3|2023
vdi-z.de
VDI Fachmedien

VDI-Z

Sonderteil
Nachhaltige Fertigungstechnik

KÜHLSCHMIERSTOFFE

„Grüne Werkzeuge“ schonen Ressourcen

DATENTECHNIK

Der Weg zur CO_2-neutralen Produktion

AUTOMATISIERUNG

Transformation von der Werkstatt- zur Taktmontage

Fragen der Nachhaltigkeit sollten sich Fertigungsbetriebe auch im Zusammenhang mit der Herstellung von Bauteilen durch Umformung oder durch spanende Bearbeitung stellen. *Foto: Oemeta*

Ökologische Fragestellungen bestimmen auch die Herstellung von Bearbeitungsmedien

Wie kommt Nachhaltigkeit in Kühlschmierstoffe?

Wer denkt beim Thema Kühlschmierstoff (KSS) schon an Nachhaltigkeit? Wenn überhaupt, kommen den Verantwortlichen in Fertigungsbetrieben technische Parameter in den Sinn. Dennoch hat sich ein KSS-Entwickler und -Hersteller des Themas angenommen.

TEXT: *Stefan Joksch*

Was zunächst mit einem Gedanken beginnt, wird schnell zu einem gut strukturierten „Herzensprojekt", das die Verantwortlichen mit großer Akribie und Sorgfalt verfolgen. So sind nicht nur die Ziele ambitioniert, sondern auch die Ergebnisse des Vorhabens schlüssig. Unternehmen aus anspruchsvollen und maßgebenden Branchen begrüßen den Weg zur Nachhaltigkeit – denn diese ist der wichtigste „Megatrend" dieser Dekade. Für eine nachhaltige Entwicklung hat die UN 17 Ziele – die „Sustainable Development Goals" (SDG) – definiert (siehe Infokasten). Diese Ziele erstrecken sich über drei Dimensionen der Entwicklung: Ökonomie, Ökologie und soziale Gerechtigkeit. Heruntergebrochen auf produzierende Prozesse, stellt sich die Frage der Nachhaltigkeit folglich auch im Zusammenhang mit der Herstellung von Bauteilen durch Umformung oder durch spanende Bearbeitung.

Produkte und Prozesse gleichermaßen betrachten

Der verantwortungsbewusste Kühlschmierstoffhersteller Oemeta Chemische Werke aus Uetersen bei Hamburg hat sich schon vor vielen Jahren daran gemacht, Nachhaltigkeitsaspekte beim Einsatz von Bearbeitungsmedien für das Umformen oder die zerspanende Bearbeitung zu definieren, einzustufen und zu berücksichtigen. Damit kommt dem inhabergeführten Mittelständler eine Vorreiterrolle zu, die von Unternehmen aus maßgebenden, anspruchsvollen Branchen wie der Luftfahrt, Medizintechnik und Elektronik- sowie der Automobilbranche begrüßt wird.

Schon in den 1980iger Jahren hat das Traditionsunternehmen einen mineralölfreien esterbasierten Hochleistungs-Kühlschmierstoff entwickelt und sich schon immer um die Umweltverträglichkeit seiner Produkte Gedanken gemacht. Allerdings geht es nicht nur um Produkte, son-

dern immer auch um die Prozesse, in denen diese eingesetzt werden.

UN-Ziele und das Kyoto-Protokoll drängen

Aufgrund der Strukturierung durch die UN-Ziele für eine nachhaltige Entwicklung und durch den Meilenstein in der internationalen Zusammenarbeit beim Klimaschutz, das „Kyoto"-Protokoll, werden Aspekte der Nachhaltigkeit nun allerdings für jedes Unternehmen zwingender. Es ist davon auszugehen, dass über kurz oder lang die Planung und Durchführung von Produktionsprozessen ohne Nachhaltigkeits-Check nicht mehr möglich sein wird. So stellt sich die Nachhaltigkeitsfrage auch für die Herstellung von Bauteilen durch zerspanende Bearbeitung. Wie können Produktionsprozesse nachhaltig gestaltet werden? Welche SDGs können in der Prozesskette der Zerspanung adressiert und verfolgt werden? Und welche Bewertungsmaßstäbe können zu diesem Zweck genutzt werden?

Bild 1. Der Kühlschmierstoff (KSS)-Hersteller hat Nachhaltigkeitsaspekte beim Einsatz von Bearbeitungsmedien für die zerspanende Bearbeitung definiert, eingestuft und berücksichtigt. *Foto: Oemeta*

Zunächst sollen im Beitrag Nachhaltigkeitsstrategien für Anwender von Bearbeitungsmedien erörtert werden. Anschließend zeigen Praxisbeispiele, wie in der Prozesskette Zerspanung Nachhaltigkeitsaspekte im Rahmen der Strategien sinnvoll berücksichtigt werden können. So werden bei Oemeta im Wesentlichen die SDGs 3, 6, 12 und 13 für den Kontext von Kühlschmierstoffen herangezogen. Für die Umgestaltung der EU-Wirtschaft mit dem Ziel einer nachhaltigen Zukunft wird als Aktionsplan der EU-Green-Deal herangezogen und somit auf den Klima- und Umweltschutz fokussiert:

- Förderung einer effizienteren Ressourcennutzung durch den Übergang zu einer sauberen und kreislauforientierten Wirtschaft,
- Wiederherstellung der Biodiversität und Bekämpfung der Umweltverschmutzung mit dem Hauptziel: 2050 sollen keine Netto-Treibhausgasemissionen in der EU mehr freigesetzt werden.

Die Schmierstoffindustrie geht diesen Weg mit der Initiative NaSch (Nachhaltige Schmierstoffe). Dabei sollen alle Stakeholder in der Lieferkette, sowie Industrieverbände, wie der Verband Schmierstoffindustrie (VSI), Politik und NGOs bei der Lösungsfindung integriert werden, um maximale Akzeptanz zu erreichen.

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS (SDG)

Für Unternehmen geht es darum, die SDGs der UN herunterzubrechen und umzusetzen, **Bild** (Grafik: UN): Bei SDG 3 geht es um „Gute Gesundheit und Wohlbefinden", also bei Bearbeitungsmedien um den Schutz der Personen, die mit diesen Stoffen zu tun haben. Humanverträgliche Bearbeitungsmedien sollen die Gefährdung durch den Arbeitsprozess minimieren. SDG 6 wird durch die Nutzung von Medien mit weniger umweltgefährlichen Inhaltsstoffen adressiert. Die Freisetzung, zum Beispiel über das Abwasser, führt zu einer geringeren Beeinflussung der Frischwasserqualität. Für SDG 12 „Verantwortungsvoll produzieren und konsumieren" sollen Produktionsprozesse ressourcenschonend und materialoptimiert gestaltet werden. Dies kann mit langlebigen und recycelbaren Prozessmedien angegangen werden. So können der Verbrauch minimiert, Abfall vermieden und die Wiederverwertung hochgefahren werden. SDG 13 hat „Maßnahmen zum Klimaschutz" mit energieeffizienten und abfalloptimierten Herstellungsprozessen zum Ziel. Umgesetzt bedeutet das, Bearbeitungsmedien zu verwenden, die recycelbar sind oder aus nachwachsenden oder recycelten Rohstoffen bestehen.

Neues Prozessdesign und moderne Produkte punkten

Einen wichtigen Beitrag zur Nachhaltigkeit in zerspanenden Bearbeitungsprozessen kann schon das Prozessdesign leisten. Lässt es sich energieoptimiert und ressourcenschonend auslegen, kann das deutliche Nachhaltigkeitseffekte mit sich bringen, **Bild 1**. So können Kreislaufprozesse, In-Process-Recycling und Systeme zur Entölung von Spänen verbrauchte und ausgeschleppte Bearbeitungsmedien zurückgewinnen. Hier liegt es auch in der Verantwortung des KSS-Herstellers, nicht nur seine Produkte bereitzustellen, sondern auch entsprechend zu beraten und an die Entscheidungsfreudigkeit sowie Entschlossenheit der Prozessverantwortlichen zu appellieren. Wird das Design der Prozesskette angepasst, kann das die Umwelt entlasten und zugleich Prozesskosten reduzieren.

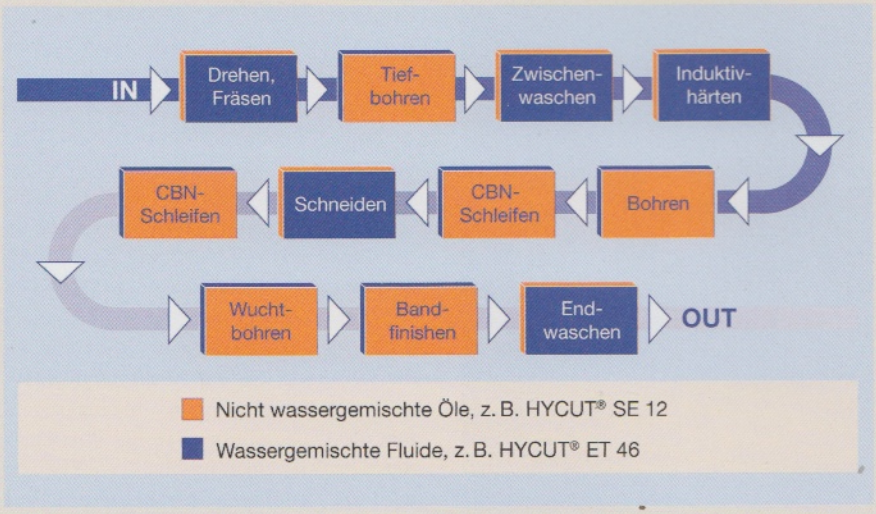

Bild 2. Blocklayout einer Kurbelwellen-Fertigungslinie mit wechselnder Anwendung wassergemischter Fluide und nicht gemischter Öle aus einer Systemklasse des Produkts „Hycut". *Grafik: Oemeta*

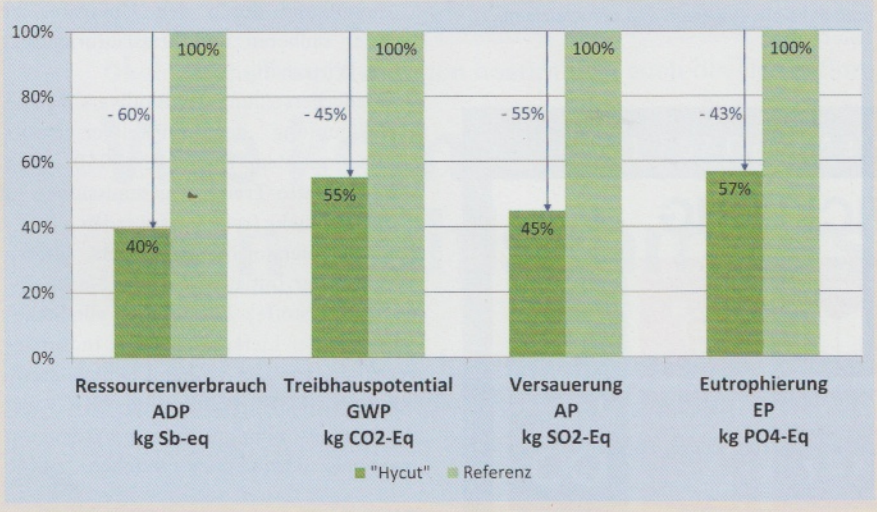

Bild 3. Studienergebnis: Der Einsatz des mineralölfreien Multifunktionsöls „Hycut" führt zu deutlich geringeren Umweltwirkungen als ein nutzengleiches mineralölbasiertes KSS-System. *Grafik: Oemeta*

Ein großer Hebel steckt jedoch im Produkt selbst. So hat Oemeta in der letzten Dekade biozidfreie Bearbeitungsmedien entwickelt, die die gleiche Leistung und teilweise längere Lebensdauer bieten, als die biozidhaltigen Vorgängerprodukte. Allein diese Umstellung im Bearbeitungsprozess reduziert die Gefährdung der Mitarbeiter, gefährdet die Umwelt weniger und mindert den Verbrauch. Das wirkt direkt auf die SDGs 3, 6 und 12, ohne dass das Prozesskettendesign grundsätzlich verändert werden muss.

Die größten Nachhaltigkeitseffekte hat der Hersteller durch den Verzicht auf Mineralöl erreicht. Die Entwicklung eines mineralölfreien KSS auf Esterbasis zu einem 2-Komponenten-Multifunktionsöl (MFO) überzeugt allerdings nicht nur, weil es auf fossile Grundöle verzichtet. Es verbindet nämlich darüber hinaus Reinigungs- und Bearbeitungsprozesse. Dabei sind Multifunktionsöle optimiert für verschiedenste Anwendungen in der Werkzeugmaschine und der Prozesskette. So fungiert es gleichermaßen als Hydrauliköl, KSS, Schneidöl oder auch als Reiniger. Werden verschiedene MFOs des gleichen Systems in ein und derselben Prozesskette zugleich in verschiedenen Funktionen eingesetzt, ist der ungewollte Kontakt der verschiedenen Medien völlig unproblematisch, denn die Produkte sind vollständig kompatibel.

Kann das Design einer Prozesskette auf die Eigenschaften des MFO angepasst werden, erreichen Anwender schnell sehr überzeugende Nachhaltigkeitseffekte:

- der Verbrauch an Kühlschmierstoff verringert sich erheblich,
- Reinigungsprozesse entfallen,
- Hydraulik- und Führungsbahnöle können recycelt werden,
- der Energieverbrauch reduziert sich,
- nachwachsende Rohstoffe ersetzen fossile, petrochemische Rohstoffe.

Das veränderte Prozessdesign und vor allem die Umstellung auf Ester-Grundöle mit ihrer sehr geringen Umweltbelastung wirken sich direkt auf die SDGs 12 und 13 aus.

Vorteile durch Reraffinate und Multifunktionsöle

Zwei Beispiele sollen belegen, dass das Thema Nachhaltigkeit auch bei Bearbeitungsmedien wie Kühlschmierstoffe das Erreichen der UN-Ziele forcieren kann: Da die aktuellen Aufbereitungsverfahren von Ölen Zweitraffinate hervorbringen, deren Qualität denen der Erstraffinate in nichts nachstehen und mit denen sich auch niedrige Viskositäten realisieren lassen, hat ein Getriebehersteller einen großen Teil der gesamten Zahnradherstellung auf ein reraffinat-basiertes Hochleistungsbearbeitungsöl umgestellt. Das Öl hat eine Viskosität von 15 mm^2/s und wurde für alle üblichen Zahnradbearbeitungsprozesse konzipiert.

Etwa ein Jahr wurde ausführlich getestet, danach komplett umgestellt. Seitdem wird das Öl ohne erkennbare Nachteile gegenüber des früheren Erstraffinats eingesetzt. Die Emission ist pro Tonne Öl um eine Tonne CO_2 geringer. Der Jahresbedarf am Bearbeitungsmedium beträgt mehrere 100 t. Das Beispiel zeigt, wie sich durch enge Kooperation des Ölherstellers mit dem Anwender die CO_2-Emission erheblich reduzieren lässt – und das kosten- und leistungsneutral.

Anfang der 2000er Jahre stellt ein Premium-Automobilhersteller seine Kurbelwellenfertigung auf das esterbasierte, mineralölfreie „MFO"-Produktsystem „Hycut" von Oemeta um, **Bild 2**. Weil das Layout der Produktionslinie für die Kurbelwellen häufige durch Wechsel zwischen Bearbeitungsöl und Emulsion gekennzeichnet ist, wird die Produktionskette auf die Eigenschaften der kompatiblen Schmierstoffe ausgelegt. Da die wassergemischten Flüssigkeiten mit den nicht wassergemischten zu 100 % kompatibel sind, gibt es in der Kurbelwellenlinie keine Unverträglichkeiten an den Wasser/Öl-Grenzflächen. So entfallen drei Zwischenwäscher, die bei konventionellen Medien

QUALITÄT AUS TRADITION

Oemeta ist ein inhabergeführtes Familienunternehmen in der vierten Generation. Seit über 100 Jahren werden Industrieschmierstoffe für die Bearbeitung von Metall, Glas und Keramik entwickelt und weltweit geliefert. Die Fokussierung auf Kühlschmierstoffe sowie ein breites Anwendungs-Know-how haben die Norddeutschen zum Technologieführer in diesem Spezialgebiet gemacht. Qualität und Zuverlässigkeit zeichnen die Produkte aus, die meist in engem Kundenkontakt entstehen. So werden innovative, wirtschaftliche und technologisch ausgereifte Hochleistungs-KSS entwickelt, die sich immer wieder als Standard der Industrie durchsetzen. Erfindungen wie der Zweikomponenten-KSS oder das Multifunktionsöl verbessern die Prozesse bei namhaften Herstellern der Automobil- und metallbearbeitenden Industrie nachhaltig und reduzieren Kosten. Durch sieben ausländische Tochterunternehmen und über 30 Vertriebspartner ist Oemeta mit seiner Produkt- und Dienstleistungsphilosophie in den wichtigsten Industrienationen präsent.

hätten installiert werden müssen. Das senkt die Investitionskosten erheblich.

Recyclingmaßnahmen bringen weitere Vorteile: So wird die Reinigungsflüssigkeit aus dem verbleibenden Zwischenwäscher für die weitere Verwendung aufbereitet. Vor der Induktivhärteanlage wird ein ölfreies MFO-Produkt zur Teilereinigung eingesetzt. Über die Teile eingebrachtes MFO-Tiefbohröl wird im Waschmedium emulgiert. Dadurch entsteht eine wertvolle Hochleistungsemulsion, die wiederverwertet werden kann. Zusammenfassend ergeben sich niedrigere Investitionskosten, eine bessere Prozesssicherheit und ein geringerer Flüssigkeitsverbrauch im Vergleich zu herkömmlichen Produkten.

Nach mehrjährigem Einsatz bestätigt das Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik der TU Braunschweig in einer Studie nach der genormten LCA-Methode dem mineralölfreien Multifunktionsöl Hycut bis zu 60 % bessere Umweltwerte und die Einsparung von 470 t CO_2-Äquivalent in nur einem Jahr, **Bild 3**. Der Einsatz des mineralölfreien Multifunktionsöls Hycut führt in der Metallbearbeitung zu deutlich geringeren Umweltwirkungen als ein nutzengleiches konventionelles, mineralölbasiertes KSS-System.

Umwelt, Wirtschaft und soziale Akzeptanz im Blick

Vielleicht denken beim Thema Kühlschmierstoff jetzt ein paar Verantwortliche von Bearbeitungsprozessen mehr an das Thema Nachhaltigkeit. Die geschilderten Möglichkeiten, Fakten und Beispiele zeigen eindeutig die Vorteile. Und wirtschaftlich zahlt es sich auch aus – ganz zu Schweigen von der immer bedeutender werdenden sozialen Akzeptanz von Unternehmen im Lichte wichtiger UN-Ziele. *oemeta.com*

Stefan Joksch ist Geschäftsführer bei Oemeta in Uetersen und hat die Leitung Technik & Produktion inne. Außerdem ist er Vorsitzender des VDI-Fachausschusses Kühlschmierstoffe. *Foto: Autor*

Spindeln als Energiefresser?

In praktisch allen Produktionsbetrieben sind Druckluftwerkzeuge im Einsatz – darauf weist gravostar technologies, Oberuzwil/CH, hin. Dabei zählen insbesondere hochdrehende druckluftbetriebene Spindeln zu den Energiefressern, da die Drucklufterzeugung sehr viel elektrische Energie benötigt. Trotz ihrer schlechten Energiebilanz bieten Druckluftspindeln jedoch verschiedene Vorteile: sie sind leicht, kompakt und verhältnismäßig kostengünstig in der Anschaffung. Aus diesem Grund ist deren Einsatz, insbesondere bei Handwerkzeugen beim Entgraten oder bei der Teilenachbearbeitung, auch kaum wegzudenken. Und insbesondere in Sondermaschinen und Robotern wurden zuletzt sehr viele der entsprechenden Spindeln verbaut. Da diese oftmals im Dauerbetrieb arbeiten, ist der Energieverbrauch hoch. Bereits Mitte 2021 verursachte der 24-h-Betrieb einer Druckluftspindel mit 300 W Leistung und einer Drehzahl von 35 000 min^{-1} tägliche Energiekosten in Höhe von 10–20 Euro – die Hochrechnung auf den aktuellen Strompreis ergibt ein exorbitantes Ergebnis. Insbesondere bei automatisiert betriebenen Anlagen mit eingebauten Spindeln bieten sich elektrisch betriebene Hochfrequenzspindeln als äußerst sinnvolle Alternative an, **Bild**. Neben dem sehr niedrigen Energieverbrauch bieten diese gegenüber den druckluftbetriebenen Versionen weitere wesentliche Vorteile: lastunabhängige Drehzahlstabilität, Möglichkeit zur Vorwahl von verschiedenen Drehzahlen oder verschiedene Überwachungsfunktionen. Zudem sind die Elektrospindeln vollständig wartungsfrei, während bei lammellenbetriebenen Druckluftspindeln nach einigen tausend Einsatzstunden Verschleißteile ausgetauscht werden müssen. Fazit: Eine Umrüstung ist oftmals lohnenswert. Dass der Energieverbrauch bei Neuanlagen berücksichtigt wird, ist heute selbstverständlich. Es empfiehlt sich aber, auch bestehende Anlagen unter diesem Gesichtspunkt zu überprüfen. *www.gravostar.com*

Aufgrund des Einsparpotentials bei Energie und Wartung lassen sich die Kosten einer Umrüstung von Druckluft- auf Elektrospindel oftmals in kurzer Zeit amortisieren. *Foto: Gravostar*