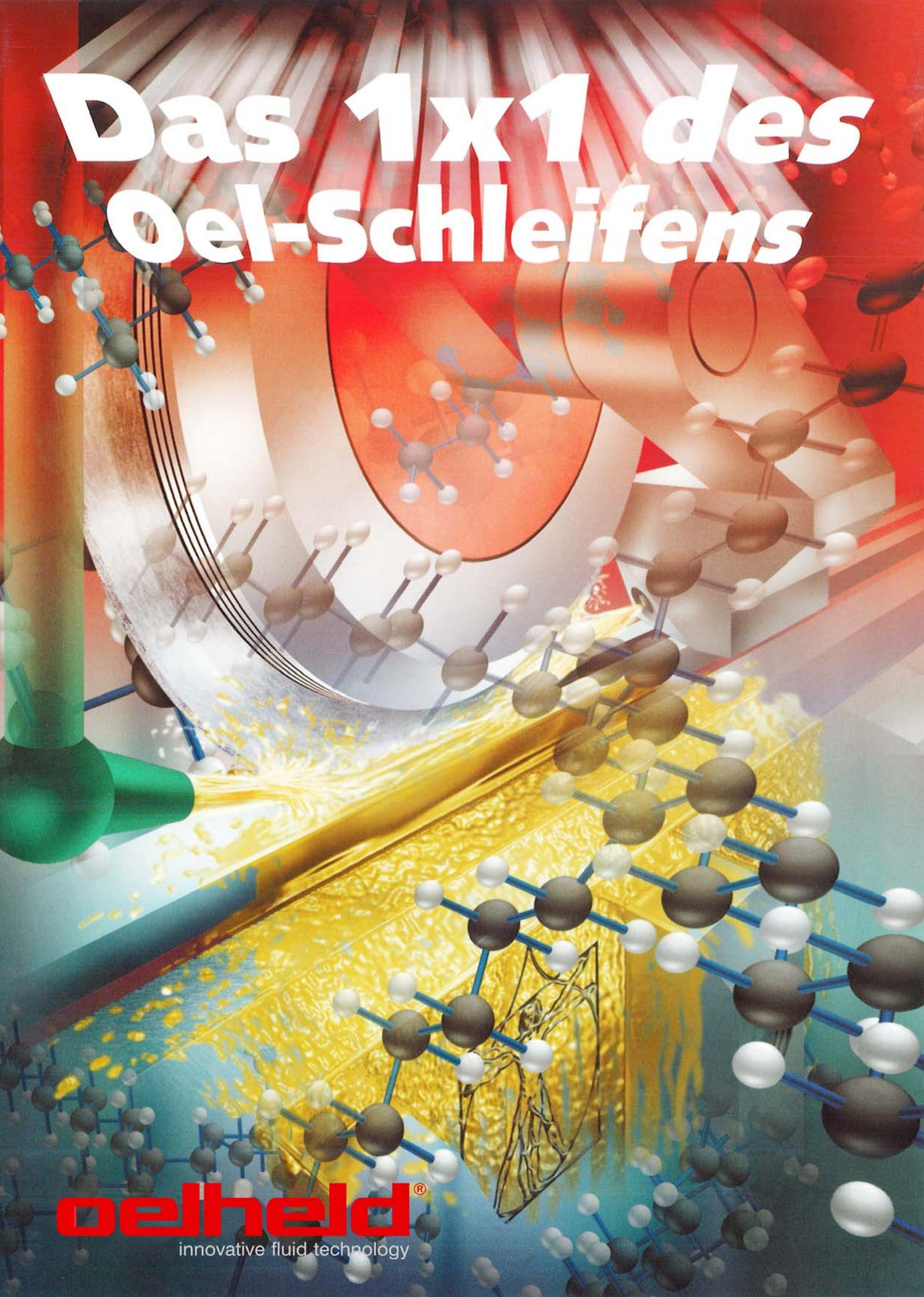


Das 1x1 des Oel-Schleifens



oelheld[®]
innovative fluid technology

Helmut W. Ott
Dipl.-Masch.-Tech.

Dr. Manfred Storr

Das 1 x 1 des Oel-Schleifens

A stylized graphic featuring a central perspective view of a road or tunnel. Light rays emanate from the center, creating a sense of depth and movement. Several small, reflective spheres are scattered along the path, adding to the dynamic feel of the design.

Grundlagen und Wissenswertes
zum Schleifen mit Oel

oelheld[®]
innovative fluid technology

INHALT

1	Einflussgrößen auf den Schleifprozess	4
1.1	Einflussgrößen	4
2	Tribologie des Schleifens	5
2.1	Tribologie	5
3	Wärmehaushalt beim Schleifprozess	6
3.1	Wärmebilanz beim Schleifen	6
3.2	Leistungsbedarfsanteile beim Schleifen	6
3.3	Wärmeverteilung in der Schleifkontaktzone	7
3.3.1	Konventionelles Schleifen mit Umfangs- und Topfscheiben	7
3.3.2	Hochgeschwindigkeitsschleifen mit Umfangsscheiben	8
3.4	Unterschied zwischen Wasser- und Oelkühlung	8
4	Kühlschmierstoffe	9
4.1	Einteilung der Kühlschmierstoffe nach VDI-Richtlinie 3396	9
4.2	Aufgaben und Zweck von Kühlschmierstoffen	10
4.3	Vorteile beim Schleifen mit Oel	11
4.4	Voraussetzungen für das Schleifen mit Oel	17
4.5	Aufbau von Schleifoelen	19
4.5.1	Allgemeines	19
4.5.2	Basisflüssigkeiten	20
4.5.3	Additive	23
5	Arbeitssicherheit beim Einsatz von Schleifoelen	24
5.1	Untersuchungen zum Brand- und Explosionsverhalten	24
5.1.1	Untersuchungsergebnisse	25
5.1.2	Ursachen von Bränden und Explosionen	26
5.2	Gesundheitliche Aspekte beim Schleifen mit Oel	27
5.2.1	Schleifoel und die menschliche Haut	28
5.2.2	Einwirkungen auf den menschlichen Organismus	29
5.2.3	Deposition von Dämpfen, Nebel und Rauch im menschlichen Organismus	30
5.2.4	Absaugung von Oeldämpfen, Oelnebel und Rauch	30

1 Einflussgrößen auf den Schleifprozess

1.1 Einflussgrößen

Unter den spanenden Bearbeitungsverfahren findet man kaum eines, das hinsichtlich der Anzahl von Einflussgrößen und ihrer Zusammenhänge vergleichbar ist mit dem Schleifen. Schon der dem Schleifen aufgeprägte Begriff „Zerspa-

nung mit undefinierter Schneide“ lässt ahnen, was damit ausgedrückt werden sollte. Jede Änderung nur eines der unten aufgeführten Parameter kann empfindliche Störungen des gesamten Schleifprozesses nach sich ziehen.



Abbildung 1

2 Tribologie des Schleifens

2.1 Tribologie

Das Eindringen des Schleifkorns in die Werkstückoberfläche bewirkt zunächst eine elastische Verformung der Oberfläche. Es herrscht Reibung zwischen dem Werkstoff und dem Schleifkorn. In der zweiten Phase kommt zur elastischen die plastische Verformung hinzu. Erst in der dritten Phase erfolgt mit der elastischen und plastischen Verformung die eigentliche Spanabnahme. Die Spanabnahme durch

das Schleifkorn erfolgt unter einem negativen Spanwinkel mit undefinierter Schneide.

Wird Schleiföl als Kühlschmierstoff eingesetzt, so reduziert sich die Reibung zwischen Schleifkorn und dem Werkstück sehr stark. In der dritten Phase kommt es daher zu einer elastischen Rückfederung des Werkstückes, die zu einer Reduzierung der Spandicke führt.

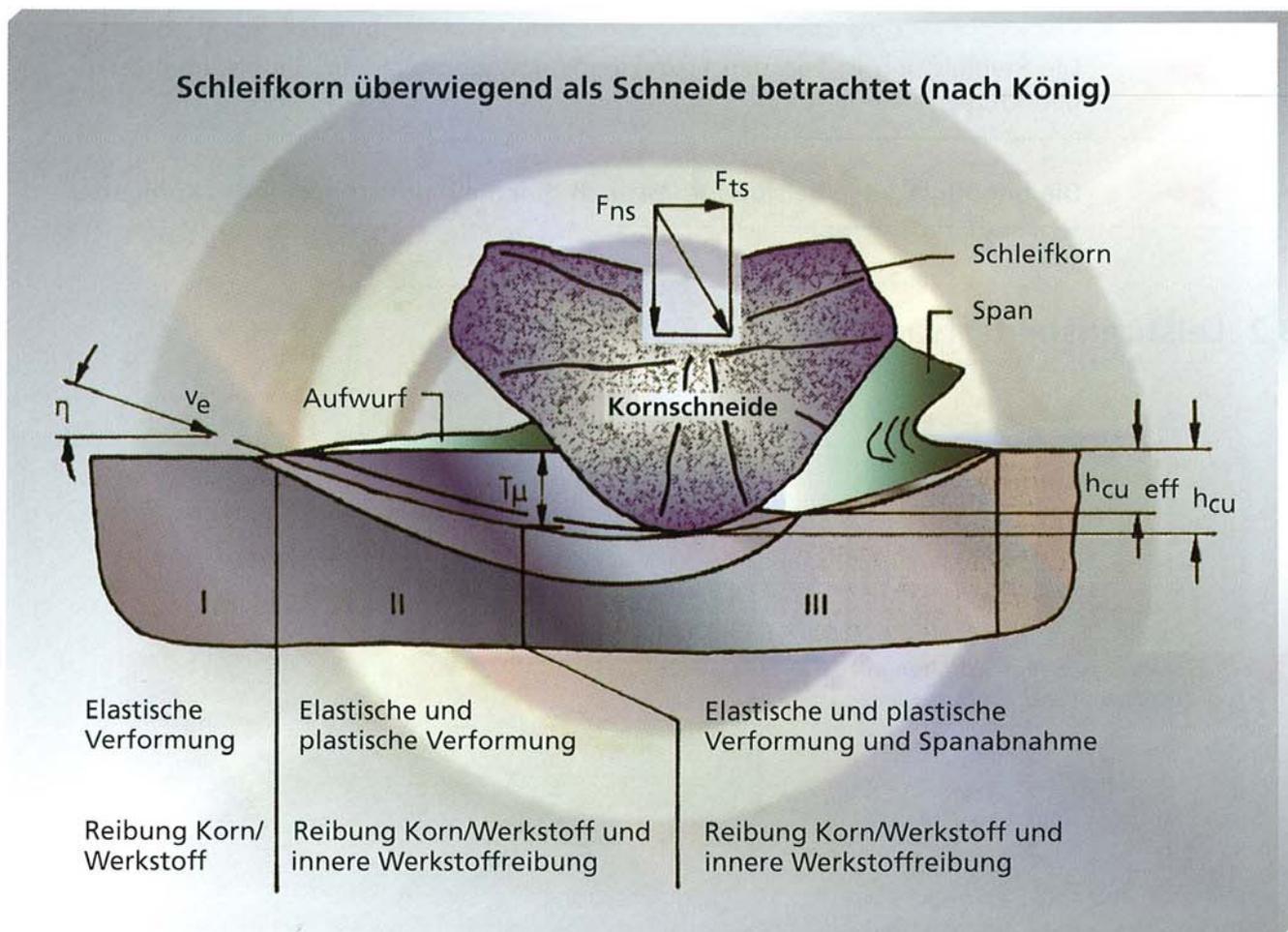


Abbildung 2

3 Wärmehaushalt beim Schleifprozess

3.1 Wärmebilanz beim Schleifen

- Etwa 90 - 92 % der Schleifleistung P_s werden durch Reibung, Quetschung und Verformung in Wärme umgewandelt. Die Scherarbeit und die Spanstauchung benötigen den Rest.
- Reibung entsteht in erster Linie zwischen dem Span und der Kornschneide, aber auch am Freiwinkel.
- Viele Kornschneiden sind in ihrer Form und Lage ungeeignet, um Späne zu bilden. Sie quetschen und pflügen deshalb nur auf der Werkstücksoberfläche.
- Die Reibleistung ist von den Prozessbedingungen abhängig. Sie bestimmt maßgeblich die Schleifleistung P_s .
- Die benötigte Schleifleistung P_s lässt sich durch ein gut schmierendes Kühlmittel sehr stark reduzieren.

3.2 Leistungsbedarfsanteile beim Schleifen

- *Konventionelles Schleifen mit Umfangs- und Topfscheiben*

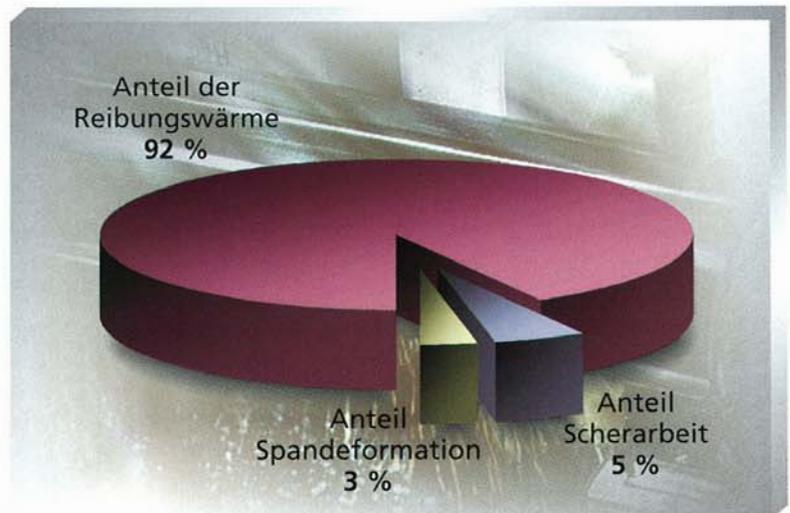


Abbildung 3

3.3 Wärmeverteilung in der Schleifkontaktzone

Untersuchungen der Wärmeverteilung beim konventionellen Schleifen haben gezeigt, dass bei schlechten oder ungenügenden Kühlbedingungen 43 % der Wärme in das Werkstück fließen, 30 % in die Späne und nur 16 % durch das Kühlmittel aufgenommen werden.

Sind die Kühlbedingungen auf den Schleifprozess gut abgestimmt, dann werden 54 % der

Wärme vom Kühlmittel aufgenommen, 25 % von den Spänen und nur 14 % vom Werkstück.

Beim Hochgeschwindigkeitsschleifen werden 60 % der Wärme mit den Spänen abgeleitet, 26 % werden vom Kühlmittel übernommen und nur 3 % gelangen in das Werkstück.

3.3.1 Konventionelles Schleifen mit Umfangs- oder Topfscheiben

➤ Schlechte oder ungenügende Kühlbedingungen

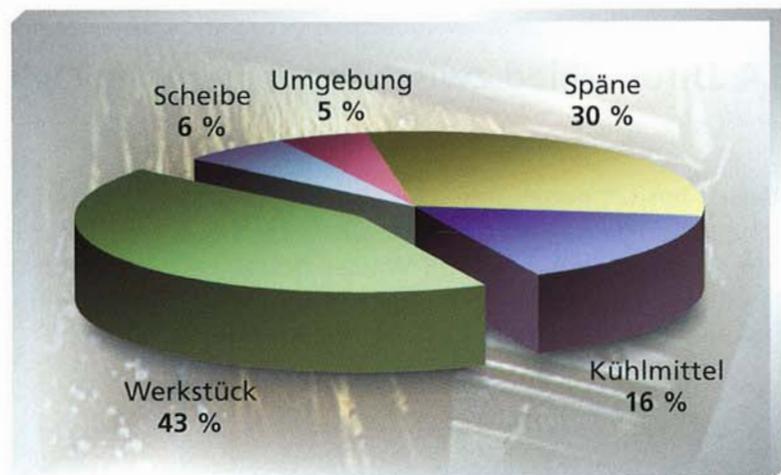


Abbildung 4

➤ Auf den Prozess gut abgestimmte Kühlbedingungen

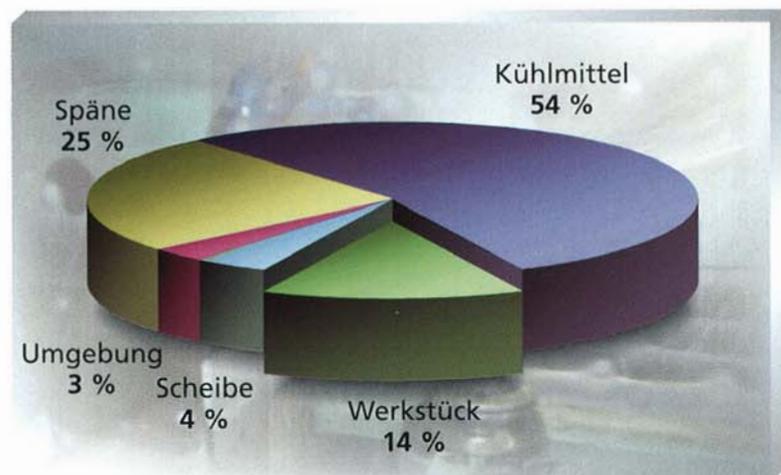


Abbildung 5

3.3.2 Hochgeschwindigkeitsschleifen mit Umfangsscheiben ($v_c \geq 100\text{m/s}$)

➔ *Optimierte Kühlbedingungen sind hier eine absolute Voraussetzung*

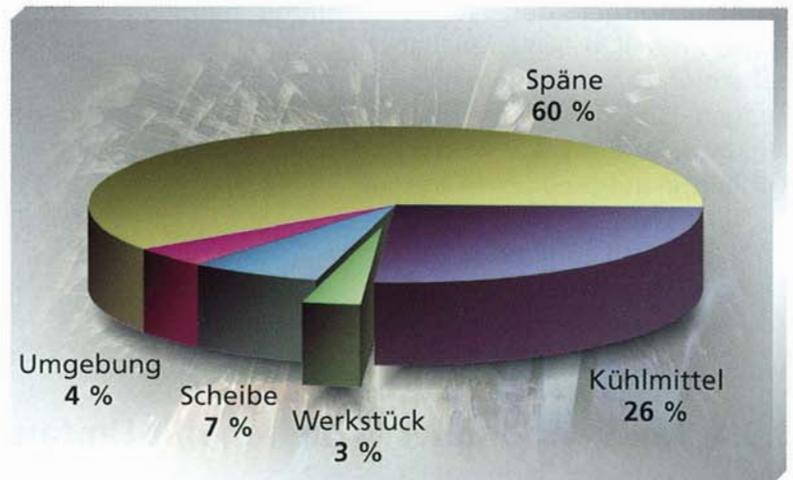


Abbildung 6

3.4 Unterschied zwischen Wasser- und Oelkühlung

Wasser besitzt gegenüber Oel eine doppelt so hohe Wärmekapazität und eine um 5-fach bessere Wärmeleitfähigkeit. Da Wasser bei 100 °C bereits verdampft, kann es für Hochgeschwindigkeitsschleifprozesse nicht verwendet werden.

Wasserdampf besitzt keinen Schmiereffekt und kann auch Wärme schlecht ableiten. Sehr dünnflüssige Oele haben dagegen einen Siedebeginn von über 240 °C.

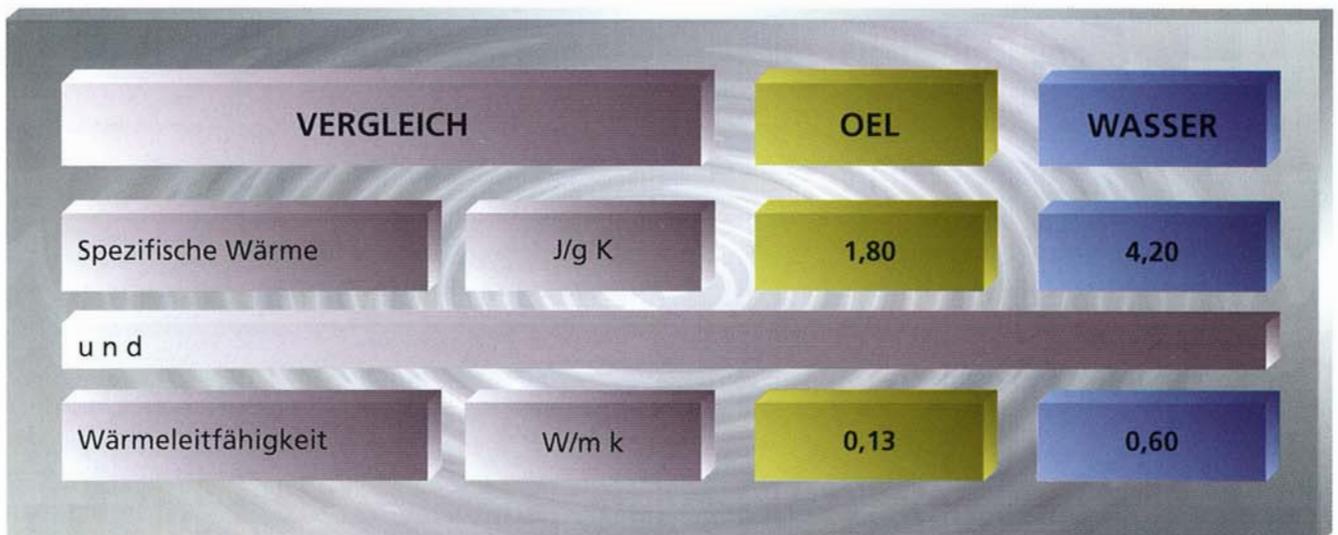


Abbildung 7

Wärmehaushalt

4 Kühlschmierstoffe

4.1 Einteilung der Kühlschmierstoffe nach VDI-Richtlinie 3396

Die VDI-Richtlinie unterteilt in nichtwassermischbare und wassermischbare Kühlschmierstoffe. Die wassermischbaren Kühlschmierstoffe werden

noch einmal in Kühlschmierstoff-Emulsionen und Kühlschmierstoff-Lösungen unterschieden.

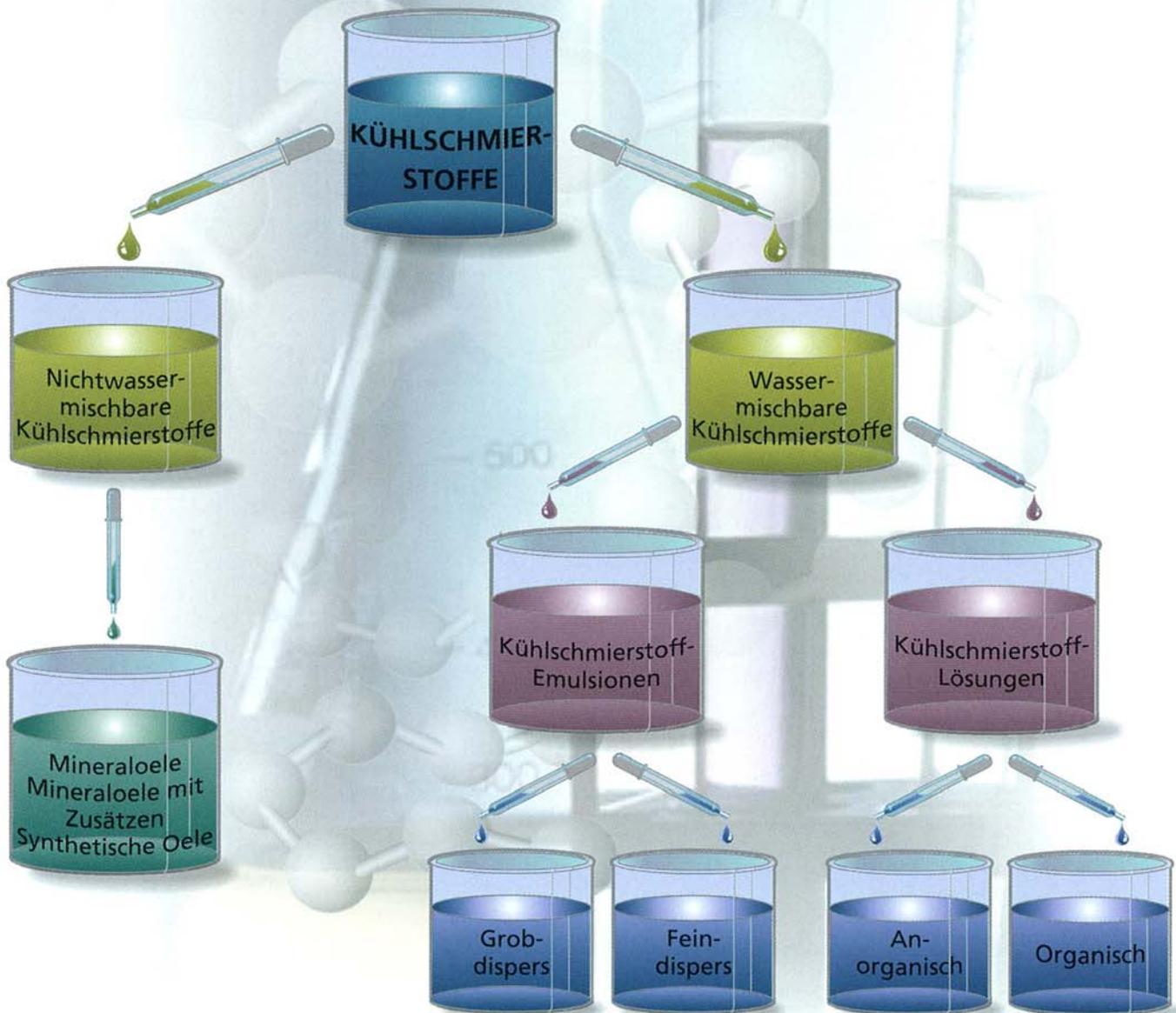


Abbildung 8

4.2 Aufgaben und Zweck von Kühlschmierstoffen

Zu den Aufgaben des Kühlschmierstoffes gehören: Schmieren, Kühlen, Spülen, Reinigen und Schutz vor Korrosion. Das Ziel des Kühlschmierstoffeinsatzes ist die Erhöhung der Bearbeitungs-

geschwindigkeit und die Verbesserung der Oberflächengüte bei gleichzeitiger Schonung der Werkzeuge, um im Endeffekt eine Senkung der Betriebskosten zu erreichen.



Abbildung 9

4.3 Vorteile beim Schleifen mit Oel

Während beim konventionellen Schleifen vielfach Kühlschmierstoff-Lösungen und Kühlschmierstoff-Emulsionen - vor allem zur Kühlung des Prozesses - verwendet werden, kommen mit steigenden Schleifgeschwindigkeiten

und Zerspanleistungen überwiegend Kühlschmierstoffe (KSS) mit ausgeprägten reibungsmindernden Eigenschaften, also nichtwasser-mischbare KSS zum Einsatz. Dadurch ergeben sich erhebliche Vorteile.

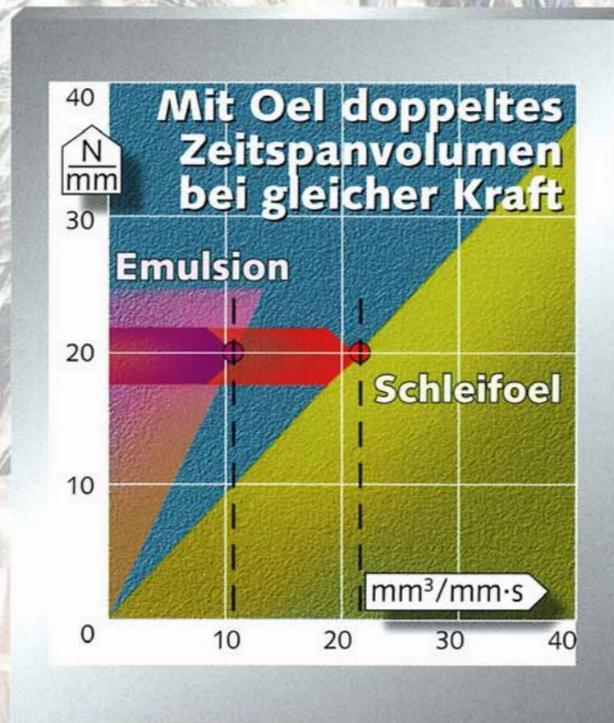


Abbildung 10

➤ Höhere Leistung

Mit dem Einsatz von Oel gegenüber wasser-mischbaren Kühlschmierstoffen verdoppelt oder verdreifacht sich das Zeitspanvolumen - die Arbeitsprozesse verkürzen sich. Bei einem gleich großen Zeitspanvolumen sinkt daher der Leistungsbedarf der Maschine um ca. 60 %.

Diese Aussage gilt für alle Werkstücke aus Stahl oder HSS.

In Abbildung 11 auf Seite 12 ist der relative Leistungsbedarf in Abhängigkeit des verwendeten Kühlschmierstoffes dargestellt. Je höher die Schmierwirkung des verwendeten Kühlschmierstoffes, desto geringer ist der Leistungsbedarf. Deutlich ist zu sehen, dass Trockenschliff den höchsten Leistungsbedarf erfordert. Den geringsten Leistungsbedarf erfordert ein Schleiföl, das mit *ANTIWEAR* (Antiverschleiß) und *EXTREME PRESSURE* (Hochdruck) -Zusätzen ausgerüstet ist.

Relativer Leistungsbedarf in Abhängigkeit des verwendeten Kühlschmierstoffes

Als Basis (100 %) wird von ungeschmierter organischer Lösung ausgegangen.

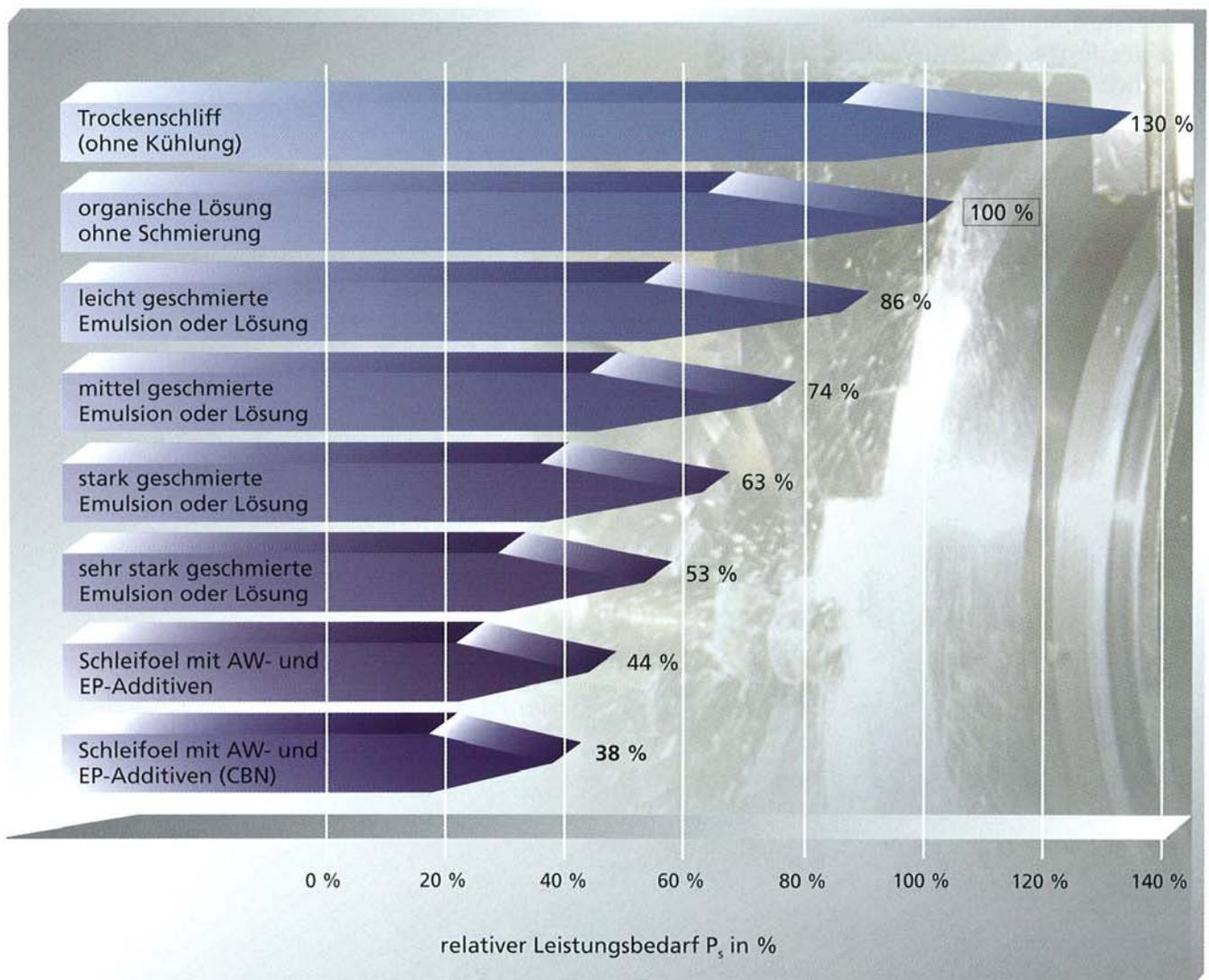


Abbildung 11

Bei Hartmetallbearbeitung mit Diamantscheiben ist nur eine geringe Leistungssteigerung möglich, da die Schleifgeschwindigkeit aus Temperaturgründen nicht über 30 m/sec gesteigert werden kann. Bei Temperaturen über 750 °C zerfällt der Diamant in sein Kohlenstoffgitter. Seine größte Wirkhärte erreicht der Diamant bereits bei ca. 25 m/sec. Nur bei Punktbe-

rührung und Diamantscheibendurchmessern von 400 mm ist eine Schleifgeschwindigkeit von bis zu 140 m/sec möglich.

Messungen der effektiven Tangentialkraft zeigten ebenfalls, dass die höchste Tangentialkraft beim Trockenschliff und die geringste Tangentialkraft mit einem hochlegierten Schleifoel erreicht wird (siehe Abbildung 12 auf Seite 13).

Effektive Tangentialkraft F_t und Normalkraft F_n in Abhängigkeit des verwendeten Kühlschmierstoffes

Als Berechnungsbasis dient ein gegebener Schleifprozess, der trocken und unter Einsatz verschieden schmierender Kühlmittel gefahren wird.

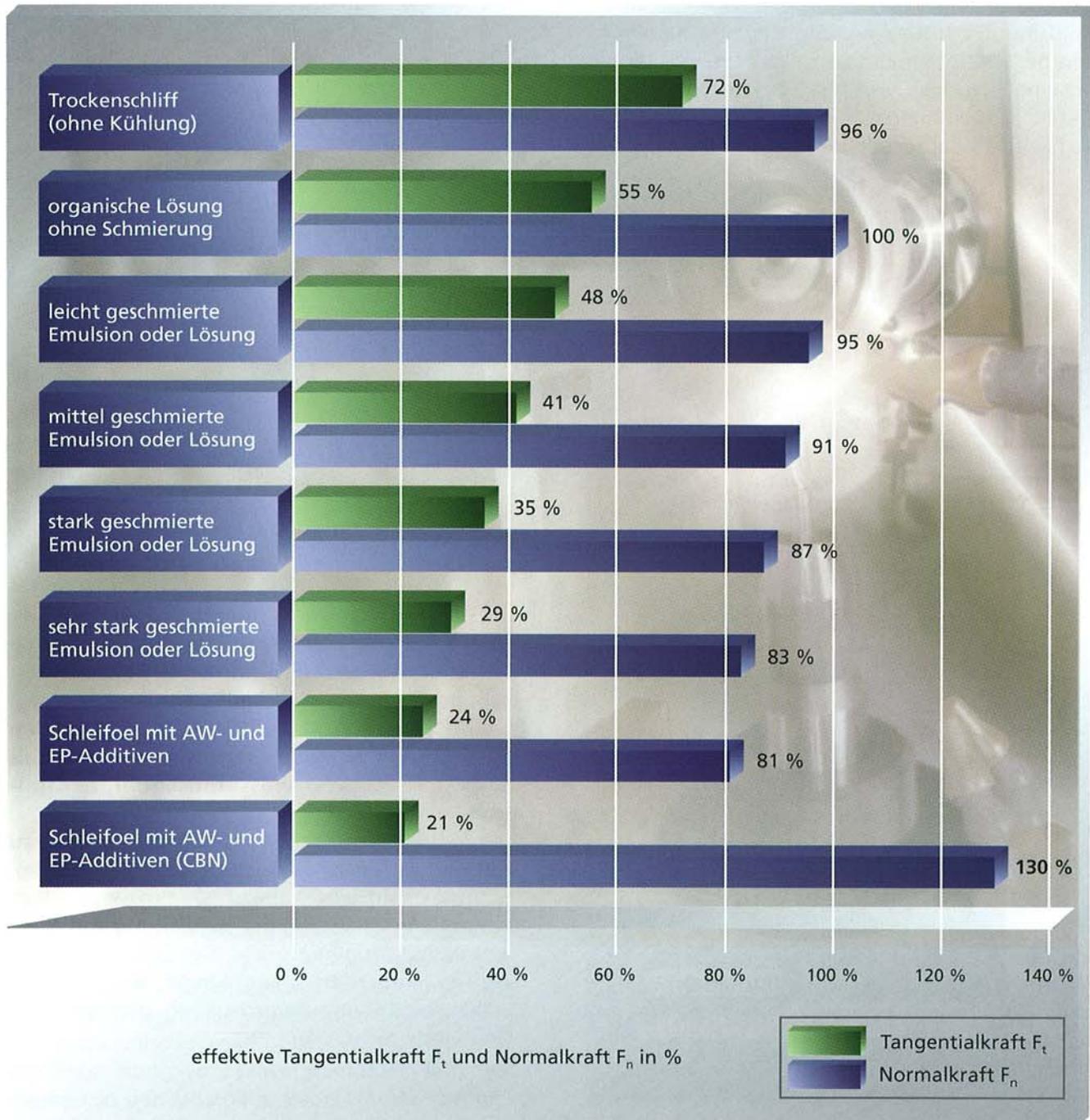


Abbildung 12

➤ Geringer Schleifscheibenverschleiß

Mit Oel leben die teuren Schleifscheiben bis zu fünfmal länger. Die Abrichtzyklen verlängern sich beachtlich. Dies gilt sowohl für Korund-, CBN- und Diamantschleifscheiben. Der ganze Schleifprozess bekommt eine höhere Produktionssicherheit, eine bessere Wiederholgenauigkeit und durch die längeren Abrichtzyklen wird teures Scheibenmaterial gespart. Die relative Scheibenstandzeit, in Abhängigkeit des verwendeten Kühlschmierstoffes, ist in Abbildung 15 auf Seite 15 dargestellt.

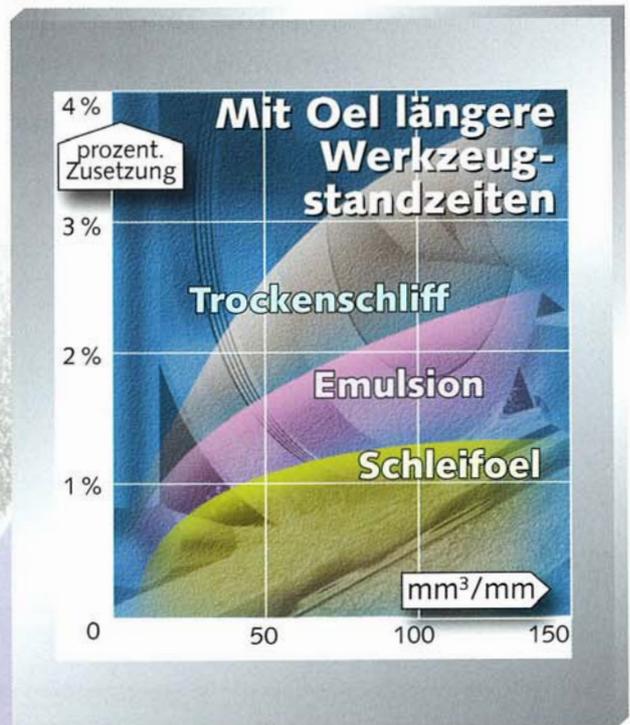
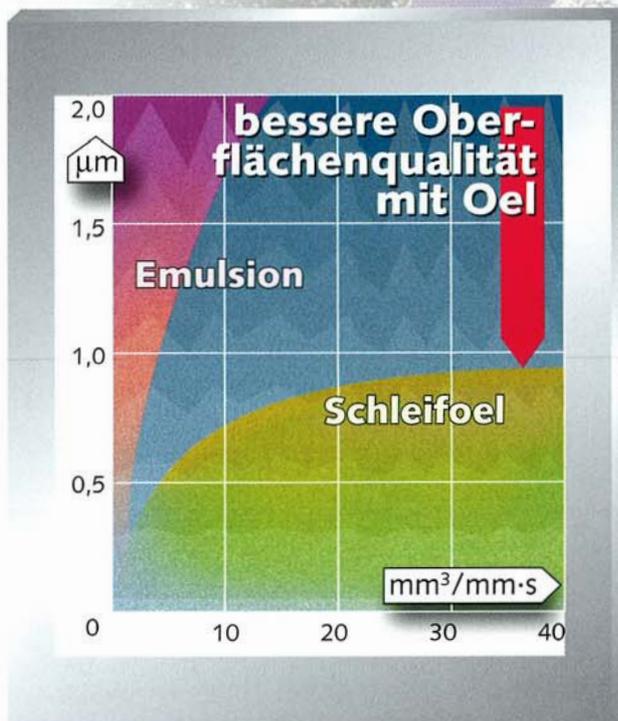


Abbildung 13



➤ Verbesserung der Werkstückqualität

Mit Oel verbessert sich die Oberflächenqualität der Werkstücke. Der arithmetische Mittenrauhwert R_a beträgt im Vergleich zu wassermischbaren Kühlschmierstoffen nur ein Drittel. Die Maximaltemperatur im Schleifspalt reduziert sich beim Oeleinsatz um ca. 25 %. Die Gefahr von Schleifbrand ist beim Oeleinsatz geringer als beim Einsatz von wassermischbaren Kühlschmierstoffen.

Die geringe Abschreckwirkung von Oel führt zu weniger Gefügebeeinflussung (keine Haarrisse). Es wird damit eine nahezu 100-prozentige Produktionssicherheit bei der Herstellung von Hartmetallwerkzeugen erreicht. Die Beschichtungen von Hartmetallen leben länger und platzen nicht ab. Kobaltauswaschungen gibt es beim Oeleinsatz nicht.

Abbildung 14

Relative Scheibenstandzeit in Abhängigkeit des verwendeten Kühlschmierstoffes (Durchschnittswerte)

Als Basis (100 %) wird von additiviertem Schleifoel ausgegangen.
Diagramm gilt nur für konventionelle Schleifscheiben!

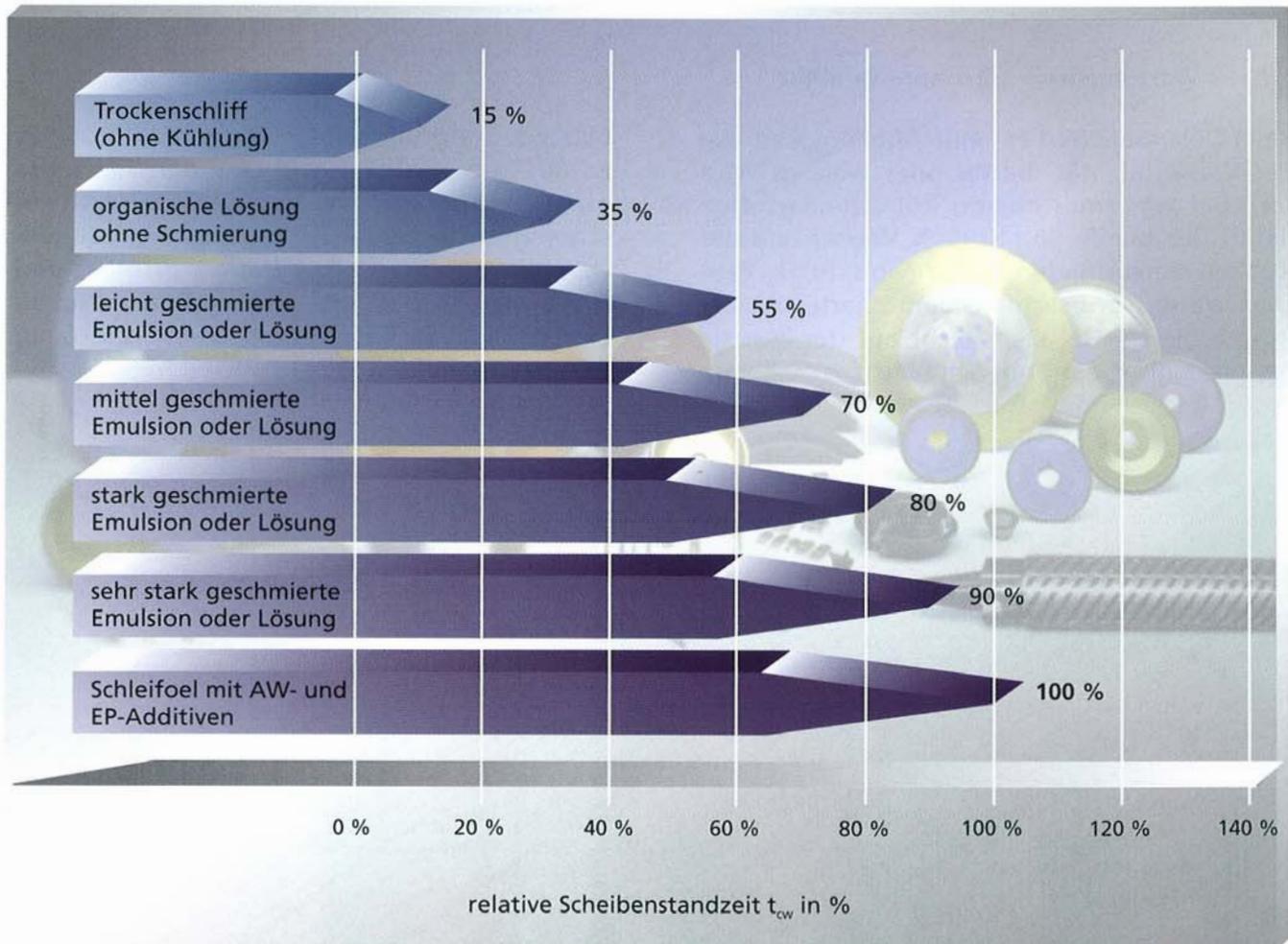


Abbildung 15

➤ Schonung der Maschine

Öl schmiert zusätzlich alle Maschinenelemente und greift Führungsbahnen nicht an. Es gewährt einen optimalen Rostschutz. Beim Einsatz von wassermischbaren Kühlschmierstoffen führt die Entstehung von Wasserdampf zu Rostproblemen in der Maschine. Beim Einsatz von Öl sieht eine Schleifmaschine nach vielen Jahren

noch sehr gut aus. Es gibt keine Lack- und Korrosionsschäden. Beim Schleifen von Hartmetallen entsteht keine „schwarze Schicht“, die zum Ausfall der Maschine führen kann. Öl garantiert ständige Einsatzbereitschaft der Maschine und reduziert die Stillstandzeiten.

➤ Gesundheitliche Gesichtspunkte

Oele enthalten keine Biozide. Sie werden von Bakterien, Pilzen und Hefen nicht angegriffen. Es entstehen keine zusätzlichen Kosten für eine Nachkonservierung mit Bioziden. Beim Einsatz von Oel besteht nicht die Gefahr der Nitrosa-

minbildung (Nitrosamine gelten als krebsauslösend!). Oel löst keine Schwermetalle (z.B. Kobaltionen in Emulsionen oder Lösungen). Die Hauterkrankungen der Mitarbeiter gehen um 80 bis 90 % zurück.

➤ Wartungsfreie konstante Qualität

Beim Oeleinsatz gibt es keine Abhängigkeit von der Wasserqualität (hartes oder weiches Wasser). Bei wassermischbaren Kühlschmierstoffen liefert der Kunde 90 bis 95 % Wasser und der Kühlschmierstofflieferant nur 5 bis 10 %. Weiches Wasser verursacht Schaum-, hartes Wasser Rostprobleme. Oel klebt nicht auf der Maschine, dickt nicht ein und führt nicht zu Schaum-

bildung. Aufgrund seiner konstanten Qualität ist eine Überprüfung des Oels normalerweise nicht erforderlich. Wassermischbare Kühlschmierstoffe dagegen müssen einmal wöchentlich auf ihre Konzentration, pH-Wert und Nitrit untersucht werden. Oel kann dauernd im Einsatz bleiben. Ein Wechsel oder Entsorgung ist nicht notwendig.

Vorteile beim Schleifen mit Oel



Abbildung 16

4.4 Voraussetzungen für das Schleifen mit Oel

➤ Maschinenkapselung

Bevor in eine Schleifmaschine Oel eingefüllt werden darf, muss zuerst überprüft werden, ob die Maschine gekapselt ist. Die Kapselung verhindert den unkontrollierten Austritt des Oels. Bei neuen Schleifmaschinen ist die Vollkapselung selbstverständlich.

➤ Absaugung

Zusätzlich sollte die Maschine mit einer Absaugeinrichtung versehen sein, um Oeldämpfe, Oelnebel und den Oelrauch abzuleiten, damit sie nicht den Bediener der Maschine beeinträchtigen. In der Praxis haben sich Luftfiltersysteme mit Prallblechen und Filtermatten sowie elektrostatische Filtersysteme mit zusätzlicher Aktivkohlefiltrierung gut bewährt. Für elektrostatische Filtersysteme ist es empfehlenswert einen Wartungsvertrag abzuschließen, damit der Hochspannungsteil ständig gereinigt wird.

Für große Zentralluftfilteranlagen in Werkhallen eignen sich sogenannte Demistoren, die durch Versprühen von Oel auf Maschengewebe eine Luftreinigung herbeiführen.

➤ Oelbeständigkeit

Alle Schlauchleitungen, Kabel und Dichtungen sowie Endschalter aus Kunststoffen, Elastomeren oder Gummi müssen oelbeständig sein.

➤ Feuerlöscheinrichtung

Oel ist brennbar! Jede Maschine muss daher mit einer automatischen Feuerlöscheinrichtung ausgerüstet sein.

➤ Kühlmittelzuführung

Die Schleifscheibe und das Werkstück sollen zur Ausschaltung der Verpuffungsgefahr sehr gut mit Kühlschmierstoff überspült werden. Für eine Fächerdüse ist nur ein Spüldruck von ca. 2 - 3 bar erforderlich.

➤ Kühlmittelkontrolle

Ein Strömungswächter muss bei Kühlmittelausfall die Maschine sofort abschalten. Ein zusätzlicher Niveauwächter kann verhindern, dass ein Oel-Luftgemisch in die Schleifkontaktzone gepumpt wird.

➤ Kühlschmierstoffmenge

Aufgrund der geringeren Wärmekapazität von Oel gegenüber wassermischbaren Kühlschmierstoffen sollte die Umlaufmenge verdoppelt werden. Bei gleicher Umlaufmenge empfiehlt sich der Einbau eines Kühlaggregates.

➤ Explosionsklappen

An der Oberseite der Maschinen müssen Explosionsklappen angebracht werden, um für den äußerst seltenen Fall einer Verpuffung die Energie abzuleiten. Die Klappen sind so anzubringen, dass sie nach einer Verpuffung sofort selbstständig wieder schließen und die Absaugung automatisch abschalten.

Voraussetzungen für das Schleifen mit Öl

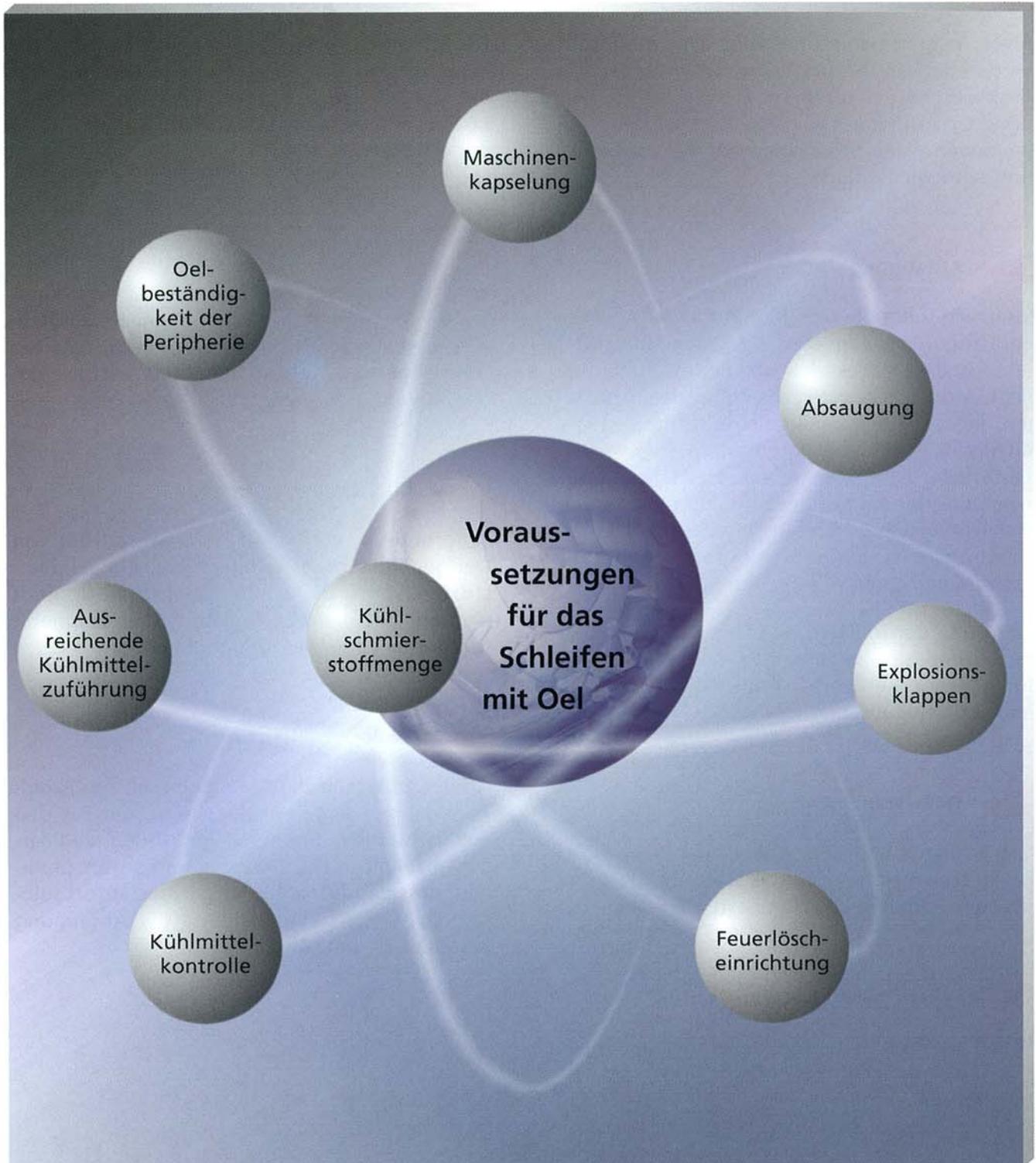


Abbildung 17

4.5 Aufbau von Schleifoelen

4.5.1 Allgemeines

Prinzipiell bestehen Schleifoelen immer aus einer geeigneten Basisflüssigkeit, der je nach Einsatzzweck und Anforderung unterschiedliche Wirkstoffe (Additive) zugegeben werden. Diese Basisflüssigkeiten können entweder durch Destillation und Raffination von Erdöl hergestellt werden oder synthetisch aus Gasen im Synthesofen, unter Anwendung eines Katalysators und Einwirkung von Druck und Hitze.

Synthetische Produkte gewährleisten einen nicht zu überbietenden Reinheitsgrad. Es können genau die Molekülketten zusammgebaut werden, die für den jeweiligen Verwendungszweck am besten geeignet sind.

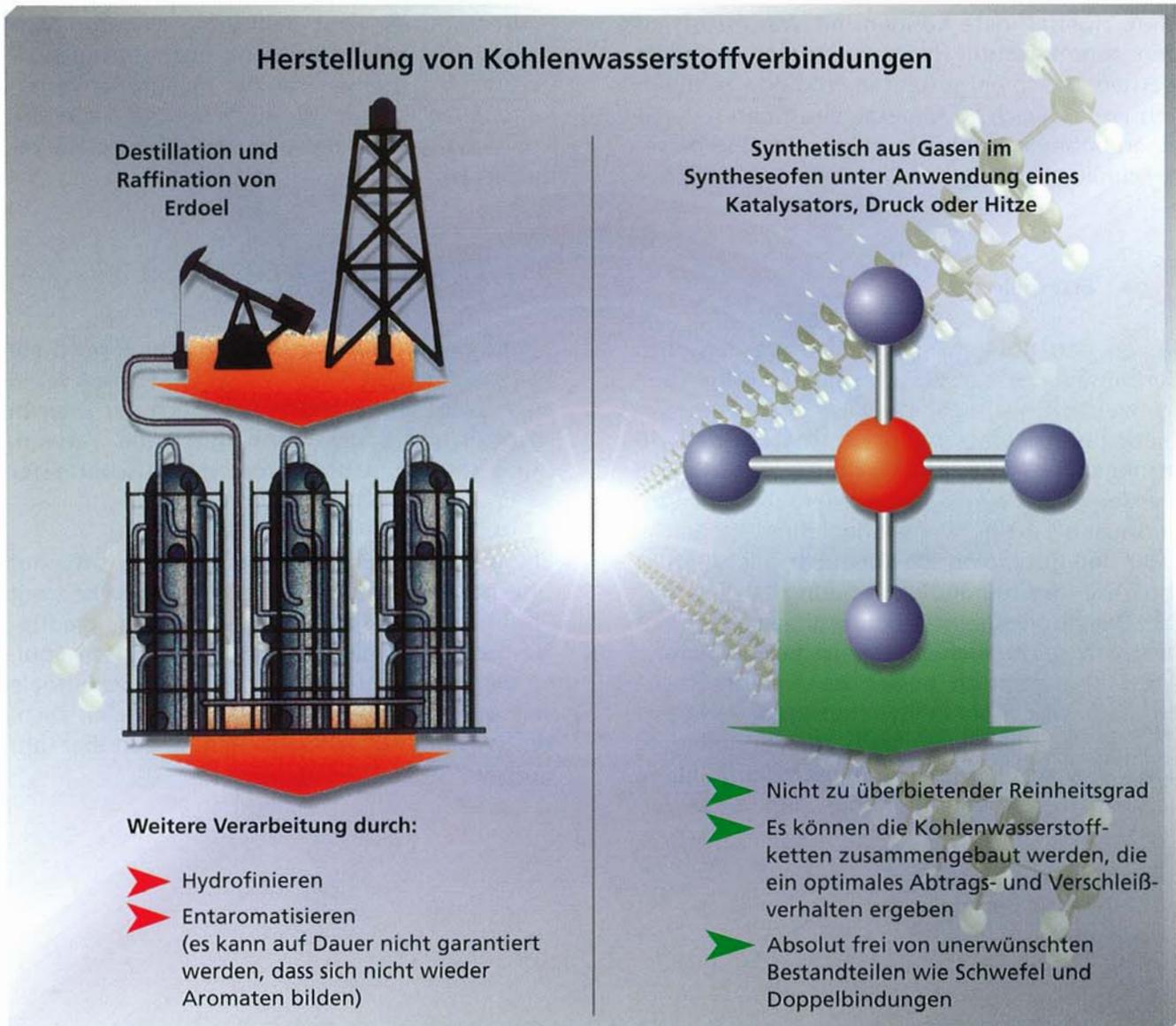


Abbildung 18

4.5.2 Basisflüssigkeiten

➤ Mineraloelraffinate

Die direkt aus Erdoel gewonnenen Mineraloelraffinate bilden zur Zeit noch den Hauptanteil der verwendeten Kohlenwasserstoff-Basisflüssigkeiten. Diese bestehen aus einem bunten Ge-

misch von ketten- und ringförmigen Kohlenwasserstoffen. Sie enthalten Doppelbindungen, die bei thermischer Belastung aufbrechen und den Kühlschmierstoff rasch altern lassen.

➤ Hydrocrackoele

Mineraloelraffinate können mit Wasserstoff zu den sogenannten Hydrocrackoelel veredelt werden. Die so hergestellten Produkte zeichnen sich im Vergleich zu Mineraloelraffinaten durch einen höheren Viskositätsindex und eine bessere Schmierfähigkeit aus. Ein weiterer Vorteil der

Hydrocrackoele liegt in ihrer geringeren Verdampfungs- und Vernebelungsneigung aufgrund der homogeneren Molekülgrößenverteilung. Beim Einsatz dieser Produkte kann die Kohlenwasserstoffemission am Arbeitsplatz reduziert werden.

➤ Esteroele

Neben den Kohlenwasserstoffen werden auch Carbonsäureester als Basisflüssigkeiten für Kühlschmierstoffe verwendet. Diese können in synthetische Produkte und solche natürlichen Ursprungs (Pflanzenoel, tierische Fette) unterteilt werden. Ihre Verdampfungsneigung ist noch geringer als die der Polyalphaolefine. Natürliche Ester sind gut biologisch abbaubar, allerdings ist ihre Alterungsbeständigkeit gering.

Die Oxidationsstabilität von Schmierstoffen auf der Basis synthetischer Ester ist bei geeigneter Auswahl wesentlich besser, da hier gesättigte Produkte von hohem Reinheitsgrad verfügbar sind. Sie können daher auch zur Formulierung von Kühlschmierstoffen für eine Umlaufkühlung verwendet werden. Allerdings sind diese Ver-

bindungen oft nicht mehr so gut biologisch abbaubar. Auch die Stabilität gegen Hydrolyse (in Gegenwart von Wasser spaltet sich der Ester in Alkohol und Säure) kann durch die Verwendung sterisch gehinderter synthetischer Ester verbessert werden.

Ein generelles Problem der Schmierstoffe auf Esterbasis ist ihre geringere Verträglichkeit mit Elastomeren und Lacken. Besonders die niedrigviskosen Ester, die aufgrund ihres guten Spülvermögens als Basisflüssigkeiten für Schleifoel verwendet werden, verhalten sich vielen Dichtungs- und Isoliermaterialien gegenüber aggressiv.

► Polyalphaolefine (PAO)

Polyalphaolefine sind synthetisch hergestellte Schmierstoffe mit exzellenten Eigenschaften. Als Basisöle werden sie im Rennsport unter extremen Bedingungen der Formel 1 eingesetzt. Als Kühlschmierstoff zeichnen sie sich durch eine minimale Verdunstung, einen hohen Flammpunkt bei niedriger Viskosität und einen großen Viskositätsindex aus. Sie besitzen eine ausgezeichnete Scher- und Alterungsstabilität.

Durch die einheitliche Zusammensetzung ist die Verdunstungsneigung der PAO's wesentlich geringer als bei Hydrocrackölen. Kühlschmierstoffe auf der Basis von Polyalphaolefinen eignen sich hervorragend für Hochleistungsschleifprozesse. Bei geeigneter Formulierung sind diese Kühlschmierstoffe sogar biologisch abbaubar.

Molekülmodell eines Polyalphaolefins (PAO)

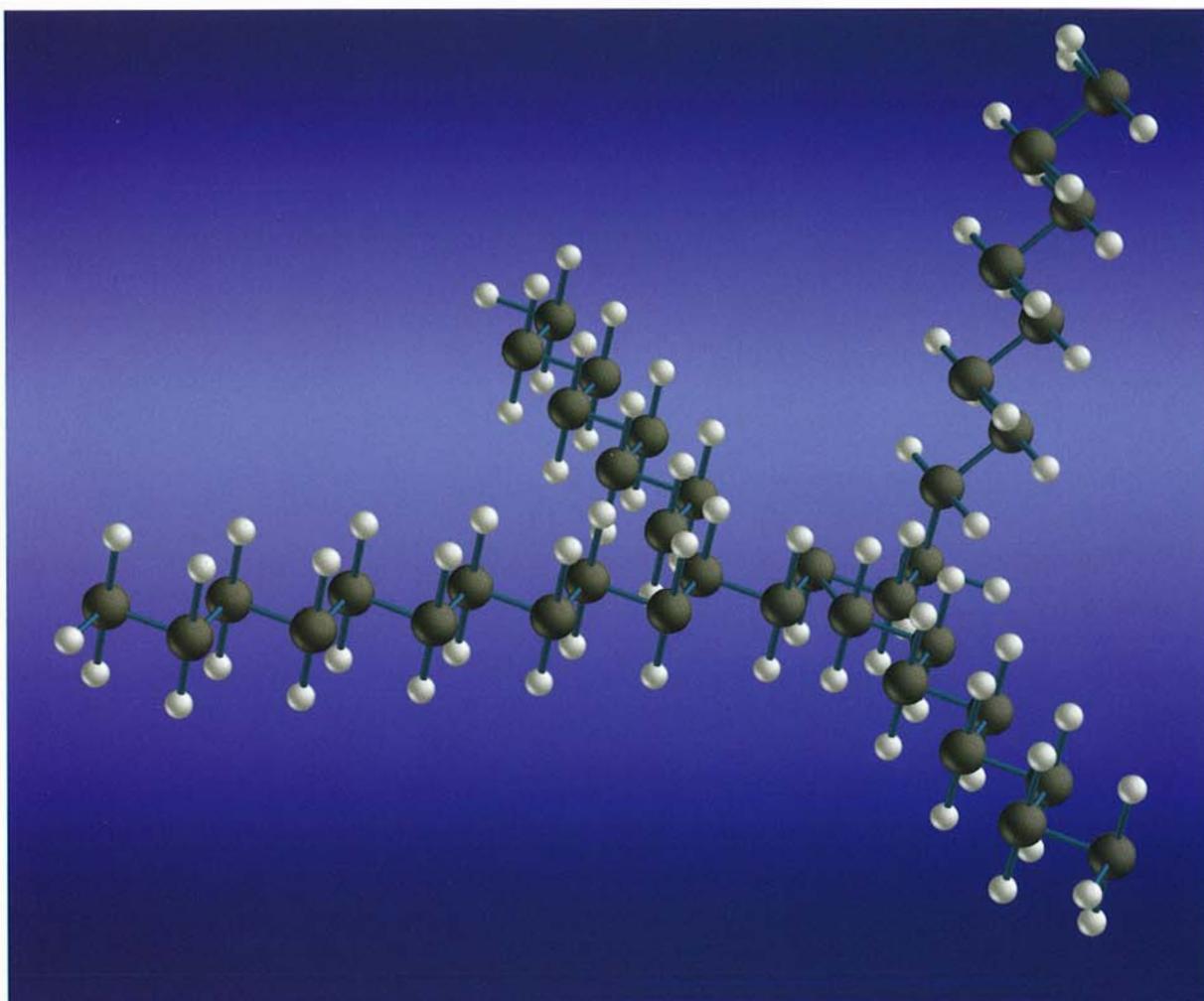


Abbildung 19

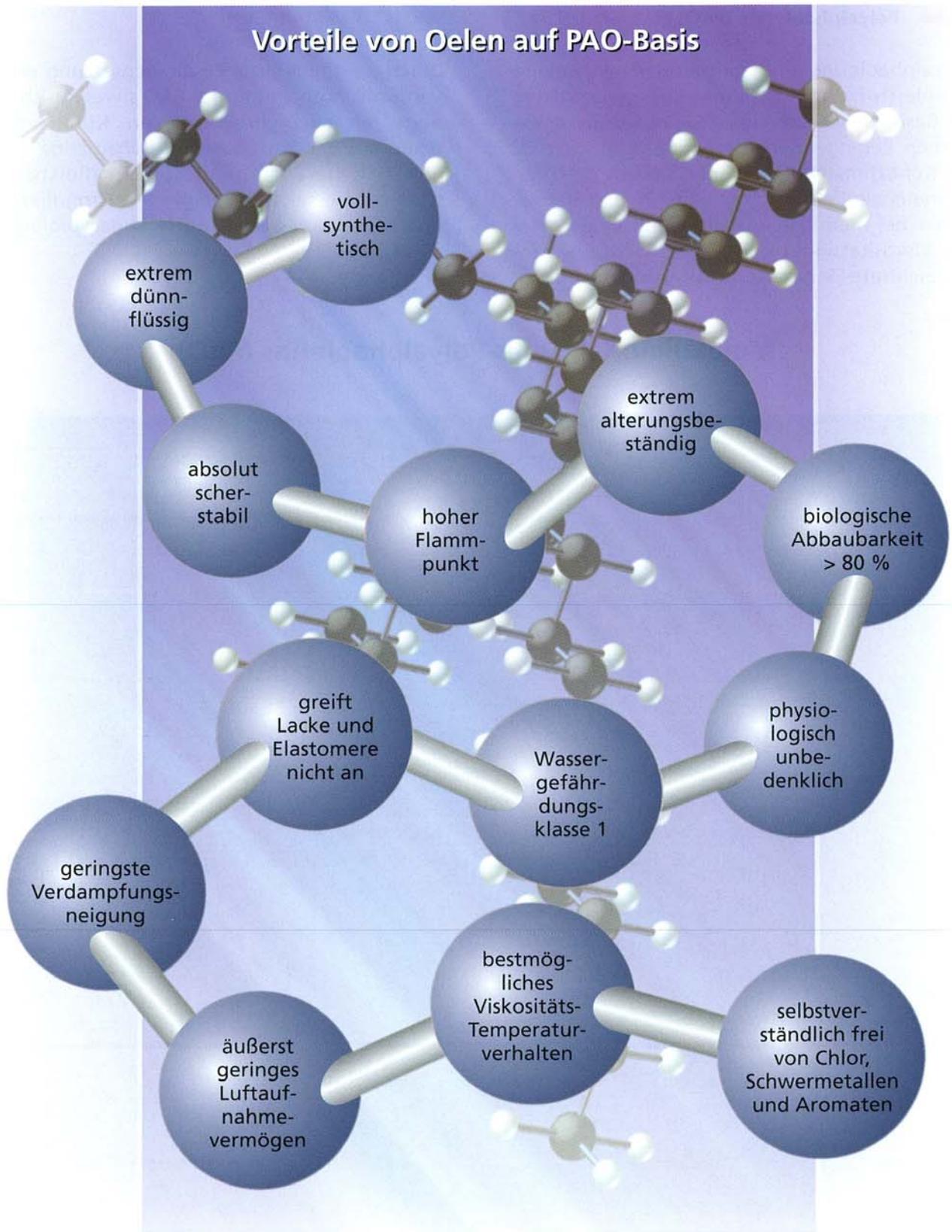


Abbildung 20

4.5.3 Additive

Durch geeignete Zusatzstoffe können die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Basisflüssigkeiten weiter verbessert und für den Bearbeitungsprozess optimiert werden.

► Friction Modifier

Reibungsverringerer (Friction Modifier) lagern sich an Metalloberflächen an und verringern die Reibung zwischen ihnen. Neben den bereits als Basisflüssigkeiten beschriebenen Carbonsäureestern und Fettalkoholen kommen Carbonsäuren, Amin- und Amidverbindungen zum Einsatz.

► EP-Additive

Fressschutzwerkstoffe (Extreme-Pressure-Additive) bilden durch Reaktion mit Metalloberflächen Verbindungen mit geringerer Scherfestigkeit und verhindern so Mikroverschweißungen zwischen den Metalloberflächen bei hohem Druck und hohen Temperaturen. Der Übergang zwischen AW- und EP-Additiven ist fließend; auch hier werden reaktive Phosphorverbindungen, zusätzlich auch organische Schwefelverbindungen, verwendet. Dabei wird unterschieden zwischen geschwefelten Kohlenwasserstoffen (Polysulfide) und mit Schwefel umgesetzten Carbonsäureestern. Beide Typen lagern sich an die Metalloberfläche an und zersetzen

► Antioxidantien

Die Alterung von Schmierstoffen wird vor allem durch den Kontakt mit Luftsauerstoff verursacht. Besonders Kühlschmierstoffe für Hochgeschwindigkeits-Schleifoperationen sind meist einer hohen thermischen Belastung ausgesetzt. Als negative Effekte dieser Oxidation ist ein Anstieg von sauren Bestandteilen und somit eine steigende Aggressivität gegenüber Lacken, Elastomeren und Metallen zu beobachten. Auch können gealterte Kühlschmierstoffbestandteile Verharzungen verursachen und einen unangenehmen sauren Geruch bewirken.

► Anti-Wear-Additive

Verschleisschutzwerkstoffe (Anti-Wear-Additive) bilden durch Reaktion mit Metalloberflächen plastisch deformierbare Schichten, welche den Verschleiss zwischen den tribologisch beanspruchten Reibpartnern vermindern. Sie werden unterteilt in aschegebende und aschefreie Produkte.

sich bei höheren Temperaturen. Die sogenannten aktiven Schwefeladditive reagieren hier früher als die inaktiven Sorten. Der dadurch freier werdende Schwefel bildet mit dem Metall Sulfide, welche eine deutlich geringere Scherfestigkeit als das Metall selbst besitzen. Dieser Effekt bewirkt eine bessere Zerspanbarkeit des Werkstoffes und verhindert ein Verschweißen mit der Werkzeugschneide. Die bis vor einigen Jahren vielfach eingesetzten chlororganischen Verbindungen (Chlorparaffine) sind aus ökologischer und toxikologischer Sicht bedenklich und werden heute weitgehend durch Schwefelverbindungen ersetzt.

► Antinebeladditive

Um eine übermäßige Nebelbildung bei starker Verwirbelung zu verhindern, werden den Produkten oellösliche kettenförmige Polymerverbindungen zugesetzt, die einer zu feinen Verteilung des Ölnebels entgegenwirken.

5 Arbeitssicherheit beim Einsatz von Schleifoelen

5.1 Untersuchungen zum Brand- und Explosionsverhalten

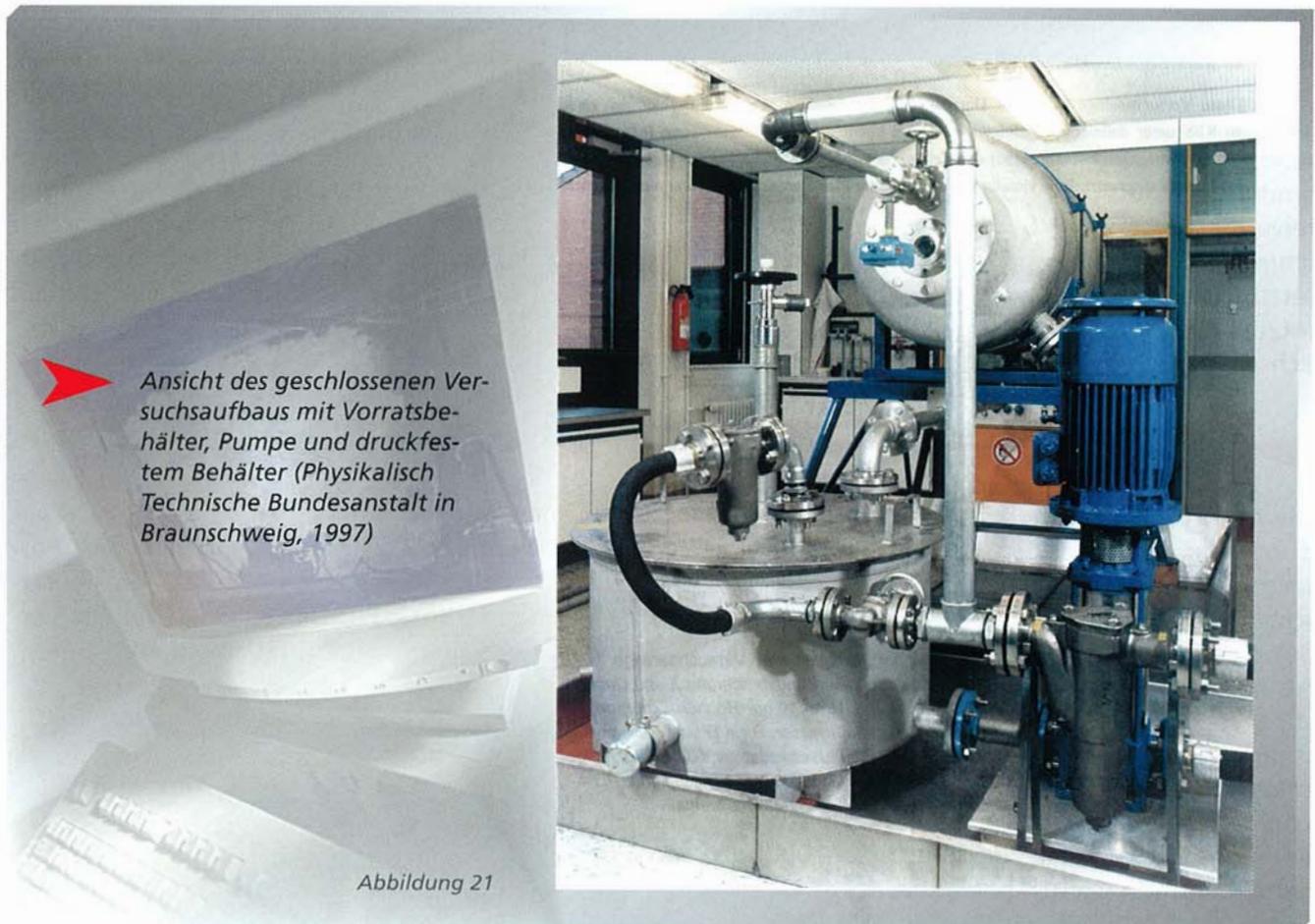
Für den Schleifprozess werden in der Regel Oele mit einem Flammpunkt von über 100 °C eingesetzt. Diese Oele fallen daher nicht mehr unter die Verordnung für brennbare Flüssigkeiten (VbF).

Jedes Oel besitzt eine sogenannte „untere“ und eine „obere“ Explosionsgrenze. Die Explosionsgrenzen werden durch den prozentualen Anteil von Oel in der Luft festgelegt.

Die untere Explosionsgrenze liegt normalerweise bei 0,6 Vol. %/Luft. Das bedeutet, dass unterhalb dieser Grenze kein zündfähiges Oel-/Luftgemisch

vorhanden ist (z.B. bei Minimalmengenschmierung). Die obere Explosionsgrenze liegt bei 7 Vol. %. Das heißt, bei einem Oel-/Luftgemisch über diesem Grenzwert kann keine Zündung mehr erfolgen - das Gemisch ist „zu fett“.

Ein Oel-/Luftgemisch ist daher nur zündfähig, wenn das Verhältnis Oel/Luft zwischen 0,6 und 7 Vol. %/Luft liegt. Dieser gefährliche Bereich muss z.B. durch gutes Überspülen der Schleifzone vermieden werden. Ein Zerstäuben des Oeles ist durch geeignete Düsenkonstruktion zu minimieren.



Ansicht des geschlossenen Versuchsaufbaus mit Vorratsbehälter, Pumpe und druckfestem Behälter (Physikalisch Technische Bundesanstalt in Braunschweig, 1997)

Abbildung 21

Die Physikalisch Technische Bundesanstalt in Braunschweig untersuchte 1997 verschiedene Öle unterschiedlicher chemischer Beschaffenheit (Mineralöle, Hydrocracköle, Polyalphaolefine, Ester) mit Flammpunkten zwischen 120 °C und 240 °C. Die Viskositäten bei 40 °C lagen zwischen 3,6 und 30 mm²/s. Die Tests fan-

den in einer Versuchsanlage mit einem 700 Liter fassenden explosionsdruckfesten Behälter statt, in den das Öl mit 0,5 bis 10 bar über eine Vollkegeldüse eingesprüht wurde. Die Zündung der Öl-/Luftgemische erfolgte elektrisch.

5.1.1 Untersuchungsergebnisse

- Sprühnebel aller untersuchten Kühlschmierstoffe konnten in der geschlossenen Anlage mit elektrischen Funken von weniger als 10 J selbst dann zur Explosion gebracht werden, wenn ihr Flammpunkt weit über 200 °C lag.
- Es wurden dabei maximale Explosionsüberdrücke von 3,5 bis 4,5 bar festgestellt.
- Die Kühlschmierstoff-Sprühstrahlen konnten durch an einer Korund-Schleifscheibe erzeugte Stahlschleiffunken bei Anpressdrücken bis zu 600 N/cm² und 30 m/s Schleifgeschwindigkeit nicht gezündet werden. Titanschleiffunken zündeten dagegen Sprühstrahlen unabhängig vom verwendeten Kühlschmierstoff-Produkt.
- Sprühstrahlen aller untersuchten Kühlschmierstoffe konnten durch kleine heiße Stäbe gezündet werden. Die Zündung erfolgte erst bei Temperaturen von 800 °C bis 1000 °C, das heißt weit oberhalb der Normzündtemperatur der Flüssigkeiten.
- Durch einen durch eine Ringstrahldüse erzeugten Flutungsstrahl konnte bei vollständiger Überflutung der Reibfläche eine Zündung verhindert werden. Bei nicht vollständiger Überflutung war jedoch eine Entzündung des an der Reibstelle durch Sekundärerstäubung gebildeten Sprühnebels möglich.

5.1.2 Ursachen von Bränden und Explosionen

Zum Glück sind Brände und Verpuffungen beim Schleifen mit Oelen äußerst selten. Aufgrund des geringen Explosionsüberdruckes von nicht mehr als 4,5 bar besteht in keinem Fall eine Gefahr für den Bediener an der Maschine. Beim Schleifen von Hartmetall ist die Gefahr noch geringer, da kein „Kometenschweif“ entsteht, der

zu einer Zündung des Oel-/Luftgemisches führen könnte.

Der VDMA hat zwischen 1987 und 1994 ungefähr 150 Brände und Verpuffungen untersucht und dabei folgende Hauptursachen festgestellt:

-  **Werkstückverklammung**
Durch Werkstückverklammung kam es zu lokalen Überhitzungen, die zur Zündung führten.
-  **Fehlende oder verminderte Oelzufuhr**
Normalerweise muss eine Schleifmaschine bei fehlender oder verminderter Oelzufuhr sofort durch einen Sensor abgeschaltet werden. Ohne Oelkühlung kam es zu Überhitzungen im Schleifprozess; die Maschinen brannten. Besonders gefährlich ist es, wenn die Maschinenversorgungspumpe infolge Oelmangels gleichzeitig Luft in die Schleifkontaktzone fördert, oder das Oel wegen falscher Düseneinstellung überhaupt nicht an die Kontaktzone kommt.
-  **Fehler in der Maschinensteuerung**
Die Maschine wurde vom Bediener falsch programmiert und schlopf anstelle des Werkstückes die Spannvorrichtung. Auch Stromschwankungen können zu Steuerungsausfällen mit falschen Maschinenbewegungen führen.
-  **Abgenutzte Schleifscheiben mit Stahlgrundkörper**
Die Schleifscheibe hatte ihren Belag verloren, wodurch Stahlgrundkörper und Werkstück durch Reibung erhitzt wurden, bis das Werkstück glühte.

5.2 Gesundheitliche Aspekte beim Schleifen mit Oel

Vom Schleifprozess gehen viele Einwirkungen auf die Umwelt und den Menschen aus. Beim Mensch betrifft dies hauptsächlich das Einat-

men von Dämpfen, Nebel und Rauch, das Verschlucken von Stäuben und Flüssigkeiten sowie die Hautresorption von Flüssigkeiten.

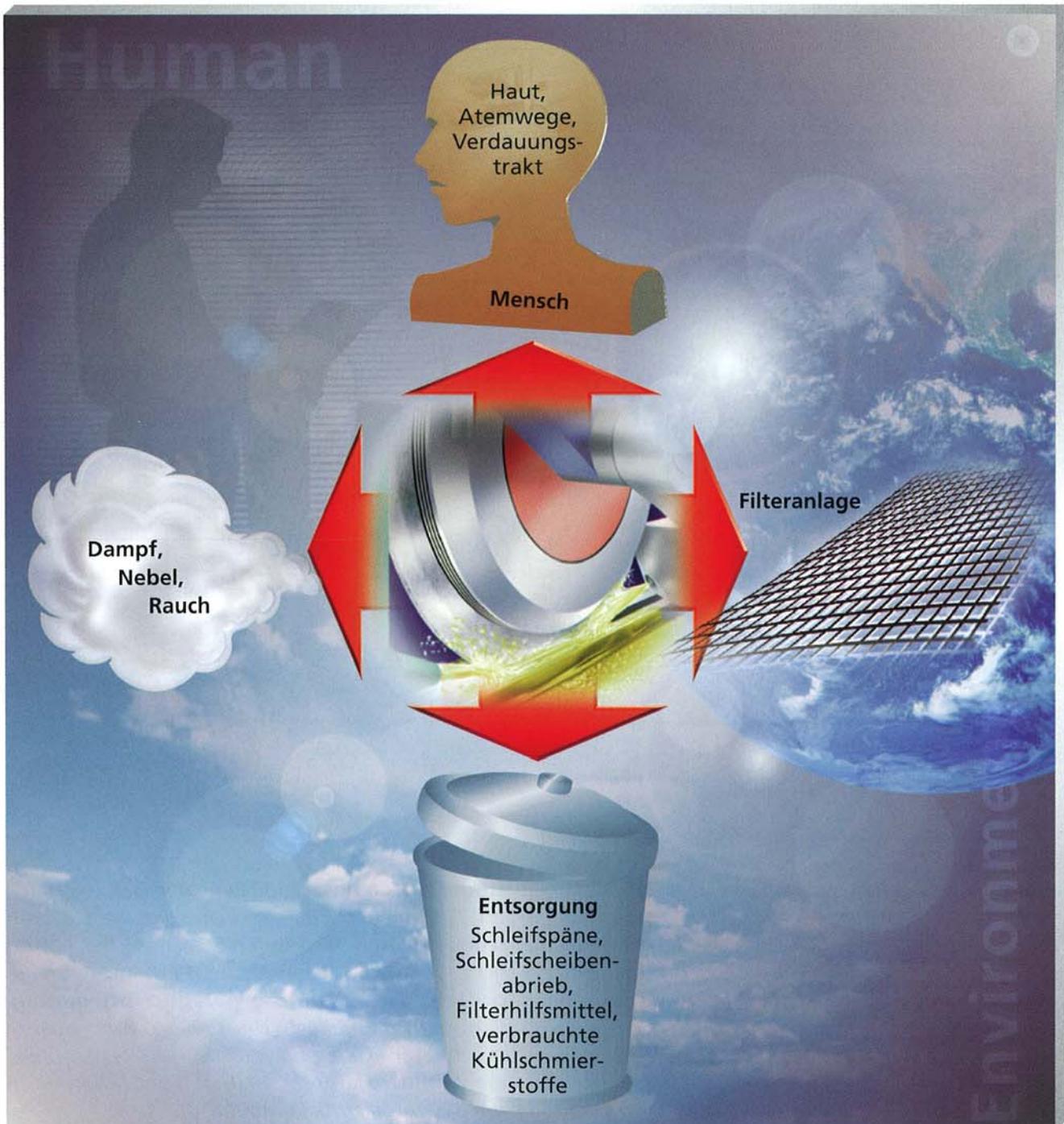


Abbildung 22

5.2.1 Schleifoel und die menschliche Haut

Aufgrund jahrzehntelanger Erfahrung und wegen seiner chemischen Zusammensetzung (keine Aromaten in Polyalphaolefinen) kann gesagt werden, dass von Oel keine schädigende Wirkung auf die Haut ausgeht. Der arbeitsbedingte direkte Kontakt mit der menschlichen Haut fin-

det praktisch ausschließlich über die Hände statt.

Die Haut ist das größte Organ des Menschen. Sie ist sehr vielschichtig aufgebaut, wie nachfolgende Darstellung veranschaulicht.

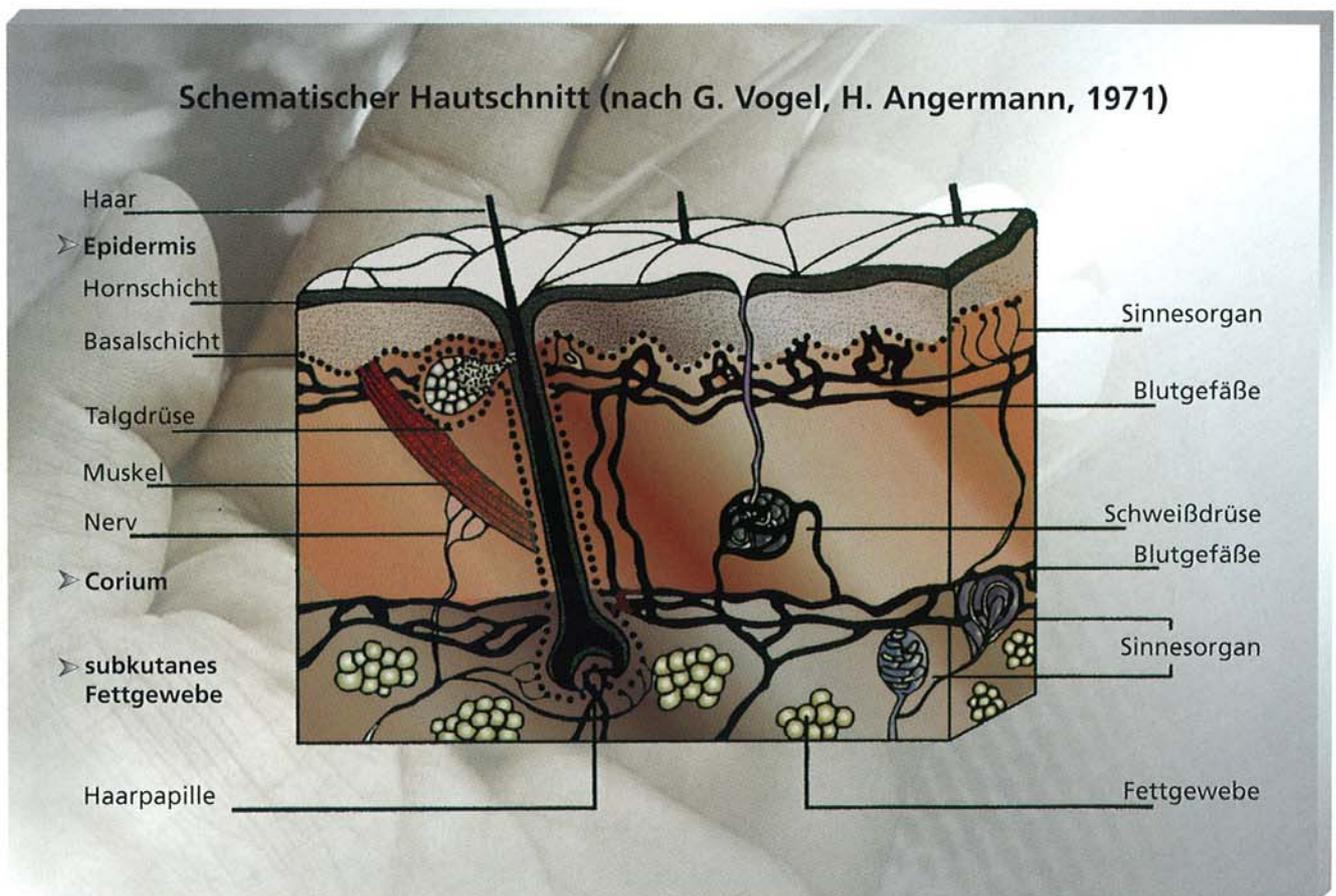


Abbildung 23

Negativ auf die Haut wirken sich im Schleifoel schwebende Abtragspartikel (z.B. Mikrospäne) aus, die die Oberhaut mechanisch schädigen können. Kobalt- und Nickelpartikel dringen in die Hautporen ein und lösen Allergien aus.

Generell gilt: Je besser die Filtration des Schleifoel, desto geringer ist die mechanische Beeinflussung der Haut. Vom Schleifoel durchtränkte Kleidungs-

stücke sollten unverzüglich gewechselt werden. Im Gegensatz zu wassermischbaren Kühlschmierstoffen wird durch Schleifoel der natürliche Säureschutzmantel der Haut nicht angegriffen. Die Erfahrung hat gezeigt, dass in Großbetrieben, nach Umstellung von wassermischbaren Kühlschmierstoffen auf Schleifoel, die Zahl der Hauterkrankungen der Mitarbeiter um 80 - 90 % zurückgingen.

5.2.2 Einwirkungen auf den menschlichen Organismus

Um Einwirkungen wie Oeldämpfe, Oelnebel und Rauch auf den menschlichen Organismus beim Schleifen mit Oel zu vermeiden, müssen entsprechend eingesetzte Maschinen gekapselt und mit einer Absaugeinrichtung ausgerüstet

sein. Als Obergrenze für den MAK-Wert (Maximale Arbeitsplatzkonzentration) gelten zur Zeit 10 mg Oelnebel und Oeldampf pro m³ Atemluft. Zu unterscheiden sind:



Oeldämpfe

Sie sind unsichtbar und entstehen bei Oelen ab ca. 250 °C. Bei wassermischbaren Kühlschmierstoffen entstehen diese Dämpfe bereits ab 100 °C und betragen mengenmäßig ein Vielfaches der Schleifoeldämpfe. Schleifoele auf Polyalphaolefinbasis haben einen um zwei Drittel geringeren Verdampfungsverlust als herkömmliche Mineraloelprodukte.

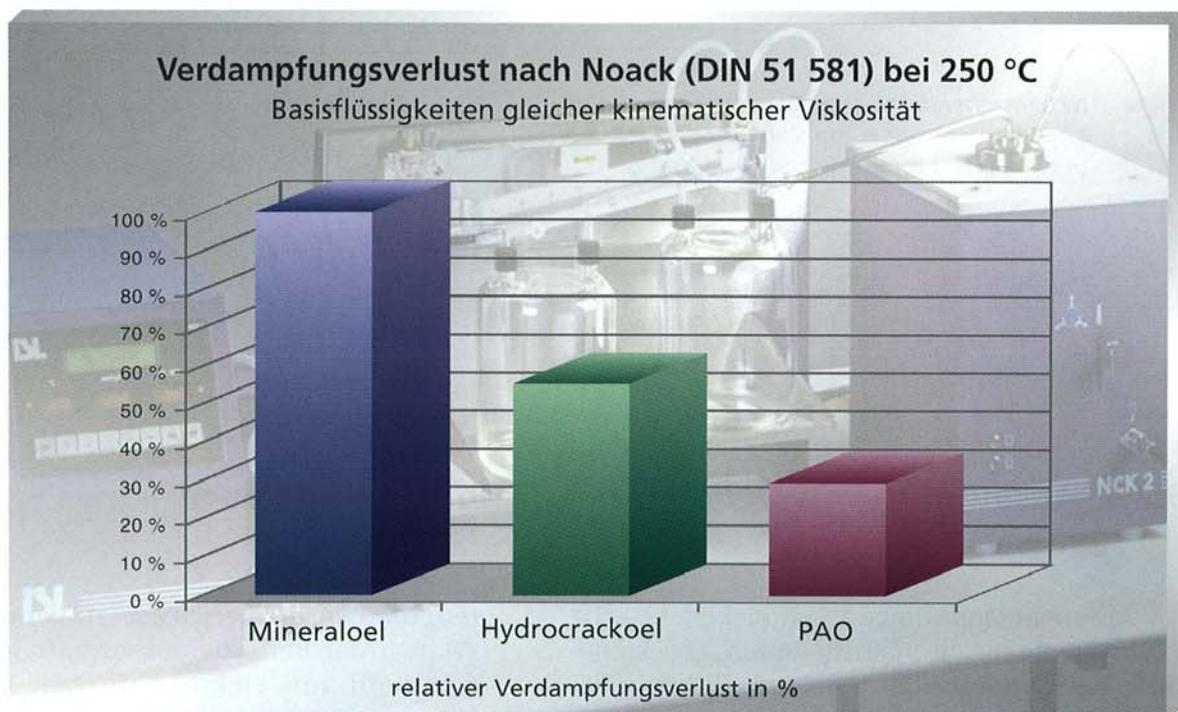


Abbildung 24



Oelnebel

Bei Oelnebel handelt es sich um feinst verteilte Oeltröpfchen in der Luft. Auch hier sind die verdampfungsarmen polyalphaolefinbasischen Produkte den Mineraloelen weit überlegen.



Rauch

Schleifrauch ist ein fein verteilter fester Stoff, der aus Werkstückmaterial, Schleifscheibenmaterial und aus verbranntem Oel bestehen kann.

5.2.3 Deposition von Dämpfen, Nebel und Rauch im menschlichen Organismus

Eine mit Hilfe einer Gamma-Kamera durchgeführte Untersuchung über die Deposition von Dämpfen, Nebel und Rauch beim Arbeiten mit Kühlschmierstoffen zeigte, dass sich ein großer Teil wie erwartet im Hals-, Nasen- und Rachenbereich ablagert. Auch die Lunge ist davon betroffen. Sogar im Magen sind starke Kühlschmierstoffkonzentrationen nachzuweisen.

➤ *Nebensiehende Abbildung zeigt eine typische Deposition von Dämpfen, Nebel und Rauch im menschlichen Organismus*



Abbildung 25

5.2.4 Absaugung von Oeldämpfen, Oelnebel und Rauch

Als Absauganlagen haben sich elektrostatische Filtersysteme mit nachgeschaltetem Aktivkohlefilter, Mattenfilter oder bei Großanlagen sogenannte Demistoren gut bewährt (siehe auch Kapitel 4.4). Bei elektrostatischen Filtersystemen sind die Reinigungsintervalle genau einzuhal-

ten, um Funkenüberschläge zu vermeiden. Auf Wunsch der Berufsgenossenschaft soll bei Verwendung von elektrostatischen Filtern der Flammpunkt des eingesetzten Oeles mindestens 140 °C betragen.

Für die freundliche Unterstützung bei der Herstellung dieser Informationsschrift bedanken wir uns bei den Firmen:

Agathon AG, CH-4503 Solothur
AKE Knebel GmbH & Co., D-72305 Balingen
ANCA Europe GmbH, D-68167 Mannheim
Deckel GmbH & Co. KG, D-82362 Weilheim
Doebeli Profiltex AG, CH-4563 Gerlafingen
EWAG AG, CH-4554 Etziken
HTT AG, CH-2502 Biel 8
Jung GmbH, D-73037 Göppingen
Junker Maschinenfabrik GmbH, D-77787 Nordrach
Kellenberger & Co. AG, CH-9009 St. Gallen
Loroch GmbH, D-69509 Mörlenbach
Mägerle AG, CH-8610 Uster
MIKROMAT GmbH, D-01239 Dresden
REINECKER KARSTENS KOPP GmbH,
D-89231 Neu-Ulm

Rollomatic S.A., CH-2525 Le Landeron
Saacke GmbH & Co., D-75181 Pforzheim
SAINT-GOBAIN Winter Diamantwerkzeuge GmbH & Co. KG,
D-22844 Norderstedt
SCHAUDT GmbH, D-70329 Stuttgart
Schmidt GmbH & Co. KG, D-70469 Stuttgart
Schneeberger Masch. AG, CH-4914 Roggwil
Schütte GmbH & Co. KG, D-51105 Köln-Poll
Strausak AG, CH-4573 Lohn Ammansegg
Studer AG, CH-3602 Thun
Tacchella Macchine S.p.A., I-15016 Cassine
Vollmer Werke GmbH, D-88396 Biberach/Riß
Voumard Machines Co.S.A., CH-2301 La Chaux-de Fonds
Walter AG, D-72072 Tübingen

Unser besonderer Dank gilt der Firma H. W. Ott & Co. Schleiftechnik, CH-8330 Pfäffikon-ZH

Juni 2002

Dr. Manfred Storr

Diese Informationsschrift soll Sie nach bestem Wissen beraten. Sämtliche Angaben und Daten entsprechen dem Stand der Drucklegung. Änderungen im Sinne des technischen Fortschritts behalten wir uns vor. Aufgrund der vielseitigen anwendungstechnischen Besonderheiten erfolgen die Angaben unter Ausschluss jeder Verbindlichkeit und Haftung.

Impressum:

Oel-Held GmbH

Mineraloelwerk

Ulmer Straße 135

D-70188 Stuttgart

Tel.: (0711) 1 68 63 - 0

Fax: (0711) 1 68 63 - 40

e-mail: hutec@oel-held.de

INTERNET: www.oel-held.de

Satz & Layout: Claudia Gebauer

Illustration: Claudia Gebauer, Peter Gierhardt

Titelbild: Peter Gierhardt

Copyright © 2002 Oel-Held GmbH

Druck: Räse & Haigis Offsetdruck, D-71334 Waiblingen

Weltweit vertreten in Vertrieb und Service



Europa

Belgien
Dänemark
Finnland
Frankreich
Großbritannien
Israel
Italien
Niederlande
Norwegen
Österreich
Polen
Portugal
Schweden
Schweiz
Slowakei
Spanien
Tschechische Republik

Weltweit

Argentinien
China
Japan
Kanada
Singapur
USA

Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an:



Oel-Held GmbH
Ulmer Straße 135
D-70188 Stuttgart
Tel. 0049 (711) 1 68 63 - 0
Fax 0049 (711) 1 68 63 - 40
e-mail hutech@oel-held.de
INTERNET www.oel-held.de

Oel-Held (U.K.) Ltd. Lubricants Division
Unit 16, Colomendy Bus.Park, Rhyl Road
GB Denbigh LL16 5TA
phone 0044-1745-814 777
fax 0044-1745-813 222
e-mail oelheld@hotmail.com
web www.oelheld.co.uk

oelheld[®]
innovative fluid technology