

## Schmierstoffe – wir vermeiden Reibung, Verschleiß und Korrosion

Schmierstoffe auf Basis von Mineralöl, aber auch auf Basis nachwachsender Rohstoffe sowie synthetische Produkte leisten einen entscheidenden Beitrag zur Verminderung von Reibung, Verschleiß und Korrosion. Herstellung und Betrieb moderner Maschinen aller Art wären ohne Schmierstoffe nicht möglich.

Allein die Schäden, die auf Reibung und Verschleiß zurückgeführt werden können, werden in Deutschland auf über 30 Mrd. Euro geschätzt. Schäden durch Korrosion können noch größere Summen erreichen.

Die Schmierstoffe sind Mittler zwischen Reibpartnern. Sie trennen, schützen, konservieren, vermeiden Verschleiß, transportieren Wärme und führen Verschleißpartikel ab.

Der dahinter stehende Wissenschaftszweig ist die Tribologie (griechisch *tríbein* = reiben). Sie ist die Lehre von Technik und Wirkflächen in Relativbewegung und zugehöriger Technologien und Verfahren. Diese Wissenschaft, die sich mit dem Phänomen der Reibung und des Verschleißes befasst, hat eigentlich eine lange Tradition. Schon ca. 2000 v. Chr. benutzten die Ägypter Olivenöl als Schmierstoff, um größere Lasten durch Verringerung der Gleitreibung mit weniger Aufwand zu bewegen. Noch heute gibt es einfachste tribologische Systeme, z. B. eine quietschende Tür, aber auch hochkomplexe Tribosysteme wie ein Automobil mit seinen Lagern, Wellen, Getrieben, Kolben und Zylindern. Bei ersterem hilft vielleicht immer noch etwas Olivenöl, bei letzterem sicher nicht.

Heutige Maschinen, Lager und Getriebe sind ungleich komplizierter und aus den verschiedensten Materialien aufgebaut. Damit sind die Anforderungen an den Schmierstoff vielfältiger und anspruchsvoller geworden. Die Tribologie muss sich der Physik, Chemie, der Materialwissenschaften, Ingenieurwissenschaften, der Biochemie und Elektrotechnik bedienen. Es lässt sich schon erahnen, dass die Beschreibung von Tribosystemen hochkomplex und bis heute kaum vollständig möglich ist. Entsprechend aufwändig ist die Formulierung und Produktion von Hochleistungsschmierstoffen, in die auch viel Erfahrungswissen einfließt.


Untersuchungen in den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts, die von vielen weiteren in den Folgejahren gestützt wurden, erbrachten, dass jährlich ca. 1 – 1,5 % des Bruttoinlandsprodukts durch Reibungs- und Verschleißvorgänge verschwendet werden. Zudem werden ca. 30 % des gesamten weltweiten Energieaufwands in Reibungs- und Verschleißvorgängen verzehrt. Die Verminderung dieser Verluste ist unsere Aufgabe.

### Reibung und Verschleiß

Generell erfasst man ein Reibsystem als eine Einheit, bestehend aus einem Grundkörper, einem Gegenkörper und einem Zwischenmedium (meistens dem Schmierstoff). Der Schmierstoff hat die Aufgabe, Grundkörper und Gegenkörper zu trennen, um Reibungs- und Verschleißvorgänge zu reduzieren oder gezielte Verschleißvorgänge, z. B. bei der spanenden Metallbearbeitung, so zu kontrollieren, dass der Verschleiß des Werkzeugs minimiert wird und die Oberfläche des Materials nicht zerstört wird.

Der Schmierstoff hat also die Aufgabe, alle auftretenden Reibzustände zu kontrollieren, indem Reibung gesenkt und Verschleiß minimiert wird.





Unter dem Oberbegriff Verschleiß werden verschiedene Arten von Materialzerstörung verstanden, die alle durch Schmierstoffe vermeidbar oder mindestens verminderbar sind, unter anderem:

- Abrasivverschleiß (Körper sehr unterschiedlicher Härte reiben gegeneinander, es kommt zum Austrag harter Partikel) und
- Adhäsionsverschleiß (bei Reibpartnern mit ähnlicher Härte; durch Mikrokontakte kommt es zu Ausbrüchen im Material und dadurch zum Ausfall des Bauteils – häufigste Verschleißform)

## Korrosionsschutz

Mineralölbasierte Korrosionsschutzflüssigkeiten sind weit verbreitet. Diese bilden einen dünnen Film aus Wachs (auch ein Rohölprodukt) bzw. Öl auf den Bauteilen und verhindern so den Zutritt von Luft, Wasser und Chemikalien an die Metalloberfläche, die dann zu Rost und Korrosion führen würden. Mit solchen Produkten werden z. B. Bauteile während Lagerung und Transport geschützt. Gleichzeitig lässt sich ein solcher temporärer Korrosionsschutz wieder schnell und gründlich mit Reinigern entfernen, im Gegensatz z. B. zu Lackierungen, wenn das Bauteil weiter verarbeitet wird.


## Die Lösung: **Schmierstoffe**


Für alle diese Aufgaben gibt es eine breite Palette von Schmierstoffen im Markt. Hier wird grob unterschieden zwischen Industrie- und Automobilschmierstoffen. Diese werden weiter nach den jeweiligen Hauptanwendungen gegliedert. Für den Automobilbereich sind die Hauptgruppen Motorenöle, Getriebeöle und Automatikgetriebeöle (kurz: ATF).

Für den Industriebereich wird ebenfalls nach dem primären Anwendungsprofil unterschieden:

- Fette (relativ feste „pastöse“ Schmierstoffe für Lager etc., dazu werden gewöhnliche Öle mit Eindickern versehen)
- Hydrauliköle (übertragen Kräfte, z. B. in Baumaschinen)
- Turbinenöle (Lagerschmierung z. B. von Gas- und Dampfturbinen)
- Formöle (Bauindustrie)
- Kompressorenöle (Schmierung von Kolben in Kompressoren)
- Umlauföle (Schmierung von Lagern in Industrieanlagen)
- Getriebeöle (Schmierung von Zahnrädern und Lagern in Getrieben, z. B. in Windkraftanlagen)
- Kühlschmierstoffe (zur Kühlung und Schmierung bei der Metallbearbeitung)
- Walzöle (Schmierung beim Walzen von Metall zu Blechen und Folien)
- Gleitbahnöle: Schmierung in Werkzeugmaschinen
- Kurz- Mittel- und Langzeitkorrosionsschutzmedien (temporärer Korrosionsschutz, meist auf Basis von Ölen und Wachsen)
- Wärmeübertragungsfluide (Schmierstoffe zur Wärmeübertragung z. B. in Heizungen)
- Härteöle (Öle als Abschreckmedium in der Metallbearbeitung)
- Transformatorenöle (Elektroisoleröle - Öle zum Verhindern von Funkenüberschlag, z. B. in Transformatoren)

Innerhalb dieser Gruppen gibt es noch zahllose Spezialflüssigkeiten, je nach genauer Anwendungsbedingung. Allein in der Metallbearbeitung z. B. sind sicher mehr als 40-50 Produkttypen für die verfahrenstechnisch unterschiedlichen Anwendungen zu finden. Für die





Anwendung im Hydraulikbereich unterscheidet die einschlägige DIN Norm ca. 30 verschiedene Typen, dazu kommen noch zahllose zusätzliche Anforderungen der Anwender.

Automobilhersteller haben eigene Anforderungsprofile, die als Mindestanforderungen in allgemeinen Spezifikationen (API, ACEA) festgelegt sind und von jedem Hersteller dann mit eigenen Zusatzforderungen ergänzt werden.

## **Aufbau von Schmierstoffen und Korrosionsschutzflüssigkeiten**

Für diese breite Palette an Anwendungen kommen verschiedenste Flüssigkeiten zum Einsatz. Die meisten davon (der Menge nach) werden aus Rohöl gewonnen, aber auch Ester aus nachwachsenden Rohstoffen sowie synthetische Flüssigkeiten gewinnen immer mehr an Bedeutung.

- „gewöhnliche“ Öle (sogenannte Solvent-Neutralöle, aus Rohöl gewonnen)
- Hydrocrackate (hydrierte Kohlenwasserstoffe, aus Rohöl)
- Polyalphaolefine (vollsynthetische Kohlenwasserstoffe aus 1-Decen, letztlich auch aus Rohöl gewonnen)
- Ester (meist aus nachwachsenden Rohstoffen)
- Polyolester (synthetisch, Vorprodukte aus Rohöl)
- Komplexester (synthetisch, Vorprodukte aus Rohöl)
- Polyglykole (synthetisch, Vorprodukte aus Rohöl)
- Perfluorether (Spezialanwendungen, synthetisch, Vorprodukte aus Rohöl)
- Alkylate (gewonnen aus Rohöl)

Zur gezielten Beeinflussung der Eigenschaften eines Schmierstoffes für den vorgesehenen Einsatzzweck steht eine große Anzahl an Additiven zur Verfügung. Allgemein geht man von ca. 800-1000 verschiedenen Additiven im Markt für alle möglichen Einsatzzwecke aus. Einfache Formulierungen enthalten bisweilen nur ein bis zwei Additive, komplexe Produkte Kombinationen von 25 und mehr verschiedenen Additiven, die ein hochkomplexes Gleichgewicht ausbilden. Es sei dabei nur angemerkt, dass sich die Wirkung der Additive nicht unabhängig voneinander entfaltet, sondern sich sehr oft Synergismen und Antagonismen ergeben, die man gezielt nutzen kann.

## **Recycling**

Die meisten Schmierstoffe können (und werden) nach Gebrauch gesammelt und einer Wiederverwertung zugeführt. Diese kann zum einen „thermisch“ sein, d. h. die Schmierstoffe werden z. B. in der Zementindustrie als Ergänzung zu konventionellen Brennstoffen wie Öl und Gas zur Energiegewinnung verbrannt.

Zum anderen werden in immer stärkerem Ausmaß die gebrauchten Schmierstoffe in speziellen Raffinerien zu „frischen“ Basisölen recycelt. Dies wird der „thermischen“ Verwertung vorgezogen, u. a., weil immer mehr hochwertige, oft synthetische, Basisöle für die Schmierstoffproduktion verwendet werden. Durch den Gebrauch werden diese chemisch oft nur wenig verändert und sind zu wertvoll, um verbrannt zu werden, ganz unabhängig vom Umweltgedanken. Die recycelten Öle stehen „frischen“ Ölen in der Qualität nicht nach. Daher sind in Deutschland und Europa in den letzten Jahren große Anlagen zum Recycling von Ölen entstanden.