Technische Universität Braunschweig

INSTITUT FÜR mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge

Entwicklung Glycerin/Chitosan-basierter Hydraulikfluide für Antriebe in der Stationär- und Mobilhydraulik – GlyAnFlu

Bioschmierstofftagung 2023 – 21.06.2023

M. Sc. Malte Otten

Prof. Dr. Ludger Frerichs

Agenda

1 **Vorarbeiten und Projektziele**

2 Weiterentwicklung Hydraulikfluid

3 Praktische Untersuchungen

4 Zusammenfassung und Ausblick

1 Vorarbeiten und Projektziele

- Neuartiges **Hydraulikfluid** an der TU Braunschweig entwickelt (IÖNC + IWF, 2011 - 2014)
- Basierend auf Wasser und **nachwachsenden Rohstoffen**: Glycerin + Chitosan
- Erste Versuche wiesen hohe **Leistungsfähigkeit** unter geringer Belastung auf
- **Dauerbetrieb** unter geringer Belastung möglich

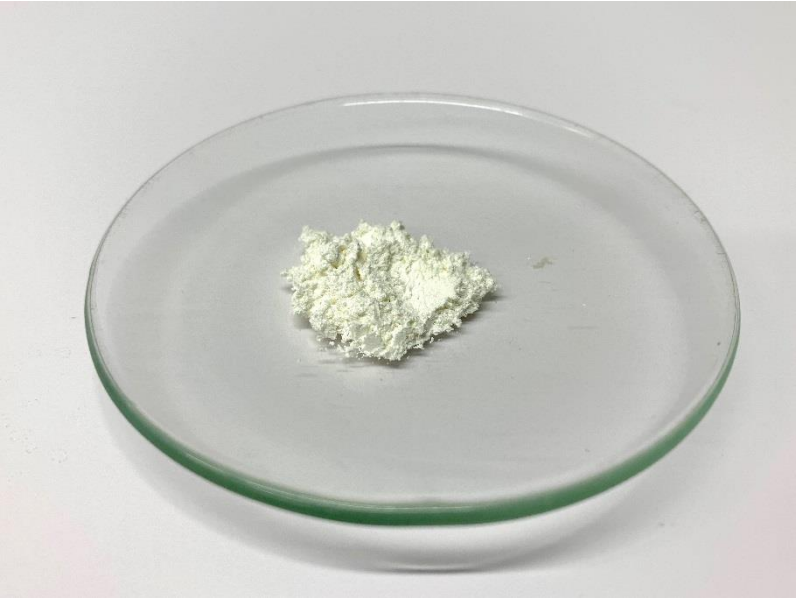


Abbildung 1: Carboxymethylchitosan

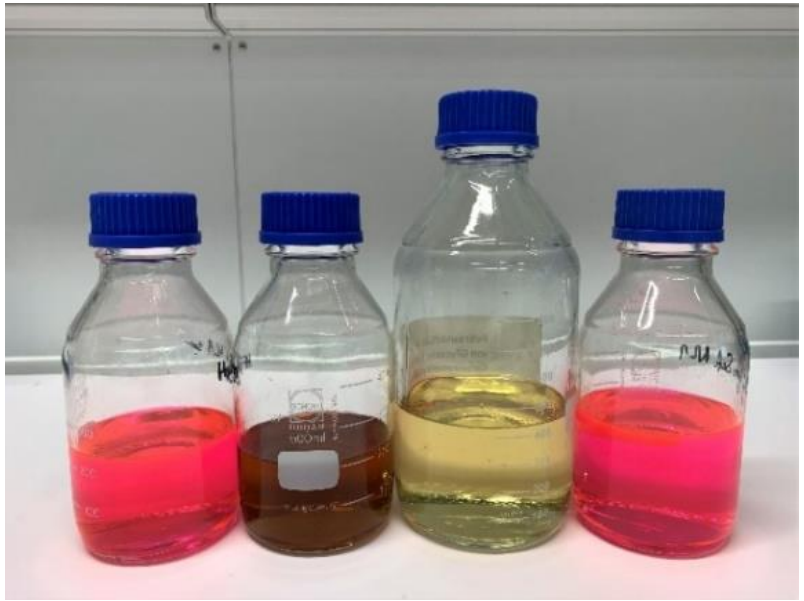


Abbildung 2: Verschiedene Hydraulikfluide

1 Vorarbeiten und Projektziele

Motivation für Projekt GlyAnFlu

- Basisfluid weist **hohe Leistungsfähigkeit** auf
- Fluid basiert auf **nachwachsenden Rohstoffen**
- Kein Einsatz von **Bioziden** erforderlich

Projektziele

- Weiterentwicklung von Fluidvarianten für **praxisgerechte Belastungen**
- Vergleich der Leistungsfähigkeit mit **kommerziellen Referenzfluiden**
- Gemeinsame **Abstimmung** Hydraulikfluid/Hydraulikanlage

Agenda

1 Vorarbeiten und Projektziele

2 Weiterentwicklung Hydraulikfluid

3 Praktische Untersuchungen

4 Zusammenfassung und Ausblick

2 Weiterentwicklung Hydraulikfluid

Ziele

- Erhöhung der **Scherstabilität** des polymeren Verdickers
- Verbesserung der **Additivierung**

  (Schaumverhalten, Verschleißschutzvermögen, Viskositätsindex)

Vorgehen

1. Untersuchung der **Leistungsfähigkeit kommerzieller Fluide** im Labor
2. Weiterentwicklung der **Formulierung** des Experimentalfluids
3. Herstellung ausreichenden Volumens für **Praxistests** am IMN
4. Begleitende **Laboruntersuchungen** während praktischer Versuche

2 Weiterentwicklung Hydraulikfluid

Erhöhung der Scherstabilität

- Kürzere Polymere weisen höhere Stabilität gegenüber Scherbelastung auf
- Verkürzung der Chitosanpolymere vor Einsatz in Hydraulikfluid
- Konditionierung mittels Mikrowellenstrahlung/Autoklav

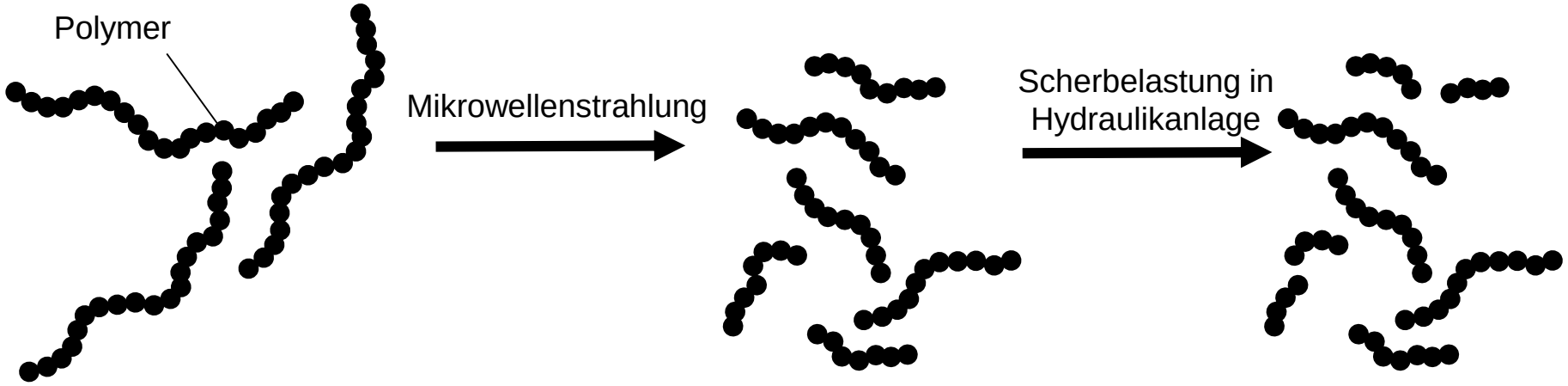


Abbildung 3: Scherung der Verdickerpolymere vor Einsatz in der Hydraulikanlage

2 Weiterentwicklung Hydraulikfluid

Ergebnisse von Laboruntersuchungen

- Verschleißschutzvermögen des Experimentalfluids leicht geringer als Referenz
- Kein Unterschied bei Korrosionsschutzwirkung

	Brugger Reibverschleißtest (DIN 51347)		Korrosionsschutzgrad (DIN 51360)	
Zielviskosität	**22 cSt**	**40 cSt**	**22 cSt**	**40 cSt**
Experimentalfluid	40,7 $^{N}/_{mm^2}$	46,5 $^{N}/_{mm^2}$	0	0
Referenz	43,1 $^{N}/_{mm^2}$	48,9 $^{N}/_{mm^2}$	0	0

Referenzfluid: Houghto Safe NL 1 (LV)

Abbildung 4: Brugger-Test

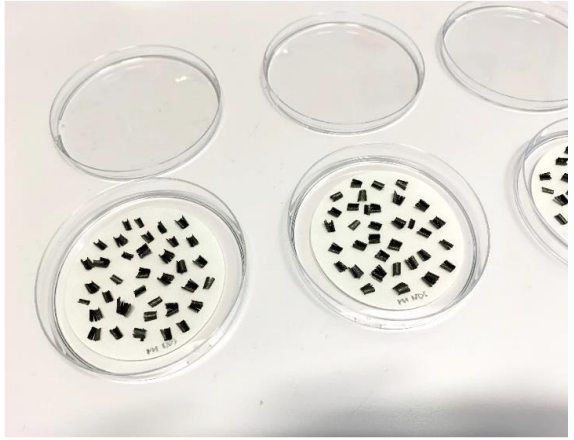


Abbildung 5: Korrosionsschutzuntersuchungen

2 Weiterentwicklung Hydraulikfluid

Ergebnisse von Laboruntersuchungen

- Schaumverhalten besser als kommerzielles Referenzfluid

	Schaumverhalten (DIN 51566)			
	Schaumvolumen		Zeit bis Abbau des Schaums	
Zielviskosität	**22 cSt**	**40 cSt**	**22 cSt**	**40 cSt**
Experimentalfluid	20 mL	50 mL	0:50 min	1:46 min
Referenz	170 mL	150 mL	1:40 min	70 mL nach 10 min

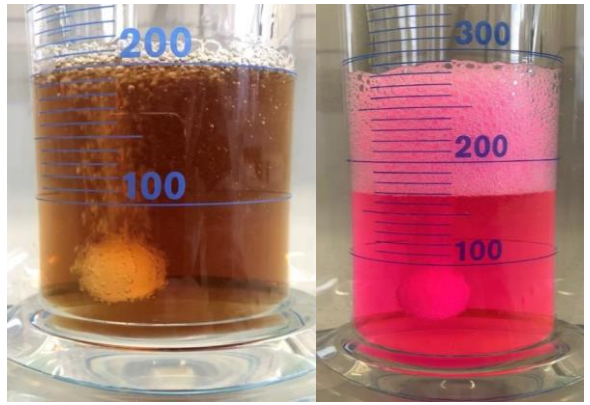


Abbildung 6: Untersuchung des Schaumverhaltens

Agenda

1 Vorarbeiten und Projektziele

2 Weiterentwicklung Hydraulikfluid

3 Praktische Untersuchungen

4 Zusammenfassung und Ausblick

3 Praktische Untersuchungen

Ziel: Bestimmung der **Leistungsfähigkeit** neuartiger Fluide ggü. kommerzieller Referenzfluide (Benchmark)

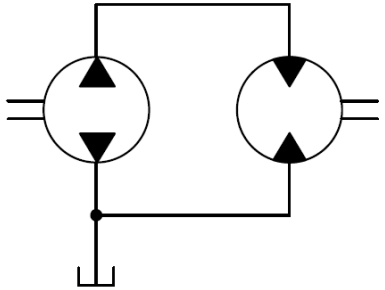
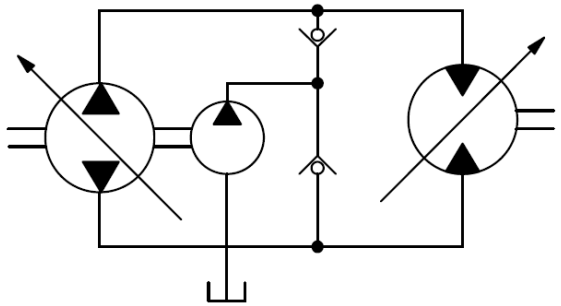
Vorgehen:

- Konzeptionierung von Prüfständen zur **praxisnahen Beanspruchung** der Fluide
- **Durchführung** praktischer Untersuchungen (Dauerbetrieb)
- Untersuchungsschwerpunkte:
  - **Komponentenverschleiß** (Mikroskopuntersuchungen, Bauteilabmessungen)
  - **Alterungsverhalten** (verschiedene Laboruntersuchungen während Dauerbetrieb)
  - **Betriebsverhalten** (Wirkungsgradmessungen)

3 Praktische Untersuchungen

Entwickelte Prüfstände

- Orientierung an Belastungsgrößen der Mobil- und Stationärhydraulik
- Gegenüber Praxis detaillierte sensorische Überwachung

Schritt 1	Schritt 2
Offener Kreislauf (Vorbild: Stationärhydraulik) 	**Geschlossener Kreislauf** (Vorbild: Mobilhydraulik) 

3 Praktische Untersuchungen

Aufbau und Betrieb des Prüfstands – offener Kreislauf

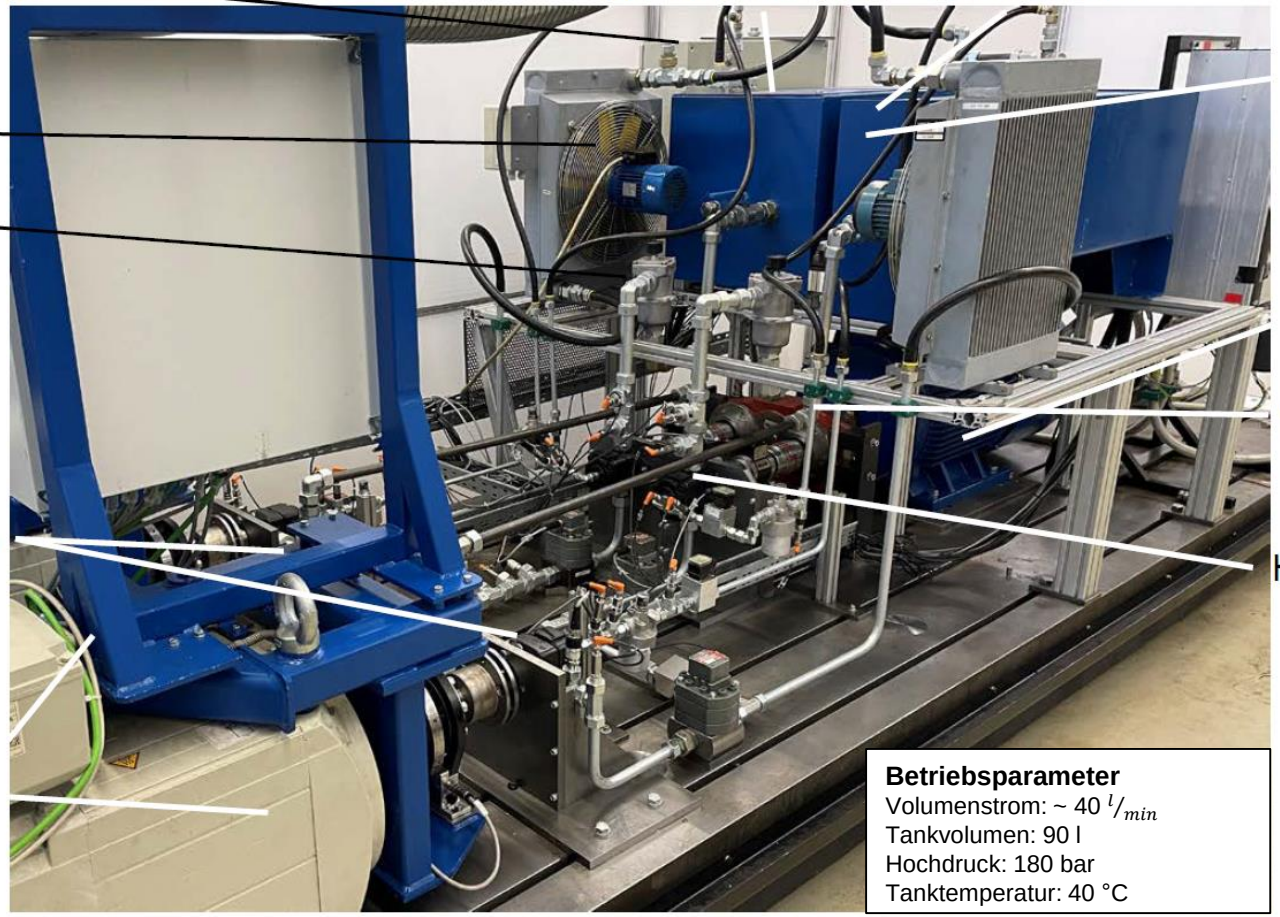
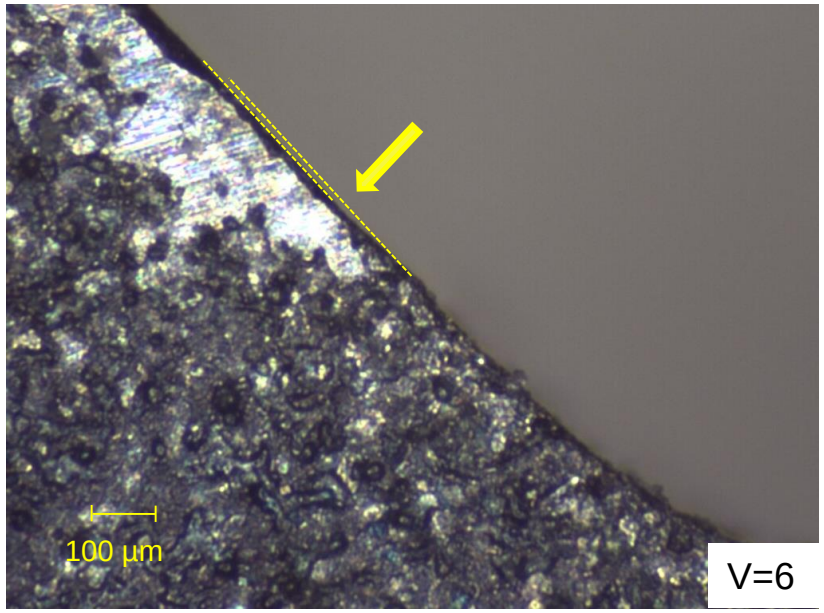
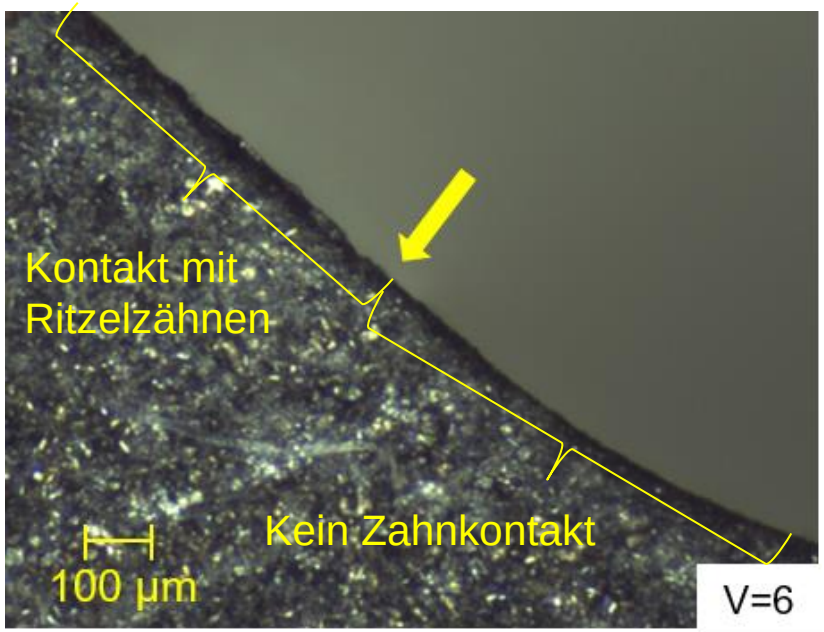


Abbildung 7: Prüfstand zur Untersuchung der neuartigen Fluide

3 Praktische Untersuchungen

Verschleißentwicklung der Pumpen – offener Kreislauf

Zahnflanken an den Pumpenzahnringen (Laufleistung: 600 h)	
Experimentalfluid	Referenzfluid
	
▪ Leichte Formabweichung (~ 15 µm) ▪ Unkritisch für den Betrieb der Pumpe	▪ Keine Formabweichung der Zahnflanken erkennbar

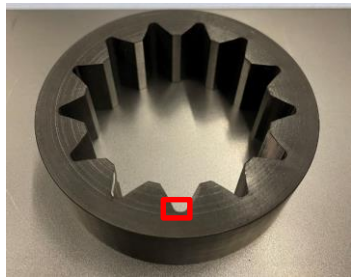


Abbildung 8: Zahnring

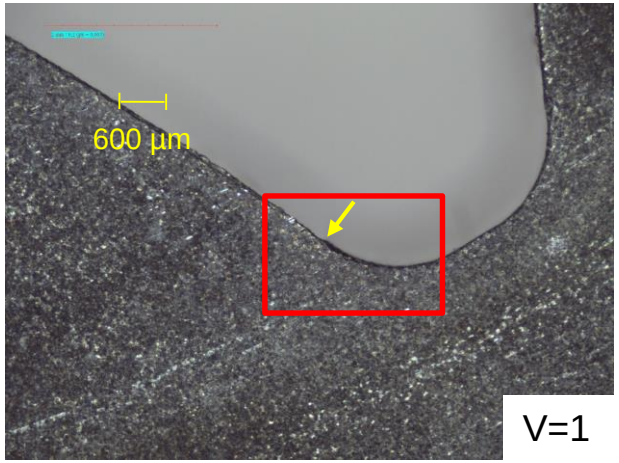
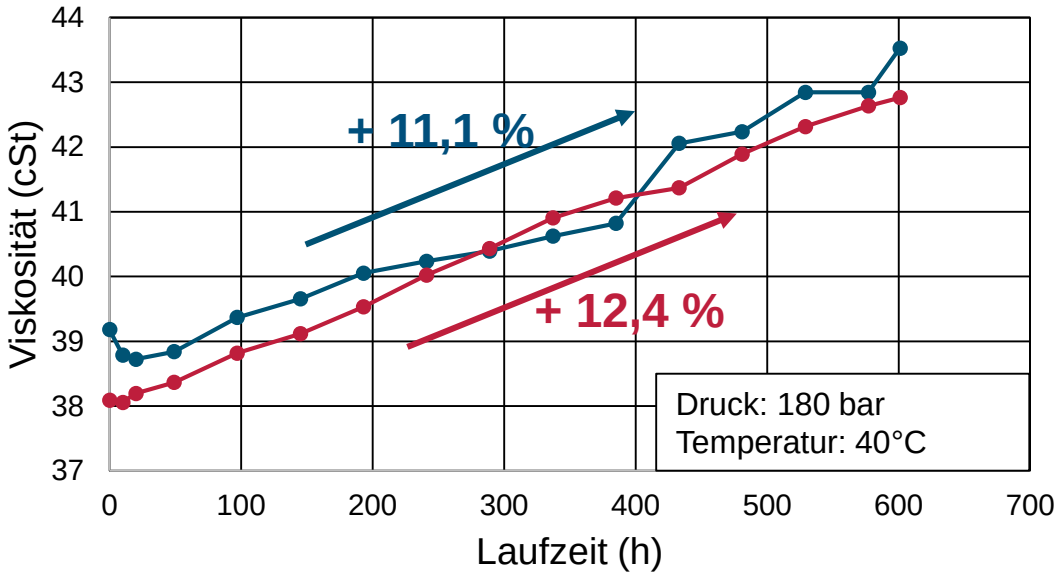


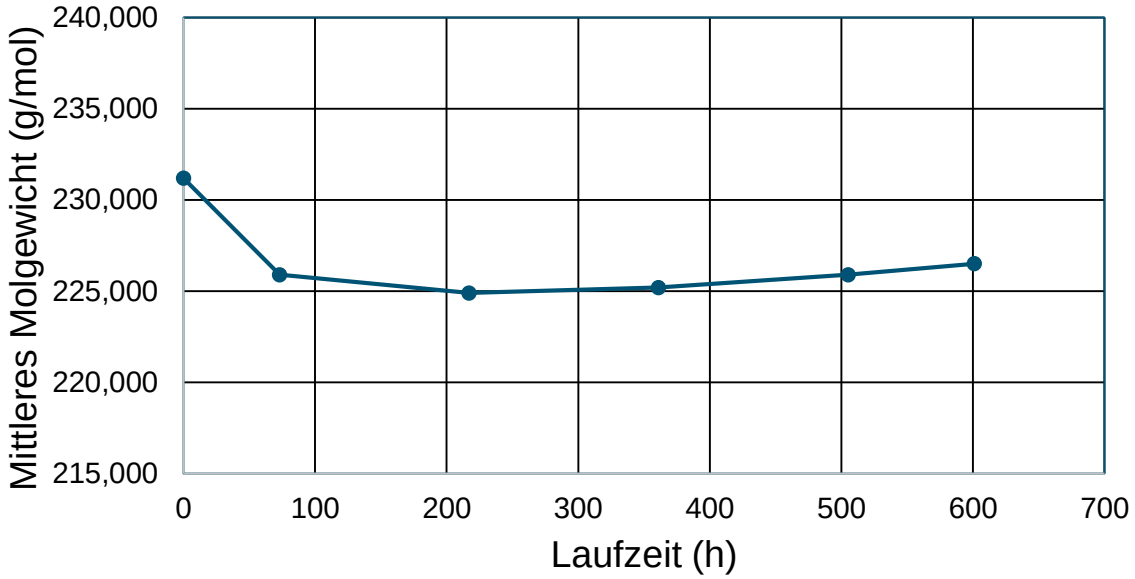
Abbildung 9: Betrachteter Bereich an Zahnringflanken

Ergebnisse begleitender Untersuchungen – offener Kreislauf

- Reduktion der Viskosität des Experimentalfluids zu Beginn durch Cracken der Polymere (etwa -1,2 %)
- Anstieg der Viskosität durch Verdampfen von Wasser

Untersuchung der höherviskosen Fluidvariante





Experimentalfluid — Referenzfluid

3 Praktische Untersuchungen

Begleitende Laboruntersuchungen – offener Kreislauf

- Untersuchung der HF-Eigenschaften während praktischer Versuche
- Leichte Verschlechterung des Schaumverhaltens beider Fluide
- Übrige Fluideigenschaften bleiben stabil

Eigenschaftsänderungen höherviskoser Fluide nach 600 h Dauerbetrieb

	Fluid	Neuzustand	Gebraucht
Verschleißschutzvermögen nach Brugger (DIN 51347)	Experimentalfluid	46,5 $^{N}/_{mm^2}$	47,2 $^{N}/_{mm^2}$
	Referenz	49,9 $^{N}/_{mm^2}$	51,7 $^{N}/_{mm^2}$
Schaumvolumen nach 5 min (DIN 51566)	Experimentalfluid	50 mL	330 mL
	Referenz	150 mL	480 mL
Korrosionsschutzvermögen (DIN 51360)	Experimentalfluid	0	0
	Referenz	0	0
Viskositätsindex	Experimentalfluid	132	139
	Referenz	218	218

3 Praktische Untersuchungen

Zusammenfassung – offener Kreislauf

- Dauerbetrieb über **1.200 h** durchgeführt
- **Verschleißentwicklung** Hydrostaten mit kommerziellem Referenzfluid vergleichbar
- Geringerer **Wirkungsgrad** ggü. Referenzfluid im Dauerbetrieb:
  - Unterschied Gesamtwirkungsgrad niederviskose Fluide: **- 5,35 %**
  - Unterschied Gesamtwirkungsgrad höherviskose Fluide: **- 3,02 %**
- Wirkungsgradunterschiede durch **Viskositätsindex** begründet

3 Praktische Untersuchungen

Aufbau und Betrieb des Prüfstands – geschlossener Kreislauf

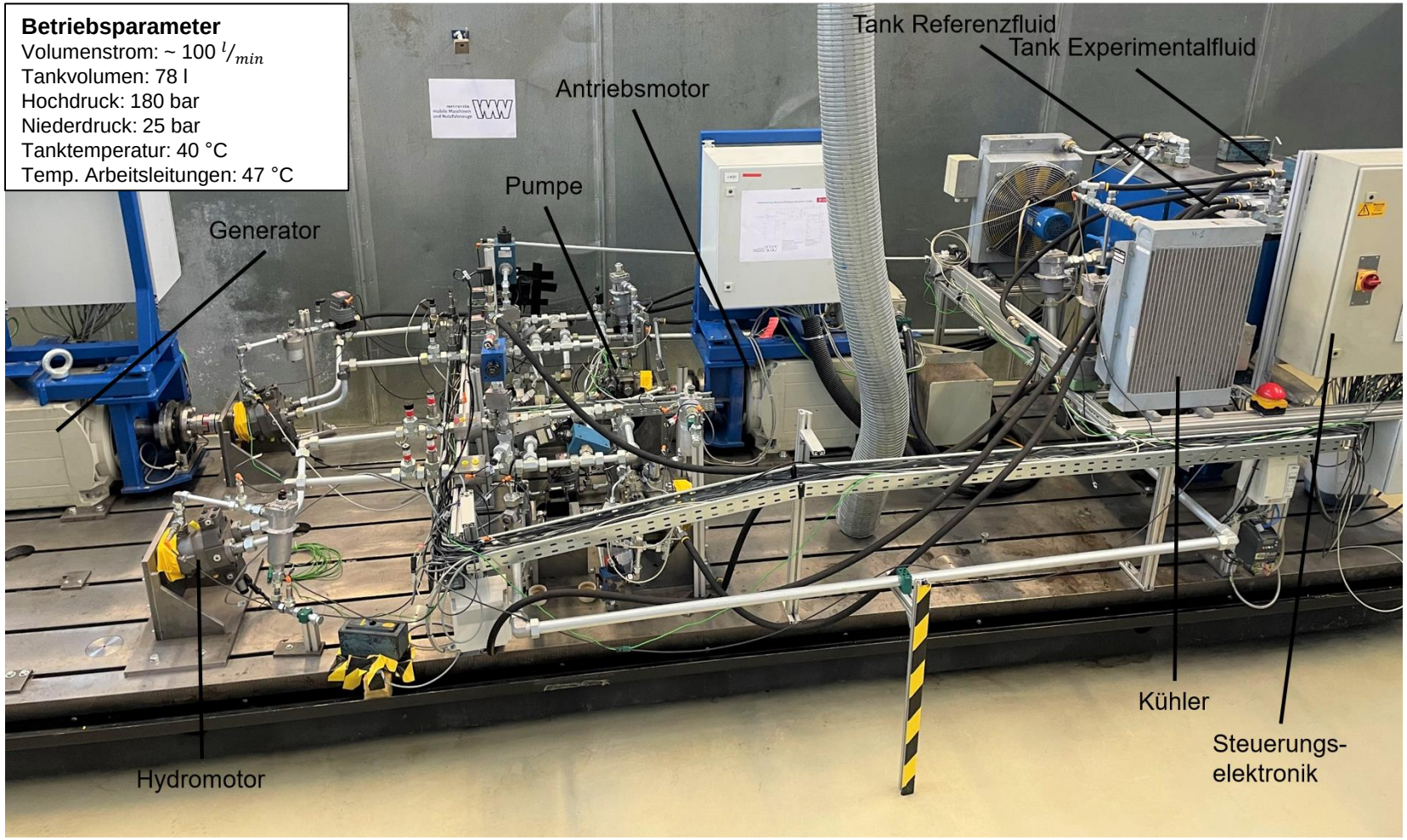
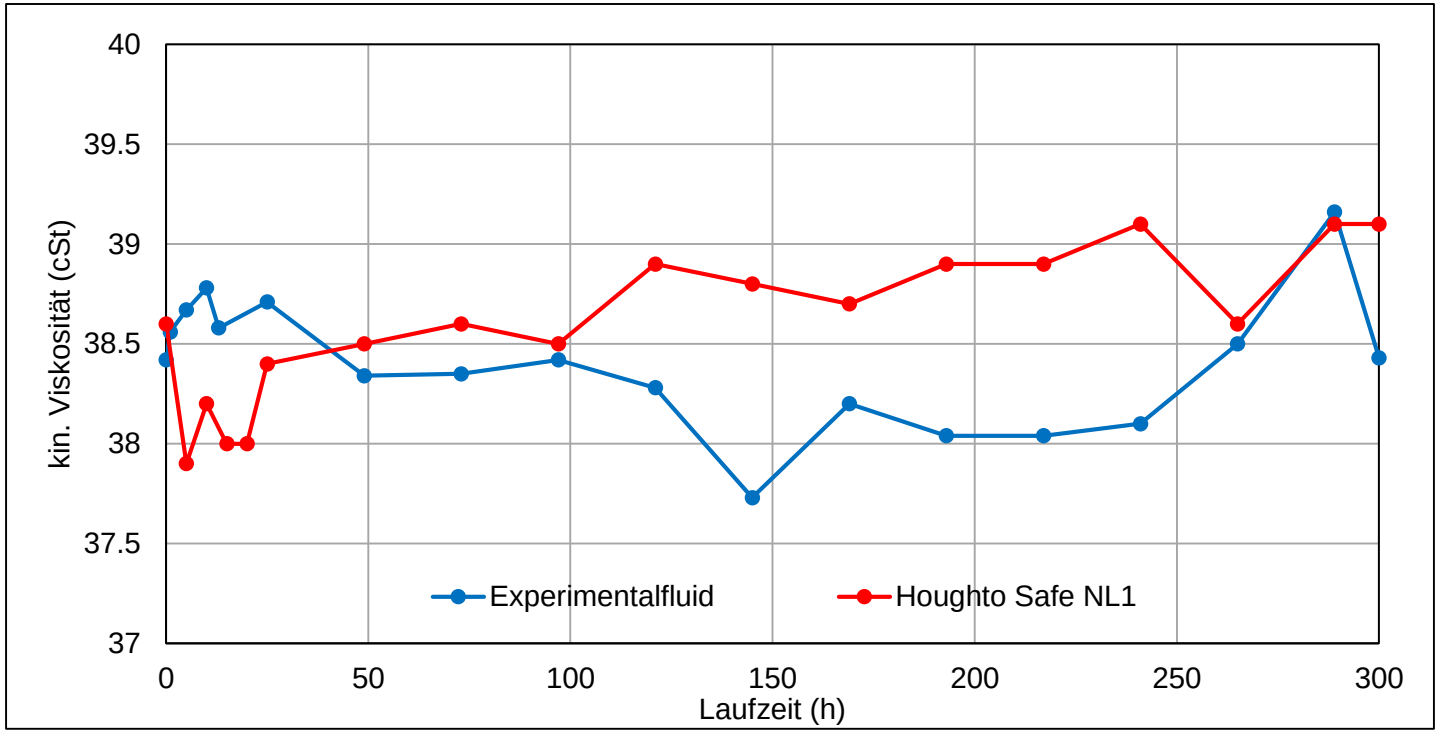


Abbildung 10: Prüfstand zur Untersuchung der neuartigen Fluide

3 Praktische Untersuchungen

Ergebnisse – geschlossener Kreislauf

- **Dauerbetrieb** über 300 h erfolgreich abgeschlossen
- **Wirkungsgrade** Experimentalkreislauf mit Referenzkreislauf vergleichbar
- **Scherstabilität** Experimentalfluid vergleichbar mit kommerziellem Referenzfluid



Agenda

1 Vorarbeiten und Projektziele

2 Weiterentwicklung Hydraulikfluid

3 Praktische Untersuchungen

4 Zusammenfassung und Ausblick

4 Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassung

- **Hohe Leistungsfähigkeit** der neuartigen Fluide in praxisnahen Anwendungen
- **Verschleißentwicklung** bei Verwendung des neuartigen Fluids unkritisch
- **Scherstabilität** ggü. Voruntersuchungen deutlich gesteigert

4 Zusammenfassung und Ausblick

Ausblick

- Durchführung von **Alterungsuntersuchungen** an den neuartigen Fluiden
- Entwicklung einer Methodik zur Bestimmung des **Fluideinflusses** auf die **Effizienz hydraulischer Systeme**

Beschreibung des Systems und Auswahl **repräsentativer Arbeitsaufgaben**

↓

Erzeugung **standardisierter Lastzyklen**

↓

Modellierung des **Beispielsystems** und **Simulation** standardisierter Zyklen
(Berücksichtigung der Fluideigenschaften)

↓

Bewertung des **Fluideinflusses** auf den **Wirkungsgrad** des Systems und Ableitung technischer **Systemanpassungen**

4 Zusammenfassung und Ausblick

Ausblick – Beantragung eines Folgeprojekts

- Ziel: Weiterentwicklung der Fluide für Einsatz in **elektrisch-hydraulischen Kompaktaggregaten**
- Arbeitsinhalte:
  - Verbesserung der **Fluideigenschaften** (u.a. Viskositätsindex, Alterungsbeständigkeit)
  - **Praktische Versuche** am stationären Prüfstand unter **praxistypischen Bedingungen** (Fluidalterung und Komponentenverschleiß, Betriebsverhalten)
  - Untersuchung der **Umweltverträglichkeit** und **Nachhaltigkeit** der Fluide

Anwendungsfälle elektrisch-hydraulischer Kompaktaggregate

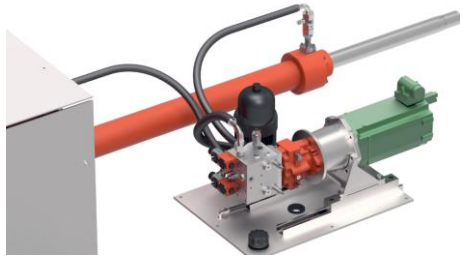


Abbildung 11: Kompaktaggregat Helax [BUC20]

Abbildung 12: Kompaktaggregat einer Ladebordwand [SUL22]

Abbildung 13: Kompaktaggregat mit Zylinder an einem Bagger [FOR20]

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Kontakt

Technische Universität Braunschweig
Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge

Telefon: +49 (0) 531 391-7199
Fax: +49 (0) 531 391-5951
m.otten@tu-braunschweig.de
www.tu-braunschweig.de/imn

Technische Universität Braunschweig
Institut für Ökologische und Nachhaltige Chemie

Telefon: +49 (0) 531 391-66855
Fax: +49 (0) 531 391-8422
hu.wichmann@tu-braunschweig.de
www.tu-braunschweig.de/oekochemie

Danksagung

Die Autoren danken dem deutschen Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) für die finanzielle Unterstützung dieses Projektes über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe. (Förderkennzeichen 22023117), Laufzeit 08/2019 – 10/2023

Weiterhin bedanken sich die Autoren bei den Industriepartnern und Unterstützern des Forschungsprojekts.

Gefördert durch:
Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Quellen und Literatur

[BUC20] Bucher Hydraulics GmbH: Dezentrale hydraulisch-elektrische Linearachse, online unter: https://www.bucherhydraulics.com/de/newsblog/uebersicht/helax, zuletzt aufgerufen: 06.04.2022

[FOR20] Forschungskuratorium Maschinebau e.V.: Dezentrale kompakte Hydraulikversorgung durch High-Speed-Komponenten, Schlussbericht (IGCF Vorhaben Nr. 19224N), 2020

[SUL22] SULEJ Ladebordwand OHG: Internetauftritt unter http://www.ladebordwandtechnik.de/ - zuletzt abgerufen: 19.06.2022