

# Universität Rostock Lehrstuhl für Kolbenmaschinen und Verbrennungsmotoren (LKV)

Prof. Dr.-Ing. Bert Buchholz

AG Kraft- und Schmierstoffforschung

Dr. rer. nat. Ulrike Schümann

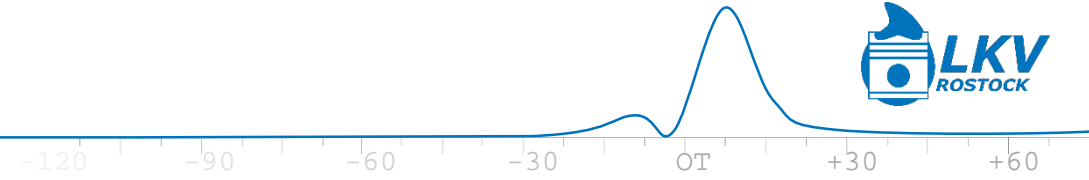




## Prüfeinrichtungen

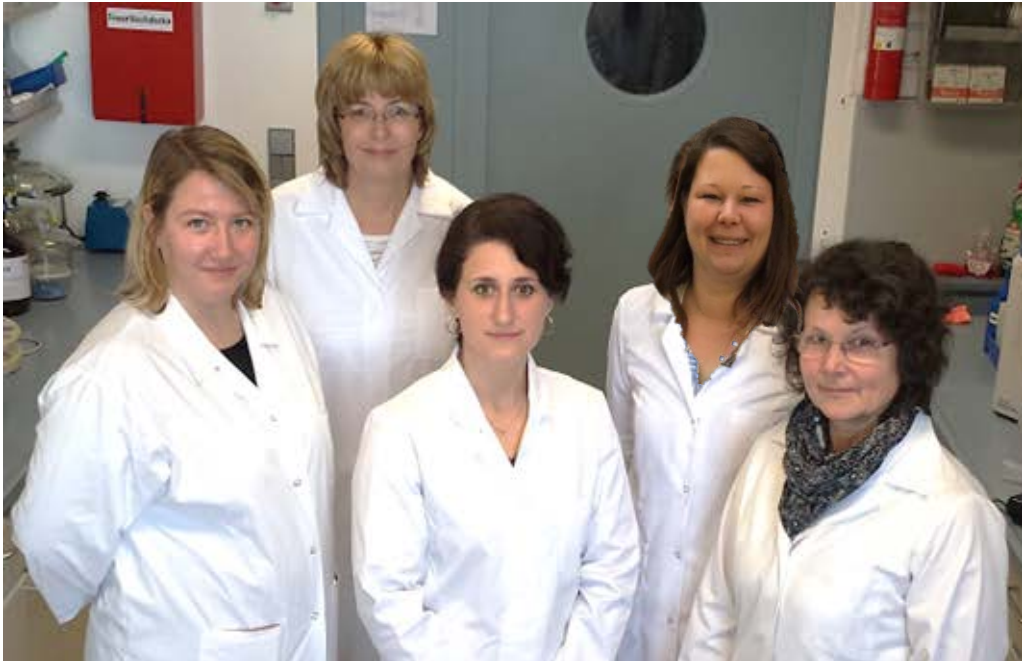
- Speziallabor mit fortschrittlicher analytischer Ausrüstung für die Analyse von Kraft- und Schmierstoffen nach den geltenden Normen und für die detaillierte Untersuchung alternativer Kraft- und Schmierstoffe
- F & E, integraler Bestandteil vieler interdisziplinärer Forschungsprojekte
- Studentenausbildung, Praktika, experimentelle Masterarbeiten, Dissertationen (Fachrichtung Maschinenbau und Wirtschaftsingenieurwesen)

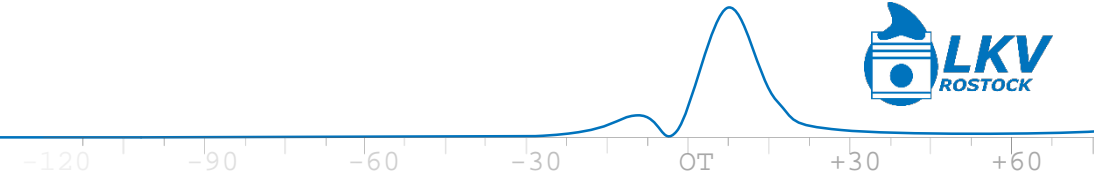




## Team

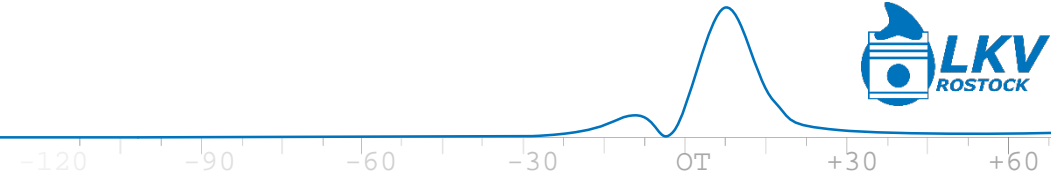
- Zwei promovierte Chemikerinnen und zwei chemisch-technische Assistentinnen
- 1 Doktorand
- 2 Bachelorstudenten



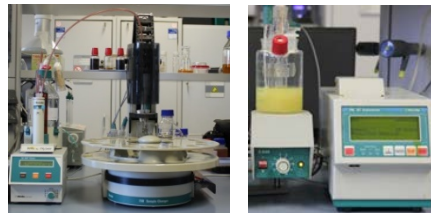
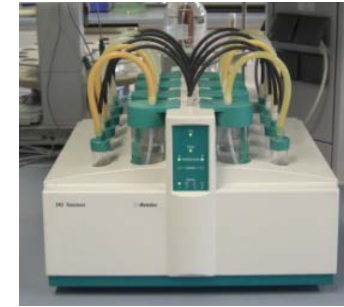


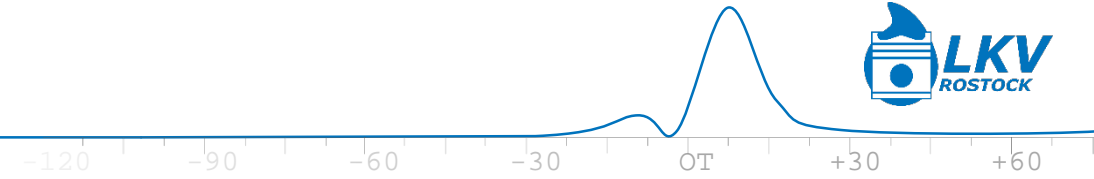
## Hauptforschungsfelder und Aufgaben

- **Detaillierte Kraftstoff- und Schmierölanalysen nach den aktuellen Spezifikationen**
- **Entwicklung neuer analytischer Prüfverfahren für Kraftstoffe und Schmierstoffe**
- Entwicklung, Prüfung und Qualitätsbeurteilung von neuen Prüfkraftstofftypen
- Spezielles Know-how für die Analyse von Biokraftstoffen, Schiffskraftstoffen, Kraftstoffmischungen
- **Untersuchung von Kraftstoff-Schmieröl-Wechselwirkungen**
- **Bewertung von Kraftstoff- und Schmieröladditiven (Effizienzprüfungen)**
- **Alterung von Kraftstoffen und Schmierölen, Alterungstests**
- **Korrelation von elektrischen Messgrößen mit verschiedenen Ölparametern, Test von elektrischen Schmierölsensoren**
- **Chemische und optische Untersuchung von Ablagerungen auf Motorenteilen (Ursachen, Zusammensetzung und Schichtdicke), Korrosionstests**
- **Analytische Überwachung von Motoren in Kurz- und Langzeittests, Feldtests**
- **Schadensbegutachtung an Motoren und anderen Maschinen**
- Kraftstoffanalysen zur Unterstützung der kinetischen Modellierung
- Interdisziplinäre Zusammenarbeit und technische Beratung, Mitarbeit in Standardisierungsorganisationen und Biokraftstoff-Forschungsnetzwerken



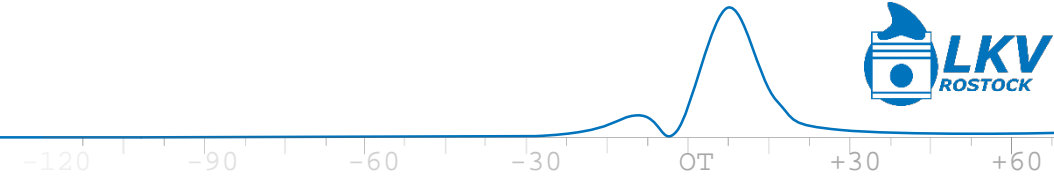
## Technische Ausstattung





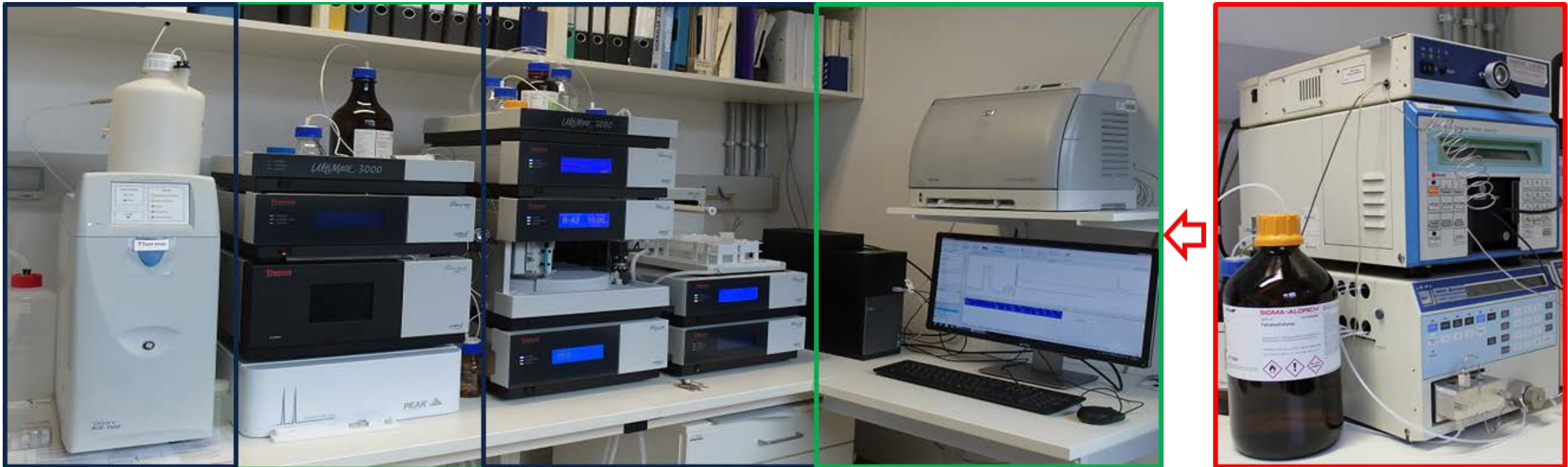
## Technische Ausstattung

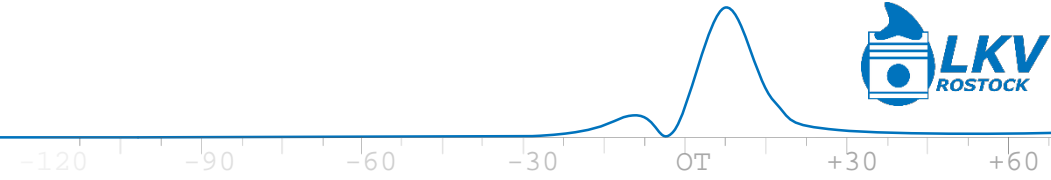
- **ICP-OES-System:** Nachweis von Verschleißmetallen, Additivelementen, Aschebildnern und Katalysatorgiften
- **CFPP-System:** Tieftemperaturverhalten von Kraftstoffen
- **HFRR-System:** Schmierfähigkeit von Kraftstoffen, Getriebeölen
- **Rancimat:** Oxidationsstabilität von Kraftstoffen
- **Titrationssystem mit KF-Coulometer:** Wassergehalt (direkt & indirekt), Alkalische Reserve (Gesamtbasenzahl), Säurezahl, pH-Wert
- **Destillationssystem:** Siedeverhalten von Kraftstoffen
- **MCR-Tester:** Verkokungsneigung, Aschegehalt von Kraftstoffen
- **FTIR-Spektrometer:** chemische Zusammensetzung, Biokraftstoffgehalt im Schmieröl
- **Gaschromatographen (FID, MSD, FPD, TID), Heart Cutting 2-D GC MS**
- **HPLC/HPSEC/IC (RI, MWD, CAD, Leitfähigkeits- und Fluoreszenzdetektoren)**
- **Diesel Deposit Formation Tester mit Ellipsometer**
- **Tensiometer, Rheometer, Viskosimeter, Dichtemessgerät...**



## HPLC-System mit Autosampler und Fraktionensammler

- Variabler Wellenlängen Detektor (UV/VIS)
- Fluoreszenz-Detektor
- Charged Aerosol Detektor (CAD)
- Leitfähigkeitsdetektor
- Brechungsindexdetektor (RI)
- Gradientenpumpe, zwei isokratische Pumpen
- Säulenofen, Fraktionensammler, Autosampler



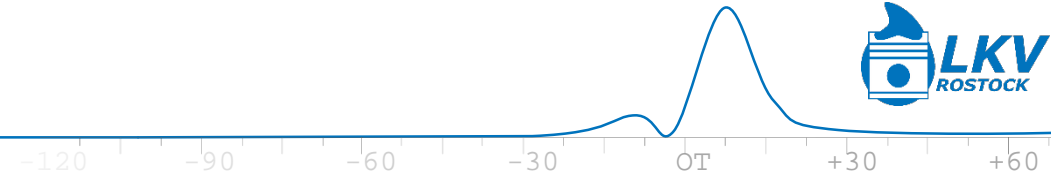


## Optische Emissionsspektrometrie mit Anregung durch induktiv gekoppeltes Plasma



ICP OES System Spectro Blue mit Autosampler, Universität Rostock





## 2-D Gas Chromatographie mit MSD, FID, TID (NPD) und FPD

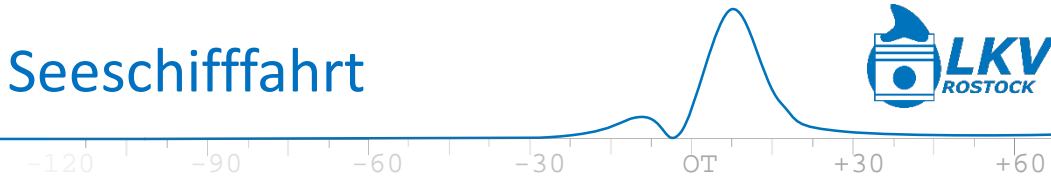


- vier Detektoren (massenselektiver Detektor, Flammenionisationsdetektor, thermionischer Detektor (N- und P-spezifisch) und flammenphotometrischer Detektor (S-selektiv))
- Autosampler
- temperaturprogrammierbarer Injektor für große Probenmengen (Multimode-Injektor (MMI) und die Möglichkeit der Säulenrückspülung



## Überblick – Forschungsprojekte

- Zukünftige Marine Kraftstoffe – Drop-in-Komponenten aus Reststoffen
- No-harm-Kriterien Anwendungstest für Additive
- Maßgeschneiderte Schmierstoffe für Gasmotoren und eFuels (H<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, MeOH, OME)



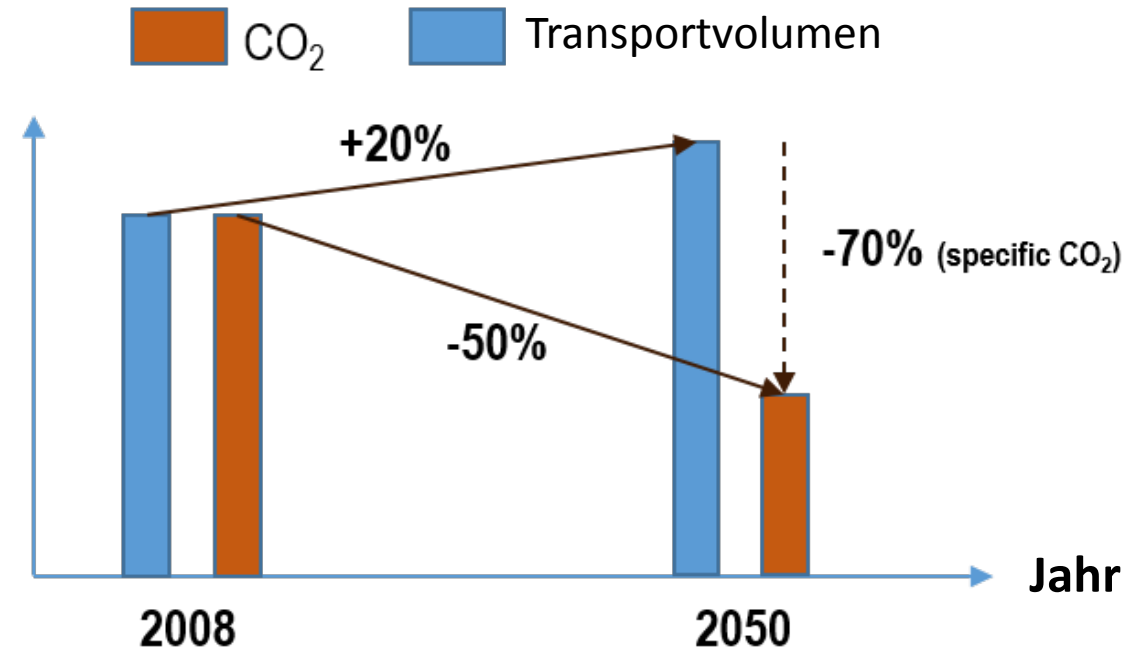
## Motivation

### IMO Treibhausgasstrategie

- Senkung der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen im Schiffsverkehr um 50 % bis 2050 (im Vergleich zu 2008)
- Reduktion der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen (g/t\*km) um 70% (CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Transportleistung)

### EU Sustainable maritime fuels - 'Fit for 55' package: the FuelEU Maritime proposal

Der Schlüssel zum Erreichen dieser ehrgeizigen Ziele liegt in der Defossilierung/Dekarbonisierung der Kraftstoffe!



[1] BMU, [https://www.bmu.de/themen/luft-laerm-verkehr/verkehr/seeverkehr/Third greenhouse gas study by the IMO from 2014](https://www.bmu.de/themen/luft-laerm-verkehr/verkehr/seeverkehr/Third%20greenhouse%20gas%20study%20by%20the%20IMO%20from%202014)



- **PyroMar** - Maritime Kraftstoffe durch Pyrolyse biogener Reststoffe und Veresterung mit biobasierten höheren Alkoholen **bis Mitte 2023**

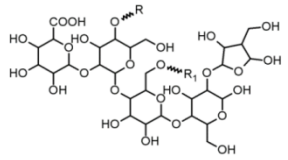
Verbundprojekt mit Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT (Koordinator) und ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg

- **Flexi Green Fuels** - Flexible und widerstandsfähige integrierte Biokraftstoffverfahren für die wettbewerbsfähige Herstellung von umweltfreundlichen erneuerbaren Flug- und Schiffskraftstoffen **bis Ende 2023**

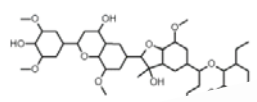
EU-Projekt: großes Konsortium mit KIT Karlsruhe, DLR, Shell, Uni Thessaloniki, Uni Lulea, Siemens Gamesa, Uni Aalborg.....



# Hemicellulose



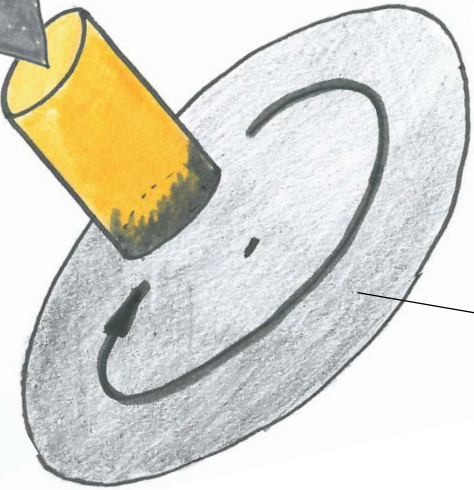
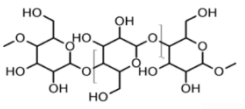
# Lignin



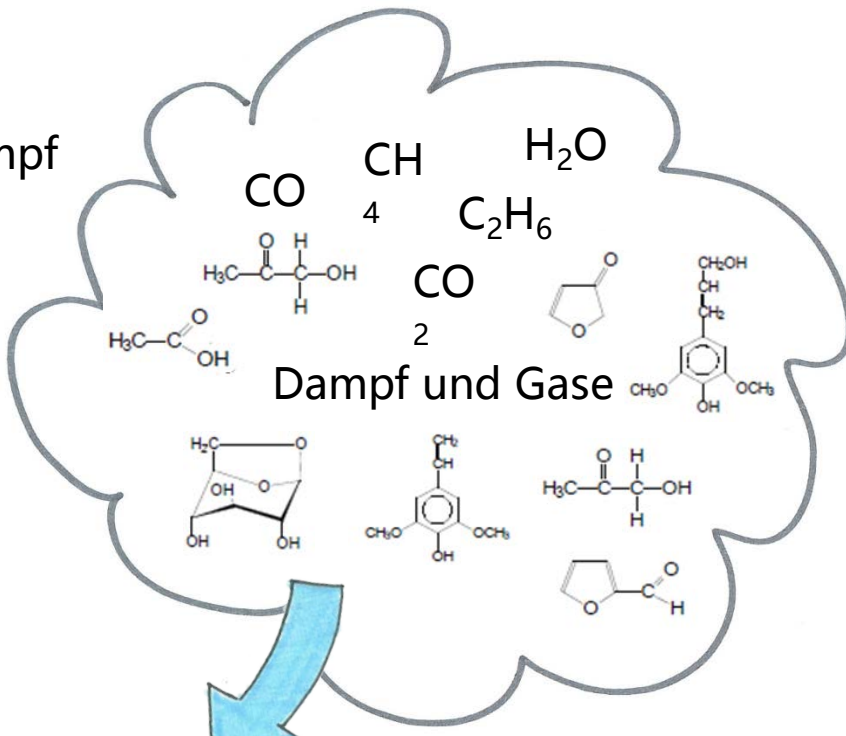
H<sub>2</sub>O

F

# Cellulose

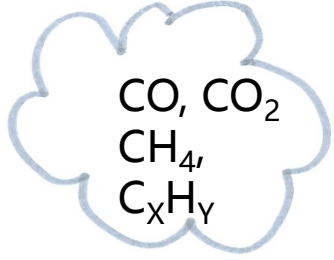


Dampf



Dampf und Gase

Kondensation



Gas  
(10-20%)



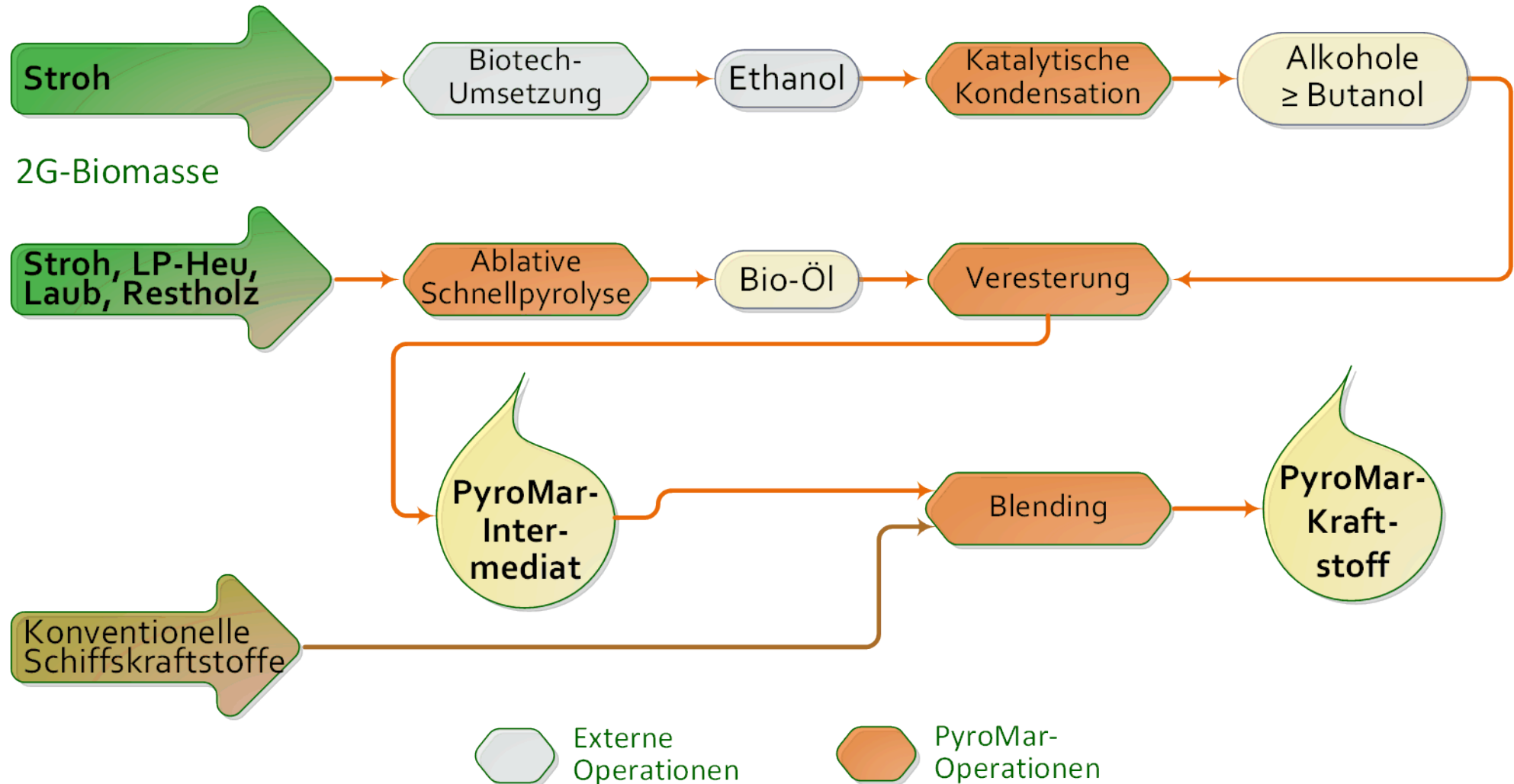
Pyrolyseöl  
(50-70%)

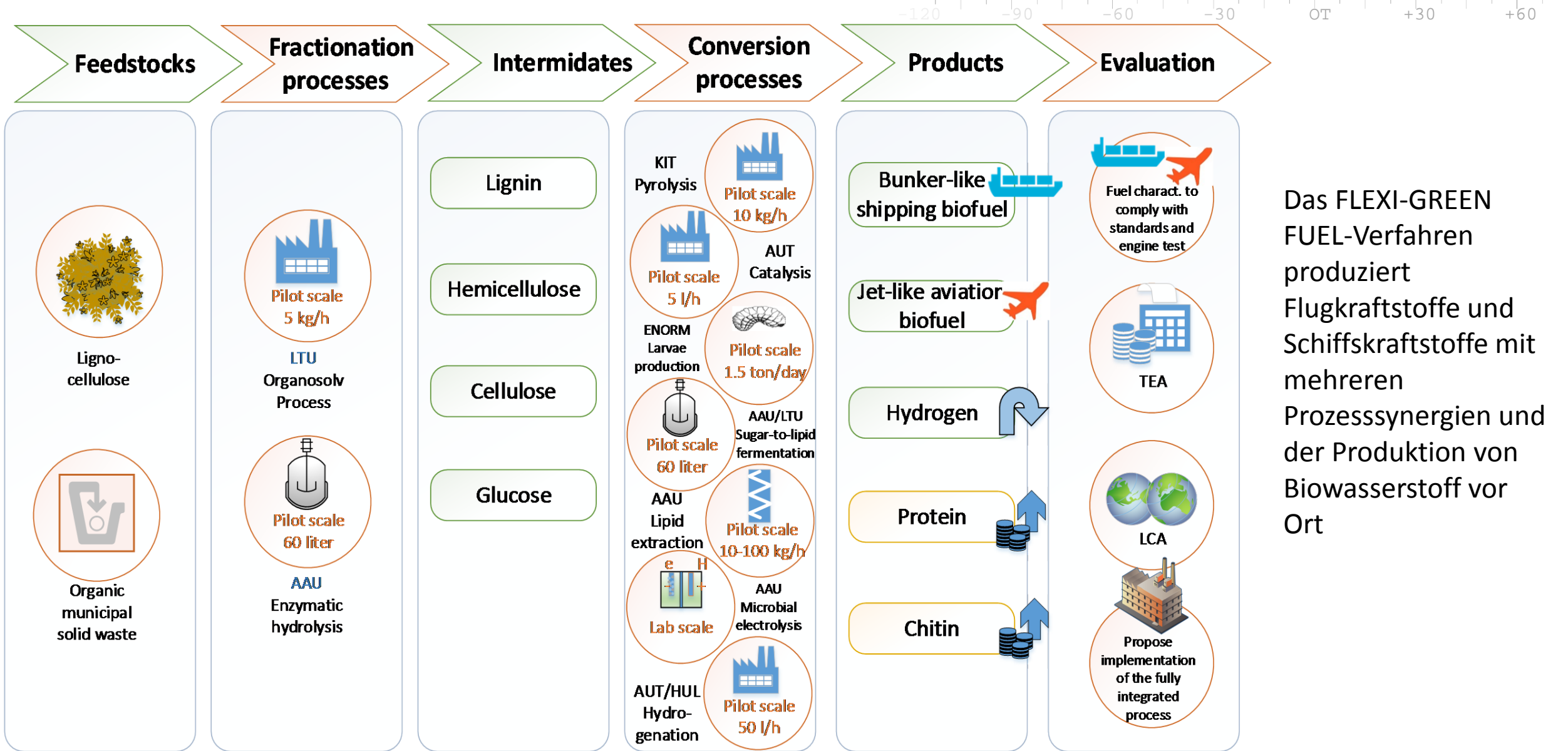
Koks  
(15-40%)

# Ablative Schnellpyrolyse



# Das PyroMar-Konzept





Das FLEXI-GREEN FUEL-Verfahren produziert Flugkraftstoffe und Schiffskraftstoffe mit mehreren Prozesssynergien und der Produktion von Biowasserstoff vor Ort



**INNOFUELS:** InnoFuels: Vernetzung, Weiterentwicklung und Rahmenbedingungen zum Hochlauf strombasierter Kraftstoffe und fortschrittlicher Biokraftstoffe [Start 11/2022? BMDV](#)

**REFOLUTION:** Integration von Raffinerien, Scale-up und Zertifizierung für die Herstellung von Biokraftstoffen für die Luftfahrt und die Schifffahrt [bewilligt, Laufzeit 1/2023 – 12/25 EU](#)

- **Partner:** **Norwegen** - Forschungsorganisation SINTEF, **Finnland** - Technisches Forschungszentrum VTT, **Frankreich** – Nationales Zentrum für wissenschaftliche Forschung CNRS, **Niederlande** NEN - Niederländisches Normierungsinstitut, **Deutschland** – DLR und LKV
- **Industriepartner:** OMV **Österreich**, NESTE **Finnland**, CEPSA Raffinerie **Spanien**, FCC Technology **Griechenland**, BTG BTL Bioliquids **Niederlande**, Carnival, MAN, Hapag-Lloyd



**Ammoniak Traffic 2030:** Ammoniak als Antriebs- und Sekundärenergie in der Schifffahrt unter Einsatz marktverfügbarer Brennstoffzellentechnologie [Antrag in Bearbeitung](#)

**PtL-Plus:** Schiffskraftstoffe auf PtL-Basis mit reststoffstämmigen Blendkomponenten [Antrag in Bearbeitung](#)

**No-Harm-Kriterien: Anwendungstest** - Entwicklung eines No-Harm-Anwendungstests als Ersatz für den XUD-9 Motorentest - Untersuchungen mit dem Diesel Deposit Formation Test sowie dem ENIAK Prüfstandstest [bewilligt, Laufzeit 10/2022 – 3/2025 AIF/DGMK](#)



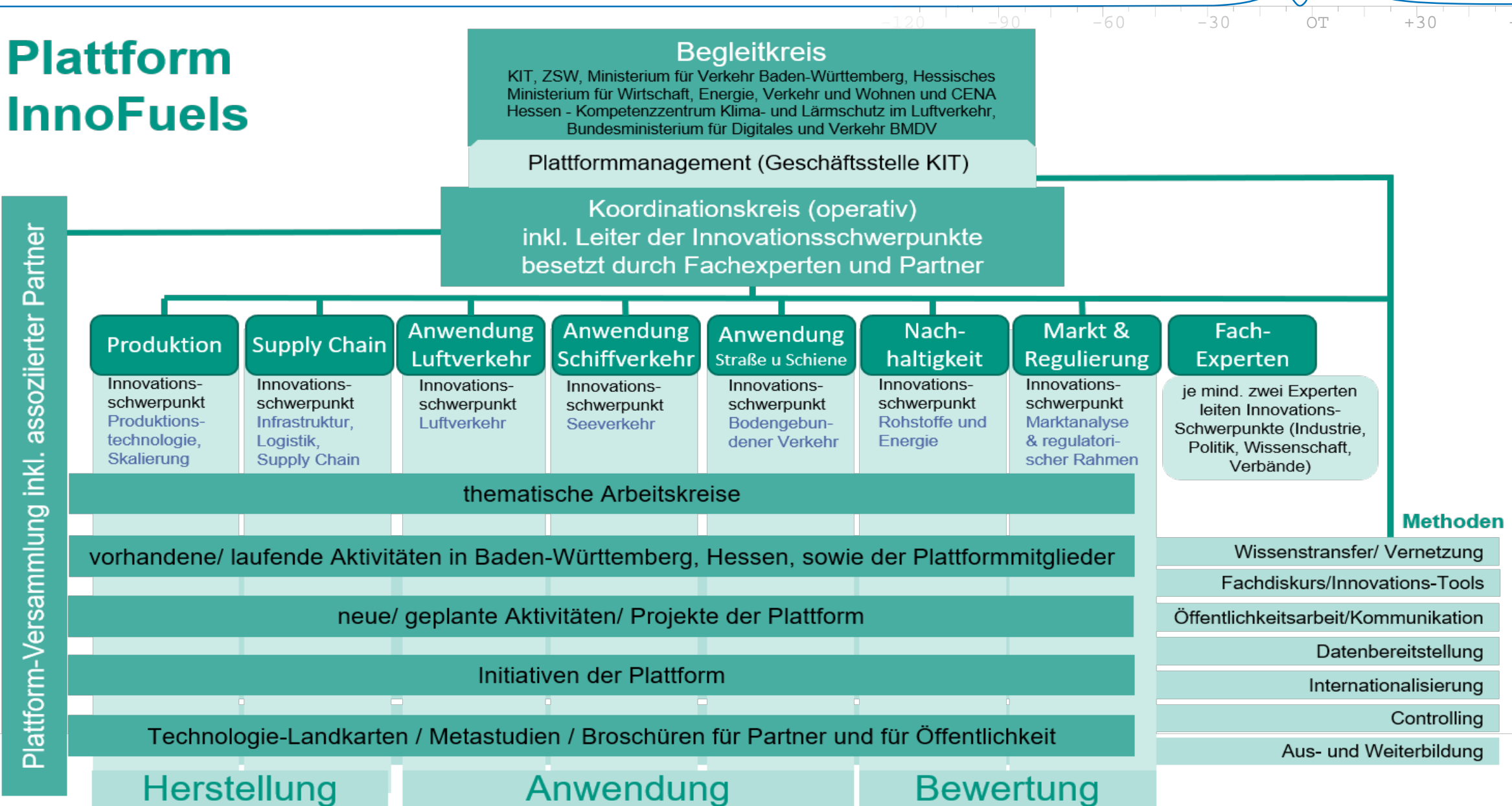


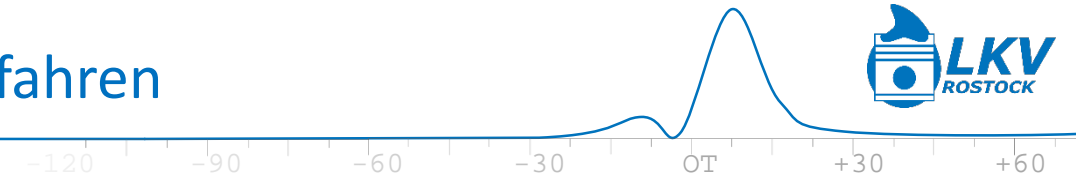
**INNOFUELS:** InnoFuels: Vernetzung, Weiterentwicklung und Rahmenbedingungen zum Hochlauf strombasierter Kraftstoffe und fortschrittlicher Biokraftstoffe **Start Sept. 2022?**  
BMDV

Partner:

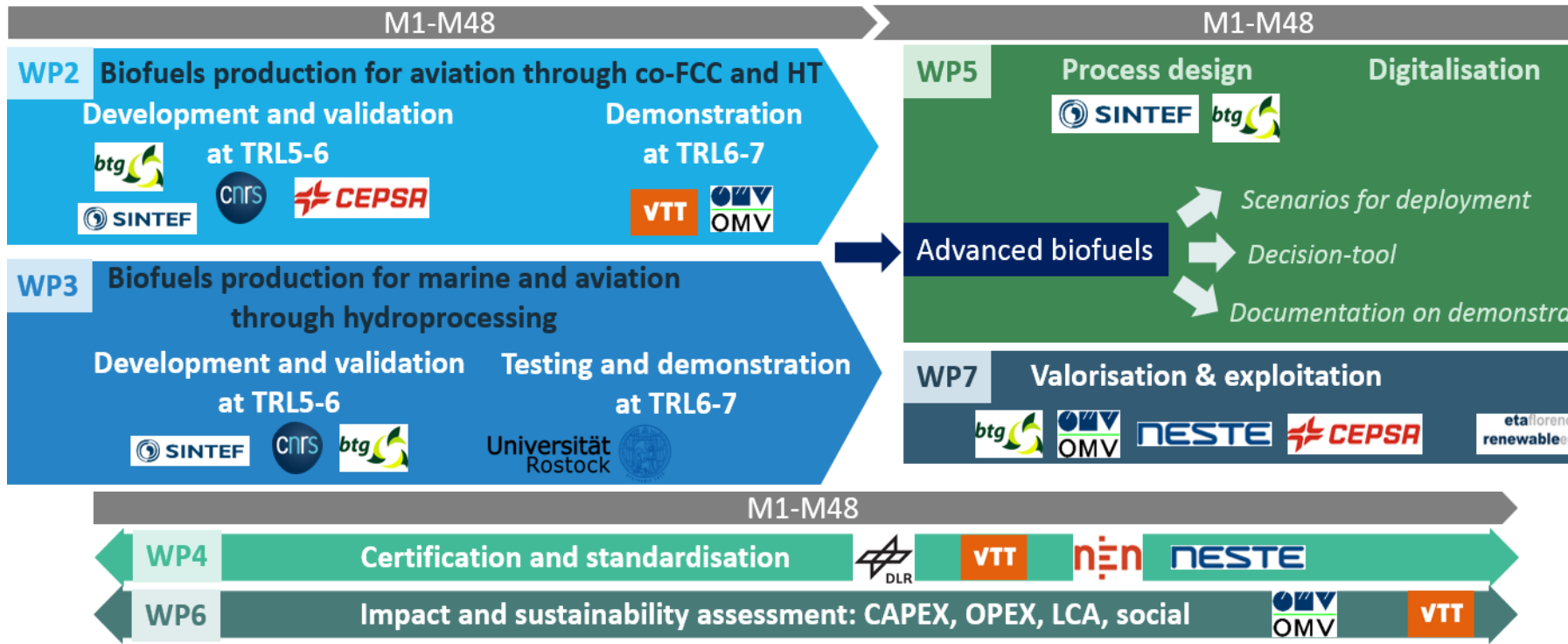


## Plattform InnoFuels

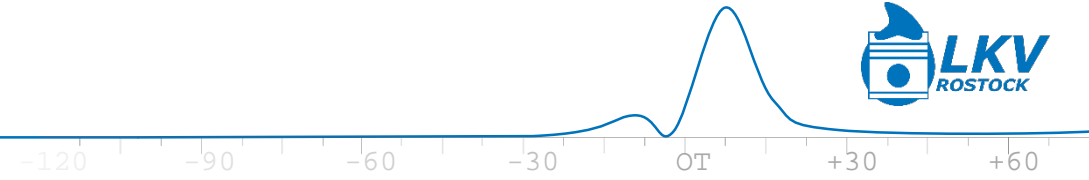




## REFOLUTION



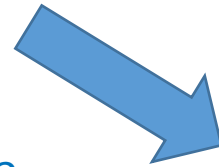
- Nutzung einer bestehenden europäischen Raffinerie, die eine Produktion in großem Maßstab für den Luft- und Schifffahrtsmarkt ermöglicht (Co-FCC-Bioöl für Luft- und Schifffahrtsmärkte (TRL 7))
- Hydrotreating von Bioöl für die Marinemärkte (TRL 6);
- Beitrag zur Beseitigung von regulatorischen Engpässen



## Aktuelle Fragen zur Wechselwirkung zukünftiger Kraftstoffe und Schmieröle

### Elektrische Hybridmotoren

hohe Kraftstoff- und Wasserbelastungen  
(längere Stillstandszeiten)  
höherer Verschleiß/Korrosion  
Andere Alterungsmechanismen?



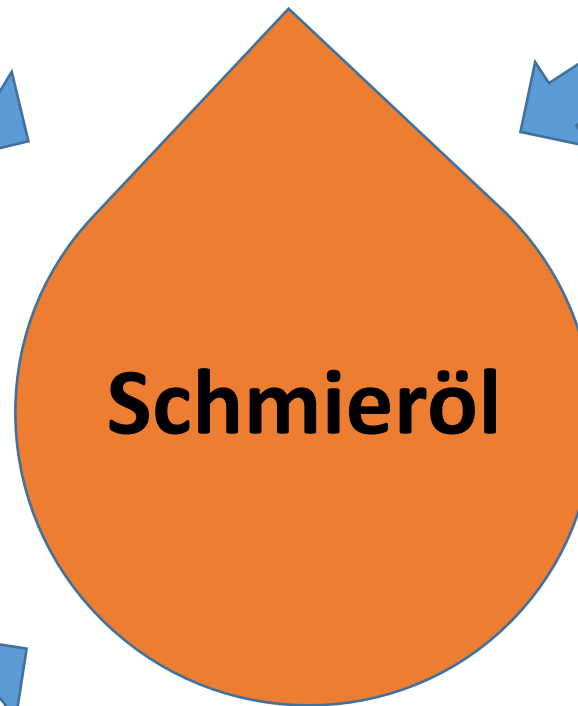
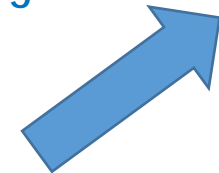
### Gasförmige e-Kraftstoffe NH<sub>3</sub> /H<sub>2</sub> und deren Mischungen

hohe Wasserbelastung,  
schlechte Schmierfähigkeit  
fehlendes Reinigungsvermögen (gasförmig)  
Gefahr der Ablagerungsbildung  
Korrosivität  
Konventionelle Analysemethoden  
anwendbar?  
Unbekannte Reaktionen mit dem Schmieröl?  
Andere Alterungsmechanismen?



### Flüssige E-Kraftstoffe MeOH

hohe Wasserbelastung  
Emulsionsbildung/Phasentrennung bei  
niedrigen Temperaturen  
Bildung von organischen Säuren  
erhöhter Verschleiß/Korrosion



**Schmieröl**

- **Neue Grundöl- und Additivtechnologien**
- **Entwicklung nachhaltiger Schmieröle**

## H<sub>2</sub>-Schmierstoffe - Maßgeschneiderte Schmierstoffe für Wasserstoffanwendungen

Projektstart 1.03.2023? IGF/AIF über DGMK

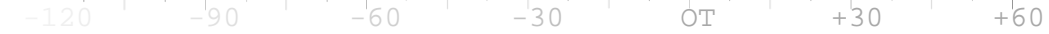
**Verbundprojekt:** LKV und LTT Rostock

### Motivation:

- Wasserstoffmotoren sind ein unverzichtbarer Bestandteil der Energiewende
- kostengünstige und zuverlässige Alternative zu Brennstoffzellenanwendungen in vielen Einsatzbereichen
- schlechte Schmiereigenschaften von H<sub>2</sub> (gasförmiger und C-freier Kraftstoff!)

### Ziel: Performanceverluste vermeiden, eine optimale Schmierölauswahl

- möglichst realistische und syst. Simulation der Schmierölbeanspruchung im Wasserstoffbetrieb im Labor
- Ermittlung chemisch-physikalischen Kenngrößen und Ableitung von Zustandsgleichungen
- Anforderungskatalog für H<sub>2</sub>-Schmieröle; Auswahlkriterien und Ölempfehlungen
- Entwicklung geeigneter Analysemethoden und Prüfparameter für Labor- und Komponententests
- Monitoring Schmieröl aus Motortests und aus der Praxis, Test nachhaltiger Grundöle



## Schmieröle für PtL-Kraftstoffe - Neue Methoden für die Bewertung und das Monitoring von Schmierölen im NH<sub>3</sub>-, OME- und MeOH-Betrieb

### Motivation:

- Wechselwirkung von PtL-Kraftstoffen mit dem Schmieröl unbekannt
- Test nachhaltiger Schmierölkonzepte

### Ziel: Performanceverluste vermeiden, optimale Schmierölauswahl für NH<sub>3</sub>- Anwendungen

- Untersuchung der Wechselwirkung zwischen Kraftstoff und Schmieröl im Labormaßstab und Identifizierung von Reaktionsprodukten, Bewertung der Schmierölveränderungen
- Entwicklung geeigneter Analysemethoden und Prüfparameter für Labor- und Komponententests, u. a. für die Schmierölnitration und Oxidation alternativer Grundöle
- Monitoring von Schmierölveränderungen aus Motortests und aus der Praxis
- Anforderungen, Auswahlkriterien und Ölempfehlungen