betae</i>				weltweit, Boden, Pflanzen, feuchte Innenräume
<i>Trichoderma sp.</i>		+		ubiquitär, Boden, Pflanzen, Holz, Innenraum, Lebensmittel
<i>Ulocladium sp.</i>	+			Boden, Pflanzen, Holz, Papier, Fasern, feuchte Innenräume
<i>Wallemia sebi</i>			+	Pflanzen, Innenraum, Haus-, Matratzenstaub, Lebensmittel

Nachweis Schimmelpilze

Kultivierungsverfahren: Spatelverfahren und aerobe Bebrütung auf DG-18- oder Malzextrakt-Agar bei 25 °C über 7 bis 14 Tage.

Aspergillus fumigatus auf MEA-Agar bei 37 °C.

Identifizierung anhand der Koloniemorphologie und mikroskopischer Präparate in Fachlaboratorien.

C) Bewertung der Organismenlisten

Bakterien

Im Artenspektrum der Luftproben aus dem Arbeitsbereich und der Außenluft finden sich durchaus Übereinstimmungen, sodass anzunehmen ist, dass ein Teil der nachgewiesenen Bakterien in der Luft im Arbeitsbereich aus der Außenluft stammt.

Es fällt jedoch auf, dass es kaum Übereinstimmungen zwischen den Bakterienarten aus den Kühlschmierstoff- und den Luftproben gibt.

Hierfür können mehrere Gründe in Frage kommen:

- Da nicht zu jeder Materialprobe auch immer Luftproben durchgeführt werden, ist die Anzahl von Material- und Luftproben unterschiedlich. Daher ist ein direkter Vergleich von Material- und Luftproben am selben Arbeitsplatz nur eingeschränkt möglich.
- Bei Material- und Luftproben handelt es sich um völlig unterschiedliche Probenahmeverfahren. Insbesondere bei Luftproben stellt die Probenahme selbst eine erheblichen „Stressfaktor“ für Bakterien dar und es ist nicht auszuschließen, dass Bakterien nicht erfasst oder geschädigt werden, sodass kein weiteres Wachstum mehr erfolgt.
- Bakterien sind Organismen, die zum Überleben Wasser/Feuchtigkeit benötigen; in der Luft sind sie in der Regel nicht über längere Zeit lebensfähig. Es ist davon auszugehen, dass vor allem gegenüber Austrocknung empfindlichere Arten den Prozess einer Luftprobenahme schlechter überleben (s. o.).
- Aufgrund von technischen Umgebungsbedingungen, wie Einhausung von Anlagen, Maschinenabsaugung, werden Bakterien aus den Kühlschmierstoffen zurückgehalten und nicht in die Umgebungsluft freigesetzt.

In Kühlschmierstoffproben werden vorrangig Bakterienarten der Gattung **Pseudomonas** nachgewiesen; die Art *Pseudomonas oleovorans oleovorans* (alter Name: *Pseudomonas pseudoalcaligenes*) ist am häufigsten.

Pseudomonaden sind als „typische Wasserkeime“ sehr empfindlich gegenüber Austrocknung und können in der Luft nur eine begrenzte Zeit überleben. Daher findet man sie nur selten in Luftproben.

Auch Kokken, wie *Micrococcus luteus*, die auch in der Luft sehr verbreitet sind, können in Kühlschmierstoffproben vorkommen.

In der Luft im Arbeitsbereich und in der Außenluft dominieren neben den bereits erwähnten **Mikrokokken** (*Micrococcus luteus*, *Micrococcus lylae*) insbesondere auch **Staphylokokken**. Viele dieser Arten sind natürliche Besiedler von Mensch und Tier und werden über Hautabschilferungen in die Luft getragen, wie z. B. *Staphylococcus saprophyticus*, *St. hominis*, *St. epidermidis*.

Ebenso typisch für die Luft sind **Bacillus-Arten** wie z. B. *Bacillus cereus*.

Schimmelpilze

Bei den Schimmelpilzen überwiegen sowohl in der Luft am Arbeitsbereich als auch in der Außenluft die typischen Vertreter wie **Cladosporium**, **Penicillium** und **Aspergillus-Arten**, sodass man davon ausgehen kann, dass die nachgewiesenen Schimmelpilze im Arbeitsbereich aus der Außenluft stammen. Einige der genannten Arten sind auch Bestandteile von „Biofilmen“.

Andererseits kann nicht ausgeschlossen werden, dass diese Arten als „Anflugsporen“, d. h. durch Einflug von Sporen in Kühlschmierstoffsysteme gelangen und bei einer Probenahme erfasst werden, **ohne dass zwangsläufig eine Besiedlung des Kühlschmierstoffs vorliegen muss**.

Aus **Kühlschmierstoffproben** sind am häufigsten **Fusarien** nachweisbar, sowohl in „Biofilmen“ als auch in der Emulsion („fließende Welle“). Da ihre Sporen nicht gut luftgängig sind, werden sie in Luftproben nicht nachgewiesen.

Schwarze Hefen, wie z. B. *Aureobasidium pullulans*, werden nur selten aus Kühlschmierstoff-Proben isoliert.

Anhang 3

Mikrobiologische Untersuchungen aufgrund besonderer Fragestellungen

Aufgrund besonderer Fragestellungen werden durch die Unfallversicherungsträger mikrobiologische Untersuchungen veranlasst, die außerhalb der im Anhang 2 beschriebenen Standardverfahren liegen. Hierbei richtet sich das Augenmerk auf Mikroorganismen, die im Rahmen von Routineuntersuchungen nicht erfasst werden.

Mykobakterien

Seit einigen Jahren werden Mykobakterien, insbesondere die Art *Mycobacterium (M.) immunogenum*, in Einzelfällen als Ursache für das Auftreten von bestimmten Atemwegserkrankungen bei Tätigkeiten mit wassergemischten Kühlschmierstoffen vermutet. Aus diesem Grund wurden im Zusammenhang mit solchen Fragestellungen selektive Untersuchungen zum Nachweis von Mykobakterien durchgeführt. Der eindeutige Beweis eines ursächlichen Zusammenhangs konnte bislang jedoch nicht erbracht werden.

Der Nachweis dieser Bakterien erfolgte in Anlehnung an die DIN 58943-3, Teil 3: „Kulturelle Methoden zum Nachweis von Mykobakterien“ und durch nachfolgende molekularbiologische Bestimmung. Mykobakterien können nur in Materialproben nachgewiesen werden; ein Verfahren zum Nachweis aus Luftproben gibt es bislang nicht.

Im Kühlschmierstoff wurden neben *M. immunogenum* auch *M. chelonae* und *M. gordonae* nachgewiesen. Mykobakterien können in Trink- und Prozesswasser oder auch im Boden vorkommen; einige Arten sind pathogen.

Art	Vorkommen im Kühlschmierstoff	„natürliches Vorkommen“
<i>Mycobacterium chelonae</i>	+	Trink- und Prozesswasser
<i>Mycobacterium gordonae</i>	+	Trink- und Prozesswasser, Umwelt, Schleimhäute, Darm, Urogenitaltrakt
<i>Mycobacterium immunogenum</i>	+	Trink- und Prozesswasser
Mykobakterien, ubiquitäre	+++	Boden, Trink- und Prozesswasser; einige Arten pathogen

Legionellen

Ausgewählte KSS-Proben wurden auch auf ein Vorkommen von Legionellen untersucht (Verfahren nach DIN ISO 11731). In keiner Probe konnten bislang Legionellen nachgewiesen werden. Es ist davon auszugehen, dass wassergemischte KSS keine geeigneten Bedingungen für ein Wachstum von Legionellen bieten.

Aktinomyzeten

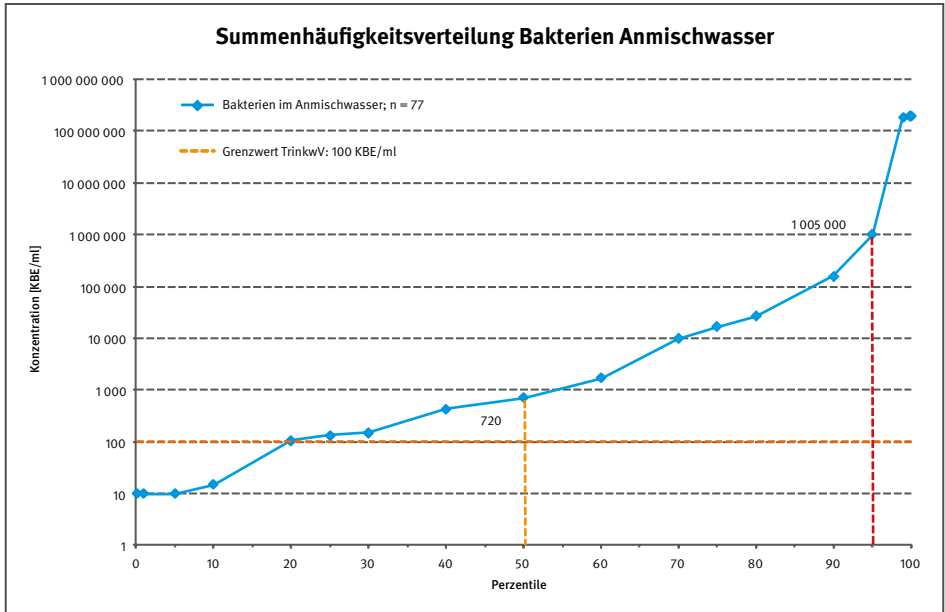
Aktinomyzeten sind schimmelpilzartig wachsende Bakterien. Insbesondere wärmeliebende Arten (= thermophile Aktinomyzeten), sind in anderen Arbeitsbereichen (z. B. Landwirtschaft, Kompostierungsanlagen) als Auslöser einer exogenen allergischen Alveolitis bekannt (EAA, siehe auch Abschnitt 3.2). Seit einigen Jahren werden daher auch Untersuchungen zum Nachweis von Aktinomyzeten an Kühlschmierstoffarbeitsplätzen durchgeführt. Der Nachweis dieser Bakterien erfolgt auf Selektivnährmedien und durch nachfolgende molekulargenetische Bestimmung. Die Untersuchungen ergaben, dass Aktinomyzeten nur in Einzelfällen und in sehr geringen Konzentrationen in der Luft am Arbeitsplatz nachweisbar waren (27 Proben – Mittelwert = 100 KBE/m³); aus Kühlschmierstoffproben konnten sie nur in wenigen Fällen als einzelne Kolonien isoliert werden.

Erkrankungsfälle durch Aktinomyzeten im Zusammenhang mit Kühlschmierstofftätigkeiten sind nicht bekannt.

Anhang 4

Summenhäufigkeitsverteilungen

A.) Summenhäufigkeitsverteilung Bakterien im Anmischwasser

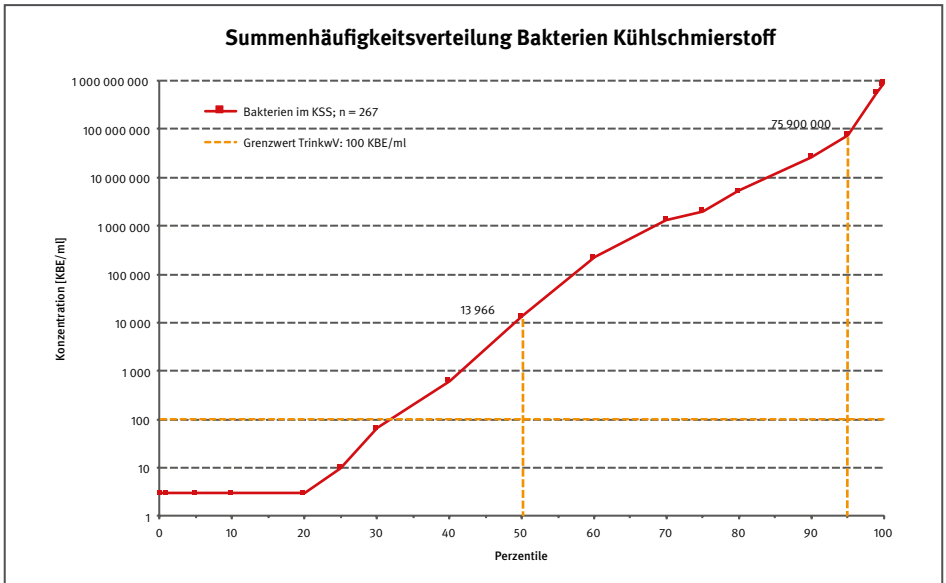


Anm.: Das 50. Perzentil gibt den mittleren Wert (auch Median oder Zentralwert) einer Datenreihe an; d. h. die Hälfte der Proben liegt unterhalb dieses Wertes, die andere Hälfte darüber.

Die Grafik zeigt, dass lediglich 20 % der untersuchten Wasserproben die Empfehlung der DGUV Regel 109-003 beziehungsweise dieser Informationsschrift einhalten, dass das Anmischwasser möglichst Trinkwasserqualität (Grenzwert < 100 KBE/ml Gesamtkoloniezahl Bakterien nach Trinkwasserverordnung) haben sollte. Die Empfehlung erfolgt vor dem Hintergrund, dass nicht bereits beim Anmischen des (i. d. R. keimfreien) Konzentrats eine bakterielle Verunreinigung erfolgt. Insbesondere bei Kühlschmierstoffprodukten ohne Vorkonservierung kann dies zu Problemen führen.

Gesamtkoloniezahlen bis zu 1000 KBE/ml sind für Ansetzwasser noch akzeptabel, über 10 000 KBE/ml nicht mehr. Anmischwasser mit Gesamtkoloniezahlen zwischen 1000 bis 10 000 KBE/ml sollten nicht dauerhaft eingesetzt und auf das Vorliegen einer möglichen Kontaminationsquelle (Verunreinigung) überprüft werden.

B.) Summenhäufigkeitsverteilung Bakterien im wassergemischten Kühlschmierstoff



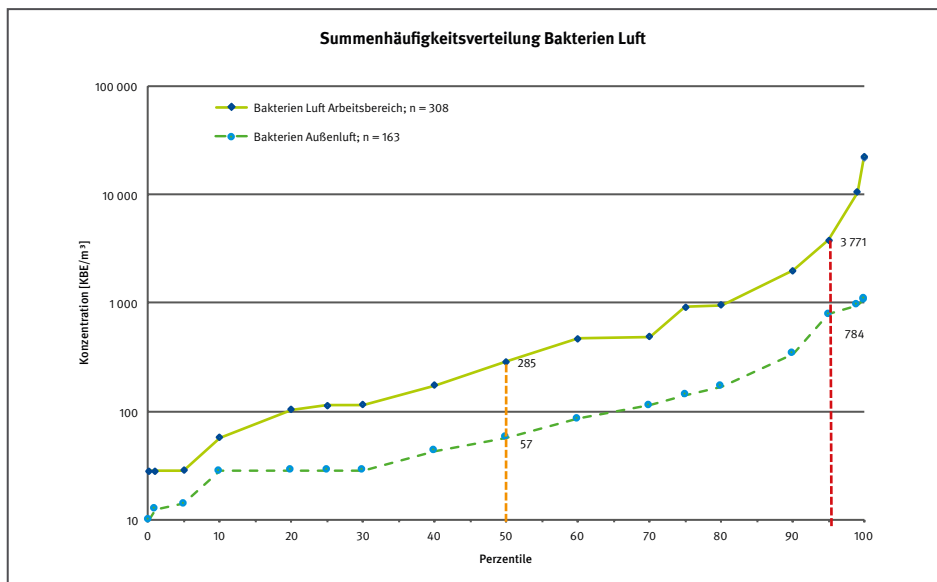
Anm.: Das 50. Perzentil gibt den mittleren Wert (auch Median oder Zentralwert) einer Datenreihe an; d. h. die Hälfte der Proben liegt unterhalb dieses Wertes, die andere Hälfte darüber.

Es gibt keinen Grenz- oder Richtwert für die mikrobielle Belastung eines Kühlschmierstoffs. Die Auswertung von annähernd 300 Betriebsproben über das IFA zeigt, dass 30 % Prozent der Kühlschmierstoffproben unterhalb des Grenzwertes der Trinkwasserverordnung (100 KBE/ml Gesamtkoloniezahl Bakterien) und fast 40 % der Proben unter 1000 KBE/ml und damit in einem sehr niedrigen Bereich liegen.

Lediglich 5 % der Proben weisen Gesamtkoloniezahlen von über 80 Millionen KBE/ml auf; hier dürfte die Grenze der mikrobiellen Belastbarkeit eines funktionstüchtigen Kühlschmierstoffs erreicht sein.

Das Median zeigt, dass die Hälfte aller Kühlschmierstoffproben unterhalb von 13 000 KBE/ml und damit in einem für wässrige Umlaufsysteme akzeptablen Bereich liegt.

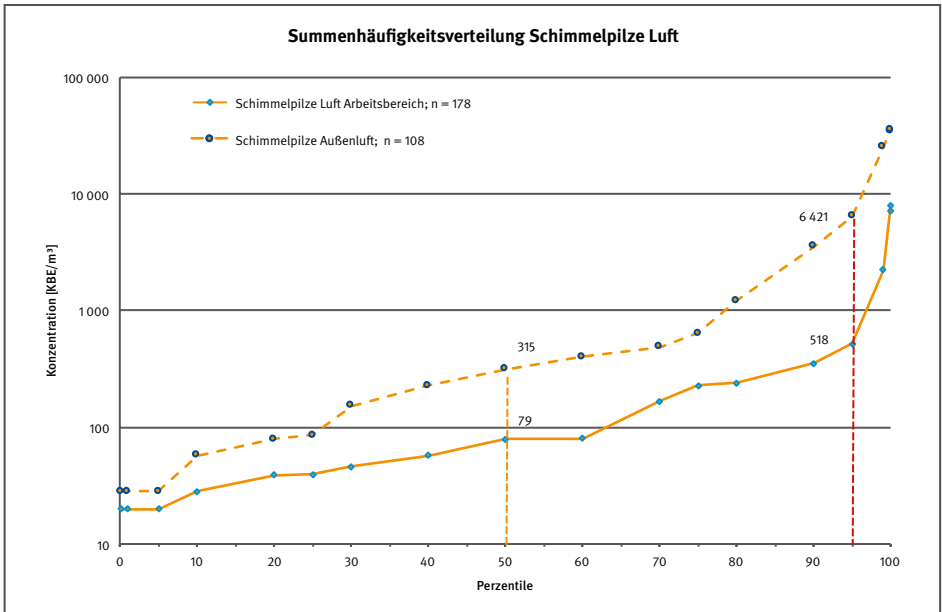
C.) Vergleich Summenhäufigkeitsverteilungen Bakterien und Schimmelpilze in der Luft an Kühlschmierstoff-Arbeitsplätzen zur Außenluft



Anm.: Das 50. Perzentil gibt den mittleren Wert (auch Median oder Zentralwert) einer Datenreihe an; d. h. die Hälfte der Proben liegt unterhalb dieses Wertes, die andere Hälfte darüber.

In der Luft am Arbeitsbereich sind, im Vergleich zur Außenluft, in der Regel um etwa eine Zehnerpotenz erhöhte Gesamtkoloniezahlen an Bakterien nachweisbar. Dabei kann es sich sowohl um Bakterien aus dem Kühlschmierstoff als auch aus der Außenluft handeln (siehe Anhang 2). Insgesamt ist die Belastung mit Bakterien aber vergleichsweise niedrig und liegt für den überwiegenden Teil der untersuchten Luftproben vom Arbeitsplatz im Bereich der üblichen Hintergrundbelastung (siehe Tabelle 2).

In etwa 20 bis 25 % der Untersuchungen waren jedoch erhöhte Werte von über 1000 KBE/m³ feststellbar. Bakterienkonzentrationen von mehr als 10 000 KBE/m³ traten nur in Einzelfällen auf und sind aus gesundheitlich präventiver Sicht nicht mehr akzeptabel.

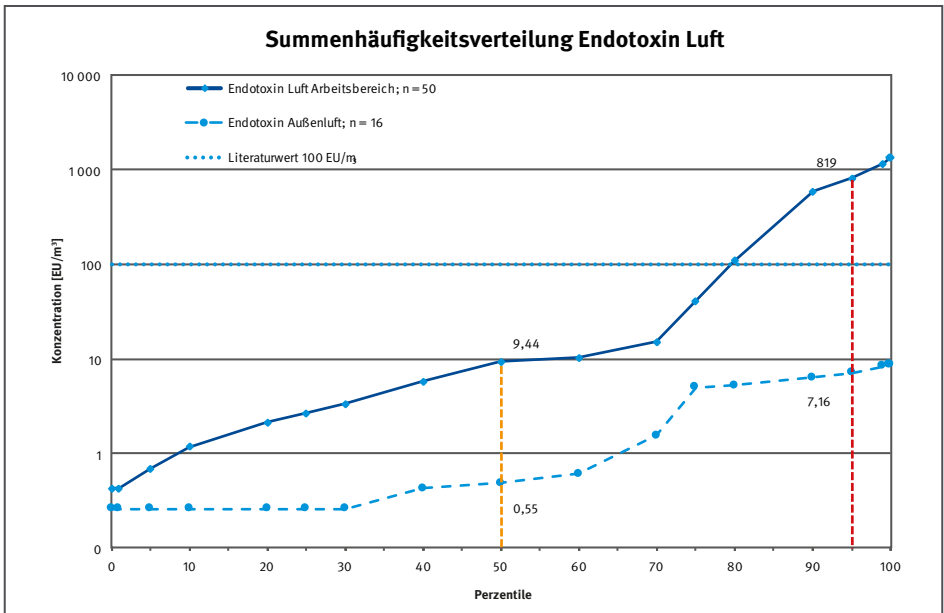


Anm.: Das 50. Perzentil gibt den mittleren Wert (auch Median oder Zentralwert) einer Datenreihe an; d. h. die Hälfte der Proben liegt unterhalb dieses Wertes, die andere Hälfte darüber.

Umgekehrt ist **keine** erhöhte Belastung mit Schimmelpilzen in der Luft am Arbeitsplatz feststellbar. Die Schimmelpilzkonzentrationen liegen immer unterhalb der Konzentrationen in der Außenluft und bis auf wenige Einzelfälle auch unterhalb der üblichen Hintergrundbelastung (siehe Tabelle 2).

Auch die Tatsache, dass es sich bei den am Arbeitsplatz nachgewiesenen Schimmelpilzarten (siehe Anhang 2) um typische, in der Umwelt weitverbreitete Arten handelt, lässt den Rückschluss zu, dass der Eintrag von Schimmelpilzen vorrangig aus der Außenluft erfolgt.

D) Vergleich Endotoxin in der Luft an Kühlschmierstoff-Arbeitsplätzen zur Außenluft



Anm.: Das 50. Perzentil gibt den mittleren Wert (auch Median oder Zentralwert) einer Datenreihe an; d. h. die Hälfte der Proben liegt unterhalb dieses Wertes, die andere Hälfte darüber.

Die Endotoxinwerte in der Luft an Kühlschmierstoffarbeitsplätzen liegen zwar etwas über den Referenzwerten der Außenluft, aber insgesamt in einem sehr niedrigen Bereich. Die Hälfte der untersuchten Luftproben liegt unter 10 EU/m³ (50. Perzentil); 20% der Proben würden den Literaturwert von 100 EU/m³ überschreiten. Der arithmetische Mittelwert liegt bei 139 EU/m³ Luft, der Median bei ca. 10 EU/m³. Hohe Werte über 1000 EU/m³ stellen ein Einzelfallgeschehen dar.

Anhang 5

Checkliste



Maßnahmen für Tätigkeiten mit keimbelasteten wassergemischten Kühlschmierstoffen entsprechend den Vorgaben nach Gefahrstoffverordnung, Biostoffverordnung, TRBA 500 „Grundlegende Maßnahmen bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen“, DGUV Regel 109-003 „Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen“ und dieser Information.

Technische und bauliche Maßnahmen

Amischwasser sollte Trinkwasserqualität haben (< 100 KBE/ml)
(KBE = Koloniebildende Einheiten).

Ansetzwasser/Wasseraufbereitung: Anlagenhygiene organisieren (z. B. Reinigung, Austauscher-Regeneration, Desinfektion, Austausch von Schlauchleitungen und Wassersammelsystemen)

Einhaltung der empfohlenen Gebrauchskonzentration

Maßnahmen zur Vermeidung/Reduktion von Aerosolen, Stäuben und Nebel

Eintrag von Verunreinigungen, z. B. Fremdüle, Bodenschmutz durch Laufrost, vermeiden

Vermeidung der Rückführung von Kühlschmierstoffen aus Luftabscheidern und Spänebehältern

Anaerobe (= sauerstoffarme) Verhältnisse vermeiden, z. B. kontinuierliche Umwälzung

Hohe Luftfeuchtigkeit im Arbeitsbereich vermeiden (Gefahr des Schimmelpilzwachstums)

Leicht zu reinigende Oberflächen für Fußböden und Arbeitsmittel, z. B. Maschinen, im Arbeitsbereich, soweit dies im Rahmen der betrieblichen Möglichkeiten liegt

Waschgelegenheiten sind zur Verfügung zu stellen.

Vom Arbeitsplatz getrennte Umkleidemöglichkeiten

Organisatorische Maßnahmen

Funktion und Wirksamkeit von technischen Schutzmaßnahmen sind regelmäßig zu prüfen, z. B. regelmäßiger Filterwechsel von Absauganlagen.

Unterweisung der Beschäftigten (Anmerkung: gemeinsame Unterweisung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen möglich)

Erstellung einer Betriebsanweisung (Anmerkung: gemeinsame Betriebsanweisung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen möglich)

Zusätzliche Arbeitsanweisung zur Vermeidung von Betriebsunfällen, z. B. für Systemreinigung

Verbot von Essen, Trinken, Rauchen am Arbeitsplatz	<input type="checkbox"/>
Vor Eintritt in die Pausen und nach Beendigung der Tätigkeit sind die Hände zu waschen.	<input type="checkbox"/>
Mittel zum hygienischen Reinigen und Trocknen der Hände sowie Hautschutz- und Hautpflege- mittel müssen zur Verfügung gestellt werden.	<input type="checkbox"/>
Es sind Möglichkeiten zu einer von den Arbeitsstoffen getrennten Aufbewahrung der Pausen- verpflegung und zum Essen und Trinken ohne Beeinträchtigung der Gesundheit vorzusehen.	<input type="checkbox"/>
Arbeitskleidung und persönliche Schutzausrüstungen sind regelmäßig und bei Bedarf zu reinigen oder zu wechseln.	<input type="checkbox"/>
Straßenkleidung ist von Arbeitskleidung und persönlichen Schutzausrüstungen getrennt aufzubewahren.	<input type="checkbox"/>
Arbeitsräume sind regelmäßig und bei Bedarf mit geeigneten Methoden zu reinigen.	<input type="checkbox"/>
Pausen- oder Bereitschaftsräume und Tagesunterkünfte sollten nicht mit stark verschmutzter Arbeitskleidung betreten werden.	<input type="checkbox"/>
Abfälle mit Biostoffen sind in geeigneten Behältnissen zu sammeln.	<input type="checkbox"/>
Mittel zur Wundversorgung sind bereitzustellen.	<input type="checkbox"/>

Persönliche Schutzausrüstungen

Bereitstellung persönlicher Schutzausrüstungen im Einzelfall anhand der Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung, u. a.	<input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> • Handschutz • Augenschutz/Gesichtsschutz • Fußschutz • Schürze • Atemschutz bei der mechanischen Systemreinigung (partikelfiltrierende Halbmaske FFP2 oder Halbmasken mit Partikelfilter P2) 	

Anhang 6

Vorschriften und Regeln

Nachstehend sind die insbesondere zu beachtenden einschlägigen Vorschriften und Regeln zusammengestellt.

1. Gesetze, Verordnungen, Technische Regeln

Bezugsquelle:

Buchhandel und Internet: z. B.

▶ <http://www.gesetze-im-internet.de> oder <http://www.baua.de>

- ArbSchG Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz)
- IfSG Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutzgesetz)
- BetrSichV Betriebssicherheitsverordnung
- BioStoffV Biostoffverordnung mit zugehörigen Technischen Regeln für biologische Arbeitsstoffe (TRBA), insbesondere:
 - 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
 - GefStoffV Gefahrstoffverordnung mit zugehörigen Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), insbesondere
 - TRGS 400 Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
 - TRGS 401 Gefährdung durch Hautkontakt
 - TRGS 402 Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition
 - TRBA/TRGS 406 Sensibilisierende Stoffe für die Atemwege
 - TRGS 500 Schutzmaßnahmen
 - TRGS 600 Substitution

- TRGS 611 Verwendungsbeschränkungen für wassermischbare bzw. wassergemischte Kühlschmierstoffe, bei deren Einsatz N-Nitrosamine auftreten können
- TRGS 907 Verzeichnis sensibilisierender Stoffe
- ArbMedVV Verordnung zur Arbeitsmedizinischen Vorsorge
- TrinkwV Trinkwasserverordnung

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

Bezugsquelle:

Zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger und unter dem Portal

► www.dguv.de/publikationen

- DGUV Vorschrift 1 Grundsätze der Prävention
- DGUV Regel 100-001 Grundsätze der Prävention
- DGUV Regel 109-003 Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen
- DGUV Regel 112-190 Benutzung von Atemschutzgeräten
- DGUV Information 240-420 Handlungsanleitung für die arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 42 „Tätigkeiten mit Infektionsgefährdung“
- DGUV Information: Richtiger Umgang mit Dip-Slides (FB HM 056)
- DGUV Information: Physikalische Entkeimungsverfahren zur Reduzierung der mikrobiellen Besiedlung in wassergemischten Kühlschmierstoffen (FB HM-044)

Bezugsquelle:

Internet: ► <http://www.dguv.de/fb-holzundmetall/index.jsp> Webcode: d130303

3. EG-Richtlinien

Bezugsquelle:

Bundesanzeiger Verlagsgesellschaft mbH, Postfach 10 05 34, 50445 Köln

Internet: ► <http://www.bundesanzeiger.de>

oder unter ► <http://eur-lex.europa.eu/de/index.htm>

- 2000/54/EG Richtlinie über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch biologische Arbeitsstoffe bei der Arbeit – Siebte Einzelrichtlinie zur Arbeitsschutz-Rahmenrichtlinie (kodifizierte Fassung der RL 90/679/EWG)

4. Schriften des DIN

- DIN 51 385:1991 Schmierstoffe; Bearbeitungsmedien für die Umformung und Zerspanung von Werkstoffen; Begriffe

5. Weitere Schriften

Ergebnisbericht zum Projekt „Hautirritationen durch Endotoxine in Kühlschmierstoffen“ (2004)

PD Dr. D. Becker, Universitäts-Hautklinik Mainz

Internet: ► <http://www.bghm.de>

IFA Report 2015 (ehem. BIA-Report 4/2004)

„BG/BIA-Empfehlungen zur Überwachung von Arbeitsbereichen – Einsatz von Kühlschmierstoffen bei der spanenden Metallbearbeitung“

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung

Alte Heerstraße 111, 53757 Sankt Augustin

Internet: ► <http://www.dguv.de>

Irritativ-toxische Wirkungen von luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffen am Beispiel der Endotoxine

Bericht des Ausschusses für Biologische Arbeitsstoffe (ABAS) vom 1. Mai 2005
in: Bundesarbeitsblatt (2005) Nr. 6, S. 49 ff.

Internet: ► <http://www.baua.de/abas>

Kolk, A., et al.: Mikrobiologische Hintergrundwerte in der Außenluft – Auswertung der BGIA-Expositionsdatenbank MEGA.

Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 69 (2009) Nr. 4, S. 130-136

Internet: ► <http://www.technikwissen.de/>

VKIS-VSI-IGM-Stoffliste für Kühlschmierstoffe nach DIN 51 385 für die Metallbearbeitung

Internet: ► <http://www.bghm.de>

6. Datenbanken

GESTIS-Biostoffdatenbank (GESTIS ist das Gefahrstoffinformationssystem der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung)

Internet: ► <http://www.dguv.de/ifa/gestis-biostoffe>

Portal Kühlschmierstoffe

Internet: ► <http://www.dguv.de/ifa/kss>

Berufsgenossenschaft Holz und Metall

Internet: www.bghm.de

Kostenfreie Servicehotline: 0800 9990080-0