

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.

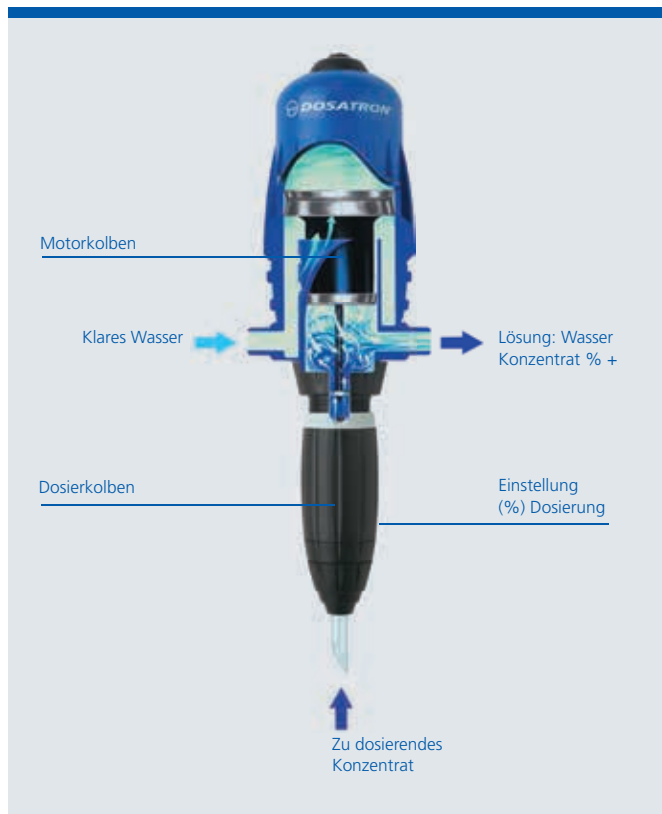
Bei Verwendung von Brunnenwässern, die nicht der Trinkwasserverordnung unterliegen, sollte vor Einsatz geprüft werden, ob die Keimzahl unter 10^3 liegt, da sonst mit einer erhöhter bakterieller Belastung gerechnet werden muss.

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 Auswertzeit 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.

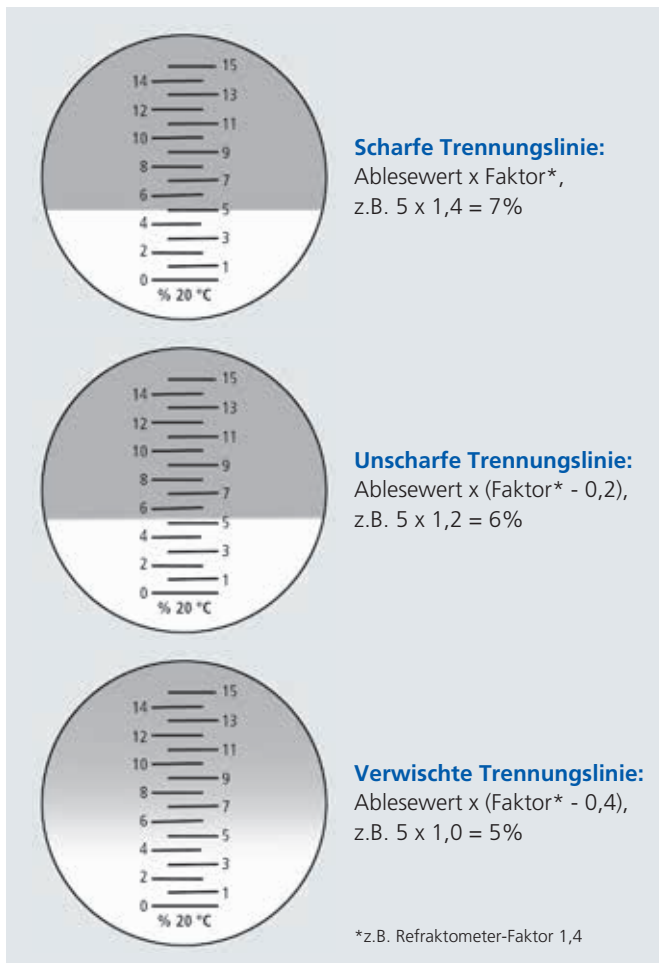
Handrefraktometer

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.



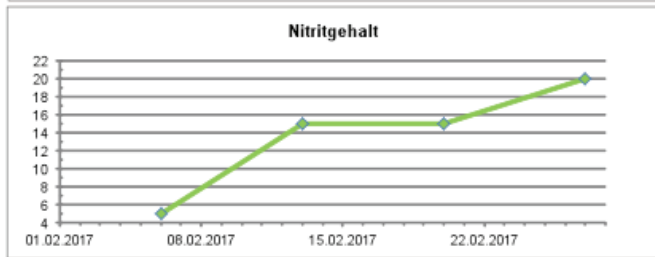
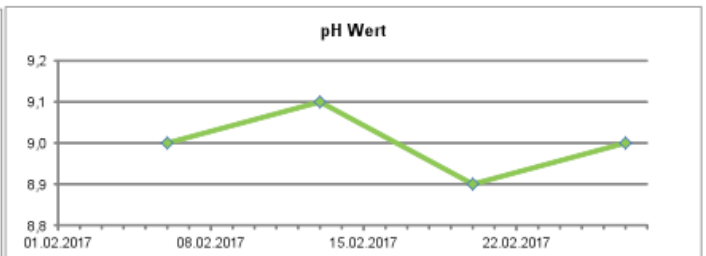
FUCHS CUSAR System

Customer Sample Analysis and Reporting System



| | | | |
|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------|--|
| Kunde: xxx | Maschine: xxx | Komponente: xxx | |
| Standort: xxx | Komponente: xxx | Produkt: ECOCOOL XXX | |
| Ansprechpartner: xxx | Maschinen Nr.: xxx | Komponenten Nr.: xxx | |
| Kunden Equi Nr.: 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 ⁶ /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 ⁴ | <30 | 20 | Spuren | 0 | 143 | 91 |
| 13.02.2017 | 23456789 | i.O. | 7,8 | 8,8 | 8,7 | 9,1 | 15 | <10 ⁴ | <30 | 22 | 2 | 0 | 158 | 98 |
| 20.02.2017 | 34567890 | i.O. | 9,4 | 9,2 | 9,7 | 8,9 | 15 | <10 ⁴ | 33 | 24 | Spuren | 0 | 174 | 112 |
| 27.02.2017 | 45678901 | i.O. | 13,2 | 13,0 | 13,4 | 9,0 | 20 | <10 ⁴ | 37 | 22 | Spuren | 0 | 161 | 96 |



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

| | | |
|--------------------|---|--|
| Beurteilung | 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 redu-zierten 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 |
| Qualitätsprobleme/kurze Werkzeugstandzeiten | Unverträglichkeit mit Maschinenölen | Abgestimmte Schmierstoffkonzepte einsetzen |
| | Konzentration zu niedrig | Nachdosieren |
| | Hoher Fremdölanteil | Fremdöl regelmäßig entfernen, Kontaminationen vermeiden |
| | Zufuhr des Kühlschmierstoffes | Zuführungsleitungen überprüfen, Verstopfungen vermeiden, geeignetere Düsen Anordnung wählen |
| Filtrationsprobleme | Ggf. geeigneteren Kühlschmierstoff wählen | Rücksprache mit dem Kühlschmierstofflieferanten |
| | 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-Informationenblatt Nr. 045, Ausgabe 03 / 2010 |

Notizen

Hinweis

Die Angaben in dieser technischen Information beruhen auf den allgemeinen Erfahrungen und Kenntnissen der FUCHS SCHMIERSTOFFE GMBH in der Entwicklung und Herstellung von Schmierstoffen und entsprechen unserem heutigen Wissensstand. Die Wirkungsweise unserer Produkte ist von vielfältigen Faktoren abhängig, insbesondere vom konkreten Einsatzzweck, der Applikation der Produkte, den Betriebsbedingungen, der Bauteilvorbehandlung, eventuellem Schmutzanfall von außen, etc. Aus diesem Grund sind allgemeingültige Aussagen zur Funktion unserer Produkte nicht möglich. Unsere Produkte dürfen nicht in Luft-/Raumfahrzeugen bzw. Teilen davon verwendet werden. Dies gilt nicht, soweit die Produkte vor dem Einbau von Bauteilen in ein Luft-/Raumfahrzeug wieder entfernt werden. Die Angaben in dieser technischen Information stellen allgemeine, nicht verbindliche Richtwerte dar. Keinesfalls beinhalten sie hingegen eine Zusicherung von Eigenschaften oder eine Garantie für die Eignung des Produkts für den Einzelfall.

Wir empfehlen daher, vor dem Einsatz unserer Produkte mit den Ansprechpartnern der FUCHS SCHMIERSTOFFE GMBH ein individuelles Beratungsgespräch über die Einsatzbedingungen in der Anwendung und die Leistungsmerkmale der Produkte zu führen. Dem Anwender obliegt es, die Produkte in der vorgesehenen Anwendung auf deren Funktionssicherheit zu testen und mit der gebotenen Sorgfalt einzusetzen.

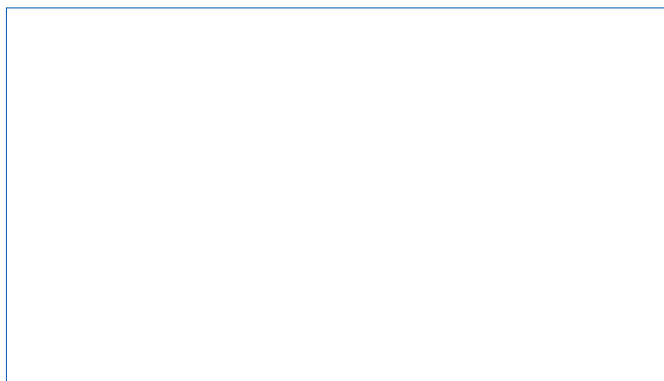
Unsere Produkte werden kontinuierlich weiterentwickelt. Deshalb behalten wir uns das Recht vor, das Produktprogramm, die Produkte und deren Herstellungsprozesse sowie alle Angaben in dieser technischen Information jederzeit und ohne Vorankündigung zu ändern, sofern keine kundenspezifischen Vereinbarungen existieren, die dem entgegenstehen. Alle früheren Veröffentlichungen verlieren mit Erscheinen dieser technischen Information ihre Gültigkeit.

Vervielfältigungen jeder Art und Form bedürfen der vorherigen schriftlichen Genehmigung der FUCHS SCHMIERSTOFFE GMBH.

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
www.fuchs.com/de