

Minimalmengenschmierung einfach erklärt.

Mit der Minimalmengenschmierung (MMS) benötigt man im Großen und Ganzen bei gleicher Leistung weniger Energie, was konsequenterweise zu geringeren Kosten führt. Durch den Verzicht auf größere Mengen an Schmiermittel sinken die Kosten zusätzlich für Anschaffung, Lagerung, Versorgung, Wartung und Entsorgung des Kühlschmierstoffs. Aber was kann die Technik?

Bis etwa zum Jahr 1995 lag das Hauptaugenmerk bei der Optimierung der Produktion ausschließlich auf der Steigerung der Produktivität. Durch den dann folgenden Wandel im Umweltbewusstsein der Menschen rückte die Ressourceneffizienz verstärkt in den Fokus der Wissenschaft. Die Minimalmengenschmierung (MMS) war hierbei schon früh eines der neuen Forschungsgebiete. Denn zu erwarten war mit der MMS eine Bearbeitung ohne Leistungseinbußen bei gleichzeitig:

geringerem Energiebedarf als bei konventionellem KSS (Kühlschmierstoff)

enormer Kostenersparnis durch Verzicht auf KSS: keine Anschaffung – keine Lagerung – keine Versorgung – keine Wartung – keine Entsorgung

geringeren Wartungskosten durch einfachere Maschinenreinigung

höherer Arbeitssicherheit aufgrund geringer Emissionen, da keine verderblichen, gesundheitsgefährdenden Schmiermittel

Wegfall des Sondermüllentsorgungskosten

Definition Minimalmengenschmierung

Die enorme Reduzierung der Schmierstoffmenge gegenüber den verwendeten Umlaufmengen herkömmlicher Kühlschmierstoffsysteme ist das wesentliche Merkmal der Minimalmengenschmierung. Im Gegensatz zur konventionellen Überflutungsschmierung werden bei der Minimalmengenschmierung nur wenige Milliliter (ml) pro Stunde an Schmierstoff für den Zerspanprozess benötigt.

In der Literatur existiert keine allgemein gültige Definition der Minimalmengenschmierung. Prinzipiell gilt aber, dass nicht mehr als 50 ml Schmierstoff je Prozess-Stunde und Werkzeug eingesetzt werden dürfen. Kurzzeitig dürfen allerdings bei einzelnen Operationen durchaus mehr als 150 ml/h Schmierstoff zugeführt werden, z.B. bei Werkzeugen mit Durchmesser > 40 mm.

Heute mühelos mit MMS zerspanen lassen sich Verfahren mit geometrisch bestimmter Schneide wie Fräsen, Drehen oder Bohren. Aufwändiger ist die Umsetzung bei Verfahren mit zunehmend unbestimmter Schneide. Gründe hierfür sind die entscheidenden Einflüsse der Kühl- und Spülwirkung des Kühlschmierstoffs beispielsweise Schleifen, Honen oder Läppen.

Die Ziele bei der Bearbeitung mit Minimalmengenschmierung sind vielfältig. Herausheben lassen sich hier:

Das dosierte Anbringen von frischem Schmiermittel beziehungsweise Aerosol (Öl-Luft-Gemisch) direkt an der Wirkstelle zwischen Werkzeug und Werkstück.

Der geringe Energieverbrauch beim Transport des MMS Schmiermittels.

Die ölfreien und „quasi“ trockenen Späne ermöglichen ein sofortiges Recycling.

Die Werkstücke sind ebenso ölfrei und können ohne Zwischenprozess weiter bearbeitet werden.

Die Reduzierung der eingesetzten Kühlschmierstoff-Mengen.

Die Verringerung des Aufwandes zur Überwachung und Badpflege.

Die Vermeidung von verbrauchten Kühlschmierstoffanteilen, die aufgearbeitet / entsorgt werden müssten.

Zufuhrsysteme

Die Zufuhr des Schmierstoffs erfolgt ganz allgemein über ein Minimalmengenschmiersystem (MMS-System). Dabei kann der Schmierstoff entweder gezielt an die Wirkstelle zwischen Werkzeug, Werkstück und Span gebracht werden oder von außen als Aerosol mit Druckluft aufgebracht werden. Ebenso ist ein einschießen als Tröpfchen direkt ans Werkzeug möglich. Komplexer stellt sich die Zuführung über innere Systeme durch die rotierende Werkzeugmaschinen spindle und innere Kanäle im Werkzeug dar.

Externe Zufuhr

Geräte zur externen Zuführung fördern den Schmierstoff und die Zerstäubungsluft getrennt bis in die Nähe der Wirkstelle. Am Ende der Leitungen wird der Schmierstoff mit einer Sprühdüse zerstäubt und als Aerosol dem Werkzeug von außen zugeführt. Die wichtigsten Vorteile sind dabei die geringen Kosten, das einfache Nachrüsten und die Möglichkeit, konventionelle Werkzeuge einzusetzen. Diese Systeme haben aber auch prinzipbedingte Nachteile, die ihren Einsatz einschränken (siehe Grafik). Zudem müssen die Düsen manuell oder über zusätzliche Positionierachsen dem Werkzeug angepasst werden, und es treten Verluste durch Streuung und Abschattungseffekte auf.

Als wichtigste Einsatzgebiete sind Werkzeugmaschinen mit niedrigem Flexibilitätsgrad zu nennen sowie die Fertigungsverfahren Sägen, Fräsen, Räumen, Umformen, Bohren und Gewinden.

Interne Zufuhr

Geräte zur internen Zuführung ermöglichen die direkte Zuführung des Schmierstoffs an die Wirkstelle. Die wichtigsten Elemente und Funktionen der internen Zufuhr sind:

Der Schmierstoff muss durch Spindel, Werkzeugrevolver oder Ähnliches und durch die inneren Kühlkanäle des Werkzeugs transportiert werden.

Der Aufbau dieser Maschinenkomponenten hat wesentlichen Einfluss auf die Funktion der Minimalmengenschmierung und setzt in einigen Fällen die Optimierung des Gesamtsystems voraus.

Der Schmierstoff steht während des gesamten Bearbeitungsvorgangs an den kritischen Stellen kontinuierlich zur Verfügung.

Große Bohrungstiefen und Schnittgeschwindigkeiten können prozesssicher realisiert werden.

Keine Justage von Zuführdüsen und geringe Streuverluste.

Schmierstoffe für die MMS

Bei der MMS handelt es sich um eine Verlustschmierung, bei der im Gegensatz zur Nassbearbeitung kein Kreislaufsystem vorhanden ist. Durchschnittlich werden nicht mehr als 50 ml Schmierstoff je Prozesszeit und Bearbeitungsstelle eingesetzt.

Der Schmierstoff ist häufig hohen thermischen und mechanischen Belastungen ausgesetzt, er tritt in Form von Dämpfen und Aerosolen in den Arbeitsbereich. Die entstehende Reibungswärme wird durch

das Aufbringen eines wirksamen Schmierfilms reduziert, die Kühlfunktion hat dabei nur eine untergeordnete Rolle. Für die Metallbearbeitung eignen sich Schmierstoffe mit gutem Schmiervermögen und hoher thermischer Belastbarkeit, daher eignen sich synthetische Esteröle und Fettalkohole im Besonderen.

Wirtschaftlichkeit & Nachhaltigkeit

Einsparpotenziale durch den Einsatz von Minimalmengenschmierung lassen sich in den folgenden Bereichen realisieren:

Durch den deutlich geringeren Verbrauch von Schmiermittel, lassen sich die Kosten für Schmiermedien um bis zu 95 % senken.

Im Bereich der Energiekosten ist eine Reduzierung um 20 bis 25 % möglich.

Deutlich geringere Entsorgungskosten.

Die Investitionskosten bei Maschinen-Neuanschaffungen sind durch die reduzierte Anzahl benötigter Anlagen geringer und es fällt weniger Platzbedarf an.

Fazit

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Minimalmengenschmierung viele Vorteile hinsichtlich Kostenreduzierung, Energieeffizienz und Arbeitsschutz bietet, sie ist aber nicht für alle Verfahren, Maschinen und Werkstücke sinnvoll. Für den erfolgreichen Einsatz der MMS-Technologie ist eine ganzheitliche Betrachtung von Werkzeug, Maschine, Vorrichtungen und vor allem der Prozesse unabdingbar.