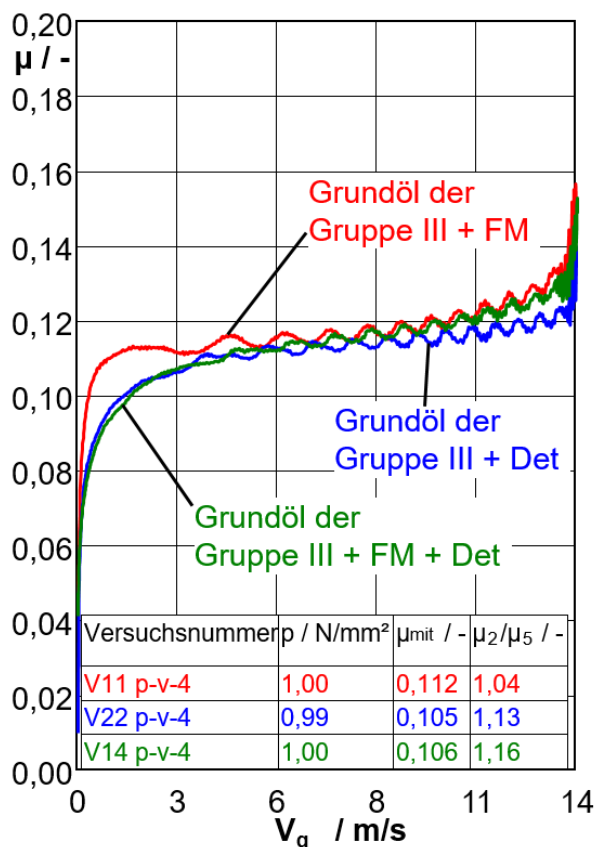


## „Oberflächenanalytik Lamellenkupplungen II“

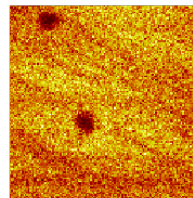
### Untersuchung der Einflüsse der physikalisch und chemisch gebundenen Grenzschichten auf das Reibungsverhalten von nassslaufenden Lamellenkupplungen bei Einsatz mit praxisnahen Grundölen und Belastungen

Nassslaufende Lamellenkupplungen und -bremsen werden in modernen Antriebssträngen für Industrie- und Fahrzeuganwendungen als Lastschaltelemente eingesetzt. Sie stellen insbesondere im Hinblick auf Komforteindruck und Funktion eine wichtige Baugruppe moderner Pkw- und Nkw-Automatikgetriebe dar. Das Reibungsverhalten bestimmt maßgeblich Komforteindruck, übertragbares Drehmoment und Funktion nassslaufender Lamellenkupplungen und wird durch komplexe physikalische und chemische Wechselwirkungen beeinflusst. Eine zuverlässige Vorhersage des Reibungsverhaltens ist im Allgemeinen nicht möglich, sodass die Weiterentwicklung eines Reibsystems typisch experimentell erfolgt.

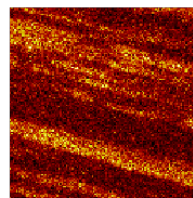


#### Ionenverteilungsbilder der tribologisch belasteten Stahllamellen

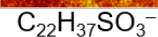
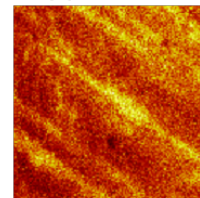
Grundöl der Gruppe III+ FM



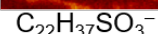
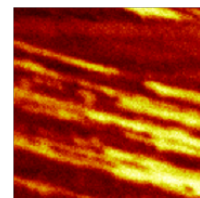
Grundöl der Gruppe III + FM + Det



Grundöl der Gruppe III + Det



Grundöl der Gruppe III + FM + Det



Im Forschungsvorhaben FVA 490 VIII wurden Reibungszahlmessungen von Lastschaltungen am Komponentenprüfstand mit nachfolgenden Grenzflächenanalysen der eingesetzten Lamellen durchgeführt, um Korrelationen von Grenzschichtzusammensetzung und Reibungsverhalten herzustellen. Es wurden ein organischer und ein sintermetallischer

Reibbelag mit Modellfluiden unterschiedlicher Grundöle und Additivkomponenten untersucht. Nach einem Einlauf wurden in p-v-Variationen Pressung, Gleitgeschwindigkeit und Öleinspritztemperatur variiert und das Reibungsverhalten ausgewertet. Über Dauerschaltversuche bei unterschiedlichen Belastungen und Schmierstoffen wurden Einflüsse von längeren Versuchslaufzeiten auf Reibungsverhalten und Grenzschichtaufbau betrachtet. Während die Wiederholbarkeit aller durchgeführten Versuche sehr gut ist, hängt die Reproduzierbarkeit der Versuche mit Papierreibbelag stark vom Schmierstoff ab. Die Reibschwingneigung der einfach additivierten Schmierstoffe mit Papierreibbelag kann mit Friction Modifier und Detergent gesenkt werden, Antiwear, Dispersant und Corrosion Inhibitor erhöhen die Reibungszahl am Schaltungsende signifikant. Verglichen mit reinem Grundöl senken alle Additive bis auf das Dispersant das Reibungszahniveau ab. Vor allem bei mehrfach additivierten Schmierstoffen unterscheiden sich die Additiveinflüsse abhängig von den vorliegenden Belastungen. Die Additiveinflüsse auf das Reibungsverhalten mit Sinterreibbelag sind geringer als mit Papierreibbelag. Der Einfluss des Grundöls ist abhängig vom Reibbelag und ob reine Grundöle oder Grundöle mit Additivierung untersucht wurden. Die Ergebnisse der ToF-SIMS-Analysen dokumentieren maßgebliche Einflüsse der Stahllamellentopographie auf die Anbindungscharakteristik verschiedener Additive sowie Veränderungen der bevorzugten Anlagerungsbereiche durch Wechselwirkungen zwischen den jeweils eingesetzten Additiven und Grundölen. Diese Einflüsse zeigen sich auch für die sintermetallischen Reibkörper deutlicher als für die organischen Reibkörper. Durch die Kombination der massenspektrometrischen Analyseergebnisse mit denen der Prüfstandläufe an der FZG, konnten Erkenntnisse über die Auswirkungen einzelner Grenzschichtbestandteile in Abhängigkeit des Grundöls und der Additivierung auf die Reibcharakteristik des Tribosystems gewonnen werden. Die tribologische Langzeitbelastung unter erhöhten Lastbedingungen führt zu teilweise deutlichen Unterschieden in den lateralen Verteilungen der charakteristischen Additivsignale, die in Abhängigkeit der Belastungsstufe und -dauer vielfach mit der Reibcharakteristik korreliert werden können. Für die Reibpaarung Stahl-Papier wurden erste Schädigungen festgestellt, wohingegen bei der Reibpaarung Stahl-Sinter keine Schädigung auftrat.

**Autoren:** Kristina Mühlenstrodt  
Physikalisches Institut, Westfälische Wilhelms-Universität Münster  
Ulrich Stockinger  
TU München, Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebebau, FZG  
Katharina Völkel  
TU München, Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebebau, FZG

**Kontakt:** Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA)  
**Florian Mazurek**  
T 069- 66 03- 18 72

**Das IGF-Vorhaben IGF-Nr. 18797-N der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.**



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

### Hintergrundinformationen zur FVA

Die FVA ist das weltweit führende Innovationsnetzwerk der Antriebstechnik. Die rund 220 laufenden Projekte der industriellen Gemeinschaftsforschung fördern die Innovationsfähigkeit der Industrie im Bereich der Antriebstechnik und ist an den wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen ein wichtiger Beitrag zur Ausbildung von Jungingenieuren in und für die Branche. Die über 200 Mitgliedsfirmen sind produzierende Unternehmen aus der Antriebstechnikbranche. Zusammen mit den über 40 Forschungsinstituten bildet die FVA die Basis für das weltweit führende Netzwerk der Antriebstechnik.

Die FVA versteht sich als eine wichtige Plattform der Kommunikation und des Wissenstransfers zwischen Wissenschaft und Industrie. Themenfelder sind die mechanische und die elektrische bzw. mechatronische Antriebstechnik, sowohl von stationären industriellen Anlagen als auch von Fahrzeugen, mobilen Maschinen und Luftfahrzeugen. Die Gemeinschaftsforschung hat zum Ziel, das technische Know-how der Unternehmen und die Qualität ihrer Produkte zu verbessern und die Produktionskosten zu senken.

Informationsveranstaltungen, Seminare und Tagungen der Forschungsvereinigung bieten den Unternehmen die Möglichkeit, neueste Forschungsergebnisse anzuwenden und Mitarbeiter entsprechend aus- und weiterzubilden.

Weitere Informationen unter [www.fva-net.de](http://www.fva-net.de).