

Schmierstoffe

Arbeitsblatt



1/8

Arbeitsauftrag	SuS machen sich selbstständig Notizen zum Vortrag der Lehrperson. Die Grafiken und Fragen stehen auf einem Arbeitsblatt für die SuS zur Verfügung.
Ziel	Die SuS wissen, wozu Schmierstoffe gebraucht werden und kennen ihre Eigenschaften.
Material	PPP Lehrerinformation Arbeitsblatt
Sozialform	Plenum
Zeit	45'

Schmierstoffe

Arbeitsblatt



2/8

Schmierstoffe: Wo und weshalb sie eingesetzt werden

Einstiegsfrage: Was denken Sie, was sind Schmierstoffe und wozu werden sie verwendet?

Überall wo Reibung vermindert, Wärme abgeführt und Verschleiss vermieden werden soll, kommen Schmierstoffe zum Einsatz.

Jeder kennt den Ölwechsel beim Auto oder das Quietschen des Fahrrades, wenn die Kette nicht geölt wurde. Geschmiert wird in der Freizeit, zu Hause und in technischen Berufen. Schmierstoffe können in drei Kategorien eingeteilt werden:

Bild: Folie 2

Schmierstoffe sollen Verschleiss verhindern, welcher durch Reibung entsteht. Im Folgenden werden die Begriffe Reibung und Verschleiss geklärt.

Reibung

In der Physik wird Reibung sehr allgemein beschrieben:

Reibung tritt immer dann auf, wenn sich physikalische Objekte mit gegenseitiger Wechselwirkung relativ zueinander bewegen.

Gegenseitige Wechselwirkung: Eine Wechselwirkung ist eine physikalische Kraft, die zwei Körper aufeinander ausüben.

Es gibt unterschiedliche Arten von Reibung. Im Alltag haben wir es meistens mit der mechanischen Reibung zu tun: Mechanische Reibung äussert sich als Kraft, die verhindert, dass sich in Bewegung geratene Objekte unendlich weiterbewegen. Die Richtung der Reibungskraft F_R ist der Bewegungsrichtung entgegengesetzt. Dies führt zu einer Verlangsamung des Objektes, falls keine ausreichende Antriebskraft vorhanden ist. Reibung führt zu Verlust mechanischer Bewegungsenergie.

Aufgabe 1: Wenn ein ruhendes Objekt bewegt werden soll, wie muss die Antriebskraft F_A sein?

Die Antriebskraft F_A muss grösser als die Reibungskraft sein.

Ist die Reibung hoch, muss mehr Antriebskraft vorhanden sein.

Die Reibungskraft ist **nicht** von der geometrischen Form der Objekte abhängig, sondern von der Gewichtskraft F_G ($= m \cdot g$) und der realen Kontaktfläche. Die reale Kontaktfläche ist kleiner als die gemeinsame Grundfläche der Körper, da sie sich zunächst nur an wenigen Kontaktpunkten der rauen Oberfläche berühren.

Der Reibungskoeffizient μ ist ein Mass für die Reibungskräfte, die zwischen zwei Festkörpern wirken. Man erhält ihn, indem die Reibungskraft F_R durch die Gewichtskraft F_G dividiert wird.

Schmierstoffe

Arbeitsblatt



3/8

Warum hängt die Reibungskraft nicht von der geometrischen Kontaktfläche ab?

Für das blosse Auge ist der Grund nicht erkennbar: Für unser Auge glatt erscheinende Flächen erweisen sich bei näherer Betrachtung jedoch als rau. Sind beide Objekte hart, besteht die tatsächlich Kontaktfläche nur noch aus wenigen Berührungspunkten. Ist einer der Körper jedoch sehr weich, dann kann die Kontaktfläche sogar viel grösser sein als die geometrische.

Wichtig: Reibung ist nicht immer unerwünscht. Im Motorsport zum Beispiel sucht man immer nach Möglichkeiten, die Reibung zwischen Strassenbelag und Reifen zu erhöhen.

Aufgabe 2: Überlegen Sie sich aufgrund der oben genannten Erklärung, welche Reifen haben den besseren Grip? Weiche oder harte?

Weichere Reifen liefern besseren Grip als harte, da die reale Kontaktfläche grösser ist.

Reibung führt zu Verschleiss

Bewegen sich zwei in Berührung stehende Körper zueinander, so kommt es immer zu Abnutzung, auch Verschleiss genannt. Es gibt verschiedene Verschleissformen:

Strömungsabrieb: Befinden sich kleine, aber harte Fremdkörper in einem flüssigen Medium, welches um einen Festkörper strömt, so ist das Strömungsabrieb.

Mechanischer Abrieb: Dies geschieht, wenn zwei Festkörper aufeinander gleiten oder rollen.

Fressverschleiss: Er tritt auf, wenn die Kontaktstellen der beiden Festkörper durch die Reibungswärme zuerst verschweisst und anschliessend wieder auseinandergerissen werden, weil sich die Reibungsgegenstände mit grosser Kraft zueinander bewegen.

Schmierung

Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten, wie Objekte aneinander vorbeibewegt werden können, je nachdem ob es sich um trockene, befeuchtete oder nasse Objekte handelt. Für jede technische Anwendung ist ein entsprechender Reibungszustand optimal.

Trockenreibung: Ohne Schmierung befinden sich die Reibungspartner in direktem Kontakt. Der auf diese Weise entstehende Verschleiss ist extrem gross.

Grenzreibung: Um Kaltverschweissungen von zwei sich reibenden Metallen zu vermeiden, beschichtet man die Metalloberflächen entweder mit einem Hartstoff oder behandelt sie mit trockenen Schmierstoffen, bspw. Graphit und Teflon. Die kleinen Unebenheiten werden gefüllt, dadurch vergrössert sich die Auflagefläche und der Druck wird verringert. Zudem sind die Oberflächen zusätzlich durch die Schichten geschützt.

Mischreibung: Die in Kontakt stehenden Feststoffoberflächen der Reibungspartner bleiben teilweise durch eine Trennschicht voneinander getrennt. Der Reibungskoeffizient kann so um einen Faktor 10 bis 100 verringert werden.

Schmierstoffe

Arbeitsblatt



4/8

Flüssigkeitsreibung: Hier kommt keine Berührung der Reibkörper mehr zustande. Es tritt nur noch Flüssigkeitsreibung auf.

Bild: Folie 7

Einsatzbereiche moderner Schmierstoffe

- **Verbrennungsmotoren:** Viele Teile im Motor (bspw. der Kolben) müssen geschmiert werden, um Reibung zu vermindern.
- **Zahnradgetriebe:** Sie übertragen Drehmomente und verändern Drehbewegungen. Dafür braucht es spezifische Schmiermittel.
- **Hydraulische Anlagen:** Mit ihnen werden Kräfte übertragen. Ein Hydraulikbagger bspw. bewegt die Arbeitsausrüstung, das Fahrwerk und das Drehwerk des Baggers. Alle Elemente müssen einwandfrei aufeinander abgestimmt sein.
- **Gleitbahnen von Werkzeugmaschinen:** Werkzeuge oder Werkstücke werden an den Maschinen über Gleitbahnen bewegt. Die beweglichen Teile sind, nicht wie der Motor, frei der Umgebung ausgesetzt. Darum entstehen viele Verunreinigungen. Trotzdem müssen die Stücke einwandfrei produziert werden können.
- **Maschinen der Lebensmittel-, Futtermittel- und Pharmaindustrie:** Auch sie haben zahlreiche Bestandteile, welche aufeinander passen. Da eine Kontamination des Schmierstoffs mit dem Fabrikationsprodukt praktisch nicht ausgeschlossen werden kann, setzt man auf lebensmitteltechnische Schmierstoffe, welche Mensch und Tier nicht schaden.

Für jeden Einsatzbereich braucht es abgestimmte Schmierstoffe, sie müssen unterschiedlichen Bedingungen standhalten und kommen mit unterschiedlichen Substanzen in Kontakt.

Eigenschaften von Schmierstoffen

Wenn es um die Wahl geeigneter Schmierstoffe geht, sind ihre Eigenschaften entscheidend. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen Schmierölen und Schmierfetten. Es gibt verschiedene technische Verfahren für die Bestimmung der physikalischen und chemischen Eigenschaften von Schmierstoffen. Dies ist wichtig, damit die Einsatzbereiche der Öle und Fette eingegrenzt werden können.

Schmieröleigenschaften

Physikalische Eigenschaften

- **Cloudpoint (Trübungspunkt):** Mit sinkender Temperatur werden flüssige Erdölprodukte und so auch Schmierstoffe immer zähflüssiger und trüber. Der Trübungspunkt charakterisiert die Temperatur, bei welcher der Schmierstoff durch Ausscheiden von Paraffinkristallen getrübt wird.
- **Pourpoint:** Dieser Wert bezeichnet den Zeitpunkt, an dem die Paraffinkristalle zu Klumpen beginnen und das Fließen der Flüssigkeit behindern.

Schmierstoffe

Arbeitsblatt



5/8

- **Flammpunkt:** Bei steigenden Temperaturen verdampfen Schmierölmoleküle. Bei einer gewissen Temperatur sind es so viele, dass die Öldämpfe von einer externen Hitzequelle gezündet werden können.
- **Verdampfungsverlust:** Beschreibt den durch Verdampfung erlittenen Ölverlust.
- **Schutzverhalten:** Inwieweit schützt der Schmierstoff vor Verschleiss.
- **Scherstabilität:** Sie beschreibt die Resistenz gegen Prozesse, die eine Viskositätsminderung verursachen.
- **Luftabscheideverhalten (LAV):** Es beschreibt, wie schnell Luftbläschen bei einer bestimmten Temperatur aufsteigen. Dieser Wert ist bei Hydraulikölen unabdingbar.
- **Viskosität:** Ein Mass für die Zähflüssigkeit eines Stoffs. Sie ist eine der wichtigsten Eigenschaften und wird auch innere Reibung genannt. Je grösser die Viskosität ist, desto weniger fließfähig ist die Flüssigkeit. Die Viskosität von Schmierstoffen ist von der Art des Öls, der Temperatur und vom Druck abhängig. Je wärmer es ist, desto flüssiger werden Schmieröle, dies kann jedoch durch Additive beeinflusst werden. Mit zunehmendem Druck nimmt die Viskosität zu.

Aufgabe 3: Wann sind Schmierstoffe besonders flüssig?

Bei hoher Temperatur und geringem Druck.

Chemische Eigenschaften

- **Verkokungsrückstand:** Verkokung ist eine spezielle Russbildung. Bei dieser Angabe handelt es sich um das Ausmass der Verkokung, wenn das Öl mit wenig Sauerstoff verbrannt wird.
- **Neutralisationszahl, respektive Säurezahl:** Diese Zahl ist ein Mass für die Gesamtmenge der in einem Mineralölprodukt vorhandenen sauren Bestandteile.
- **Gesamtbasenzahl TBN:** Frische Motorenöle werden alkalisch eingestellt, was mit der Gesamtbasenzahl angegeben wird. Dies ist notwendig, da Rückstände der Verbrennung bei Motoren von schwefelhaltigen Treibstoffen zu einer Versauerung führen können.
- **Alkalitäts-Reserve TBN:** Er gibt Auskunft über den Zustand des Öles.
- **Wasserabscheidungsvermögen:** Es gibt an, wie schnell sich ein Gemisch aus Öl und Wasser in unterschiedlichen Phasen weiter ausbildet.
- **Rost- bzw. Korrosionsverhalten:** Hier wird angegeben, wie gut die Öle vor Rost und Korrosion schützen.

Schmierstoffe

Arbeitsblatt



6/8

Schmierfetteigenschaften

Physikalische Eigenschaften

- **Tropfpunkt:** Wird ein Schmierfett immer höheren Temperaturen ausgesetzt, beginnt es zu fließen oder zu tropfen. Dieser Punkt sollte mindestens 20°C über der vorgeschriebenen Betriebstemperatur liegen.
- **Penetration:** Als Mass für den Widerstand, der ein Schmierfett einer Formveränderung entgegenbringt, gilt die sogenannte Penetration. Da es sich um eine wichtige Schmierfetteigenschaft handelt, wird sie mithilfe eines standardisierten Versuchs ermittelt. Sie wird bestimmt, indem man einen standardisierten Kegel mithilfe seines eigenen Gewichts bei 25°C und während 5 Sekunden in das zu untersuchende Fett drückt. Anschliessend wird die Eindringtiefe (Penetration) bzw. das verdrängte Fettvolumen gemessen. Das Verfahren nennt sich Walkpenetration und ist nach DIN ISO 2137 genormt.
- **Druck-Ölabscheidung:** Unter starkem Druck kann das Öl aus dem Schmierfett herausgepresst werden. Diese Angabe gibt Auskunft darüber, wie hoch die entsprechende Druckstabilität ist.
- **Konsistenz und Fließverhalten:** Sie können mittels Penetration oder beim Herausspritzen des Schmierfettes aus einer Prüfdüse ermittelt werden, dabei wird der dazu notwendige Druck ermittelt.
- **Förderwiderstand:** Das ist der notwendige Druck, welcher eine Pumpe aufbauen muss, um das eingesetzte Fett durch eine Zentralschmieranlage (bspw. durch Rohre) zu befördern.

Chemische Eigenschaften

- **Wasserbeständigkeit:** Da die eingesetzten Verdicker teilweise aus Metallseifen bestehen und diese gut wasserlöslich sind, ist diese Angabe sehr wichtig.
- **Oxidationsbeständigkeit:** Ein Schmierfett wird einem Sauerstoffdruck ausgesetzt. Der gemessene Druckabfall kann als Mass für die Reaktivität des Schmierfettes mit Sauerstoff verwendet werden.
- **Korrosionsschutzverhalten:** Dies ist die Wirksamkeit des Schmierfettes beim Unterdrücken von Rost und Korrosion beim geschmierten Werkstoff.
- **Mechanische und dynamische Eigenschaften:** Sie bezeichnen das Ermüdungs- und Verschleissverhalten des eingesetzten Schmierfettes in Wälzlagern.

Das Fließverhalten und die Viskosität von Schmierölen sowie die Konsistenz von Schmierfetten müssen für den jeweiligen Einsatz bekannt sein.

Schmierstoffentsorgung

Als Sonderabfall gelten in der Schweiz alle Stoffe, die weder ins Abwasser noch in den Haushaltskehricht gelangen. Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) schreibt vor, wie die entsprechenden Sonderabfälle entsorgt werden müssen. Jeder Betrieb, der alte Schmierstoffe entsorgt, muss eine spezifische Betriebsnummer lösen und wird somit registriert. Der Schmierstoffhersteller muss sein Produkt mit einem einheitlichen Abfallcode (sechsstelliger Zahlencode) kennzeichnen. Mit diesem Code weiss der Verbraucher, wie er die Sorten trennen muss.

Schmierstoffe

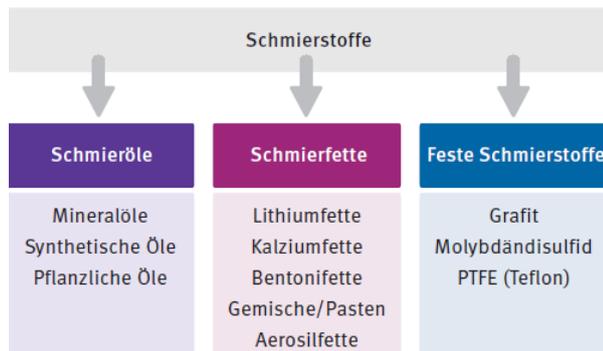
Arbeitsblatt



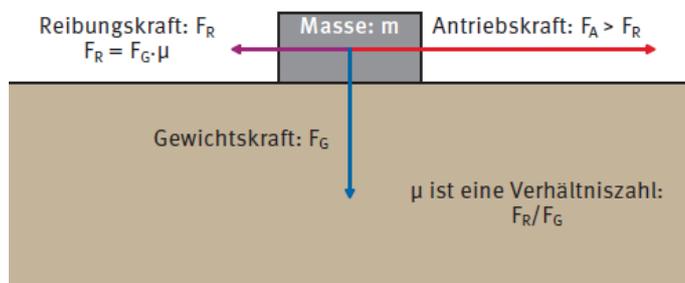
7/8

Schmierstoffe: Wo und weshalb sie eingesetzt werden

Einstiegsfrage: Was sind Schmierstoffe und wozu werden sie verwendet?



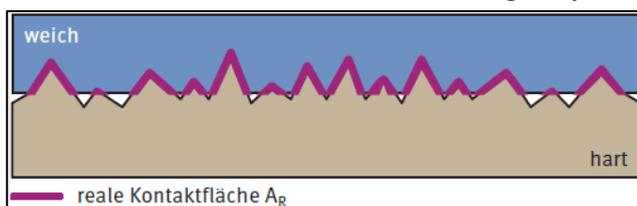
Reibung und Verschleiss



Aufgabe 1:

Wenn ein ruhendes Objekt bewegt werden soll, wie gross muss die Antriebskraft F_A sein?

Reale Kontaktfläche bei weichem Reibungskörper



Schmierstoffe

Arbeitsblatt



8/8

Aufgabe 2 :

Überlegen Sie sich aufgrund der genannten Erklärung, welche Reifen haben den besseren Grip? Weiche oder harte Reifen?

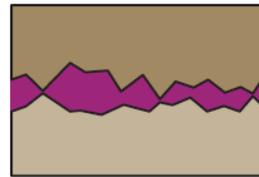
Unterschiedliche Arten von Reibung



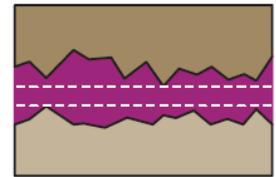
Trockene Reibung



Grenzreibung



Mischreibung



Flüssigkeitsreibung

Quelle: Schulungshandbuch Blaser Swisslube AG

Eigenschaften von Schmierstoffen

Schmieröleigenschaften

Physikalisch:

- Cloudpoint/Pourpoint
- Flammpunkt
- Verdampfungsverlust
- Schutzverhalten
- Scherstabilität
- Luftabscheideverhalten LAV
- Viskosität

Chemisch:

- Verkorkungsrückstand
- Neutralisationszahl
- Gesamtbasenzahl TBN
- Alkalitäts-Reserve TBN
- Wasserabscheidungsvermögen
- Rost- bzw. Korrosionsverhalten

Aufgabe 3 :

Wann sind Schmierstoffe besonders flüssig?

Schmierfetteigenschaften

Physikalisch:

- Tropfpunkt
- Penetration
- Druck-Ölabscheidung
- Konsistenz und Fließverhalten
- Förderwiderstand

Chemisch:

- Wasserbeständigkeit
- Oxidationsbeständigkeit
- Korrosionsschutzverhalten
- mechanische und dynamische Eigenschaften