

**EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNG NACHHALTIGER
HYDRAULIKFLUIDE AUF ESTER- UND WASSERBASIS**

**EXPERIMENTAL ANALYSIS OF SUSTAINABLE ESTER- AND
WATER-BASED HYDRAULIC FLUIDS**

Von der Fakultät für Maschinenwesen der
Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen
zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Ingenieurwissenschaften
genehmigte Dissertation

vorgelegt von

Nicolai Otto

Berichter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hubertus Murrenhoff
apl.-Prof. Dr.-Ing. Christian Stammen

Tag der mündlichen Prüfung: 18. Dezember 2018

ZUSAMMENFASSUNG

Für moderne hydraulische Antriebe spielt die Wahl des Hydraulikfluides eine wichtige Rolle, da hierdurch die Systemeigenschaften maßgeblich beeinflusst werden können. Neben technischen Anforderungen rücken zunehmend Aspekte der Nachhaltigkeit wie biobasierte Rohstoffe und die Umweltverträglichkeit in den Vordergrund. Die vorliegende Arbeit will hier zum einen den Stand der Entwicklung insbesondere auf dem Gebiet der Bio-Hydraulikfluide aufzeigen sowie Impulse für deren Weiterentwicklung setzen.

Aufgrund der teuren Rohstoffe konnten sich Bio-Hydrauliköle bis heute trotz vergleichbarer technischer Eigenschaften gegenüber mineralölbasierten Produkten nicht durchsetzen. Demgegenüber bestand aufgrund von einem günstigeren Reibverhalten unter Mischreibung sowie einem hohen Viskositätsindex der Bio-Hydrauliköle die Vermutung, dass sich hierdurch der Wirkungsgrad von Hydraulikpumpen steigern ließe. Somit ließe sich auch der gegenüber Mineralöl höhere Anschaffungspreis im Betrieb relativieren. Die These kann allerdings nur eingeschränkt bestätigt werden. Zum einen werden die tribologischen Kontakte der Pumpen vorwiegend unter hydrodynamischer Reibung betrieben, weswegen der Mischreibungseinfluss nicht dominant ist, zum anderen verringern die hydrostatischen Entlastungen in den Pumpen den Viskositätseinfluss auf den Wirkungsgrad.

Als im Hinblick auf die Rohstoffe deutlich kostengünstigere Alternative zu den Bio-Hydraulikölen, wird deshalb ein wasserbasiertes Fluid mit einem biopolymeren Verdicker vorgeschlagen. Der Verdicker wird bereits als Kühlschmierstoffzusatz verwendet sowie im Lebensmittelbereich (E 466) eingesetzt und kann aus Rückständen der Holzverarbeitung gewonnen werden. Als Herausforderung bei polymeren Verdickern in hydraulischen Fluiden gilt deren Scherstabilität. In einem Alterungsprüfstand konnte hier gezeigt werden, dass sich mit der Biopolymer-Testlösung eine vergleichbare Scherstabilität erreichen lässt, wie bei einem für HFC Hydraulikfluide üblichen polyglykolbasierten Verdicker.

ABSTRACT

For modern hydraulic drives, the choice of hydraulic fluid plays an important role, as it can have a decisive influence on the system properties. In addition to technical requirements, aspects of sustainability such as bio-based raw materials and environmental compatibility are increasingly coming to the fore. The present work aims on the one hand to show the state of development, especially in the field of bio-hydraulic fluids, and on the other hand to set impulses for their further development.

Due to the expensive raw materials, bio-hydraulic oils have not yet been able to assert themselves against mineral oil-based products despite their comparable technical properties. On the other hand, due to a more favorable friction behavior under mixed friction and a high viscosity index of the bio-hydraulic oils, it was assumed that the efficiency of hydraulic pumps could be increased. Thus, the higher purchase price in operation compared to mineral oil could also be relativized. However, the thesis can only be confirmed to a limited extent. On the one hand, the tribological contacts of the pumps are mainly operated under hydrodynamic friction, which is why the mixed friction influence is not dominant, on the other hand, the hydrostatic reliefs reduce the viscosity influence on the efficiency.

A water-based fluid with a biopolymer thickener is therefore proposed as a much more cost-effective alternative to bio-hydraulic oils in terms of raw materials. The thickener is already used as a cooling lubricant additive and in the food industry (E 466) and can be obtained from residues from wood processing. It was assumed, that the shear stability of the polymer thickener will be a challenge. But in an ageing test bench, it is shown that the new biopolymer test solution can achieve shear stability comparable to that of a polyglycol-based thickener commonly used for HFC hydraulic fluids.