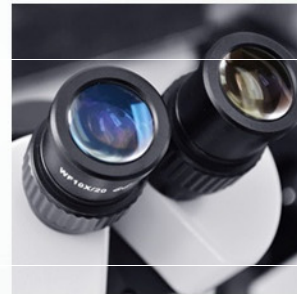
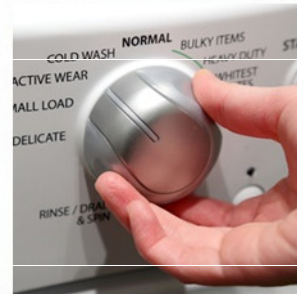


Kurzanalyse für Produktentwickler



Fett: Mehr als nur ein Schmierstoff

Fett: *Mehr als nur ein Schmierstoff*



Kurzübersicht

Die primäre Funktion eines jeden Fettes besteht darin, Reibung zu verringern und dem Verschleiß vorzubeugen. Fette können sich jedoch auch anderweitig als Hilfsmittel für die Produktentwicklung als nützlich erweisen.

Diese Kurzanalyse untersucht, wie Fett genutzt werden kann, um Bewegung und Geräusche zu steuern, Bauteile mit einem Schutzfilm zu überziehen und sogar die Lebensdauer von Kugellagern zu verlängern, die als Erdung zur statischen Entladung dienen.

Grundlagen: *Was versteht man unter Fett und wie funktioniert es?*



Öl
(bis zu 90 %)

Verdickungsmittel
(15 – 30 %)

Additive
(5 – 10 %)

Festschmierstoffe
(5-10 %)

Schmieröle bilden einen Schutzfilm zwischen zwei Flächen, um Reibung und Verschleiß vorzubeugen.

Verdickungsmittel fixieren das Öl, ähnlich wie ein Schwamm das Wasser hält. Wenn sich verbundene Teile bewegen, wird das Verdickungsmittel geschert und setzt Öl frei, um einen Schmierstofffilm zwischen den beweglichen Teilen zu bilden. Verdickungsmittel reabsorbieren Öl, wenn die Bewegung stoppt.

Additive optimieren die ausschlaggebenden Schmierleistungseigenschaften eines Schmierstoffs, wie zum Beispiel Tieftemperatur-Drehmoment, Korrosionsschutz und Oxidationsbeständigkeit.

Festschmierstoffe wie PTFE, MoS₂ und Grafit zählen zu den tragfähigen Additiven, die besonders bei Inbetriebnahme die Schmierkraft eines Fettes erhöhen.

„Dämpfende Fette“ steuern Bewegung, Akustik und Griffigkeit mechanischer Bauteile



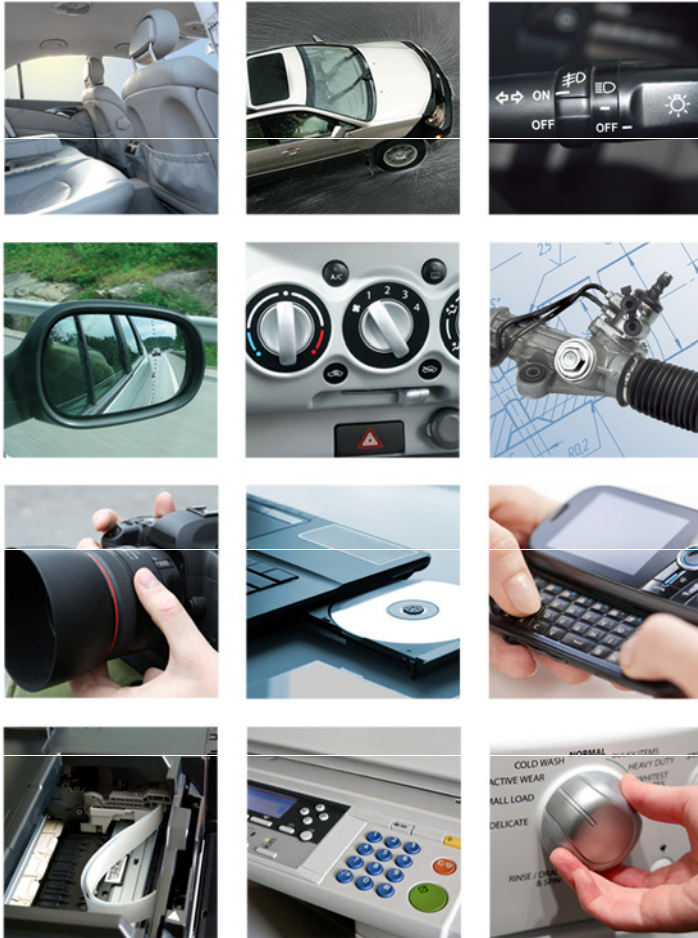
Dämpfende Fette haben ihren Ursprung in der Optik

- Die geräuschlose Bewegung von Metall auf Metall, Leichtgängigkeit und die Unterbindung von Nachlauf und Spiel an den Vorrichtungen zur Scharfeinstellung von Kameras und optischen Instrumenten gehen auf die Funktion dämpfender Fette zurück.
- Bis in die 1960er-Jahre fanden dämpfende Fette nur wenig Anwendung in anderen Branchen, da sie bei niedrigen Temperaturen oft einfroren (d. h. für die Scherung zu viskos wurden).

Dank synthetischer Öle hielten dämpfende Fette dann später jedoch Einzug in andere Industriebereiche

- Mit synthetischen Ölen hergestellte dämpfende Fette halten Temperaturen von -54 bis $+250$ °C stand, was sie zu praktischen „Entwicklungshelfern“ in zahlreichen Branchen macht.
- Dämpfende Fette werden mittlerweile genutzt, um Bewegung, Klang und Griffigkeit von Bauteilen im Innenraum, Motorraum und Unterboden des Fahrzeugs zu beeinflussen. Auch für Bürodruker und -kopierer sowie Steuerinstrumente für industrielle und chemische Prozesse sowie Freizeitausrüstungen können solche Fette genutzt werden. Ferner kommen dämpfende Fette ebenfalls für anderen Produkte sehr gelegen, die einen reibungslosen, geräuscharmen Lauf sowie präzise Feinabstimmung erfordern.

So nutzen Produktentwickler dämpfende Fette



Automobilbau

- Diese Fette gewährleisten einen reibungslosen, geräuscharmen Lauf von Sitzschienen und verstellbaren Sitzen.
- Auch verringern oder eliminieren sie die Geräusche von Haltegriffen, Fensterhebern, Verriegelungen sowie Schiebedächern – und verhindern außerdem Nachlauf und Spiel von Kopfstützen.
- Ferner reduzieren dämpfende Fette die Vibrationen und Geräusche elektrischer Außenspiegel.
- Des Weiteren minimieren solche Fette „Klopfgeräusche“ der Zahnstangen und verbessern auch die Leichtgängigkeit des gesamten Lenksystems.

Drehknöpfe, Schieberegler, Schalter

- Diese Fette ermöglichen optimierte Handhabung und Geräuschreduzierung in Bezug auf handbetätigte Geräte, ohne dabei enge technische Toleranzen oder spezielle Materialien zu erfordern.

Scharniere

- Diese Fette sorgen für einen reibungslosen, geräuscharmen Lauf von Laptop-Scharnieren und federbelasteten Schubläden und werden auch für Sitze in Stadien und hochwertige Schränke genutzt.

Kunststoff-Zahnräder

- Hier vermindern diese Fette das Geratter, das häufig in Bürodruckern und -kopierern zu hören ist.

So funktionieren dämpfende Fette: *Es dreht sich alles um die Scherung!*



Wasser
1 cSt.



Pflanzenöl
50 cSt.

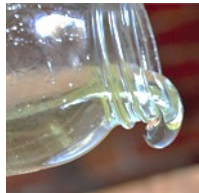


Honig
2.000 cSt.

Küchenanalogie

Im Vergleich zu Wasser erfordert das Verrühren von z. B. heißer Schokolade ein größeres Drehmoment, da die kinematische Viskosität* der heißen Schokolade 20.000 Mal höher ist als die des Wassers.

Dasselbe Prinzip gilt auch für die Formulierung eines dämpfenden Fettes. Kombiniert man hochviskoses Öl mit einem Verdickungsmittel, entsteht ein haftfähigeres Fett mit hoher interner Scherfestigkeit, was die Grundvoraussetzung eines Fettes hinsichtlich Bewegungs- und Geräuschkontrolle in beweglichen Teile ist.



Maisirup
5.000 cSt.



Melasse
20.000 cSt.



Heiße Schokolade
20.000 cSt.

*Die kinematische Viskosität wurde bei 25 °C gemessen und in Centistoke angegeben.

- Genau wie alle Fette beugen auch dämpfende Fette der Reibung sowie dem Verschleiß vor und fungieren ebenfalls als Barriere gegenüber Feuchtigkeit, Staub und anderen Verschmutzungen.
- Als spezielle Schmierstoffe enthalten dämpfende Fette hochviskose Öle, wodurch ein haftfähigeres Fett mit höherer interner Scherfestigkeit entsteht.
- Wenn sich die Teile bewegen und das dämpfende Fett abscheren, „dämmt“ eine höhere interne Scherfestigkeit den Lärm. Die Scherfestigkeit steuert auch, wie schnell oder langsam sich ein Bauteil bewegt, und stellt sicher, dass die Bewegung stoppt, sobald der Antrieb unterbrochen wird, damit kein Nachlauf oder Spiel stattfindet.
- Dämpfende Fette können so formuliert werden, dass sie den bewegungsspezifischen und akustischen Entwicklungsvorgaben für die meisten mechanischen Geräte entsprechen, mit Ausnahme von Geräten mit äußerst niedrigem Antrieb, die bei der Inbetriebnahme eventuell nicht einmal die interne Scherfestigkeit selbst des leichtesten dämpfenden Fettes überwinden können.

Das Auswählen eines Fettes beginnt stets mit der Temperatur

Betriebstemperaturen für Öle

Mineralöl	-30 bis +100 °C
Polyalphaolefin (PAO) Synthetischer Kohlenwasserstoff (SKW)	-60 bis +150 °C
Ester	-70 bis +150 °C
Polyalkylenglykol (PAG)	-40 bis +180 °C
Silikon	-75 bis +200 °C
Perfluorpolyether (PFPE)	-90 bis +250 °C

Prüfen Sie die Temperaturspanne des Öls

- Die Temperatur der Betriebsumgebung bestimmt die Art des Öls, das Sie in Ihrem Fett benötigen. Temperaturen unter -30 und über +100 °C machen ein synthetisches Öl erforderlich.
- Mit breiteren Temperaturspannen des Öls steigen auch die Kosten. Die Temperaturspannen sind vollkommen akkurat. Kaufen Sie als „Reserve“ nicht mehr, als Sie benötigen.



Ölverträglichkeit mithilfe von Verdickungsmitteln überprüfen

Eigenschaften von Verdickungsmitteln unter Betriebsbedingungen

	Aluminium	Aluminium-Komplex	Amorphes Siliziumdioxid	Barium-Komplex	Bentonit	Calcium	Calcium-Komplex	Calciumsulfonat	Lithium	Lithium-Komplex	Polyharnstoff	PTFE	Natrium-Komplex
Haftmittel	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Autophoretisches Lackierverfahren	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Korrosionsschutz	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Tropfpunkt	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Passflächenkorrosion	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Reibungsreduzierung	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Salzwasser	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Wasser	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Verschleißschutz	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Stabilität (gewalkt)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

● dürfte gefahrlos möglich sein ● kann funktionieren, muss aber nicht
● gar nicht erst versuchen

Prüfen Sie, ob sich Öl und Verdickungsmittel auch vertragen

- Mineral-, PAO- und Esteröle vertragen sich mit jedem Verdickungsmittel.
- Silikonöl verträgt sich nur mit Lithium, Siliziumdioxid und PTFE.
- PFPE-Öl kann nur mit PTFE verdickt werden.

Stimmen Sie anschließend das Verdickungsmittel auf die Betriebsumgebung ab:

- Polyharnstoff bietet zusätzlichen Wasser- und Korrosionsschutz.
- Siliziumdioxid erbringt ausgezeichnete Schmierleistung bei hohen Temperaturen.
- Calciumsulfonat schützt vor Korrosion und Passflächenkorrosion und ist salzwasserbeständig.



Verträglichkeit von Öl und Kunststoffen überprüfen

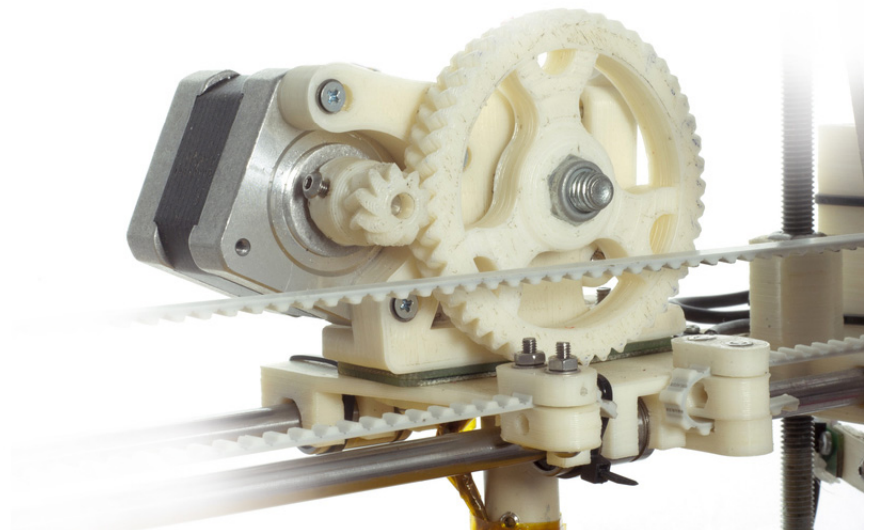
Ein Leitfaden zur Öl/Kunststoff-Verträglichkeit

Kunststoff		Mineralöl	PAO	Ester	PAG	Silikon	PFPE
Acrylnitril-Butadien-Styrol	ABS	●	●	●	●	●	●
Polyamide (Nylon)	PA	●	●	●	●	●	●
Polyamid-Imide	PAI	●	●	●	●	●	●
Polybutylenterephthalate (Polyester)	PBT	●	●	●	●	●	●
Polycarbonate	PC	●	●	●	●	●	●
Polyethylene	PE	●	●	●	●	●	●
Polyetheretherketon	PEEK	●	●	●	●	●	●
Phenol-Formaldehyd (Phenole)	PF	●	●	●	●	●	●
Polyimide	PI	●	●	●	●	●	●
Polyoxymethylene (Acetale)	POM	●	●	●	●	●	●
Polyphenylenoxide	PPO	●	●	●	●	●	●
Polyphenylensulfide	PPS	●	●	●	●	●	●
Polysulfone	PSU	●	●	●	●	●	●
Polypropylen	PP	●	●	●	●	●	●
Polytetrafluorethylen	PTFE	●	●	●	●	●	●
Polyvinylchloride	PVC	●	●	●	●	●	●
Thermoplastisches Polyurethan	TPU	●	●	●	●	●	●

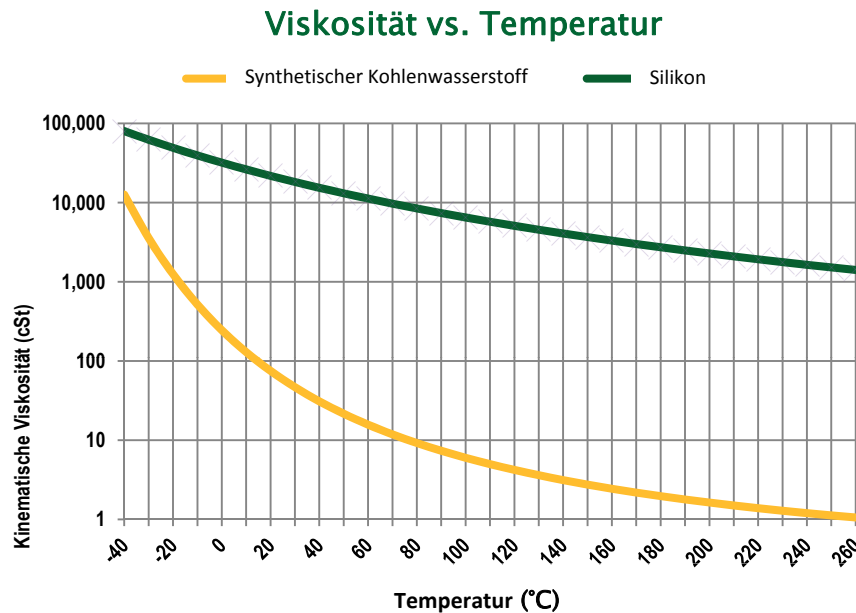
- dürfte gefahrlos möglich sein
- kann funktionieren, muss aber nicht
- gar nicht erst versuchen

Prüfen Sie die Verträglichkeit von Öl und Kunststoff

- PAO verträgt sich mit fast allen Kunststoffen, aber eventuell nicht mit PPE, PP oder PVC.
- Silikon und PFPE vertragen sich mit jedem Kunststoff.
- PAGs und Ester vertragen sich nicht mit Polycarbonaten, Polyphenylenoxiden und -sulfiden, Polysulfonen, Polypropylen und Polyvinylchloriden.



Viskosität des Öls: Hauptmerkmale eines dämpfenden Fettes



Ein Hinweis zum Viskositätsindex

Die Viskosität eines Öls verstärkt sich bei niedrigen Temperaturen und verringert sich bei höheren Temperaturen. Einige Öle, wie beispielsweise Silikon, besitzen einen höheren Viskositätsindex, d. h. bei Temperaturänderung verändert sich die Viskosität weniger stark.

Viskosität und Temperatur

- Die richtige Viskosität sorgt dafür, dass das Öl nicht zu dünnflüssig wird, um Verschleiß bei hohen Temperaturen vorzubeugen, oder zu dickflüssig wird, um bei niedrigen Temperaturen ordnungsgemäß zu schmieren.
- Öle mit höherer Viskosität, die unverzichtbarer Bestandteil dämpfender Fette sind, besitzen einen höheren „Viskositätsindex“, d. h. parallel zur Temperatur tritt eine geringere Viskositätsänderung auf.

Viskosität und Belastung

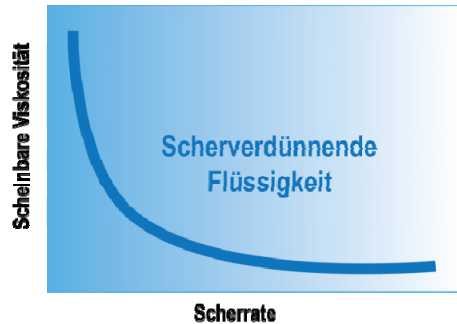
- Stärkere Belastungen erfordern Öle höherer Viskosität, um zwischen zwei Flächen einen ausreichenden Schmierstofffilm sicherzustellen.
- Schmierleistungsadditive und Festschmierstoffe können die natürliche Viskosität des Öls und die Komponentenleistung verbessern.

Viskosität, Geschwindigkeit und Antrieb

- Geräte mit hoher Geschwindigkeit und geringem Antrieb erfordern Öle mit geringerer Viskosität, um den Widerstand zu reduzieren und gleichzeitig den für dauerhaften Verschleißschutz nötigen Schmierstofffilm zu bilden. Aufgrund ihrer hohen Viskosität eignen sich dämpfende Fette in der Regel nicht für „leichtgewichtige“ Komponenten.

Der letzte Schritt: Die scheinbare Viskosität des dämpfenden Fettes überprüfen

Thixotropes Fett: Scherverdünnung – die Viskosität **nimmt** durch Scherung ab.



Bei Scherung ändert sich die Viskosität eines Fettes. Die scheinbare Viskosität, in Centipoise angegeben, gibt einem Produktentwickler Aufschluss über die „Scherkräfte“ eines Fettes bei bestimmten Temperaturen (Wasser liegt bei etwa 1 cP, Holzspachtel bei etwa 1 Million cP).

Dilatantes Fett: Scherverdünnung – die Viskosität **nimmt** durch Scherung zu.



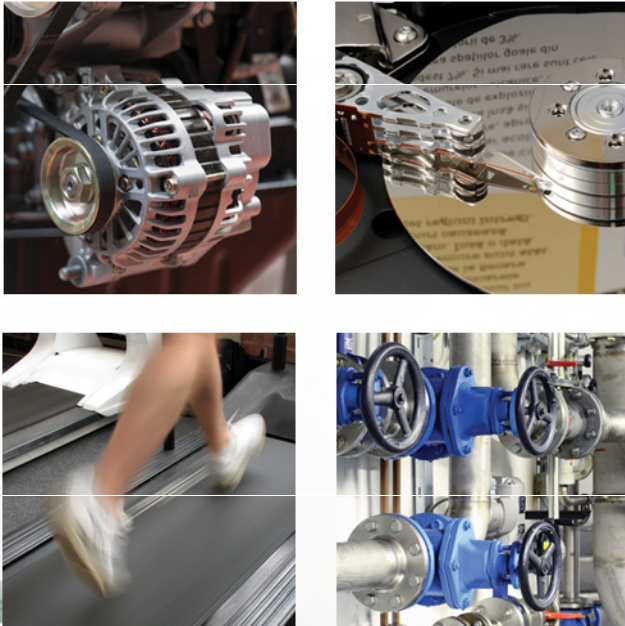
Scheinbare vs. kinematische Viskosität

- **Kinematische Viskosität** ist eine Eigenschaft des Grundöls. Die Viskosität des Öls kann sich in Abhängigkeit von Temperatur oder Kompression ändern, wird in der Regel jedoch **nicht** durch Scherung beeinflusst.
- **Scheinbare Viskosität** ist eine Eigenschaft des Fettes. Die Viskosität des Fettes wird durch Scherung **beeinflusst**. Das Fett wird dünn- oder dickflüssiger.
- **Thixotrope Fette** werden bei Scherung weniger viskos, ähnlich wie Butter, die bei Zimmertemperatur gerührt wird.
- **Dilatante Fette** werden durch Scherung stärker viskos, ähnlich wie Wasser und Mehl, die bei Zimmertemperatur verrührt werden.

Scherfähigkeit dämpfender Fette berücksichtigen

- Um unter allen Betriebsbedingungen eine präzise Bewegungs- und Geräuschkontrolle zu erzielen, muss die scheinbare Viskosität eines dämpfenden Fettes relativ einheitlich bleiben. Ist sie zu hoch, laufen die Bauteile zu träge. Ist sie zu gering, laufen die Bauteile zu locker und laut.
- Anhand einer Bauteileprüfung kann das Fett qualifiziert bzw. können die Daten für eine Neuformulierung gesammelt werden, die den Betriebsanforderungen entspricht. Bei extremen Temperaturen wird vor Prototypenprüfung eine Vorqualifikation des Fettes empfohlen.

Neben Dämpfungseigenschaften sollte möglichst auch die Abdicht- und Leitfähigkeit des Fettes in Betracht gezogen werden



Fett bildet auf Ihrem Bauteil einen Schutzfilm

- Der Schutzfilm dient der Abdichtung gegenüber Wasser, Verschmutzungen, korrosiven Gasen und Chemikalien.
- Ebenfalls hält dieser Schutzfilm der Wasserauswaschung stand.
- Außerdem trägt der Schutzfilm dazu bei, dass ältere oder nachlassende Elastomer-Dichtungen weiterhin zuverlässig funktionieren. Ferner lassen sich solche Dichtungen dadurch auch einfacher ein- und ausbauen.

Leitfähige Fette können die Lebensdauer des Lagers verlängern

- Elektrisch leitfähige Fette dienen als Erdung und ermöglichen die statische Entladung durch Kugellager, sodass diese Entladung nicht über die Walzen oder über Rillen in der Laufbahn vorgenommen werden braucht, was die Nutzungsdauer des Geräts verkürzen würde.
- Beispiele: Kugellager in Computern, Druckerwalzen, Tonerkartuschen und Laufbändern, bei denen die statische Entladung über das Lager vorgenommen werden kann, können von einem leitfähigen Fett profitieren.





[Kontakt zu ECL aufnehmen](#)



[ECL-Schmierstoff-Seminare](#)



[Technische Schmierstoffübersicht](#)



[ECL-Website](#)



[An Kollegen weiterleiten](#)