

Minimalmengenschmierung



Dieses Infoblatt wurde im Rahmen des Abfallberatungsprogramms BIVA erstellt, das vom Hessischen Umweltministerium von 1993 bis 1998 finanziert wurde. Es wurde zuletzt 02.2009 von W. Denz aktualisiert, der seinerzeit das BIVA-Programm leitete (Kontakt s. letzte Seite).

Die Erfahrungen aus rund 2.900 BIVA-Betriebsberatungen zum „Kosten sparen durch Umweltschutz“ und vielen weiteren PIUS-Projekten sind in dieses und 50 weitere BIVA-Infoschriften eingeflossen, die von Wilfried Denz Umweltberatung bezogen werden können.

A. Herkömmliche Kühlschmierstoff-Anwendung

Kühlschmierstoffe dienen zur Steigerung der Produktivität und Wirtschaftlichkeit in der spanenden Metallverarbeitung. Ihre Hauptaufgaben sind die Kühlung und die Schmierung. Im einzelnen führt die Verwendung von Kühlschmierstoffen zu:

- einer Erhöhung der Zerspanungsleistung,
- einer Verlängerung der Werkzeugstandzeiten,
- einer Verbesserung der Beschaffenheit der Werkstückoberfläche,
- einer Senkung der Schnittkräfte und
- einem verbesserten Abtransport der Späne.

Bei der herkömmlichen Kühlschmierstoff-Anwendung werden das Werkstück und das Werkzeug mit Kühlschmierstoffemulsion überflutet. Auch wenn kein Werkzeug im Eingriff ist, wird die Kühlschmierstoff-Zufuhr in der Regel nicht unterbrochen. Es werden so z.B. beim Drehen rund 2000 l Kühlschmierstoff pro Stunde umgepumpt. Eine Kopplung der Kühlschmierstoff-Zufuhr mit der Werkzeugmaschinensteuerung kann die Umlaufmengen in einem ersten Schritt bereits beträchtlich senken.

Kosten

Der Kühlschmierstoffeinsatz verursacht hohe Kosten, die sich aufgliedern in:

- Anschaffungskosten (KSS-Konzentrat und Wasser; Lagerhaltung),
- Entsorgungskosten,
- Aufwendungen für Peripherie-Geräte (Zuleitungen, Pumpen etc.) sowie
- Kosten für Wartung, Pflege und Personal.

Die Kühlschmierstoffkosten können einen Anteil von bis zu 20 % der Produktionskosten ausmachen. Die anteiligen Werkzeugkosten liegen in einer Größenordnung von lediglich 3 - 5 %. Ein Vergleich dieser Zahlen verdeutlicht die Möglichkeiten einer Kostenreduktion durch einen optimierten Kühlschmierstoffeinsatz. Dieser kann mit Hilfe abfallarmer Produktionsverfahren, wie der Anwendung der Minimalmengenschmierung, realisiert werden.

B. Grundlagen der Minimalmengenschmierung

Die Philosophie der Minimalmengenschmierung - auch oft bezeichnet als Minimalmengen Kühlschmierung oder Sprühnebelschmierung - kann beschrieben werden als eine Abkehr von dem Grundsatz:

"Viel hilft viel" hin zu der Erkenntnis: **"Soviel wie nötig, nicht mehr als notwendig"**. Mit Hilfe moderner Dosiertechnik wird die eingesetzte Schmierstoffmenge auf das unbedingt notwendige Maß reduziert. Sie wird in sehr kleinen Mengen der Wirkstelle direkt oder fein zerstäubt in einem Druckluftstrom mit Hilfe von Düsensystemen zugeführt. Auf dem Werkzeug - oder dem Werkstück - wird ein

feiner Schmiermittelfilm gebildet. Ziel ist es, durch effiziente Schmierung die Reibung und somit die Wärmeentwicklung zu minimieren. Die Minimalmengenschmierung ist eine Verlust- oder Verbrauchschmierung, d.h. der eingesetzte Kühlschmierstoff wird während der Bearbeitung nahezu vollständig verdampft. Die an der Wirkstelle entstehende Wärme wird dem System durch die kühlende Wirkung des Druckluftstromes und durch die Verdampfung des Schmiermittels weitgehend entzogen.

Im Vergleich zur Verwendung herkömmlicher Kühlschmierstofföle und -emulsionen führt die nahezu reststofffreie Verflüchtigung der verwendeten Medien im Bearbeitungsprozess zu einer Reihe von ökologischen und ökonomischen Vorteilen der Minimalschmiertechnik. Das Sonderabfallaufkommen wird vermieden und die Kosten für das Kühlschmierstoff-Handling werden erheblich reduziert.

Die folgende Aufzählung gliedert die Vorteile im einzelnen:

- keine Entsorgung verbrauchter Kühlschmierstoffe,
- problemloses Recycling und gesteigerter Wiederverkaufswert der Späne, da kaum anhaftendes Öl,
- es entstehen keine Kosten für die Pflege und Überwachung der Kühlschmierstoff-Bäder,
- es ist in der Regel keine Reinigung (Entfettung etc.) der Werkstücke notwendig.

Das heißt:

- keine Entsorgung verschmutzter Reiniger,
- Einsparung der Anlagentechnik zur Entfettung,
- Optimierung des Fertigungsablaufes (Einsparung von Zeit und Arbeitskraft) und
- Erhöhung der Werkzeugstandzeiten um ca. 10%.

C. Anwendungen

Die Technik der Minimalmengenschmierung wird seit vielen Jahren erfolgreich eingesetzt bei den Bearbeitungsverfahren Stanzen, Biegen und Sägen. Bis auf das Tieflochbohren können auch die gängigen Bohrverfahren mit der Minimalmengenschmierung ausgeführt werden. Weitere Anwendungen sind das Fräsen und das Gewindeschneiden. Probleme bereiten Bearbeitungsverfahren, bei denen die Werkzeugschneide ununterbrochen im Eingriff ist, wie z.B. beim Drehen. In Abhängigkeit vom zu bearbeitendem Werkstoff kann diese Technik aber auch hier Verwendung finden. Bei Bearbeitungszentren ist die MMS wegen der Kollisionsgefahr beim Werkzeugwechsel nur bedingt einsetzbar.

Bearbeitungsverfahren	Erfahrungen	Bemerkungen
Sägen, Band- und Kreis-sägen	gute Erfahrungen	Späneabfuhr muss gesichert sein
Stanzen, Feinstanzen, Nibbeln	gute Erfahrungen, auch für große Materialstärken	Probleme bei großen Mehrfachverbundwerkzeugen wegen unzugänglicher Schnittstempel
Bohren, Gewindeschneiden	gute Erfahrungen vorwiegend im NE-Bereich	Tieflochbohren wegen Späneabfuhr nicht realisierbar
Umformverfahren, Biegen, Pressen, Prägen	Erfahrungen vorwiegend beim Biegen von Rohren	anwendungsspezifische KSS erforderlich
Fräsen	Erfahrungen vorwiegend mit Al (-Legierungen)	Späneabfuhr und exakte KSS-Aufbringung müssen gesichert sein
Räumen, Drehen, Schleifen, Läppen	positive Technikums-Erfahrungen	
Reiben, Honen, Fließpressen, Drahtziehen	keine oder negative Erfahrungen	

D. Dosiersysteme

Minimalmengenschmierungsgeräte werden von einer Reihe von Herstellern auf dem deutschen Markt angeboten. Der Kunde kann zwischen einer Vielzahl von Sprühsystemen wählen. Die Geräte sind einfach und kompakt aufgebaut. Auch an älteren Bearbeitungsmaschinen können die Systeme nachgerüstet werden.

In der Folge seien die Wirkprinzipien der verschiedenen Dosiersysteme kurz dargelegt.

1. Aufsprühen reinen Schmierstoffs

Der Schmierstoff fließt aus einem Vorratsgefäß in eine Dosiereinheit, die eine bestimmte Menge Schmierstoff aufnehmen kann. Zielgerichtet, beschleunigt mit Hilfe eines Druckluftkolbens oder eines Druckluftimpulses, tritt der Schmierstoff aus einer Düse aus und wird auf die Wirkstelle aufgebracht.

2. Niederdruck-Sprühsystem

Nach dem Injektor-Prinzip arbeitende Sprühdüsen werden mit sehr geringen Luftdrücken, < 1 bar, beschickt. Der Schmierstoff wird aufgrund der Düsenform (Prinzip einer Venturi-Düse) angesaugt und tröpfchenweise zerstäubt.

3. Überdruck-Sprühsysteme

Die Überdruck-Sprühsysteme arbeiten mit Systemdrücken von ca. 4 - 6 bar. Zur Förderung des Schmierstoffes im System werden zwei Techniken angewendet:

- Förderung des Schmiermittels durch einen mit Druckluft beaufschlagten Bevorratungsbehälter.
- Förderung des Schmiermittels durch die Verwendung von Dosierpumpen, z.B. Kolbenpumpen.

Unterschieden werden müssen bei den Überdruck-Sprühsystemen solche mit axialer und koaxialer Mischung bzw. Zuführung der Medien Luft und Schmierstoff.

Axiale Mischung bzw. Zuführung von Luft und Schmierstoff

Eine definierte Menge des Schmiermittels wird in einem Druckluftstrom zerstäubt. Das Schmiermittel/Luft-Gemisch wird daraufhin über eine Düse dem Bearbeitungsprozess zugeführt. Zu beachten ist bei diesem Verfahren, dass die Vermischung von Luft- und Schmiermittelstrom möglichst unmittelbar vor Eintritt in die Düse erfolgt, um ein gleichmäßiges Sprühbild garantieren zu können. Lange Transportwege des Gemisch-Stromes können zu Ungleichmäßigkeiten im Sprühbild führen.

Koaxiale Mischung bzw. Zuführung von Luft und Schmierstoff

Das Schmiermittel und die Luft werden in zwei koaxial angeordneten, d.h. ineinandergeschobenen Zuführungsschläuchen zum Düsensystem geleitet.

Es können zwei Bauformen koaxialer Düsen unterschieden werden:

- a. Wie in Abbildung 1 dargestellt ist, wird der im inneren Zuführschlauch geförderte Schmierstoff in einer koaxialen Düse durch die umströmende Druckluft zerstäubt. Ein sich ausbildender Luftmantel soll die Entstehung von Sprühnebeln minimieren.
- b. Die in die Düse einströmende Druckluft wird in zwei Nebenströme aufgeteilt. Ein Nebenstrom dient zur Zerstäubung des Schmierstoffes in einer Mischkammer. Der zweite Nebenstrom umgibt das Luft/Schmierstoff-Gemisch beim Austritt aus der Mischkammer als ringförmiger Luftmantel. Ziel dieser Verfahrensweise ist eine Verringerung der Sprühstrahl-Ausweitung sowie eine Minimierung der Nebelbildung.

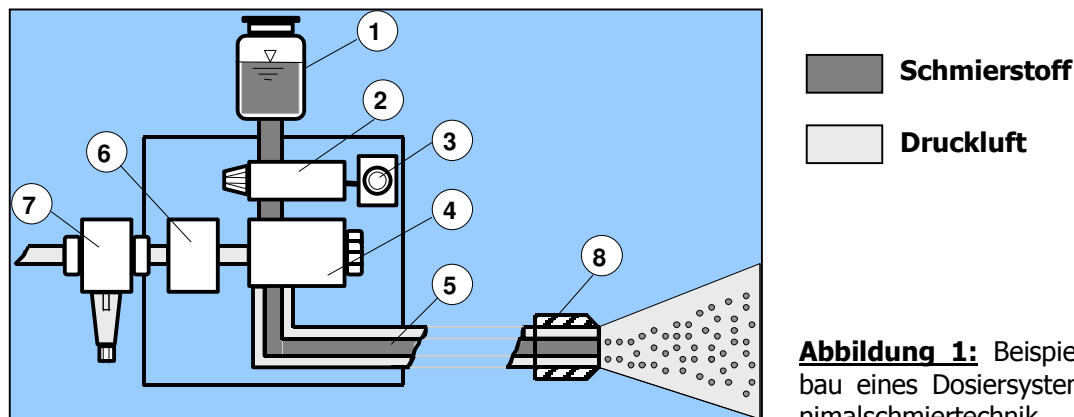


Abbildung 1: Beispielhafter Aufbau eines Dosiersystemes der Minimalmenschmiertechnik.

In Abbildung 1 sind beispielhaft die Komponenten eines Dosiersystemes der Minimalmengenschmier-technik dargestellt. Abgebildet ist ein System mit koaxialer Zuführung von Schmierstoff und Luft.

1. Schmierstoffvorratsbehälter
2. Dosierpumpe
3. Taktgeber
4. Luftverteiler mit Sprühluft-Regulierschraube
5. Konzentrische Zuführung von Schmierstoff und Druckluft
6. elektrisch/pneumatisches Ventil
7. Druckluftversorgung; Druckminderer mit Entwässerung
8. Düse (koaxiale Bauform)

Der Schmierstoff fließt aus dem Schmierstoff-Vorratsbehälter (1) in das Dosiersystem. Im dargestellten System wird der Schmierstoff mit Hilfe einer Dosierpumpe (2) zur Düse gefördert. Bei den Dosierpumpen handelt es sich um Kolbenpumpen. Der Kolbenhub und somit die Fördermenge der Pumpen kann mit einer Einstellschraube in kleinen Schritten verändert werden. Der Dosierpumpe angegliedert ist in der Regel ein Taktgeber (3). Der Taktgeber erlaubt die Steuerung der Kolbenpumpe. Vorgegeben wird der Zeitabstand zwischen zwei Hüben der Pumpe. Neben dem Schmierstoff wird dem Dosiersystem Druckluft zugeführt. Die Druckluft wird zur Einstellung des Druckes und zur Entwässerung über einen Druckminderer (7) geführt. Ein elektrisch oder auch pneumatisch betätigtes Ventil (6) regelt die Luftzuführung. Ein Luftverteiler (4) leitet den Schmierstoff- und Luftstrom in einen zweiadrigen, koaxialen Zuführungsschlauch (5). Die innere Ader des Zuführungsschlauches führt den Schmierstoff und die äußere Ader die Druckluft. Am Luftverteiler (4) ist eine Feineinstellung der Sprühluft mit Hilfe einer Regulierschraube möglich.

Die Preise der Geräte gliedern sich entsprechend den Anforderungen an das Dosiersystem, also an der gerätetechnischen Ausrüstung der Anlagen. Die Gerätepreise liegen in einem Bereich von ca. 600,- bis 3.000,- €. Für ein System mittlerer Ausstattung sind Kosten im Bereich von 2.000,- € zu veranschlagen. Diese Preise gelten für Systeme, die mit einer Düse ausgestattet sind. Weitere Düsen erhöhen die Grundpreise erheblich.

E. Schmierstoffe

Eingesetzt werden vornehmlich Schmierstoffe auf der Grundlage pflanzlicher (nativer) und synthetischer Öle. Häufig verwendet werden Fettalkohole und Fettsäureester.

Die Preise für diese Schmierstoffe übersteigen das Preisniveau der herkömmlichen Schmiermittel deutlich. Jedoch aufgrund des sehr geringen Schmiermittelverbrauches von ca. 20 bis 80 Millilitern pro Stunde fallen die relativ hohen Literpreise bei einer Gesamtkostenrechnung nicht ins Gewicht.

F. Hinweise

Weiterführende Informationen zum Einsatz von KSS bei der Metallbe- und –verarbeitung sind im Leitfaden 'Kosten- und Abfallreduktion beim Einsatz von Kühlschmierstoffen' sowie in weiteren unter www.denz-umweltberatung.de und www.pius-info.de abrufbaren Infoschriften enthalten.

Informationen zu diesem Infoblatt und zum BIVA-Beratungsprogramm erhalten Sie bei:

*Umweltberatung Wilfried Denz
Gasselstiege 231, 48159 Münster
Fax. 0251/23908906
e-mail: w.denz@muenster.de
www.denz-umweltberatung.de*

© **Hinweis zum copyright:** Das Kopieren und Weitergeben der Datei oder von Ausdrucken der Datei wird hiermit ausdrücklich erlaubt. Sie können den Text oder Auszüge aus dem Text auch in anderen Texten / Dateien / Veröffentlichungen verwenden, wenn Sie die Quelle nennen und ein Belegexemplar an W. Denz senden.