

Fachbereich AKTUELL

FBHM-006

Emissionsarme Metallbearbeitung mit Minimalmengenschmierung

Sachgebiet Maschinen, Robotik und Fertigungsautomation
 Stand: 13.08.2021

Die vorliegende Fachbereich AKTUELL gibt einen Überblick über die Untersuchung des Sachgebiets Maschinen, Robotik und Fertigungsautomation (SG MRF) im Fachbereich Holz und Metall der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) zu auftretenden Emissionen bei der Metallbearbeitung mit Minimalmengenschmierung. Außerdem werden Maßnahmen zur emissionsarmen Metallbearbeitung beschrieben und Hilfestellungen zur Bewertung der Gefährdungen am Arbeitsplatz beim Einsatz der MMS gegeben.

Im Bereich der spanenden Metallbearbeitung hält die Minimalmengenschmierung (MMS) zunehmend Einzug und hat sich inzwischen als Alternative zur konventionellen Nassbearbeitung etabliert. Anwenderinnen und Anwender finden auf dem Markt ein breites Angebot an notwendigem Equipment und Informationen zur Einführung dieser neuen Technologie.

Inhalt

1	Emissionen beim Einsatz der Minimalmengenschmierung	2
2	Hinweise zur emissionsarmen Metallbearbeitung mit MMS	6
3	Zusammenfassung und Anwendungsgrenzen	7



Abbildung 1 – Spindelprüfstand mit HSC-Motorspindel für die innere Aerosolzufuhr

Durch die Minimalmengenschmierung lassen sich erhebliche Kosten einsparen. Aufgrund der drastischen Reduzierung der Kühlschmierstoffmenge in den Bereichen “Pflege” und “Entsorgung”, den Hauptverursachern der Kühlschmierstoffkosten, besteht großes Einsparpotenzial.

In Bezug auf den Arbeitsschutz wird gegenüber der Nassbearbeitung eine erhebliche Verringerung der Kühlschmierstoff-Exposition in der Atemluft und auf der Haut der Beschäftigten und an den Arbeitsplätzen generell erreicht.

Bislang weitgehend ungeklärt blieb die Frage nach den freiwerdenden Emissionen am Arbeitsplatz bei der Metallbearbeitung mit Minimalmengenschmierung. Besonders die Entstehung von Spalt- und Pyrolyseprodukten aufgrund der geringen Mengen an Schmierstoff, verbunden mit der vermuteten hohen thermischen Belastung [1], [2] ist weitgehend unerforscht.

1 Emissionen beim Einsatz der Minimalmengenschmierung

Im Rahmen eines gemeinsamen Projekts der ehemaligen Süddeutschen Metall-Berufsgenossenschaft in Zusammenarbeit mit Schmierstoffherstellern und Industrieunternehmen wurden die Emissionen bei der Metallbearbeitung mit MMS untersucht [3]. Außerdem wurden Maßnahmen zur Reduzierung der Emissionen bei der Minimalmengenschmierung als Hilfe zur Erstellung einer Gefährdungsbeurteilung erarbeitet und werden im Folgenden beschrieben.

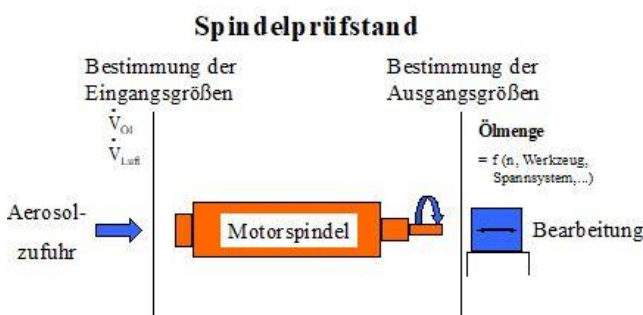


Abbildung 2 –Systematischer Aufbau des Spindelprüfstands

1.1 Laboruntersuchungen

In der ersten Projektphase wurden die ausgewählten Schmierstoffe für die Minimalmengenschmierung im Labor (IFA) in synthetischer Luft auf 400°C und auf 800°C erhitzt (pyrolysiert) und die flüchtigen Komponenten analysiert [4]. Die Pyrolyseversuche dienten zur qualitativen Bestimmung von eventuell auftretenden Gefahrstoffen bei thermischer Belastung der Schmierstoffe während der Bearbeitung im Bereich Werkzeug/Span.

Bei den Pyrolyse-Untersuchungen der eingesetzten Schmierstoffe im Labor wurden qualitativ Spuren von gesättigten und ungesättigten Kohlenwasserstoffen, Aldehyden und Ketonen,

gesättigten und ungesättigten Estern (C 16 – C 25) sowie höherwertigen Alkoholen (> C 15) nachgewiesen. Die Konzentration der nachgewiesenen Pyrolyseprodukte konnte jedoch bei allen Versuchen als sehr gering eingestuft werden.

1.2 Zerspanversuche am Spindelprüfstand

An einem Prüfstand des Fraunhofer Instituts für chemische Technologie wurden Zerspanversuche unter Einsatz der Minimalmengenschmierung mit innerer Zufuhr durchgeführt. Herzstück des Prüfstands ist eine High-Speed-Cutting (HSC)-Motorspindel mit internem Aerosolkanal, einem einachsigen Verfahrtsystem zur Durchführung von Zerspanversuchen und einer Kraftmessplattform zur Erfassung der Schnittkräfte (Abbildungen 1, 2).

Für die Zerspanversuche wurde das Verfahren Bohren ausgewählt. Die Versuche wurden praxisnah unter Variation der Schnittparameter sowie der Werkstoffe (Stahl-, Alu- und Gusswerkstoffe) durchgeführt. Dabei wurden spezielle Spiralbohrer für die Trockenbearbeitung mit zwei inneren Kühlkanälen eingesetzt. (Abbildung 3).

Es wurden zwei Schmierstoffgruppen getestet. Die erste Gruppe setzte sich aus reinen synthetischen Esterölen unterschiedlicher Viskositäten mit günstigen tribologischen Eigenschaften und hoher thermischer Belastbarkeit zusammen. Die zweite Gruppe umfasste verschiedene Schmierstoff-Fertigprodukte, die bereits in der Praxis im Einsatz sind.

Die Emissionsneigung verschiedener Schmierstoffe konnte während der Zerspanung im Innern der Prüfstandsumhausung unmittelbar am Entstehungsort unter reproduzierbaren Bedingungen ermittelt und verglichen werden.

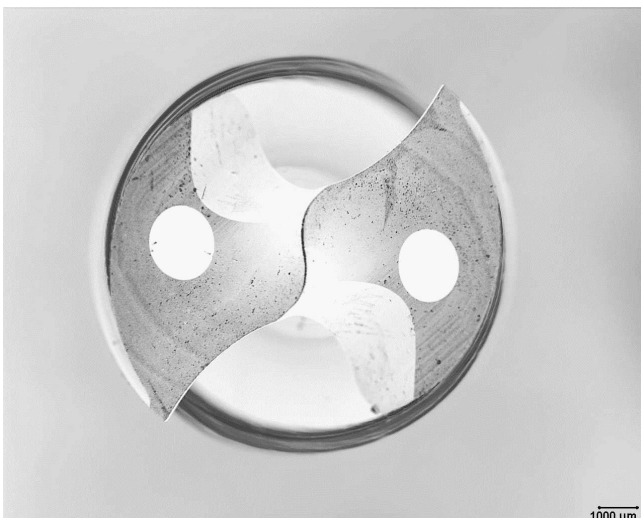
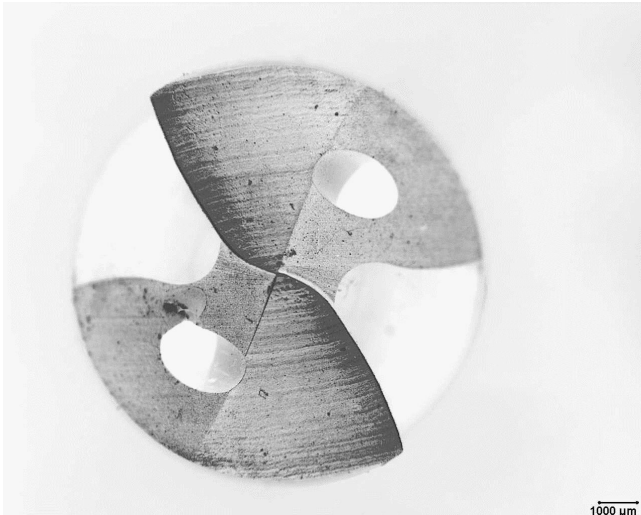


Abbildung 3 –Eingesetzte Spiralbohrer für die Trockenbearbeitung in der Stirnansicht

1.2.1 Emissionen beim Bohren

Nachfolgend sind die über einen Zeitraum von 15 Minuten gemessenen Ölaerosol- und Öldampfemissionen für die Esteröle unter praxisnahen Bedingungen (Vorschubgeschwindigkeit: $V_f = 800 \text{ mm/min}$) aufgeführt (Abbildung 4).

Während der Zerspanversuche wurde besonders bei den dünnflüssigen niedrigviskosen Schmierstoffen ($< 10 \text{ mm}^2/\text{s}$ bei 40°C) eine starke Nebelbildung festgestellt. Die hochviskosen Ester mit einer Viskosität größer als $20 \text{ mm}^2/\text{s}$ bei 40°C zeigten hingegen deutlich geringere Emissionswerte.

KSS-Emissionen; $V_f = 800 \text{ mm/min}$; Jel Bohrer

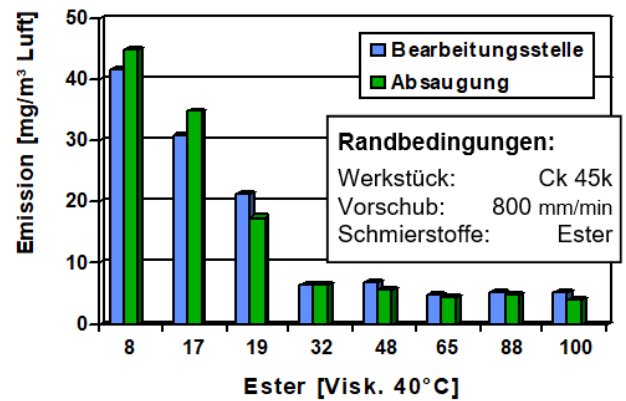


Abbildung 4 – Ölaerosol- und Öldampfemissionen am Zerspanort

KSS-Emissionen; $V_f = 200 \text{ mm/min} - 800 \text{ mm/min}$; Jel Bohrer

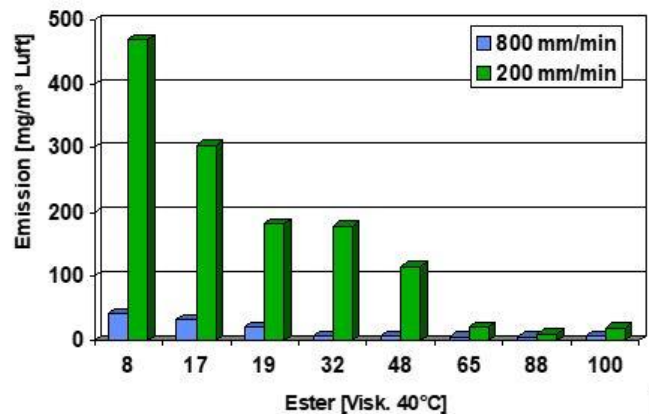


Abbildung 5 –Emissionswerte von Ölaerosol und Öldampf bei Verringerung der Vorschubgeschwindigkeit

Der Einfluss der Zerspanparameter auf das Emissionsverhalten der Schmierstoffe ist in Abbildung 5 exemplarisch für zwei ausgewählte Vorschubgeschwindigkeiten dargestellt. Die Vorschubgeschwindigkeit wurde hierzu von 800 mm/min (Standard) auf 200 mm/min (extrem ungünstig) bei gleichbleibender Schnittgeschwindigkeit reduziert.

Bei der Bearbeitung mit sehr ungünstigen Zerspanparametern steigen die Öldampf- und Ölaerosolemissionen sprunghaft an. Ursache dafür ist die hohe Verweilzeit des Bohrers bei niedriger Vorschubgeschwindigkeit verbunden mit erhöhter thermischer Belastung des Schmierstoffs.

Wie entscheidend die Auswahl der geeigneten Schmierstoffe und der optimalen Bearbeitungsparameter für eine emissionsarme MMS-Bearbeitung ist, wird anhand von Abbildung 6 ersichtlich.

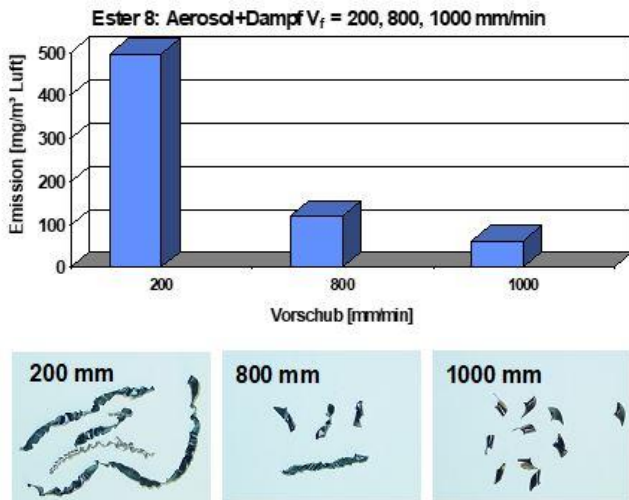


Abbildung 6 – Variation der Vorschubgeschwindigkeit bei Einsatz des Schmierstoffs Ester 8 mit entstehender Spanform

Die Bearbeitung mit optimalen Arbeitsbedingungen infolge hoher Vorschubgeschwindigkeiten bewirkt neben kurzen Bröckelspänen, hoher Schnittleistung und langen Werkzeugstandzeiten gleichzeitig die geringsten Emissionen. Ungünstige Schnittbedingungen (durch Versuche mit reduziertem Vorschub) führen dagegen zu hohen Emissionen bei gleichzeitig ungünstigen Bearbeitungsbedingungen (hier durch lange Späne und hohen Werkzeugverschleiß).

In jüngster Zeit ist zunehmend eine Tendenz festzustellen, sehr dünnflüssige Medien mit niedrigem Flammpunkt ($< 100^\circ\text{C}$) einzusetzen, die nach der Bearbeitung möglichst rückstandsfrei verdampfen sollen. Um das Emissionsverhalten dieser Schmierstoffe zu beurteilen, wurde eine Probe mit sehr geringer Viskosität ($3 \text{ mm}^2/\text{s}$ bei 40°C) im Vergleich getestet. Das Ergebnis dieser Untersuchungen ist in Abbildung 7 dargestellt.

Die gemessenen Emissionen bei dem niedrigviskosen Öl übersteigen die Werte der herkömmlichen Produkte um ein Vielfaches. Hier wird deutlich, wie negativ sich niedrigviskose Produkte aufgrund ihrer sehr hohen Emissionen insbesondere wegen der hohen Dampfanteile auf die Gesamtsituation am Arbeitsplatz auswirken können. Hochviskose Produkte sollten daher bevorzugt eingesetzt werden.

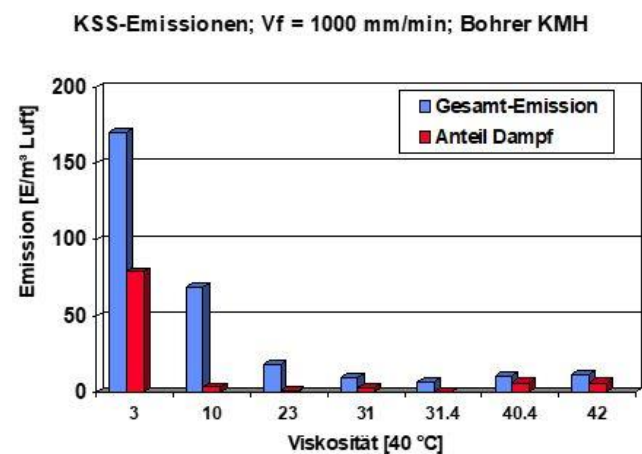


Abbildung 7 – KSS-Emissionen Fertigprodukte; Vorschub: 1000 mm/min

1.2.2 Pyrolyseprodukte beim Bohren

Unter praxisnahen Schnittbedingungen wurden nur geringste Konzentrationen von Pyrolyseprodukten festgestellt. Bei starker thermischer Belastung des Schmierstoffs („Worst Case“ Fall durch Fehlbedienung, Störung) wurden etwas höhere Werte gemessen. Auch hier zeigten die hochviskosen Medien eine deutlich geringere Neigung zur Pyrolyse als die dünnflüssigen, niedrigviskosen Schmierstoffe. Die gemessenen Konzentrationen liegen jedoch selbst in unmittelbarer Nähe des Entstehungsorts in einer Größenordnung von maximal $0,1 \text{ mg}/\text{m}^3$ und sind somit als unkritisch zu betrachten.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass bei allen getesteten Schmierstoffen auch unter extremen Bedingungen bei starker thermischer Belastung im Prüfstand sehr niedrige Konzentrationen der Pyrolyseprodukte gemessen

wurden. Die Bildungstendenz von Pyrolyseprodukten bei der Minimalmengenschmierung kann daher als sehr gering eingestuft werden.

1.3 Expositionsmessungen in der Praxis

Im Rahmen eines Sondermessprogramms wurden Expositionsmessungen an Arbeitsplätzen mit MMS-Bearbeitung an Werkzeugmaschinen in der Produktion durchgeführt. Bei diesen Erhebungen wurden jeweils Messungen personengetragen, stationär am Bedienpult der Maschine sowie im Arbeitsinnenraum der Maschine vorgenommen (Abbildungen 8, 9).

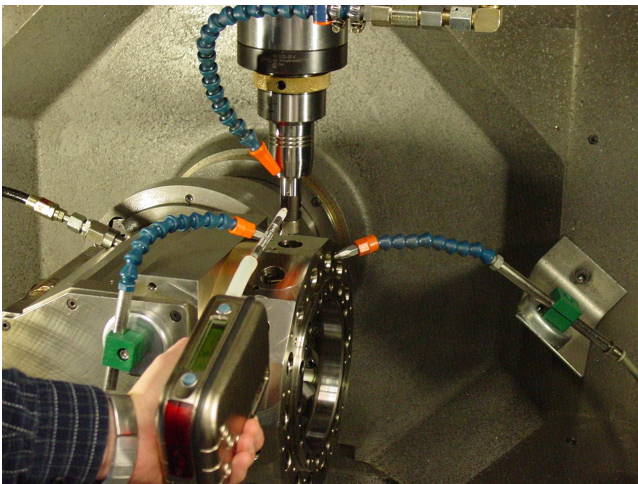


Abbildung 8 – Bestimmung der CO-Konzentration mit direktanzeigendem Messgerät

Beim Zerspanen von Werkstoffen mit Minimalmengenschmierung an Werkzeugmaschinen in der Produktion haben sich Kühlschmierstoffdampf und -aerosole als expositionsbestimmende Komponente herauskristallisiert. Aldehyde (Formaldehyd) wurden lediglich in Spuren ($\ll 1\%$ des ehemaligen Luftgrenzwerts) in Einzelfällen nachgewiesen.

Es wurden insgesamt 16 umfangreiche Messserien in Arbeitsbereichen in der Praxis durchgeführt. In keinem der vorliegenden Fälle wurde eine Überschreitung der Luftgrenzwerte festgestellt. Die gemessenen Konzentrationen im Arbeitsbereich waren derart gering, dass insgesamt in 11 Fällen der Befund „Dauerhaft sichere

Einhaltung des ehemaligen Luftgrenzwerts“ und in fünf Fällen der Befund „Einhaltung des Luftgrenzwerts“ vergeben werden konnte.

Die Hälfte der ermittelten Messwerte lagen mit $1,4 \text{ mg/m}^3$ deutlich unter 15% des ehemaligen Luftgrenzwerts für Kühlschmierstoffe. In 95% der Fälle wurde die Hälfte des Grenzwerts von 5 mg/m^3 nicht überschritten.

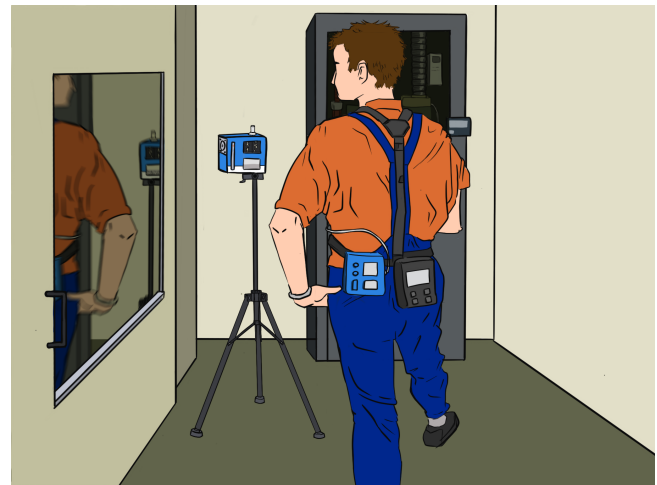


Abbildung 9 – Expositionsmessungen durch Messgeräte, personengetragen und stationär am Bedienpult

1.4 Zusammenfassung

Alle Untersuchungen und Erkenntnisse haben gezeigt, dass durch den sinnvollen Einsatz der Minimalmengenschmierung eine emissionsarme Metallbearbeitung mit Verringerung des hautschädigenden Potenzials möglich ist.

Allerdings ist dazu eine Gesamtbetrachtung des Systems notwendig. Eine prozesssichere Bearbeitung wird dann erreicht, wenn die Elemente Schmierstoff, Werkzeug, Dosiergerät und Maschine für die Minimalmengenschmierung geeignet und optimal aufeinander abgestimmt sind.

Eine ausführliche Beschreibung weiterer Ergebnisse sowie Hinweise zur MMS-Bearbeitung sind in dem Projektbericht „Gefährdungsbeurteilung

bei der Trockenbearbeitung metallischer Werkstoffe“ enthalten. Der Projektbericht und die DGUV Information 213-723 „BG/BGIA Empfehlungen für die Gefährdungsbeurteilung nach der Gefahrstoffverordnung – Minimalmengenschmierung bei der Metallzerspanung“ [5] stehen im Internet unter www.dguv.de als Download zur Verfügung.

2 Hinweise zur emissionsarmen Metallbearbeitung mit MMS

In der DGUV Information 213-723 „BG/BGIA- Empfehlungen für die Gefährdungsbeurteilung nach der Gefahrstoffverordnung – Minimalmengenschmierung bei der Metallzerspanung“ sind die Kriterien für eine Einhaltung der Luftgrenzwerte im Arbeitsbereich festgelegt. Auf Kontrollmessungen nach TRGS 402 [6] kann bei Einhaltung der folgenden Bedingungen verzichtet werden:

2.1 Auswahl der Schmierstoffe

Für die emissionsarme Metallbearbeitung mit MMS ist die richtige **Auswahl des Schmierstoffs** von entscheidender Bedeutung. Zur Minimierung von Emissionen sollen Schmierstoffe mit toxikologischer und dermatologischer Unbedenklichkeit, mit möglichst gutem Schmiervermögen und hoher thermischer Belastbarkeit eingesetzt werden. Synthetische Esteröle und Fettalkohole mit niedrigem Verdampfungsverhalten, toxikologischer Unbedenklichkeit und einem hohen Flammpunkt haben sich in der Praxis besonders bewährt [7], [8].

Als Richtwerte zur Auswahl eines emissionsarmen Schmierstoffs haben sich besonders der **Flammpunkt** (DIN EN ISO 2592) [9] sowie der **Verdampfungsverlust Noack bei 250°C** (DIN 51581-1) [10] bewährt. Der Schmierstoff sollte einen Flammpunkt von mindestens 150°C, einen Verdampfungsverlust bei 250°C von maximal

65 % sowie eine Viskosität bei 40°C von > 10 mm²/s aufweisen (DIN 51562-1) [11].

Viskosität bei 40C DIN 51562-1	Flammpunkt offener Tiegel DIN EN ISO 2592	Verdampfungsverlust Noack 250° C DIN 51581-1
[mm ² /s]	[°C]	[%]
> 10	> 150	< 65

Tabelle 1 – Richtwerte zur Auswahl eines emissionsarmen Schmierstoffs

Für die Minimalmengenschmierung eher nicht einzusetzen sind:

- Wassergemischte Kühlschmierstoffe und deren Konzentrate
- Schmierstoffe mit organischen chlor- oder zinkhaltigen Additiven
- Schmierstoffe, die nach Gefahrstoffverordnung kennzeichnungspflichtig sind
- Produkte auf Basis mineralischer Grundöle im KSS > 3 ppm Benzo[a]pyren
- Native Ester (Rapsöl, Rüböl) mit Neigung zur Verharzung an Aggregaten, Führungen sowie Alterung/Verharzung wegen geringer Oxidations- und Hydrolysestabilität.
- Ethanol (auch Brennspritus oder Ethylalkohol genannt)

2.2 Anforderungen an Dosiersysteme

Von besonderer Bedeutung für die Prozesssicherheit und Emission ist die Gewährleistung der kontinuierlichen Zufuhr des Schmiermittels an die Wirkstelle, ohne Unterbrechung. Für die Zuführung und Dosierung des Schmiermittels sind daher nur sichere Systeme zu verwenden, die folgende Anforderungen erfüllen:

- Einstellung der Parameter (zum Beispiel Menge und Druck) nach Vorgabewerten in Abhängigkeit vom Verfahren, vom Werkstoff und von den Bearbeitungsparametern möglich
- Exakte und vibrationsunempfindliche Ausrichtungsmöglichkeit der Düse(n) relativ zur Wirkstelle möglich
- Überwachung der MMS-Funktion (zum Beispiel Füllstand, Medientransport und Druckluft) möglich
- Sprühbild der Düse:
 - Angabe günstiger Systemeinstellgrößen zur Minimierung der Nebelbildung
 - Zielgerichtete Benetzung (Angabe der Wirkbereiche der Düse)
- Angabe des im System verwendbaren Viskositätsbereichs bei 40° C
- Verlustfreier Medientransport bis zur Übergabestelle Düse oder Werkzeug gewährleistet (keine Leckagen)
- Komponenten und Dichtungen resistent gegenüber den eingesetzten Medien in Abstimmung auf den Einsatzfall
- Kleinste Einstellung zur Realisierung trockener Werkstücke und Späne (Skalierung < 10 ml/h) möglich
- Kontinuierliche Zufuhr des Schmierstoff-Mediums gewährleistet (keine Aussetzer, Unterbrechungen)
- Schnelles Ansprechverhalten und Medienverfügbarkeit an der Zerspanstelle, auch bei längeren Stillstandszeiten
- Geringe Lärmentwicklung im Betrieb (< 75 dB [A])

2.3 Anforderungen an die Werkzeuge

Als Basis zur störungsfreien prozesssicheren Metallbearbeitung ist die Auswahl des passenden Werkzeugs von entscheidender Bedeutung [12]. Deshalb sollten für die Minimalmengenschmierung geeignete und vom Hersteller freigegebene Werkzeuge verwendet werden. Hierbei sind die vom Werkzeughersteller vorgegebenen Schnittparameter

(Drehzahl, Schnittgeschwindigkeit, Vorschub) einzuhalten.

2.4 Hautschutz

Durch den Einsatz der Minimalmengenschmierung lässt sich gegenüber der konventionellen Nassbearbeitung eine Verringerung des hautschädigenden Potenzials erreichen.

Lässt sich der unmittelbare Hautkontakt zu Kühlschmierstoffen nicht vermeiden, sind entsprechende Hautschutzmaßnahmen durchzuführen.

- Erstellen eines Hautschutzplans (Hautschutzplan B für nichtwassermischbare Kühlschmierstoffe gemäß DGUV Information 209-022) [13].
- Hautkontakt durch Einsatz von Hilfswerkzeugen vermeiden.
- Gefährdete Hautpartien durch Schutzkleidung schützen (DGUV Regel 112-189 [14]).
- Soweit nicht an rotierenden Maschinen gearbeitet wird, Einsatz von beständigen Schutzhandschuhen (DGUV Regel 112-195 [15]).
- Bereitstellen von Hautschutz-, Hautreinigungs- und Hautpflegemitteln (DGUV Information 212--17 [16], DGUV Information 209-022, DGUV Regel 109-003) [17].
- Schulung der Beschäftigten zum Benutzen der Hautschutzmittel.

3 Zusammenfassung und Anwendungsgrenzen

Diese „Fachbereich AKTUELL“ beruht auf dem durch den Fachbereich Holz und Metall (FBHM), Sachgebiet Maschinen, Robotik und Fertigungsautomation (SG MRF) der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) zusammengeführten Erfahrungswissen über die auftretenden Emissionen beim Einsatz der Minimalmengenschmierung während der spanenden Metallbearbeitung.

Die Bestimmungen nach einzelnen Gesetzen und Verordnungen bleiben durch diese „Fachbereich AKTUELL“ unberührt. Die Anforderungen der gesetzlichen Vorschriften gelten uneingeschränkt.

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

Diese „Fachbereich AKTUELL“ ersetzt die gleichnamige Fassung, herausgegeben als Fachausschuss-Informationsblatt Nr. 006, Ausgabe 07/2005. Aktualisierungen wurden infolge redaktioneller Anpassungen erforderlich.

Der Fachbereich Holz und Metall setzt sich unter anderem zusammen aus Vertretern und Vertreterinnen der Unfallversicherungsträger, staatlichen Stellen, Sozialpartnern, herstellenden und betreibenden Firmen.

Weitere „Fachbereich AKTUELL“ oder Informationsblätter des Fachbereichs Holz und Metall stehen im Internet zum Download bereit [18].

Literatur:

- [1] Blaszkewicz, Kleber, Föllmann, Lucas: Methoden zur Erfassung der Expositionssituation von Menschen beim Umgang mit verschiedenen Kühlschmierstoffen; VDI Berichte Nr. 1458, 1999.
- [2] D. Hörner: Kühlschmierstoffe für die Minimalmengenschmierung. VDI-Tagung, März 1997, S. 203 ff. II
- [3] D. Stäbler, M. Schönwald, H. Sefrin, M. Wolf: Gefährdungsbeurteilung bei der Trockenbearbeitung metallischer Werkstoffe; Projekt-Abschlussbericht der Süddeutschen Metall Berufsgenossenschaft, März 2003
- [4] N. Lichtenstein, K. Quellmalz: Gasförmige Schadstoffe bei der thermischen Verarbeitung von Kunststoffen. Staub-Reinhaltung der Luft 43 (1983)
- [5] DGUV Information 213-723 „BG/BGIA-Empfehlungen für die Gefährdungsbeurteilung nach der Gefahrstoffverordnung – Minimalmengenschmierung bei der Metallzerspannung“, Ausgabe 06/2009, DGUV Berlin
- [6] Technische Regeln für Gefahrstoffe, TRGS 402 „Ermittlung und Beurteilung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen“, Ausgabe: Februar 2010, zuletzt geändert und ergänzt: GMBI. 2016 S. 843-846 vom 21.10.2016 [Nr. 43], BAUA
- [7] H. Sefrin: Minimalmengenschmierung. Einsatzerfahrung in der Praxis. Tribologie und Schmierungstechnik, Ausgabe 3/1999 Nr. 46.
- [8] C. Freiler: Erfahrungen mit Produkten auf Basis nativer Ester. Deutsches Kühlschmierstoff-Forum „Kühlschmierstoffe im Umbruch“ 20.11.1997 Bad Nauheim
- [9] DIN EN ISO 2592:2018-01 „Mineralöl-erzeugnisse und verwandte Produkte - Bestimmung des Flamm- und Brennpunktes – Verfahren mit offenem Tiegel nach Cleveland“; Beuth-Verlag, Berlin
- [10] DIN 51581-1:2011-09 „Prüfung von Mineralölerzeugnissen – Bestimmung des Verdampfungsverlustes – Teil 1: Verfahren nach Noack“; Beuth-Verlag, Berlin
- [11] DIN 51562-1:1999-01 „Viskosimetrie – Messung der kinematischen Viskosität mit dem Ubbelohde-Viskosimeter – Teil 1: Bauform und Durchführung der Messung“; Beuth-Verlag, Berlin
- [12] Sefrin: Minimalmengenschmierung: Tipps und Information für den Anwender, SMBG Mitteilungsblatt Nr. 1/2000

[13] DGUV Information 209-022 „Hautschutz an Holz- und Metallarbeitsplätzen“, Ausgabe 01/2021, DGUV, Berlin

[14] DGUV Regel 112-189 „Benutzung von Schutzkleidung“, Ausgabe 04/1994, aktualisiert 10/2007, DGUV, Berlin

[15] DGUV Regel 112-195 „Benutzung von Schutzhandschuhen“, Ausgabe 10/1995, aktualisiert 10/2007, DGUV Berlin

[16] DGUV Information 212-017 „Auswahl, Bereitstellung und Benutzung von beruflichen Hautmitteln“, Ausgabe 6/2019, DGUV Berlin

[17] DGUV Regel 109-003 „Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen“, Ausgabe 05/2009, aktualisiert 3/2011, DGUV Berlin

[18] Internet: www.dguv.de/fb-holzundmetall, Publikationen oder www.bghm.de Webcode: <626>

Bildnachweis:

Die in dieser „Fachbereich AKTUELL“ gezeigten Bilder

Abbildung 1 – Spindelprüfstand mit HSC-Motorspindel für die innere Aerosolzufuhr

Abbildung 2 – Systematischer Aufbau des Spindelprüfstands

Abbildung 3 – Eingesetzte Spiralbohrer für die Trockenbearbeitung in der Stirnansicht

Abbildung 4 – Ölaerosol- und Öldampfemissionen am Zerspanort

Abbildung 5 – Emissionswerte von Ölaerosol und Öldampf bei Verringerung der Vorschubgeschwindigkeit

Abbildung 6 – Variation der Vorschubgeschwindigkeit bei Einsatz des Schmierstoffs Ester 8 mit entstehender Spanform

Abbildung 7 – KSS-Emissionen Fertigprodukte; Vorschub: 1000 mm/min

Abbildung 8 – Bestimmung der CO-Konzentration mit direktanzeigendem Messgerät

Abbildung 9 – Expositionsmessungen durch Messgeräte, personengetragen und stationär am Bedienpult

wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von:

BGHM, FB HM, SG MRF, Sefrin

Tabellennachweis:

Tabelle 1 – Richtwerte zur Auswahl eines emissionsarmen Schmierstoffs

Herausgeber

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
Fax: 030 13001-9876
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Sachgebiet Maschinen, Robotik und Fertigungsautomation im Fachbereich Holz und Metall der [DGUV www.dguv.de](http://www.dguv.de)
Webcode: d544779

Die Fachbereiche der DGUV werden von den Unfallkassen, den branchenbezogenen Berufsgenossenschaften sowie dem Spitzenverband DGUV selbst getragen. Für den Fachbereich Holz und Metall ist die Berufsgenossenschaft Holz und Metall der federführende Unfallversicherungsträger und damit auf Bundesebene erster Ansprechpartner in Sachen Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit für Fragen zu diesem Gebiet.