



### Technical Topic

# Hydraulischer Wirkungsgrad

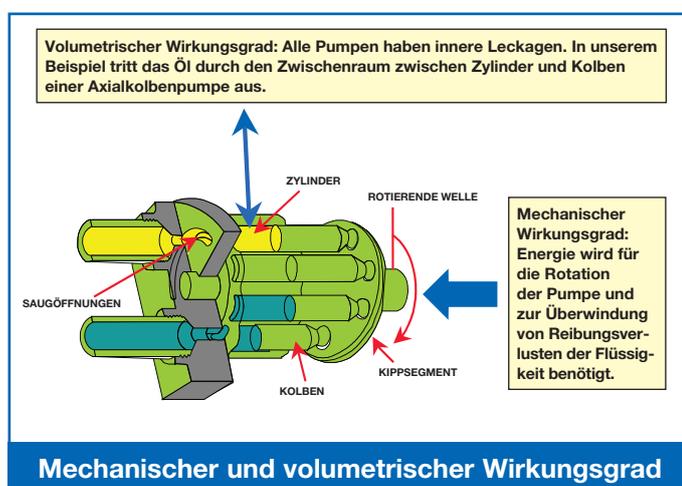
Im heute global ausgerichteten Markt werden Maschinen rund um die Uhr auf höchstem Leistungsniveau betrieben. Stillstandszeiten gilt es zu vermeiden. Schon kleinste Störungen der Maschinenauslastung entscheiden über Gewinn und Verlust. Unsere Umwelt hingegen fordert Nachhaltigkeit, Energieeffizienz sowie Schadstoffreduzierung. Deshalb sind Hydrauliksysteme bei gleich bleibend hoher oder sogar gesteigerter Effizienz kleiner und leichter geworden. Darüber hinaus müssen moderne Hydraulikflüssigkeiten deshalb den gestiegenen Anforderungen der Systeme, aber auch den Forderungen nach Energieeffizienz sowie Ökologie gerecht werden.

### Theorie

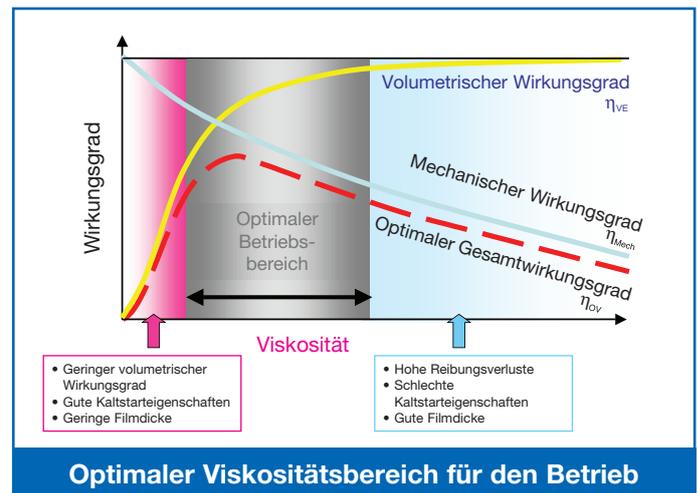
In einem Hydrauliksystem wird Energie übertragen, um Arbeit zu leisten. Hierzu dienen Flüssigkeitsströme, die bei unterschiedlichem Drücken, unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeiten aufweisen. Man unterscheidet deshalb hydrodynamische (niedriger Druck, hohe Strömungsgeschwindigkeit) und hydrostatische (hoher Druck und niedrige Strömungsgeschwindigkeit) Hydrauliksysteme. Herzstück eines jeden Systems ist die Hydraulikpumpe, die den Druck und Durchsatz der Hydraulikflüssigkeit bestimmt. Der Wirkungsgrad einer Standard-Hydraulikpumpe beträgt lediglich 80 bis 90 %.

Energieverluste treten dabei auf als:

- Mechanische Verluste: Energieverlust durch Flüssigkeitsreibung
- Volumetrische Verluste: Energieverluste durch Flüssigkeitsleckagen.



Mechanischer und volumetrischer Wirkungsgrad



Die Höhe des mechanischen und des volumetrischen Verlustes einer Pumpe hängt im Wesentlichen von der Viskosität und dem Schmiervermögen der Flüssigkeit ab.

Der mechanische Verlust ist von der Viskosität abhängig und steigt mit Zunahme der Betriebsviskosität an. Der volumetrische Verlust hingegen ist bei niedriger Viskosität am höchsten. Im Diagramm ist der optimale Wirkungsgrad dargestellt. Da sich die Viskosität in Abhängigkeit von der Temperatur ändert, ist es nicht einfach die optimalen Bedingungen für jeden Betriebspunkt einzustellen.

Speziell entwickelte Hydraulikflüssigkeiten können das Ausmaß dieser Verluste vermindern. Ziel ist es, die Viskosität so zu steuern, dass die Hydraulik bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen stets im optimalen Betriebsbereich arbeitet. Neben der Viskosität hat jedoch auch der Systemdruck einen erheblichen Einfluss auf den Wirkungsgrad von Hydraulikpumpen.

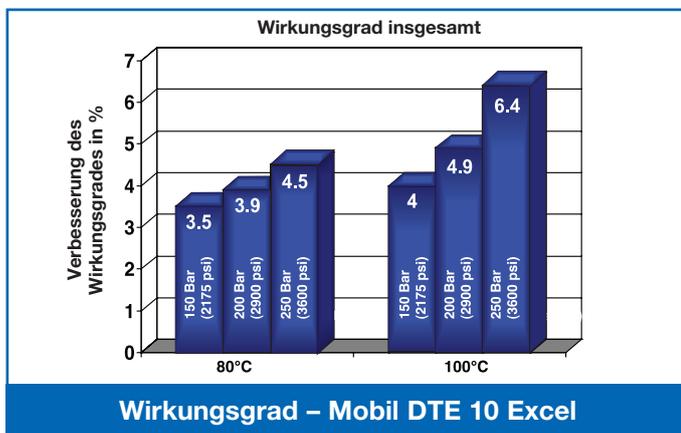
Im Allgemeinen führen höhere Drücke sowohl zu höheren mechanischen als auch zu höheren volumetrischen Verlusten.

Der hydraulische Wirkungsgrad wird also vor allem dadurch erhöht, dass die Viskosität des Hydrauliköls innerhalb des optimalen Betriebsbereiches gehalten wird. Einen weiteren wesentlichen Einfluss auf den Wirkungsgrad hat die Ölchemie. Durch sorgfältige Auswahl der Grundöle und Additive wird die innere Reibung reduziert, also der eigene Widerstand der Flüssigkeit gegen das Abscheren bei elasto-hydrodynamischer Schmierung (EHL).

## Von der Theorie zur Praxis

Unterschiede im hydraulischen Wirkungsgrad werden durch Vergleich zweier Flüssigkeiten in einem einfachen Hydraulikkreislauf deutlich. Der Systemdruck wird durch eine Hydraulikpumpe innerhalb eines vorgegebenen Bereichs gesteuert. Die dem System zugeführte mechanische Energie und das Fördervolumen der Pumpe können gemessen werden und dienen zur Berechnung des mechanischen und des volumetrischen Wirkungsgrades der beiden Hydraulikflüssigkeiten.

Die folgende Grafik stellt einen Vergleich zwischen den Daten einer Standard-Hydraulikflüssigkeit von ExxonMobil (ISO VG 46 mit Verschleißschutzeigenschaften) und einer speziell entwickelten Testflüssigkeit mit einem hohen Viskositätsindex dar. Bei diesem Standversuch zeigte die Testflüssigkeit einen um 3 bis 6 % gesteigerten Wirkungsgrad.\* Dabei ist zu beachten, dass bei Anstieg von Temperatur und Druck auch der Wirkungsgrad steigt (in diesem Falle bei Mobil DTE 10 Excel).



Dieser Test zeigt, welche Auswirkungen sowohl die Rezeptur als auch die physikalischen Eigenschaften der Flüssigkeit auf den hydraulischen Gesamtwirkungsgrad haben können. Aber der hydraulische Wirkungsgrad ist kein Selbstzweck. Der zusätzliche Pumpenwirkungsgrad kann zu Energieeinsparung (Diesel- oder Stromverbrauch) oder zur Verkürzung der Taktzeit führen.

\* Energieeffizienz bezieht sich ausschließlich auf die Leistung der Flüssigkeit im Vergleich mit Standard-Hydraulikflüssigkeiten von ExxonMobil. Die eingesetzte Technologie ermöglicht im Vergleich mit Flüssigkeiten der Mobil DTE 20-Reihe bei Standard-Hydraulikanwendungen eine um bis zu 6 % höhere Hydraulikpumpenleistung. Die Energieeffizienz-Freigabe für dieses Produkt basiert auf Ergebnissen von Tests beim Einsatz der Flüssigkeit, die in Übereinstimmung mit allen einschlägigen Industriestandards und -protokollen durchgeführt wurden. Bei Fragen wenden Sie sich bitte an TechDeskEurope@exxonmobil.com.

## Hydraulischer Wirkungsgrad = Mögliche Produktivitätssteigerungen

Ein Bagger ist ein hervorragendes Anschauungsobjekt für die Auswirkung des hydraulischen Wirkungsgrades auf Energieverbrauch und Taktzeit. Er nutzt eine durch einen Dieselmotor erzeugte Hochdruckhydraulik, um den Schwenkarm zu betätigen, die Maschine zu drehen und die Laufketten anzutreiben. Der Systemdruck der Hydraulik kann dabei bei Temperaturen um 100°C bis zu 275 bar erreichen.

Zu Anschauungszwecken wurde auf einem mittelgroßen Bagger eine Standard-Hydraulikflüssigkeit von ExxonMobil (SAE 10W), die üblicherweise bei mobilen Maschinen angewendet wird, mit einer Hydraulikflüssigkeit verglichen, die speziell für die Optimierung des hydraulischen Wirkungsgrades entwickelt wurde. Bei diesem Test wurden ein einziger Bediener und eine bestimmte Treibstoffmenge eingesetzt, um den Bagger eine vorgegebene Reihe von Bewegungen durchführen zu lassen.

Im Vergleich mit der Standard-Hydraulikflüssigkeit von ExxonMobil war bei der Flüssigkeit mit verbessertem hydraulischen Wirkungsgrad eine Verringerung des Kraftstoffverbrauchs pro Zyklus von 6 % und eine Zeitersparnis von bis zu 5 % zur Durchführung eines jeden Arbeitsgangs zu verzeichnen. Auch stellte der Bediener fest, dass das System unmittelbar nach Zugabe der Testflüssigkeit besser ansprach.

Das Ergebnis dieses Versuchs zeigt deutlich den möglichen Einfluss auf die Steigerung des hydraulischen Wirkungsgrades: Im Vergleich zu einem Standardprodukt von ExxonMobil kann der Treibstoffverbrauch vermindert und die Produktivität gesteigert werden. Durch den Einsatz dieser speziell entwickelten Hydraulikflüssigkeit können bei einem mittelgroßen Bagger im Laufe eines Jahres der Treibstoffverbrauch um 3.400 Liter und der CO<sub>2</sub>-Ausstoß um neun Tonnen verringert werden.\*

Auch durch den Einsatz bei industriellen Hydraulikanwendungen gibt es Energiesparmöglichkeiten. Ein gutes Beispiel ist der Kunststoffspritzguss, der durch vergleichsweise hohe Temperaturen und Drücke, hohen Energieverbrauch, Wiederholung von Vorgängen usw. geprägt ist. Beim Einsatz von Hydraulikflüssigkeiten zur Steigerung des Wirkungsgrades auf Kunststoffspritzgießanlagen darf man also einen verringerten Energieverbrauch und eine verringerte Taktzeit erwarten.

## Zusammenfassung

Wenn das Wissen über die Möglichkeiten zur Verbesserung des hydraulischen Wirkungsgrades durch die Auswahl der richtigen Hydraulikflüssigkeit umgesetzt wird, so kann dies die Wirtschaftlichkeit des Systems verbessern. Der Einsatz einer modernen Hochleistungshydraulikflüssigkeit kann dabei helfen, Verluste des Wirkungsgrades in Hydrauliksystemen zu reduzieren. Damit wird Energie eingespart und die Produktivität der Anlage gesteigert.