

## Kühlschmierstoffe – Pflege und Überwachung

FTI 906, Stand: 08/2017

### Kühlschmierstoffe – Definition

Der Begriff Kühlschmierstoff setzt sich aus zwei Hauptaufgaben eines Mediums für die Zerspaltung zusammen: kühlen und schmieren.

Die primären Aufgaben bestehen darin, Reibung zwischen Werkstück und Werkzeug zu verringern und die bei der Bearbeitung entstandene Wärme abzuführen. Hinzu kommt das Spülen und der Abtransport der Späne von der Bearbeitungsstelle.

Sekundäre Anforderungen an einen Kühlschmierstoff sind unter anderem ein guter Korrosionsschutz für Maschine und Werkstück, gutes Schaumverhalten, niedrige Verdampfung und Vernebelung, gute Hautverträglichkeit, hoher Flammpunkt und eine hohe Stabilität.



### Einteilung Kühlschmierstoffe nach DIN 51385

2	Bearbeitungsmedien für die Zerspaltung		
2.1	Kühlschmierstoff	SC	Bearbeitungsmedium für die spanende Bearbeitung
2.1.1	Nicht wassermischbarer Kühlschmierstoff	SCN	Kühlschmierstoff, der für die Anwendung nicht mit Wasser gemischt wird
2.1.2	Wassermischbarer Kühlschmierstoff	SCE	Kühlschmierstoff, der vor seiner Anwendung üblicherweise mit Wasser gemischt wird
2.1.2.1	Emulgierbarer Kühlschmierstoff	SCEM	Wassermischbarer Kühlschmierstoff, der bei Mischung mit Wasser eine Öl-in-Wasser-Emulsion bildet
2.1.2.1.1	Kühlschmierstoff-Emulsion	SCEMW	Mit Wasser gemischter emulgierbarer Kühlschmierstoff (gebrauchsfertige Öl-in-Wasser-Emulsion)
2.1.2.2	Wasserlöslicher Kühlschmierstoff	SCES	Wassermischbarer Kühlschmierstoff, der bei Mischung mit Wasser eine kolloidale oder echte Lösung ergibt
2.1.2.2.1	Kühlschmierstoff-Lösung	SCESW	Mit Wasser gemischter wasserlöslicher Kühlschmierstoff (gebrauchsfertige Lösung)

# Inhaltsverzeichnis

## 1 Lagerung von Kühlschmierstoffen

1.1	Nichtwassermischbare Kühlschmierstoffe				3
1.2	Wassermischbare Kühlschmierstoffe				3

## 2 Verwendung von wassermischbaren Kühlschmierstoffen

2.1	Regeln für das Anmischen	3	2.1.1	Ansatzwasser	3
			2.1.2	Anmischen von wassermischbaren Kuschmierstoffen	3-4

## 3 Überwachung von Kühlschmierstoffen

3.1	Wassermischbare Kühlschmierstoffe	4	3.1.1	Prüfmethoden für wassermischbare Kuschmierstoffe	5-9
3.2	Nicht wassermischbare Kühlschmierstoffe	10	3.2.1	Prüfmethoden für nicht wassermischbare Kuschmierstoffe	10

## 4 Pflege von Kühlschmierstoffen

4.1	Systemreiniger für wassermischbare Kühlschmierstoffe				11
4.2	Konservierungsmittel für wassermischbare Kühlschmierstoffe				11
4.3	Entschäumer				11
4.4	Sonstige Serviceprodukte				12
4.5	Vorbeugende Maßnahmen				12

## 5 Pflegegeräte für Kühlschmierstoffsysteme

5.1	Feststoffabtrennung		5.1.1	Bandfilter	12-13
			5.1.2	Anschwemmfilter	13
			5.1.3	Magnetabscheider	13
			5.1.4	Trommel- oder Spaltfilter	13
			5.1.5	Hydrozyklone	13
5.2	Abscheidung flüssiger Kontamination	13	5.2.1	Ölskimmer	13
			5.2.2	Koaleszenzabscheider	13
			5.2.3	2-Phasen-Separator / Zentrifuge	14
5.3	Gleichzeitige Fremdöl- und Feststoffent- fernung	14	5.3.1	6.4.1 3-Phasen-Separator / Zentrifuge	14
			5.3.2	Sedimentationsbehälter mit Ölskimmer	14
			5.3.3	Flotationsanlage	14
			5.3.4	Lammellenschrägklärer (3-Phasen-Trenner)	14
5.4	Pflegewagen / Reinigungswagen				14

## 6 Häufige Praxisprobleme – Ursachen und Lösungsansätze

6.1	Wassermischbare Kühlschmierstoffe				15
6.2	Nicht wassermischbare Kühlschmierstoffe				16

## 7 CPM – Chemical Process Management

17

## 1. Lagerung von Kühlschmierstoffen

Bei der Lagerung von Kühlschmierstoffen ist zwischen nicht wassermischbaren und wassermischbaren Kühlschmierstoffen zu unterscheiden.

### 1.1 Nichtwassermischbare Kühlschmierstoffe

Nichtwassermischbare Kühlschmierstoffe sind bei sachgemäßer Lagerung im verschlossenen Originalgebilde in der Regel ca. 2 Jahre lagerfähig.

Zu einer sachgemäßen Lagerung gehört unter anderem eine trockene, frostfreie Lagerung unter Dach, die Vermeidung von direkter Sonnen- und Wärmeeinstrahlung sowie Temperaturschwankungen und eine maximale Lagertemperatur von 40°C.

Nach Anbruch der Gebinde sind ausreichende Vorsorge- maßnahmen gegen Eindringen von Staub, Schmutz, Wasser etc. zu ergreifen und der Inhalt daher zügig zu verbrauchen.

### 1.2 Wassermischbare Kühlschmierstoffe

Wassermischbare Kühlschmierstoffkonzentrate sind bei sachgemäßer Lagerung im verschlossenen Originalgebilde in der Regel ca. 6 Monate lagerfähig.

Neben den unter 2.1 genannten Bedingungen ist eine frostfreie Lagerung zwingend zu beachten.

Werden Lagertanks genutzt, ist darauf zu achten, dass diese kontinuierlich in kurzen Zeitabständen auf Verschmutzung kontrolliert und gegebenenfalls gereinigt werden.

Verzinkte Rohrleitungen oder Behälter sind für wassermischbare Konzentrate nicht geeignet.

## 2. Verwendung von wassermischbaren Kühlschmierstoffen

### 2.1 Regeln für das Anmischen

Wassermischbare Kühlschmierstoffe werden in der Regel 3 bis 20%ig mit Wasser verdünnt eingesetzt. Für das Anmischen und die Konzentration sind entsprechend der Stand der Technik und die jeweiligen Angaben aus der technischen Produktinformation zu berücksichtigen. Bei diesem Anmischvorgang ist allgemein folgendes zu beachten:

#### 2.1.1 Ansatzwasser

Die Qualität des Ansatzwassers ist von entscheidender Bedeutung für die Eigenschaften einer Kühlschmierstoffemulsion oder -lösung.

Zunächst ist nach TRGS 611 zu beachten, dass das Ansatz- und Nachfüllwasser einen Nitratgehalt von unter 50 mg/l hat. Bei der Verwendung von Trinkwasser wird dieser Wert, im Rahmen der Trinkwasserverordnung, eingehalten.

Die Wasserhärte bestimmt unter anderem das Schaumverhalten einer Kühlschmierstoffemulsion bzw. -lösung. Wird beim Ansetzen Weichwasser (Wasserhärte <8 °dH) verwendet, kann es zu verstärkter Schaumbildung kommen. Bei Wasserhärten deutlich über 20 °dH kann es zur Ausscheidung von Kalkseifen kommen, das Korrosionsschutzverhalten wird verschlechtert, die Stabilität wird reduziert und es kann bei längerem Gebrauch zu Salzabscheidungen an Maschinenteilen kommen. Die optimale, bevorzugte Härte des Ansatzwassers liegt zwischen 10 und 15 °dH.

Die Einstellung der Wasserhärte kann einerseits bei zu weichem Wasser durch einen „Aufhärter“, wie beispielsweise Calciumacetat erfolgen und andererseits kann bei zu hartem Wasser mit vollentsalztem Wasser (VE-Wasser) gemischt werden.

Der Chloridgehalt des Ansatzwassers sollte nicht über 30 mg/l liegen, da es während der Einsatzdauer zu einer Anreicherung in der Emulsion/Lösung kommt und dies zur Korrosion an Maschinen und Werkstücken führen kann. Als Gegenmaßnahme kann wiederum mit vollentsalztem Wasser gearbeitet werden.

Die Analysendaten des jeweilig vor Ort vorhandenen Trinkwassers sind beim zuständigen Wasserwerk auf Anfrage erhältlich.

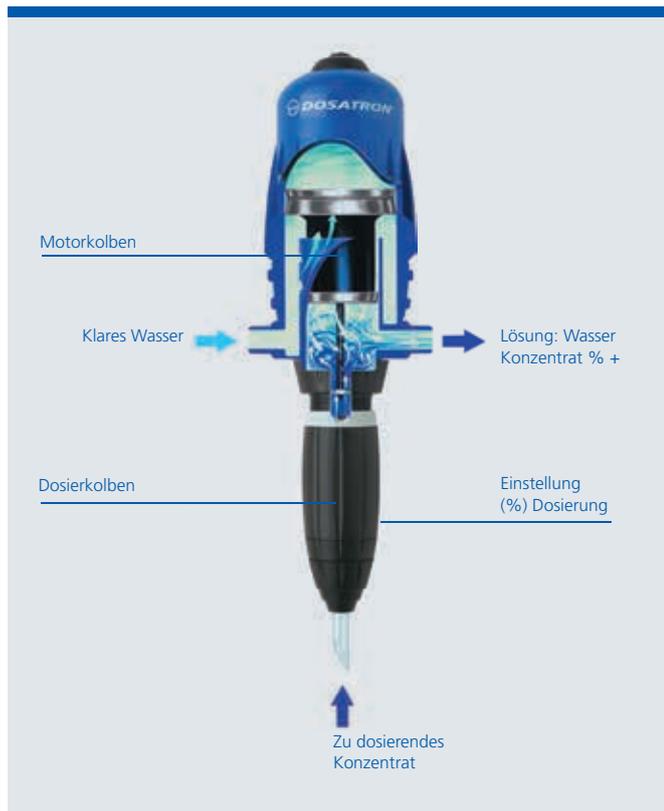
Bei Verwendung von Brunnenwässern, die nicht der Trinkwasserverordnung unterliegen, sollte vor Einsatz geprüft werden, ob die Keimzahl unter  $10^3$  liegt, da sonst mit einer erhöhter bakterieller Belastung gerechnet werden muss.

Die Temperatur des Ansatzwassers sollte keinesfalls 10 °C unterschreiten, da dies zu Mischbarkeitsproblemen führen kann. Zudem ist eine Konzentrattemperatur von 15 bis 20 °C zu bevorzugen.

#### 2.1.2 Anmischen von wassermischbaren Kühlschmierstoffen

Bei der Verwendung emulgierbarer Kühlschmierstoffe muss beim manuellen Ansatz darauf geachtet werden, dass immer zuerst Wasser vorgelegt und das Kühlschmierstoffkonzentrat entsprechend der Herstellerempfehlung zugegeben wird. Kleine Mengen können in einem sauberen separaten Behälter angemischt werden. Die Konzentration ist mit geeigneten Messmethoden, beispielsweise mittels eines Refraktometers, zu überprüfen. Bei größeren und kontinuierlich anstehenden Ansetzmengen ist die Verwendung von Mischgeräten zu empfehlen. Diese Geräte können stationär an Anlagen oder als mobile Installationen am jeweiligen Gebinde realisiert werden. Beim Anschluss an die Trinkwasserversorgung ist darauf zu achten, dass die Sicherungseinrichtungen gemäß DIN EN 1717 eingehalten werden, z. B. durch den Einbau von Systemtrennern.

Auch wenn bei den automatischen Mischgeräten ein bestimmtes Mischungsverhältnis bzw. eine bestimmte Einsatzkonzentration vorgewählt werden kann, wird empfohlen die Konzentration nach dem Ansatz unbedingt zu überprüfen und gegebenenfalls zu korrigieren. Dabei sind eventuelle produktspezifische Umrechnungsparameter, wie beispielsweise der Refraktometerfaktor, zu berücksichtigen. Die Daten sind der jeweiligen technischen Produktinformation zu entnehmen.



Quelle: Dosatron International S.A.S

## 3. Überwachung von Kühlschmierstoffen

### 3.1 Wassermischbare Kühlschmierstoffe

Wassermischbare Kühlschmierstoffe können durch unterschiedliche Störfaktoren in ihren anwendungstechnischen Eigenschaften verändert werden. Für den wirtschaftlichen Einsatz und ein möglichst geringes Gefährdungspotenzial für Mensch und Umwelt ist daher eine regelmäßige Überwachung der Kühlschmierstoffe erforderlich.

Grundlage dafür bildet die TRGS 611, sie „(...) liefert sicherheitstechnische Hinweise für die Zusammensetzung und die Anwendung von wassermischbaren bzw. wassergemischten Kühlschmierstoffen bei der spanenden Fertigung und der Umformung von Werkstücken, insbesondere in der metallbearbeitenden Industrie“.

Die durchzuführenden Untersuchungen und die daraus resultierenden Maßnahmen sind mit dem Kühlschmierstoffhersteller und -lieferanten abzustimmen.

Um das Ziel des wirtschaftlichen Einsatzes und der Kostenreduktion eines wassergemischten Kühlschmierstoffes zu erreichen, ist es zwingend notwendig die Gebrauchseigenschaften des eingesetzten Produktes so lange wie möglich zu erhalten.

Die Standzeit eines Kühlschmierstoffes ist neben der Produktqualität und dem Bearbeitungsprozess in starkem Maße von der Überwachung und den eingesetzten Pflegemitteln und -techniken, deren Umfang und Kontinuität abhängig. Erfahrungsgemäß ist es heute einfacher wirtschaftlichere Standzeiten bei Zentralversorgungssystemen zu erreichen als bei einzelbefüllten Bearbeitungsmaschinen. Es ist jedoch auch zu beobachten, dass bei Beachtung, Verwendung und konsequenter Umsetzung von Empfehlungen der Kühlschmierstoffhersteller oder auch Berufsgenossenschaften, sehr lange Standzeiten der Kühlschmierstoffe in Einzelanlagen erzielt werden können.

Neben dem Gesichtspunkt der Standzeitoptimierung spielt der Arbeitsschutz eine tragende Rolle. Seitens des Gesetzgebers ist der Anwender gefordert im Sinne des Arbeitsschutzes den Kühlschmierstoff in einem einwandfreien Zustand zu halten.

Die Überwachung und Pflegemaßnahmen während des Einsatzes in der Fertigung, d. h. die Analytik des Emulsionszustandes und der Einsatz von Pflegegeräten, sind dabei von immenser Wichtigkeit.

Zu diesem Zweck hat der Anwender für die regelmäßigen Prüfungen einen Überwachungsplan aufzustellen, der eine Soll- / Ist-Wert -Dokumentation zulässt. Hilfreiche Hinweise dazu liefern z. B. Unterlagen der Berufsgenossenschaften. Als Beispiel sind an dieser Stelle die BGR/GUV-R 143 „Technischen Regeln für Gefahrstoffe - Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen“ der deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung e.V. (DGUV) und die VDI Richtlinie 3397 zu nennen.

### 3.1.1 Prüfmethode für wassermischbare Kühlschmierstoffe

Analyse	Prüfmethode	Empfohlenes Kontrollintervall, Häufigkeit
Aussehen und Geruch	Visuell und sensorisch	Täglich
pH-Wert	Elektrochemisch (DIN 51369), pH-Messstäbchen	Mind. wöchentlich (in Anlehnung an TRGS 611)
Kühlschmierstoff-Konzentration	Refraktometer, Säure Titration „Bohrölprüfer“ (DIN 51368)	Täglich, mind. wöchentlich
Nitritgehalt	Teststäbchen, Photometrie	Wöchentlich (in Anlehnung an TRGS 611)
Keimzahl, Bakterien, Pilze, Hefen	Dip-Slide-Methode	Bei Bedarf wöchentlich
Chloridgehalt	Potentiometrische Titration; ICP	Bei Bedarf
Wasserhärte	Teststäbchen, Ca & Mg Gehalt mit ICP	Bei Bedarf
Korrosion	Späne-Filter-Test (DIN 51360-2)	Bei Bedarf
Fremdöl, nicht emulgiertes Öl	Standtest in Anlehnung an DIN 51367	Bei Bedarf
Feste Fremdstoffe	Membranfilter Verfahren (DIN 51592)	Bei Bedarf
Elektrolytgehalt	Leitfähigkeitsmessung	Bei Bedarf

Quelle: u. a. VDI 3397 Blatt 2

#### 3.1.1.1 Vor-Ort-Prüfung

Im Folgenden sollen für den Anwender vor Ort einige einfache Prüfmethode beschrieben werden:

##### a) Visuelle Kontrollen

Zwei wesentliche Kontrollen, die täglich durchgeführt werden sollen, stehen im Vordergrund. Die Erste ist eigentlich eine Grundvoraussetzung für einen einwandfreien Kühlschmierstoffeinsatz und betrifft die Kontrolle des Flüssigkeitsstandes im Kühlmittelbehälter. In Bearbeitungszentren mit unzureichendem Kühlschmierstoffvolumen führt eine Unterversorgung der Förderpumpe zum Ansaugen von Luft und in Folge dessen zum Schäumen der Kühlschmierstoffemulsion. Dies kann weitere Folgen nach sich ziehen wie z. B. eine ungenügende Wärmeabfuhr am Eingriff Werkstück/Werkzeug und damit eine unzureichende Leistung (z. B. Schleifbrand) oder reduzierte Werkzeugstandzeiten. Die Zweite ist die visuelle Beurteilung der Emulsion hinsichtlich Farbe und Dispersionsgrad. Sind optische Veränderungen des Kühlschmierstoffes feststellbar, so ist dies meist schon ein Zeichen für eine Veränderung des Kühlschmierstoffzustandes. Dies bedarf gezielter Gegenmaßnahmen, die selbstverständlich eine umgehende Ursachenklärung nach sich ziehen müssen. Im Normalzustand liegt eine Emulsion vor, die keine Aufölung oder Aufräumung aufweist.

Da es oftmals schwierig ist die weiterführende Bewertung des Kühlschmierstoffes im Emulsionsbecken bzw. -tank vorzunehmen, bietet es sich an, eine Emulsionsprobe in einem sauberen und transparenten Gefäß (Glas, klarer PE-Becher) zu entnehmen und die Beurteilung an dieser Probe vorzunehmen.

Veränderungen des Kühlschmierstoffes können viele Ursachen haben und werden meist auch durch andere

in der Folge aufgeführten Überwachungsparameter angezeigt.

##### b) pH-Wert Messung



Eine pH-Wert Messung muss mindestens wöchentlich einmal durchgeführt werden (TRGS 611). Die einfachste Möglichkeit ist die Verwendung von Teststäbchen bzw. -streifen, die durch Farbindikation den aktuellen pH-Wert anzeigen.

Diese sind jederzeit ohne Kalibrierung oder Wartung einsetzbar. Es ist allerdings zu beachten, dass die Indikatorstäbchen ein Verfallsdatum haben.

Sind die Stäbchen zu alt, kann es zu Falschmessungen durch Fehlfärbung kommen.

Ein sehr wichtiger Punkt bei der Anwendung aller „Stäbchen-Messmethoden“ ist der richtige Umgang mit den Stäbchen. Dazu zählt u. a. das Eintauchen des Stäbchens in eine saubere Emulsion und nicht durch eine aufgeölte Leckölphase. Weiterhin ist auch die Auswertezeit zu beachten, d. h. nach welcher Zeit ist das Farbfeld des Messstreifens abzulesen und auszuwerten.

Der Vorteil des Testverfahrens liegt in seiner Schnelligkeit und der einfachen Handhabung ohne die Verwendung von Zusatzreagenzien. Es ist damit sicher im Sinne reduzierter Fehlereinflussgrößen durch das Handling.

Eine etwas genauere, aber auch kostenintensivere Alternative ist ein elektrisches pH-Messgerät. Ob als mobiles Taschenmessgerät auf Batteriebasis oder Labormessgerät, wichtig ist das notwendige Wissen eines pfleglichen Umgangs mit der pH-Elektrode und die Notwendigkeit einer wiederkehrenden Kalibrierung vor der Messung. Zusätzlich ist auf die Sauberkeit des Messkopfes (Diaphragma), keine Kontamination durch Leckageöl, zu achten, um unweigerliche Fehlmessungen zu vermeiden.



Quelle: Hanna Instruments

Wesentlich bei der pH-Wert Messung und der dazugehörigen Dokumentation ist die Trendentwicklung des pH-Wertes über die Standzeit der Emulsion. Eine kontinuierliche Beobachtung der Entwicklungstendenz ermöglicht es frühzeitig Steuermaßnahmen ergreifen zu können.

### c) Konzentrationsmessung

Mindestens einmal wöchentlich, bei sehr kleinen Emulsionsvolumina oder stark belasteten Bearbeitungszentren mit hoher Ausschleppungsrate ggf. täglich, ist eine Konzentrationsmessung angebracht. Hierzu stehen einfach praktikierbare kostengünstige Verfahren zur Verfügung. Ein mögliches Werkzeug zur Konzentrationsmessung, das heute in keinem metallbearbeitenden Betrieb fehlen darf, ist das Handrefraktometer.

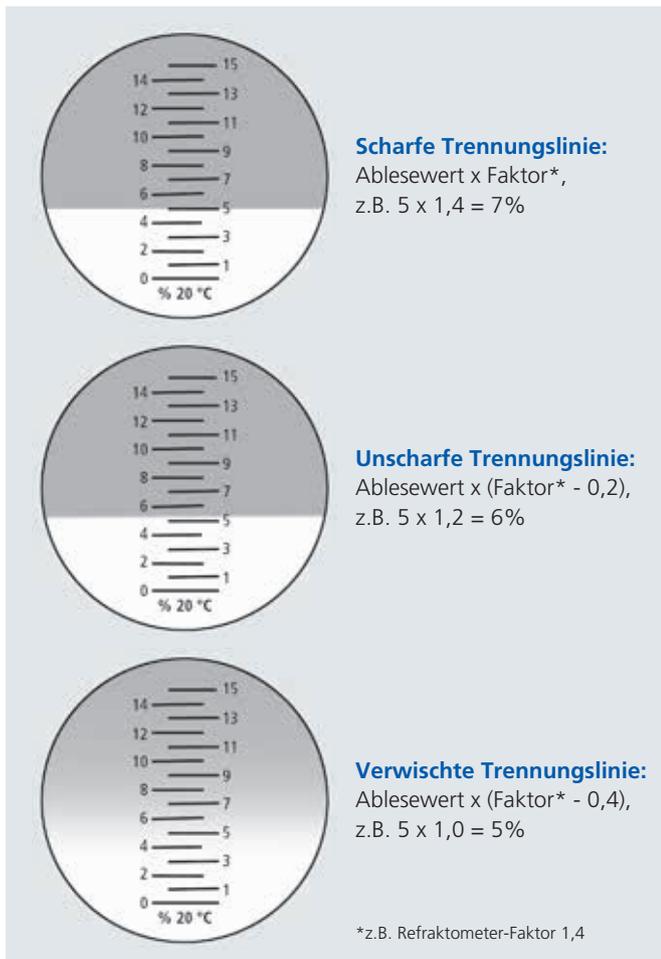
#### Handrefraktometer

Unter Berücksichtigung des Kühlschmierstoffspezifischen Refraktometerfaktors (hinterlegt in der Produktinformation) erfolgt die Konzentrationsbestimmung optisch, über die Veränderung der Lichtbrechung (Brechungsindex) durch das zu messende Medium. Der Ablesewert auf der Messskala, erkennbar durch eine klare, farbliche Trennung auf der Skala wird im Anschluss mit dem Kühlschmierstoffspezifischen Faktor multipliziert und es ergibt sich als Ergebnis die Emulsionskonzentration.



Wichtig bei der Handhabung eines Handrefraktometers ist die Null-Punkt-Einstellung mit reinem Wasser vor der eigentlichen Konzentrationsmessung. Eine stark schmutz- oder leckölbelastete oder eine weniger stabile Emulsion führt dazu, dass der Trennstrich nur diffus erkennbar ist und damit zu einer ungenaueren und unsicheren Konzentrationsbestimmung führt.

Im Normalfall ergibt die Konzentrationsmessung mit dem Handrefraktometer sofort nach Probeentnahme und z. B. nach acht Stunden nahezu identische Messwerte. Ist die Emulsion nicht stabil, werden sich die Messwerte gravierend unterscheiden.



### Titration

Eine andere mögliche Methode zur Konzentrationsbestimmung einer Emulsion ist die Titration. Es handelt sich dabei um eine quantitative Bestimmungsmethode. Der Emulsionsprobe mit unbestimmter Konzentration wird ein entsprechender Farbindikator zugegeben. Mittels einer Bürette wird dem definierten Probevolumen tröpfchenweise ein Titrant (z.B. 0,1 mol/l HCl) zugefügt, bis es am Äquivalenzpunkt zum Farbumschlag der Probe kommt. Über den Verbrauch des Titrant und den produktspezifischen Titrationsfaktor des Kühlschmierstoffes wird die Konzentration der Emulsion berechnet.

Einige Kühlschmierstoffhersteller bieten Titrationssets an wobei mit Hilfe einer Titrationskurve eine schnelle Konzentrationsbestimmung direkt an der Maschine durchgeführt werden kann. Information über weitere geeignete Titrationsverfahren können beim Kühlschmierstoffhersteller angefragt werden.

### d) Nitritgehalt

Eine weitere Messgröße, die bei der Kühlschmierstoffüberwachung gefordert wird, ist der Nitritgehalt.

Im Sinne der Vermeidung einer Gefährdung von Mitarbeitern durch eine Nitrosaminbelastung, ist die Bestimmung des Nitritgehaltes wöchentlich vorzunehmen. Nitrit ist eine

Reaktionskomponente, die mit sekundären Aminen zur Entstehung kanzerogener Nitrosamine führen kann. Nitrit kann durch das im Ansatzwasser enthaltene Nitrat entstehen und befindet sich nicht als Inhaltsstoff in den Kühlschmierstoffen. Da für den Einsatz von sekundär-aminhaltigen Kühlschmierstoffen ein Verwendungsverbot vorliegt, ist die Anwesenheit dieser zweiten Reaktionskomponente (z. B. Diethanolamin) zur Nitrosaminbildung weitestgehend ausgeschlossen. Eine Einschleppung und Kontamination über andere Medien kann jedoch nie ganz ausgeschlossen werden. (TRGS 611)

Wie Messungen gezeigt haben, besteht bei der Einhaltung von Konzentrationen von < 20 ppm Nitrit eine hinreichende Sicherheit, dass der zulässige MAK-Wert von 5 ppm Nitrosodiethanolamin in der Emulsion nicht erreicht wird. Bei höheren Messwerten als 20 ppm ist zwingend eine Ursachenklärung in Bezug auf die Herkunft von Nitrit durchzuführen. Sollte eine Kontaminationsquelle (z. B. Härtesalze) vorliegen, ist diese zu beseitigen bzw. auszuschließen.

Weitere Maßnahmen zur Nitritreduzierung können ein Teilaustausch oder Neuansatz des Kühlschmierstoffes sein. (BGR/GUV-R-143)

### e) Nitratgehalt

Da Nitrit wie erwähnt auch aus dem Nitrat des Ansatzwassers gebildet werden kann, ist es notwendig auch dieses in regelmäßigen Abständen zu überprüfen.

Auch hierzu stehen entsprechende Messstreifen zur Verfügung. Gemäß den Vorgaben der Trinkwasserverordnung sind max. 50 ppm Nitrat im Trinkwasser zulässig. In der Regel liegen die Nitratwerte im unteren Konzentrationsbereich von 10 bis 20 ppm. Besonders in landwirtschaftlich stark genutzten Regionen sind aber auch deutlich höhere Konzentrationen als 20 ppm möglich.

Die Nitratüberwachung muss nicht wöchentlich durchgeführt werden. Es empfiehlt sich aber diesen Wert regelmäßig zu prüfen oder auch beim Wasserversorger zu erfragen und zu dokumentieren.

Neben der einfachen visuellen Bewertung der Messstreifen besteht auch die Möglichkeit die Messstreifen mit dem so genannten „Reflektquant“ automatisch auszuwerten. Dies ist vor allem dann von Interesse, wenn viele einzelbefüllte Bearbeitungszentren zu überwachen sind.

### f) Wasserhärte

Eine weitere Kontrolle, die speziell bei einzelbefüllten Systemen mit sehr hohen Nachsatzmengen von Vorteil sein kann, aber nicht zwingend vorgeschrieben ist, ist die Bestimmung der Wasserhärte.

Dies kann insbesondere dann der Fall sein, wenn für das Ansatzwasser eigenes Brunnenwasser verwendet wird. Auch hier besteht die Möglichkeit mit einfach zu hand-

habenden Teststäbchen in einem einfachen und wirtschaftlichen Verfahren das Aufhärtungsrisiko zu kontrollieren. Insbesondere durch hohe Verdampfungsverluste können sehr hohe Wasserhärten erreicht werden.

Der Einfluss der Wasserhärte auf die Emulsionsstabilität ist bei der überwiegenden Zahl der modernen Kühlschmierstofftypen als unkritisch zu bewerten. Vielmehr besteht aber hier die Problematik, dass es in den Bearbeitungsmaschinen zu härtebedingten Ablagerungen und Verklebungen kommen kann, die einen hohen Reinigungsaufwand nach sich ziehen.

In der Summe der Belastungen leidet aber natürlich auch durchaus die Emulsionstandzeit unter der entsprechenden Aufhärtung.

Weit gravierender kann der Einfluss der Wasserhärte auf den Korrosionsschutz sein, der dann nicht mehr in seinem Optimum gesichert ist und insbesondere bei unbeabsichtigten Unterkonzentrationen zu kostenträchtigen Nachbearbeitungen angerosteter Teile führen kann.

Wenn durch eine Kontrolle der Wasserhärte und die Möglichkeit des Nachsatzes mit demineralisiertem Wasser ein Belastungsparameter für die Emulsion ausgeschlossen werden kann, kann dies die Lebensdauer der Emulsion erheblich steigern.

### 3.1.1.2 Überwachungsplan / Dokumentation

Gemäß BGR/GUV-R 143 ist bei der Nutzung von wasser-mischbaren Kühlschmierstoffen ein Überwachungs- bzw. Prüfplan zu erstellen und zu pflegen, der jederzeit die Möglichkeit eines Soll/Ist Abgleiches ermöglicht. Dieser hat Informationen über die zu überwachende Größe, die Prüfmethode, die Prüfintervalle, entsprechende Messmaßnahmen und ggf. Kühlschmierstoff spezifische Informationen zu enthalten.

Die Dokumentation der Überwachungsdaten lässt sich am schnellsten und einfachsten vor Ort mit einer sogenannten Maschinenkarte realisieren. Auf einen Blick lassen sich so Entwicklungen der ermittelten Kennwerte und die Tendenzen im Emulsionszustand feststellen.

Ebenfalls besteht die Möglichkeit, die Daten digital mittels einer entsprechenden Software einzupflegen, zu verwalten und darzustellen. Eine solche kann meist unter anderem von den Kühlschmierstoffanbietern zur Verfügung gestellt werden.

Es ist (vom Unternehmer) dafür Sorge zu tragen, dass die Prüfergebnisse und die ggf. daraus resultierenden Massnahmen entsprechend dokumentiert werden und die Aufzeichnungen mindestens drei Jahre aufbewahrt werden.



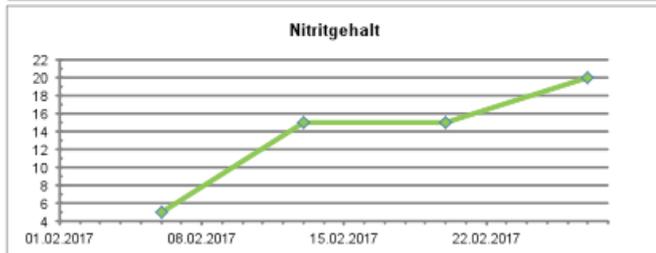
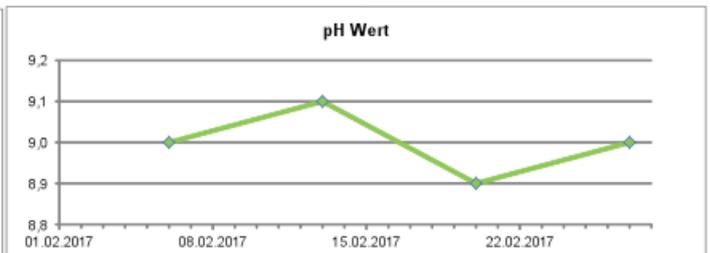
## FUCHS CUSAR System

Customer Sample Analysis and Reporting System



<b>Kunde:</b> xxx	<b>Maschine:</b> xxx	<b>Komponente:</b> xxx	
<b>Standort:</b> xxx	<b>Komponente:</b> xxx	<b>Produkt:</b> ECOCOOL XXX	
<b>Ansprechpartner:</b> xxx	<b>Maschinen Nr.:</b> xxx	<b>Komponenten Nr.:</b> xxx	
<b>Kunden Equi Nr.:</b> xxx			

Probenahme	Prüfauftrag Nr.	Aussehen	Konz. Handrefraktometer	Konz. Titration	Konz. Bohrprüfer	pH Wert	Nitritgehalt	Gesamtkeimzahl	Chlorid	Wasserhärte berechnet	Fremdölanteil	KS Filter Späne Test	Calcium	Magnesium
			FLV-T-05	FLV-K-21	DIN 51368									
			%	%	%		mg/l	10 <sup>6</sup> /ml	mg/l	°dH		KorrGr	mg/kg	mg/kg
06.02.2017	12345678	i.O.	6,2	5,3	6,9	9,0	5	<10 <sup>4</sup>	<30	20	Spuren	0	143	91
13.02.2017	23456789	i.O.	7,8	8,8	8,7	9,1	15	<10 <sup>4</sup>	<30	22	2	0	158	98
20.02.2017	34567890	i.O.	9,4	9,2	9,7	8,9	15	<10 <sup>4</sup>	33	24	Spuren	0	174	112
27.02.2017	45678901	i.O.	13,2	13,0	13,4	9,0	20	<10 <sup>4</sup>	37	22	Spuren	0	161	96



Parameter ohne Richtwerte sind farblos dargestellt. Ergebnisse im Format < oder > können grafisch nicht dargestellt werden.

<b>Beurteilung</b>	Konzentration leicht oberhalb des Sollbereich von 7,0-13,0%; 27.02.2017 xxx	
--------------------	---	--

erstellt am: 27.02.2017 von: xxx

Der Analysebericht wurde nach bestem Wissen, heutigem Kenntnisstand und unter Anwendung von größtmöglicher Sorgfalt erstellt. Die Haftung für Sachschäden infolge der Nutzung der Prüfungsergebnisse ist ausgeschlossen, es sei denn, es liegt seitens Fuchs Schmierstoffe GmbH ein vorsätzliches oder grob fahrlässiges Verhalten vor. Soweit eine Kommentierung erfolgte, beruht diese auf der technischen Expertise des Untersuchungslabors und stellt eine Empfehlung dar. Bitte beachten Sie, dass sich die Beurteilung ausschließlich auf die untersuchten Proben bezieht und damit eine Einzelprüfung darstellt. Die Prüfungsergebnisse dürfen ohne unsere Zustimmung auch nicht auszugsweise veröffentlicht werden.

### 3.2 Nicht wassermischbare Kühlschmierstoffe

Nicht wassermischbare und wassermischbare Kühlschmierstoffe sind auf Basis von aromatenarmen Mineralölen, Weißölen, Syntheseölen oder synthetischen Estern auf Basis nachwachsender Rohstoffe aufgebaut. Ausgewählte Additive, z. B. Korrosionsschutzmittel, Antinebelzusätze, EP- und AW-Additive, Emulgatoren oder Netzmittel verbessern die Anwendungseigenschaften.

Nicht wassermischbare Kühlschmierstoffe haben im Gegensatz zu wassermischbaren Kühlschmierstoffen bei guter

Pflege eine nahezu unbegrenzte Lebensdauer. Ein bakterieller Befall tritt bei Abwesenheit von Wasser nicht auf. Wichtig für den Einsatz ist eine Badtemperatur unter 40 °C, optimal sind Temperaturen unter 30 °C.

Feste Fremdstoffe sollten kontinuierlich über Filtersysteme ausgetragen werden. Nachteilig bei nichtwassermischbaren Kühlschmierstoffen ist die irreversible Vermischung mit Hydrauliköl, Spindelöl und Bettbahnöl, beispielsweise durch Leckagen. Daher sollten bevorzugt Fluidfamilien oder Multifunktionsöle eingesetzt werden.

#### 3.2.1 Prüfmethode für nicht wassermischbare Kühlschmierstoffe

Analyse	Prüfmethode	Empfohlenes Prüfintervall	Aussage über
Aussehen und Geruch	Visuell und sensorisch	täglich	Verschmutzung, Fremdeintrag
Viskosität	DIN 51562	Alle drei Monate	Fremdöleintrag Alterung
Wassergehalt	Wassergehalt Karl- Fischer (DIN 51777)	Bei Auffälligkeit	Emulsions- oder Reinigereinschleppung, Wassereintrag
Feste Fremdstoffe	Partikelzähler (u.a. ISO 4406) oder gravimetrische Messung (ISO 4405)	In Abhängigkeit vom Schmutzeintrag durch die Bearbeitung	Verschmutzungsgrad
Flüssige Kontamination	IR Spektroskopie oder über Neutralisationszahl	Bei Bedarf, i.d.R. alle drei Monate	Fremdöleintrag
Verseifungszahl	DIN 51559		Zustand der Additivierung, Fremdöleintrag
Neutralisationszahl	DIN 51558	Bei Bedarf, i.d.R. alle drei Monate	Alterung, Additivierung
Dichte	DIN 51757	Bei Bedarf	Fremdöleintrag
Luftabscheidevermögen	DIN ISO 9120	Bei Bedarf	Kühlvermögen Fremdöleintrag
VKA-Schweißwert	DIN 51350	Bei Bedarf	EP-Additivierung
Reichert-Verschleißtest	FLV-R 3*	Bei Bedarf	AW-Additivierung
Schaumverhalten	FLV-S 12* ASTM D 892	Bei Bedarf	Schaumseigenschaften, Additivierung
Brugger-Wert	DIN 51347-2	Bei Bedarf	EP /AW-Additivierung
Metallgehalte	Emissionsspektrometrie (ICP), Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA), Atomabsorptionsspektrometrie (AAS)	Bei Bedarf	Additivierungsniveau Fremdstoffgehalt gelöst oder fest
Flammpunkt	DIN EN ISO 2592	Bei Bedarf	Fremdeintrag von Lösungsmitteln
Korrosionsschutz	Kupferkorrosion (DIN EN ISO 2160)	Bei Bedarf	Ermittlung der Korrosionsschutzadditivierung Fremdstoffeintrag
Verdampfungsverlust	DIN 51581-1	Bei Bedarf	Verdampfungsverlust
Ölnebelindex	FLV-O 02*	Bei Bedarf	Vernebelungseigenschaften
Farbe	DIN ISO 2049	Bei Bedarf	Alterung, Verschmutzung, Fremdöleintrag

\* Prüfvorschrift der FUCHS SCHMIERSTOFFE GMBH

## 4. Pflege von Kühlschmierstoffen

### 4.1 Systemreiniger für wassermischbare Kühlschmierstoffe

Für die Lebensdauer eines wassergemischten Kühlschmierstoffes spielen die gründliche Reinigung und Desinfektion des Kühlschmierstoffsystems eine entscheidende Rolle. Erst durch eine sinnvolle Kombination von Reinigung und Desinfektion der Anlage vor der Neubefüllung werden gute Standzeiten erreicht.

Während der Kühlschmierstoffbehälter, Späneförderer und der Bearbeitungsraum, je nach Anordnung, mit einem Hochdruckreiniger gereinigt werden können, ist die Reinigung der Rohrleitungssysteme mit mechanischen Verfahren nur unter großem Aufwand möglich. Bei einer mechanischen Reinigung fehlt die nachfolgende Desinfektion.

Um auch schwer bzw. unzugängliche Stellen zu reinigen und zu desinfizieren, werden Systemreiniger eingesetzt. In diesen Produkten bewirken spezielle Netzmittel eine gute Benetzung auch schwer zugänglicher Stellen. Sie lösen die festgesetzten Ablagerungen, Pilzfladen und Bakteriennester vom Untergrund ab. Die eingebauten Emulgatoren verteilen aufgerahmtes Öl und tragen den gelösten Schmutz im System. Die im Systemreiniger enthaltene Mikrobizide sorgen für eine „Desinfektion“.

Zu beachten ist beim Systemreiniger die richtige Einsatzkonzentration und die Einsatzdauer. Die Angaben des Herstellers sind unbedingt zu beachten.

Folgende Vorgehensweise hat sich bewährt:

- **Systemreiniger vor Entleerung zu dem Kühlschmierstoff geben**
- **8 bis 24 Stunden umpumpen**
- **Behälter absaugen**
- **mechanische Reinigung des Behälters / Späneförderer, etc.**
- **Kühlschmierstoffsystems mit Frischemulsion spülen**
- **absaugen**
- **Kühlschmierstoffsystem neu befüllen**

Erwähnt sei an dieser Stelle die Pilzproblematik. In einigen Fällen werden auch nach dem Einsatz von Systemreiniger Pilze nachgewiesen. Einen Problemfaktor können pilzbasierte Biofilme darstellen, die durch den Systemreiniger nicht vollständig abgelöst werden. Nach wie vor vorhandene Pilzsporen kontaminieren dann eine Neubefüllung. In diesen Fällen und in Abstimmung mit dem Kühlschmierstoff-Lieferanten, empfiehlt es sich nach der Neubefüllung noch einige Male eine gezielte Konservierung mit Fungiziden vorzunehmen.

### 4.2 Konservierungsmittel für wassermischbare Kühlschmierstoffe

Wassermischbare Kühlschmierstoffe beinhalten im wesentlichen Stickstoff, Kohlenstoff, Sauerstoff sowie Schwefel- und Phosphorverbindungen, die Nahrungsgrundlage für ein biologisches Wachstum sind. Erhöhte Keimzahlen können Kühlschmierstoffe dauerhaft schädigen und die Lebenszeit verkürzen und dadurch die Umwelt belasten. Bakterizide (Wirkstoffe gegen Bakterien) und Fungizide (Wirkstoffe gegen Pilze) werden speziell in wassergemischten Kühlschmierstoffen zur Konservierung verwendet. Ohne eine entsprechende Konservierung würden Kühlschmierstoffe durch Bakterien- und Pilzwachstum innerhalb kürzester Zeit unbrauchbar werden, was nicht nur die Umwelt, sondern auch die Gesundheit der Beschäftigten in Betrieben, die Kühlschmierstoffe einsetzen, gefährden würde. Näheres dazu in VDI-Richtlinie 3397 Teil 4 und BGI / GUV-I 762.

Bakterizide: Konservierungsmittel gegen Bakterien

Fungizide: Konservierungsmittel gegen Pilze

Die EU Biozidverordnung (BPR, Verordnung (EU) Nr. 528/2012) hatte gravierende Auswirkungen auf die Verfügbarkeit von Bioziden für Kühlschmierstoffe. Alle Biozide für die Produktgruppe 13 (Kühlschmierstoffe) müssen umfangreich auf ihre Gefährlichkeit für Mensch und Umwelt getestet werden. Diesen kostenintensiven Aufwand haben viele Biozidhersteller gescheut. Lediglich 25 Stoffe (von über 1000), Stand März 2017, sind übrig geblieben, darunter 13 Formaldehydabspalter (FAD), einer der wichtigsten bakteriziden Wirkstoffe für Kühlschmierstoffe. Durch die umstrittene Einstufung von Formaldehyd (nicht zu verwechseln mit FAD) als „krebserzeugend Kategorie 1B“ sind auch die Formaldehyddepotstoffe in die Kritik geraten.

### 4.3 Entschäumer

Der Einsatz von Entschäumer ist nur empfehlenswert, wenn die Ursache für den Schaum nicht bekannt ist oder sie ist bekannt, kann aber kurzfristig nicht gelöst werden, z. B. bei schwankender Wasserqualität, Einschleppung von Fremdprodukten durch Änderung des Fertigungsablaufs, Änderung des Kühlschmierstoffes etc.

Die Zugabe ist dort vorzunehmen, wo eine gute Vermischung gewährleistet ist. Zu vermeiden ist die Zugabe vor dem Filter, da Entschäumer über den Filter ausgetragen werden.

Die vom Lieferanten empfohlenen Einsatzkonzentrationen sind unbedingt zu beachten. Bei einer Überdosierung kann der Entschäumer das Luftabscheidevermögen negativ beeinflussen und der Schaum stabilisiert sich.

Vor der Zugabe in wassergemischte Kühlschmierstoffe ist der Entschäumer mit Wasser zu verdünnen und erst dann dem Kühlschmierstoffkreislauf zuzugeben. So wird die optimalste Wirkung erreicht, da sich der Entschäumer besser verteilen kann.

#### 4.4 Sonstige Service-Produkte

Zu dieser Kategorie gehören alle Spezialprodukte, die auf die Bedürfnisse des Anwenders zugeschnitten sind und entsprechend der Empfehlung des Kühlschmierstoffherstellers eingesetzt werden, z. B. Produkte zur Steigerung der Schneidleistung, Anhebung des pH-Werts oder Erhöhung des Korrosionsschutzes.

#### 4.5 Vorbeugende Maßnahmen

Um den Pflegeaufwand beim Einsatz von Kühlschmierstoffen zu reduzieren und zu erleichtern, kann bereits im Vorfeld, bei der Maschinenbestellung, darauf Einfluss genommen werden.

Es sind meistens einfache, konstruktive Lösungen, die in vielen Fällen keinen oder nur einen geringen zusätzlichen Kostenaufwand bedeuten, aber den späteren notwendig werdenden Überwachungsaufwand während des Einsatzes erheblich reduzieren und erleichtern.

##### a) Art des Kühlschmierstoffes

Im Vorfeld sollte Klarheit über die Art des einzusetzenden Kühlschmierstoffes herrschen. Dabei ist es nicht unbedingt notwendig zu wissen, ob der Kühlschmierstoff vom Hersteller A oder B ist, sondern um welche Art von Kühlschmierstoff es sich handelt (wassermischbar oder nicht wassermischbar). Bereits diese Entscheidung bestimmt den späteren Überwachungs- und Pflegeaufwand.

##### b) Standort des Kühlschmierstoffbehälters

Bereits beim Bestellen der Maschinen sollte der Anwender darauf achten, dass der Kühlschmierstoffbehälter und der Rückpumpbehälter für die späteren Pflege- und Reinigungsmaßnahmen gut zugänglich bleiben.

##### c) Größe des Kühlschmierstoff-Umlaufsystems

Ein ausreichendes Kühlschmierstoffbehältervolumen ist ein entscheidendes Kriterium für den späteren schaumfreien Betrieb der Werkzeugmaschine. Empfehlungen dazu sind der VDI Richtlinie 3035 zu entnehmen und sind unbedingt zu beachten.

##### d) Ruhezeiten im Kühlschmierstoffbehälter

Für den Einsatz von Pflegegeräten bei wassergemischten Kühlschmierstoffen kann es sinnvoll sein im Kühlschmierstoffbehälter sogenannte Ruhezeiten zu schaffen, damit das aufsteigende Lecköl sichtbar wird und entfernt werden kann.

##### e) Innenwände des Kühlschmierstoffbehälters

Die Innenwände sollten keine Beschichtungen (Lackierung / Verzinkung etc.) haben, die angegriffen und abgelöst werden könnten und ggf. zu Filterproblemen führen.

## 5. Pflegegeräte für Kühlschmierstoffsysteme

Eine Gesamtübersicht verschiedener Pflegegeräte für die Abtrennung fester und flüssiger Fremdstoffe liefert die VDI Richtlinie 3397 Blatt 2. Die Eignung der jeweiligen Verfahrenstechnik ist abhängig vom Bearbeitungsprozess und ist jeweils im Einzelfall zu klären.

### 5.1 Feststoffabtrennung

#### Übersicht der am häufigsten eingesetzten Geräte zur Feststoffabtrennung

Anlage	Wirkung / Abscheidungsgrad	Wartungsaufwand
Bandfilter	Mittel / hoch	Einfach
Anschwemmfilter (hauptsächlich für mineralölfreie Emulsionen und Öle)	Hoch	Hoch
Magnetabscheider	Mittel	Einfach
Sedimentations- / Absetzbecken	Mittel	Einfach
Trommel- oder Spaltfilter	Hoch	Mittel
Hydrozyklone	Mittel	Einfach

Die Filtration stellt innerhalb der mechanischen Trennverfahren das am häufigsten angewendete Verfahren dar. Die überwiegende Anzahl an Bearbeitungsmaschinen ist bereits mit Pflegeeinrichtungen für die Filtration ausgerüstet. Mit der Filtration können in Abhängigkeit der Filterfeinheit alle Arten von fester Verschmutzung entfernt werden.

Das Filterverfahren ist im Wesentlichen abhängig von der Kühlschmierstoffart (wassermischbar oder nicht wassermischbar), der notwendigen Reinheit des Kühlschmierstoffes im Fertigungsprozess und der anfallenden Feststoffmenge.

#### 5.1.1 Bandfilter

Aufgrund ständig steigender Entsorgungskosten werden zunehmend Filtrationssysteme zum Einsatz gebracht bei denen der Filter im System gereinigt und wieder verwendet wird. Dadurch werden die Entsorgungskosten für gebrauchtes Filtermaterial erheblich reduziert. Als Beispiel können Endlosband-Kunststoffvliese genannt werden, bei denen der Metallabtrag über Abstreifer oder Spültechniken von Filtern entfernt werden.

Bei der Filtration von wassermischbaren Kühlschmierstoffen ist zu berücksichtigen, dass zu feine Filter nicht nur Festpartikel aus dem Fluid separieren, sondern auch Kühlschmierstoffbestandteile. So können Entschäumer, schaumreduzierende über die Wasserhärte gebildete feindispersierte Seifen etc. ausgetragen werden. Dadurch kann sich das Kühlschmierstoffverhalten wesentlich verändern.

### 5.1.2 Anschwemmfilter

Bei Anschwemmfiltern wird neben der Filterkerze ein zusätzliches Hilfsmittel (Kieselgur, Zellstofffasern, etc.) angeschwemmt. Dieses Hilfsmittel baut einen sehr wirkungsvollen Filterkuchen auf, mit dem sehr hohe Filterfeinheiten erzielt werden. Es ist je nach Art des Filterhilfsmittels zu beachten, dass ggf. auch Bestandteile des Kühlschmierstoffes adsorbiert werden können. Die Systeme sind überwiegend für Kühlschmierstofflösungen und nicht wassermischbare Kühlschmierstoffe geeignet. Durch die hohen Investitionskosten und die aufwendigen Systeme werden Anschwemmfilter primär in Zentralanlagen eingesetzt, dort wo hohe Anforderungen an den Reinheitsgrad des Kühlschmierstoffes gestellt werden. Nachteilig ist die zusätzliche Entsorgung des Filterhilfsmittels.

### 5.1.3 Magnetabscheider

Diese Verfahrenstechnik ist gegenüber den anderen Trennverfahren auf ferromagnetische Verunreinigungen beschränkt und kann als kontinuierlich oder diskontinuierlich arbeitendes System eingesetzt werden. Ein diskontinuierliches Verfahren wäre der Einsatz eines Permanentmagneten, der in Stillstandszeiten gereinigt werden muss. Wirtschaftlicher sind kontinuierlich arbeitende Band- oder Trommelmagnetabscheider. Erfasste Schmutzpartikel werden dabei permanent über Abstreifer vom Band oder von der Trommel entfernt.

### 5.1.4 Trommel- oder Spaltfilter

Die Filtration erfolgt über ein fest installiertes Gewebe oder Spaltsystem, wobei die Filtrationsleistung im Wesentlichen durch den sich aufbauenden Filterkuchen erfolgt. Die Einsatzmöglichkeiten sind daher im Einzelfall zu prüfen. Ein Vorteil dieses Systems ist der hilfsmittelfreie Schlamm, der jedoch einen sehr hohen Feuchtigkeitsgehalt aufweisen kann und u. U. zusätzlich entwässert werden muss.

### 5.1.5 Hydrozyklone

Die Flüssigkeit wird in eine Rotationsbewegung versetzt. Die im Kühlschmierstoff enthaltenen Feststoffe werden durch die Zentrifugalkräfte an die Zyklonwand gedrückt, reichern sich dort an und werden unten als Dünnschlamm abgezogen. Die Schlämme haben einen hohen Feuchtigkeitsgehalt und müssen vor der Entsorgung nachbehandelt werden. Das Verfahren wird ausschließlich bei wassergemischten Kühlschmierstoffen eingesetzt.

## 5.2 Abscheidung flüssiger Kontamination

Der heutige Markt bietet dem Anwender eine Fülle von Geräten, die entweder fest in der Anlage installiert oder als mobile Geräte eingesetzt werden können. Bei der Auswahl der Geräte ist neben den Investitionskosten und dem späteren Wartungsaufwand auch die Gefahr der Ausmagerung der Emulsion und die Menge der Emulsion, die mit dem Fremdöl ausgetragen wird, zu berücksichtigen. Um spätere unangenehme „Überraschungen“ zu verhindern, empfiehlt es sich im Vorfeld ein Test unter Praxisbedingungen an den Anlagen durchzuführen. Die nachstehende Übersicht zeigt die am häufigsten eingesetzten Geräte:

Tabelle zur Fremdöl-Abscheidung

Anlage	Wartungsaufwand	Gefahr der Ausmagerung
Ölskimmer	Günstig	Sehr gering
Koaleszenz-Abscheider	Neutral	Sehr gering
Separator	Neutral	Gering

### 5.2.1 Ölskimmer

Zur Entfernung von Fremdölen gibt es die verschiedensten Techniken. Als relativ einfache und wirtschaftliche Technik bieten sich Band-, Scheiben- oder Schlauchskimmer an. Das separierte Öl haftet z. B. an einer in der Emulsion laufenden Scheibe (Scheibenskimmer), wird bis zu einem Abstreifer mitgenommen und ausgetragen. Wichtig beim Einsatz solcher Systeme ist das Vorhandensein einer Ruhezone im Kühlschmierstoffbehälter, damit das Fremdöl aus der Emulsion separiert werden kann. Bei hoher Turbulenz wird das Fremdöl in die Emulsion eingebunden und der Ölskimmer trägt nur Emulsion aus dem System aus. Hier bietet es sich an, die Skimmertechnik bei Maschinenstillstand zum Einsatz zu bringen.

### 5.2.2 Koaleszenzabscheider

Dieses Verfahren ist zur Anwendung im Bypass vorgesehen. Ein Teil des Kühlschmierstoffes wird der Anlage entnommen und im Koaleszenzabscheider gereinigt. Dort beruhigt sich der Kühlschmierstoff, die nicht einemulgierten Fremdöltröpfchen fließen zu größeren Einheiten zusammen (Koaleszenz) und können abgezogen werden. Es gibt eine Vielzahl verschiedener Bauformen am Markt, als Festinstallation oder mobile Geräte. Mobile Geräte eignen sich insbesondere für einzelbefüllte Anlagen.

### 5.2.3 2-Phasen-Separator / Zentrifuge

Der Kühlschmierstoff wird im 2-Phasen-Separator auf hohe Beschleunigungen gebracht. Durch den Dichteunterschied Emulsion / Öl und die Zentrifugalkraft erfolgt eine Abtren-

nung vom Fremdöl. Bei grobdispersen Emulsionen besteht die Gefahr der Ausmagerung, d. h. neben dem Fremdöl können auch Bestandteile des Kühlschmierstoffes ausge-tragen werden. Daher sollte im Vorfeld ein Versuch vor Ort durchgeführt werden.

Die relativ hohen Anschaffungskosten rechnen sich nur, wenn die Geräte als mobile Anlagen für einen größeren Maschinenpark oder als Bypass-Separator für Zentralan-lagen genutzt werden.

### 5.3 Gleichzeitige Fremdöl- und Feststoffentfernung

Die genannten Verfahren zur Abscheidung von festen und flüssigen Fremdstoffen können bei Bedarf kombiniert werden. Als Beispiel werden folgende Möglichkeiten genannt:

#### 5.3.1 3-Phasen-Separator / Zentrifuge

Der 3-Phasen-Separator stellt eine Weiterentwicklung des oben beschriebenen 2-Phasen-Separators dar. Als Dritte Phase werden die Feststoffpartikel abgeschieden. Die an die Außenwand des Separators abgeschiedenen Partikel sammeln sich dort und müssen manuell entfernt werden (nicht selbst reinigender Separator) oder werden auto-matisch ausgeschleudert (selbst reinigender Separator).

#### 5.3.2 Sedimentationsbehälter mit Ölskimmer

Hier handelt es sich um eine Kombination der zuvor be-schriebenen Verfahren. Die Geräte können als mobile Ein-heit oder Festinstallation, vorwiegend für einzelbefüllte Maschinen, eingesetzt werden.

#### 5.3.3 Flotationsanlage

Der Kühlschmierstoff wird in einen separaten Behälter gepumpt und über ein feines Düsensystem mit Luftblasen durchströmt. Die Luftbläschen steigen nach oben. Neben dem Öl werden auch sehr feine Festverschmutzungen mitgetragen. z. B. Graphit. Die Oberfläche wird abgelas-sen. Grobe Partikel müssen über einen vorgeschalteten Filter entfernt werden.

#### 5.3.4 Lammellenschrägklärer (3-Phasen-Trenner)

Nach dem Absaugen der verunreinigten Emulsion in die Einlaufkammer des Lammellenschrägklärers wird die Emulsion durch die im Behälter schräg angeordneten Bleche geführt.

Durch die Ausnutzung der Gravitations- und Koaleszenz-effekte steigen die sich bildenden Fremdöltröpfchen auf der unteren Blechseite nach oben und werden abge-skimmt. Die Feststoffe koagulieren und sinken in Schlamm-räume, wo sie konzentriert abgelassen werden.

Der Reinigungsgrad ist von der richtigen Auslegung und Beibehaltung der Durchströmungsgeschwindigkeit abhän-gig. Der ausgetragene Schlamm ist üblicherweise sehr nass und muss entwässert werden.

### 5.4 Pflegewagen / Reinigungswagen

Bei einer großen Zahl von einzelbefüllten Werkzeugma-schinen kann es auch wirtschaftlich sein, sogenannte Emulsionspflegewagen einzusetzen. Im Prinzip handelt es sich hierbei um ein an allen Maschinen flexibel einsetz-bares Pflegesystem, das sowohl mit Filtertechnik (Band-, Kerzenfilter) als auch mit Zentrifugalseparationstechnik ausgerüstet sein kann.

Ein Einsatz ist sowohl kontinuierlich im Bypass, als auch diskontinuierlich in Stillstandszeiten der Bearbeitungs-zentren denkbar. Beim Einsatz dieses Systems sollte aber immer eine gewisse Hygiene beachtet werden. Der Emul-sionspflegewagen ist regelmäßig zu reinigen. Insbeson-dere bei diskontinuierlichem Einsatz kann es beim Still-stand zu einem unkontrollierten Bakterien- oder Pilzwachstum kommen.

#### Lohnt sich Pflege?

Die Überwachung und Pflege führt zu einer Standzeiter-höhung des Kühlschmierstoffes und damit zu einem reduzierten Verbrauch bzw. einer reduzierter Abfallmenge. Einen positiven Einfluss erfährt, neben verbesserten Werk-zeugstandzeiten, höherer Werkstückqualität (Oberflä-chengüte, Maßhaltigkeit), auch der Gesundheitsschutz des Arbeitnehmers beim Umgang mit dem Kühlschmierstoff.

Die erzielten Kostenreduzierungen leisten einen Beitrag zur Wettbewerbs- und Zukunftssicherung des Unterneh-mens.

## 6. Häufige Praxisprobleme – Ursachen und Lösungsansätze

### 6.1 Wassermischbare Kühlschmierstoffe

Problem	Ursache	Abhilfemaßnahme
Schaum	Zu weiches Ansatzwasser	Wasseraufhärtung
	Schlechtes Luftabscheidevermögen	Antischaummittel zusetzen
	Lufteinschlüsse	Behälterfüllstand, -dimensionierung, Umwälzvolumen und Pumpen prüfen, ggf. nachfüllen
	Mikrobielle Umsetzungsprodukte	Regelmäßig belüften und umwälzen, Konzentration und pH-Wert prüfen, ggf. (Teil-) Austausch
	Austrag von Entschäumern	Entschäumer nachdosieren
	Fremdöleintrag	Fremdöl regelmäßig entfernen
	Zu hohe Konzentration	Durch Emulsionsnachsatz (0,5%ig) auf Sollwert verdünnen
Geruchbildung	Starke Verschmutzung der Emulsion	Reinigungskonzept optimieren
	Längerer Maschinenstillstand	Umwälzung gewährleisten und für Belüftung sorgen
	Unzureichende Belüftung des Umlaufsystems	
	Einbringen von unsachgemäßer Fremdkontamination	Schulung der Mitarbeiter
	Unzureichende Konzentration	Konzentration prüfen und ggf. korrigieren
Instabilität der Emulsion	zu niedriger pH-Wert	pH-Wert mit Stellmitteln auf Sollwert einstellen
	Falsches Vorgehen beim Emulsionsansatz	Anmischprozedur kontrollieren und ggf. korrigieren/optimieren
	pH Wert zu niedrig	pH Wert einstellen und ggf. Bakterizid einsetzen
	starke Aufsalzung, zu hohe Wasserhärte	Nachfüllen mit demineralisiertem Wasser
Korrosion	Eintrag von flüssiger Fremdkontamination	Einschleppungen vermeiden und ggf. entfernen
	pH Wert zu niedrig	Zugabe eines pH-Wert anhebenden Wirkstoffes
	zu geringe Konzentration	Konzentration prüfen und ggf. anpassen
	Chloridwerte zu hoch	Nachsatz mit demineralisiertem Wasser, (Teil-) Austausch
Hautprobleme	Leitfähigkeit zu hoch	
	pH Wert zu hoch	Konzentration kontrollieren und ggf. reduzieren durch Emulsionsnachsatz (0,5%ig) auf Sollwert
	Konzentration zu hoch	
Ablagerungen	Bakterienbefall zu hoch	Geeignetes Bakterizid anwenden Hautschutzplan beachten und anwenden
	Fremdöleintrag	Fremdöl entfernen, Einträge weitestgehend vermeiden Ursache abstellen, (Teil-) Austausch
	Fremdkontamination mit flüssigen Medien (z.B. Reiniger oder Korrosionsschutz)	(Teil-) Austausch
	Alterung	Systemtemperatur auf <30 °C justieren
	Unzureichende Reinigung	Ablagerungen entfernen, Filtration optimieren
	Mikrobielle Zersetzungsprodukte	Bakterizide einsetzen, Reinigung und Desinfektion vor Wechsel
	Zu hohe/ niedrige Konzentration	Konzentration durch Nachdosierung oder Verdünnung einstellen
Unverträglichkeit mit Maschinenölen	Abgestimmte Schmierstoffkonzepte einsetzen	
Qualitätsprobleme/kurze Werkzeugstandzeiten	Konzentration zu niedrig	Nachdosieren
	Hoher Fremdölanteil	Fremdöl regelmäßig entfernen, Kontaminationen vermeiden
	Zufuhr des Kühlschmierstoffes	Zuführungsleitungen überprüfen, Verstopfungen vermeiden, geeignetere Düsen Anordnung wählen
	Ggf. geeigneteren Kühlschmierstoff wählen	Rücksprache mit dem Kühlschmierstofflieferanten
Filtrationsprobleme	Schlechte Filterkuchenbildung	Netzmittel zudosieren; Wasserhärte prüfen
	Pilzauswaschung	Konservierung mit Bioziden, Reinigung und Desinfektion der Anlage
	Kalkseifen	Nachstellen mit demineralisiertem Wasser
	Fremdöl	Fremdöl entfernen, Verträglichkeit überprüfen

## 6.2 Nicht wassermischbare Kühlschmierstoffe

Problem	Ursache	Abhilfemaßnahme
Filtrationsprobleme	Viskosität zu hoch, Volumenstrom sinkt	Fremdöleinflüsse beheben, Einsatz von Fluidfamilien
	Verklebung des Filtermediums durch Eintrag von wassergemischter Bearbeitungsmedien	Eintrag durch Abscheidung oder vorheriges Trocknen der Bauteile vermeiden
Schlechte Bearbeitungsqualität/ kurze Werkzeugstandzeiten	Zu hohe Verschmutzung	Filtration installieren oder prüfen und optimieren
	Hoher Fremdöleintrag	Einsatz von Fluidfamilien Zusatz von Additiven nach vorheriger Analyse und Absprache mit dem Kühlschmierstoffherstellers
	Wassereintrag	Ursache finden und beheben, Wasser durch geeignete Pflorgetechnik abscheiden
Schaum	Eintrag von wässrigen Medien	Vermeidung von Fremdkontamination, (Teil-)Austausch
	Zu hohe Temperatur	Volumenstrom überprüfen, ggf. Behältervolumen optimieren oder Kühler installieren
	Umwälzrate zu hoch	Behältervolumen erhöhen
	Vermischung mit Fremdöl	Kontamination vermeiden, Einsatz von kompatiblen (Multifunktions-) Ölen
	Fehlerhafte Applikation	Optimierung der Kühlschmierstoffzufuhr und -abfuhr
Hohe Emissionen	Bearbeitungsspezifische Vernebelung und Verdampfung	Geeignete Öle, Antinebelzusätze verwenden
	Fehlerhafte Applikation	Absaugung, Kapselung; Optimierung der Kühlschmierstoffzufuhr
	Erhöhte Temperatur	Kühlung vorsehen, applizierte Menge überprüfen
	Einschleppung niedrig siedender Stoffe (z.B. Waschemulsionen oder Kohlenwasserstoffreinigern)	Ursache der Fremdkontamination beseitigen
Hautprobleme	Feinstaub	Hautschutzplan beachten und anwenden
	Eintrag von Maschinenreinigungs- oder Pflegemitteln	Kontamination möglichst vermeiden Geeignete Schutzausrüstung zur Verfügung stellen und verwenden
Trübung/ Farb- und Geruchsänderung	Thermische Belastung	Lagerung und Prozess hinsichtlich Temperatureinflüssen überprüfen
	Eintrag von Fremdkontamination	(Teil-) Austausch



## 7. CPM – Chemical Process Management

Auf Basis der hohen technischen Qualifikation geht FUCHS mit CPM (Chemical Process Management) einen Schritt weiter und setzt das Fluidmanagement vor Ort beim Kunden selbst um.

Schmierstoffe, seien es nun Industrieöle, Korrosionsschutz- oder Metallbearbeitungsflüssigkeiten, beeinflussen direkt oder indirekt die Effizienz der Fertigung. Die richtige Auswahl, aber auch die Abstimmung der einzelnen Komponenten aufeinander sowie der Umgang mit den Produkten – so, wie in dieser FTI geschildert – sind alles Themen, die vor diesem Hintergrund eine wichtige Rolle spielen. Da diese Prozesse nicht zum eigentlichen Kerngeschäft gehören, kommt dieser Bereich häufig zu kurz. Mögliche Optimierungen werden nur zum Teil erschlossen.

Das CPM-Team agiert als Spezialist vor Ort und kümmert sich fokussiert um alle Fragen zu den eingesetzten Schmierstoffen. Die technischen Serviceleistungen werden flexibel auf die Anforderungen der jeweiligen Firma zugeschnitten. Das modular aufgebaute Konzept basiert im Wesentlichen auf drei Hauptbereichen:

**Beschaffungsmanagement** (Generallieferant),  
**Lagermanagement** und  
**Fluidmanagement**.

Diverse Zusatzleistungen wie Analytik im Labor oder die Umsetzung von Stoffrückführungskonzepten ergänzen das Angebot.

Wichtigstes Element ist das Fluidmanagement, bei dem das Serviceteam täglich die Maschinen des Kunden versorgt. So werden z. B. die Schmierstoffsysteme aufgefüllt, der Verbrauch dokumentiert, die Produkte kontrolliert und gepflegt. Die dabei anfallenden Servicedaten, also der Verbrauch an jeder einzelnen Schmierstelle, die vor Ort und im Labor aufgenommenen Messwerte sowie sämtliche Tätigkeiten und die Lagerverwaltung werden im CPM-Navigator archiviert. Diese Datenbank wurde speziell für Fluidmanagementprojekte aufgebaut. Die Erfassung erfolgt direkt an der Maschine oder im Lager per Barcodeleser. Mit dem Wissen und der Erfahrung als Schmierstoffspezialist werden strukturierte Auswertungen analysiert und bewertet, um das Potenzial für Prozessoptimierungen und Einsparungen zu erkennen und auszuschöpfen. Auf diese Weise wird die Leistungsfähigkeit der eingesetzten Schmierstoffe vollständig erschlossen.

Als Generallieferant übernimmt das FUCHS-CPM-Innendienstteam das gesamte Bestellwesen, die Disposition und die Überwachung der Liefertermine. Ergänzt wird dieses Modul durch das Lagermanagement, bei dem das FUCHS-Personal auch die Lagerhaltung komplett organisiert. So wird der gesamte Prozess der Schmierstoffversorgung eines Werks in höchster Qualität sichergestellt und audittierbar abgebildet.

Langjährige Projekte mit hervorragender Kundenzufriedenheit und vielen erfolgreich umgesetzten technischen und organisatorischen Kosteneinsparungskonzepten belegen die Leistungsfähigkeit.

## Literaturnachweis

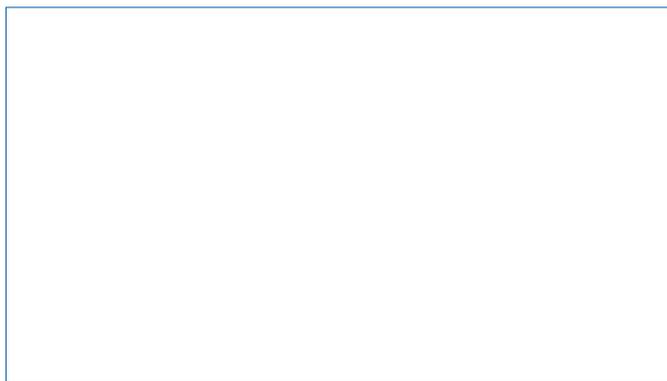
BGR / GUV-R 143	Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen; 2009, aktualisierte Fassung März 2011
DGUV Information 209-051	Keimbelastung wassergemischter Kühlschmierstoffe (ehemals BGI/GUV-I 762)
DIN EN ISO 2160	Mineralölerzeugnisse - Korrosionswirkung auf Kupfer – Kupferstreifenprüfung, 1999
DIN EN ISO 2592	Mineralölerzeugnisse - Bestimmung des Flamm- und Brennpunktes, 2002
DIN 51360-2	Prüfung von Kühlschmierstoffen, Bestimmung von Korrosionsschutzeigenschaften vom wassermisch- baren Kühlschmierstoff; Späne- / Filterpapier-Verfahren; 1981
DIN 51368	Prüfung von Kühlschmierstoffen; Bestimmung des mit Salzsäure abscheidbaren Anteiles von wassergemischten Kühlschmierstoffen; 1991
DIN 51369	Prüfung von Metallbearbeitungsflüssigkeiten - Bestimmung des pH-Wertes von wassergemischten Metallbearbeitungsflüssigkeiten 2013
DIN 51347-2	Prüfung von Schmierstoffen- Prüfung im Mischreibungsgebiet mit dem Schmierstoffprüfgerät nach Brugger ; 2000
DIN 51350	Prüfung von Schmierstoffen- Prüfung im Vierkugel-Apparat, 2015
DIN 51385	Schmierstoffe – Bearbeitungsmedien für die Umformung und Zerspanung von Werkstoffen – Begriffe; 2013
DIN 51562	Viskosimetrie - Messung der kinematischen Viskosität mit dem Ubbelohde-Viskosimeter; 1999
DIN 51558	Prüfung von Mineralölen- Bestimmung der Neutralisationszahl; 2017
DIN 51559	Prüfung von Mineralölen- Bestimmung der Verseifungszahl; 2009
DIN 51581	Prüfung von Mineralölerzeugnissen- Bestimmung des Verdampfungsverlustes – Teil 1: Verfahren nach Noack, 2011
DIN 51757	Prüfung von Mineralölen und verwandten Stoffen - Bestimmung der Dichte; 2011
DIN 51777	Prüfung von Mineralöl-Kohlenwasserstoffen und Lösemitteln; Bestimmung des Wassergehaltes nach Karl Fischer; Direktes Verfahren ; 1983
DIN 51813	Prüfung von Schmierstoffen - Bestimmung des Gehaltes an festen Stoffen in Schmierfetten - Teilchengrößen über 25 µm; 2016
DIN EN 1717	Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen in Trinkwasser-Installationen und allgemeine Anforderungen an Sicherungseinrichtungen zur Verhütung von Trinkwasserunreinigungen durch Rückfließen; 2001
DIN ISO 9120	Mineralölerzeugnisse und verwandte Produkte - Bestimmung des Luftabscheidevermögens von Dampfturbinen- und anderen Ölen - Impinger-Verfahren, 2005
ISO 4405	Fluidtechnik; Verschmutzung der Druckflüssigkeit; Gravimetrische Methode zur Bestimmung der Feststoffverschmutzung; 1991
ISO 4406	Fluidtechnik - Hydraulik-Druckflüssigkeiten - Zahlenschlüssel für den Grad der Verschmutzung durch feste Partikel; 1999
TRGS 611	Verwendungsbeschränkungen für wassermischbare bzw. wassergemischte Kühlschmierstoffe, bei deren Einsatz N-Nitrosamine entstehen können; 2007
VDI 3035	Gestaltung von Werkzeugmaschinen, Fertigungsanlagen und peripheren Einrichtungen für den Einsatz von Kühlschmierstoffen; 2008
VDI 3397 Blatt 1	Kühlschmierstoffe für spanende und umformende Fertigungsverfahren; 2007
VDI 3397 Blatt 2	Pflege von Kühlschmierstoffen für spanende und umformende Fertigungsverfahren - Maßnahmen zur Qualitätserhaltung, Prozessverbesserung, Abfall- und Abwasserverminderung; 2014
	Handlungshilfe für KSS-Anwender und -Hersteller, Fachausschuss-Informationsblatt Nr. 045, Ausgabe 03 / 2010



## Innovative Schmierstoffe brauchen erfahrene Beratung

Jedem Schmierstoffwechsel sollte eine umfassende Beratung zur entsprechenden Anwendung vorausgehen. Nur so kann das optimale Schmierstoff-System ausgewählt werden. Unsere erfahrenen Ingenieure geben nicht nur Hinweise zum Einsatz, sondern informieren Sie auch gerne über unser komplettes Schmierstoffsortiment.

Ihr Ansprechpartner:



**FUCHS SCHMIERSTOFFE GMBH**  
Friesenheimer Straße 19  
68169 Mannheim  
Telefon: 0621 3701-0  
Telefax: 0621 3701-7000  
E-Mail: [zentrale@fuchs-schmierstoffe.de](mailto:zentrale@fuchs-schmierstoffe.de)  
[www.fuchs.com/de](http://www.fuchs.com/de)