



# DER MULTIFUEL- TRAKTOR

Abschlussveranstaltung zum  
Forschungsvorhaben  
MuSt5-TRAK

Straubing, 12. August 2021  
10:30 – 12:00 Uhr



Bild: TFZ

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Ernährung  
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.



Projektpartner:





## Begrüßung

*Dr. Edgar Remmele, TFZ*

*Prof. Dr.-Ing. Peter Pickel, John Deere*

## Grußworte

*Michaela Kaniber, MdL, Staatsministerin für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten*

*Dr. Volker Niendieker, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (entfällt)*

*Dr.-Ing. Andreas Schütte, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.*

## Einführung in das Forschungsvorhaben MuSt5-TRAK: Entwicklung und Feldtest eines Abgasstufe V Multifuel-Traktors

*Prof. Dr.-Ing. Peter Pickel, John Deere*

## Projektergebnisse der Forschungspartner

*John Deere – Andreas Schröder, Prof. Dr.-Ing. Peter Pickel*

*TU Kaiserslautern – Matthias Thees, Prof. Dr.-Ing. Michael Günthner*

*TFZ – Julian Spiegel, Dr. Edgar Remmele*

## Fragen und Diskussion

## Verabschiedung



Bild: TU KL



Bild: TFZ

## Prüfstandsmotor

Motor baugleich  
zu JD 6135R

4-Zylinder-Motor

## John Deere 6135R

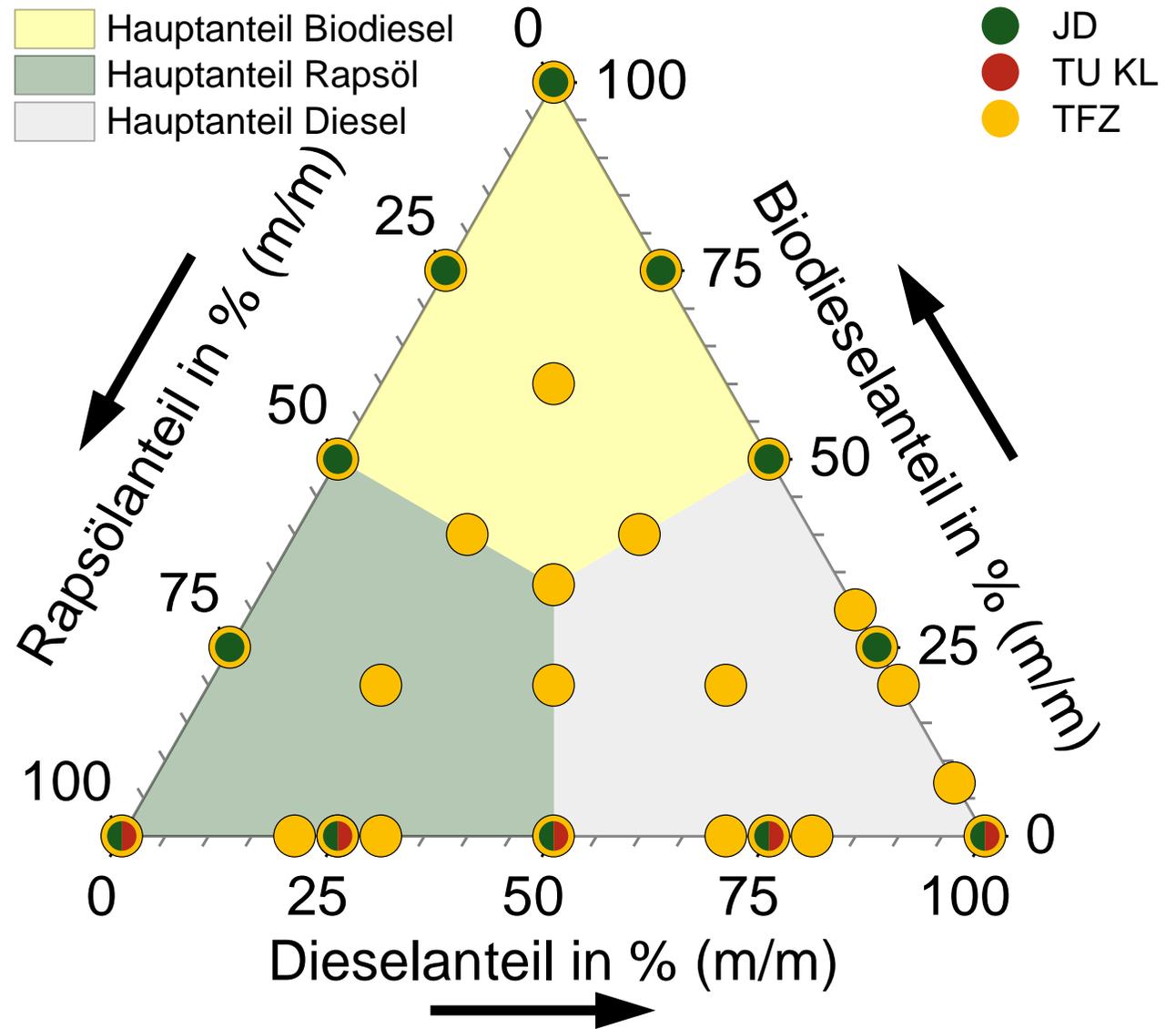
Standort:  
BaySG Grub

4-Zylinder-Motor

## John Deere 6250R

Standort:  
BaySG Almesbach

6-Zylinder-Motor

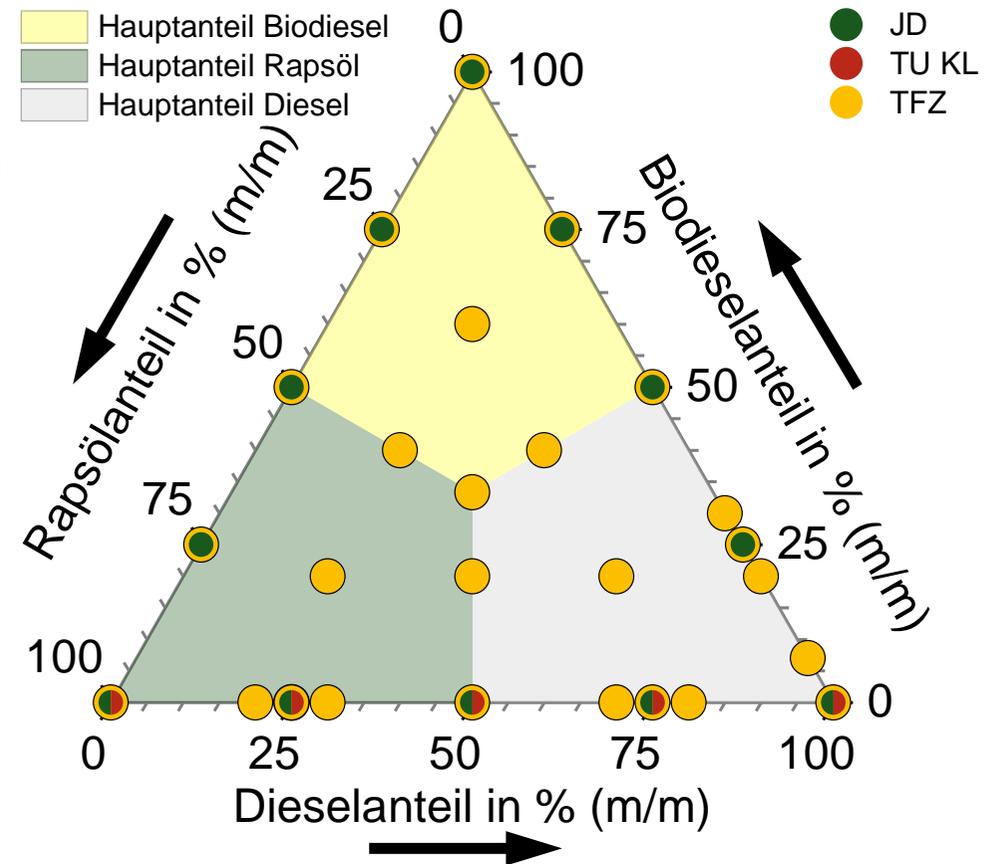


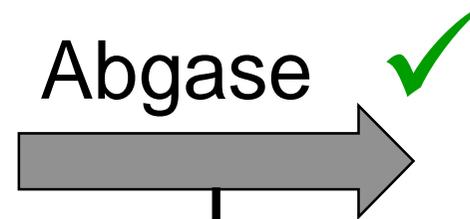
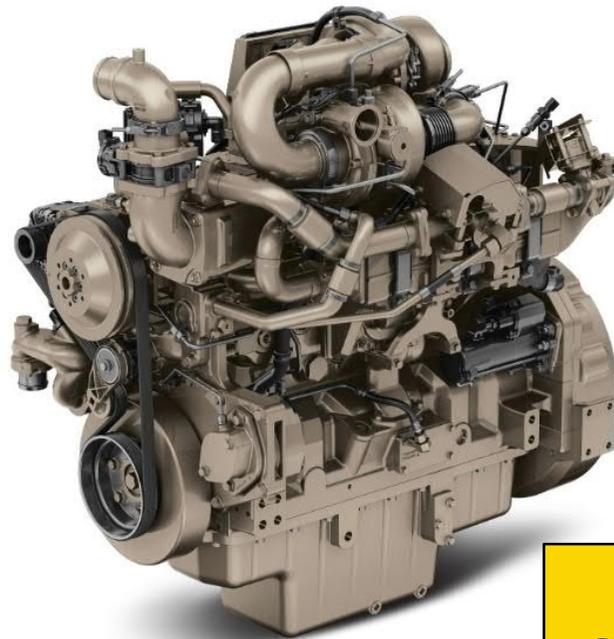
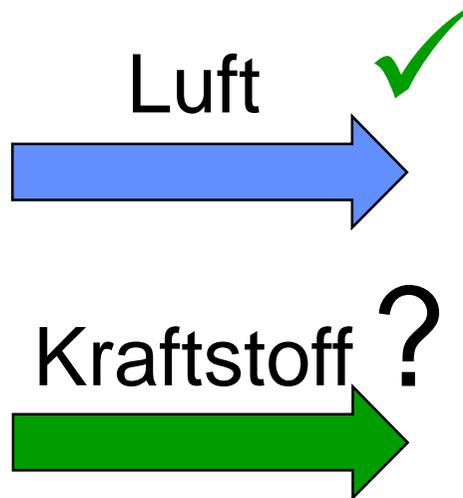


**JOHN DEERE**



- Kraftstoffdetektionsalgorithmus auf Basis vorhandener Sensoren
- Algorithmus zur Umschaltung zwischen Diesel- und Rapsölbetrieb
- Adaption der Motorenkennfelder für verschiedene Kraftstoffe und deren Mischungen
- Analyse des Einsatzes von Machine Learning zur Kraftstofferkennung
- Integration in eine Feldtestmaschine

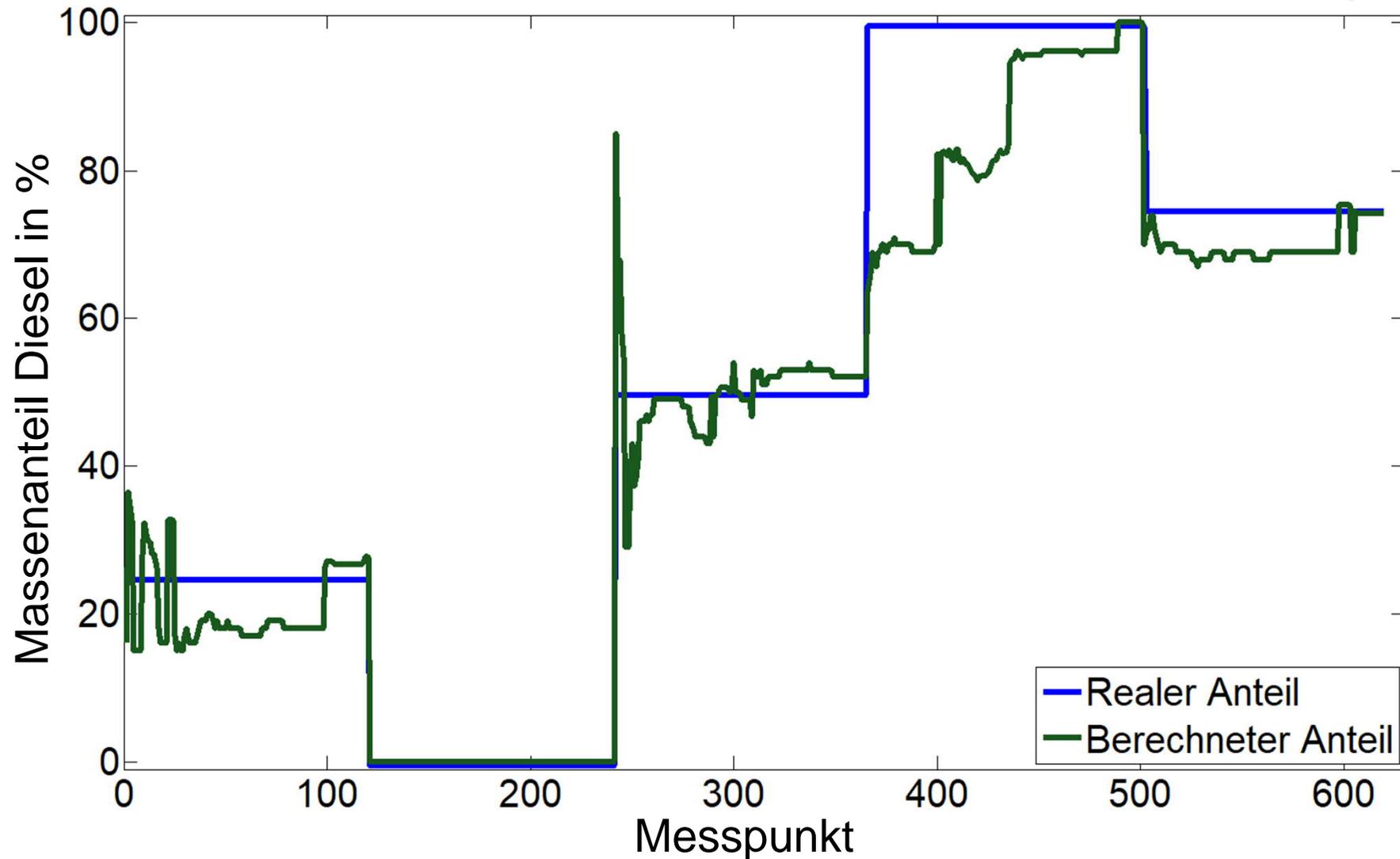




Messung der Sauerstoffkonzentration



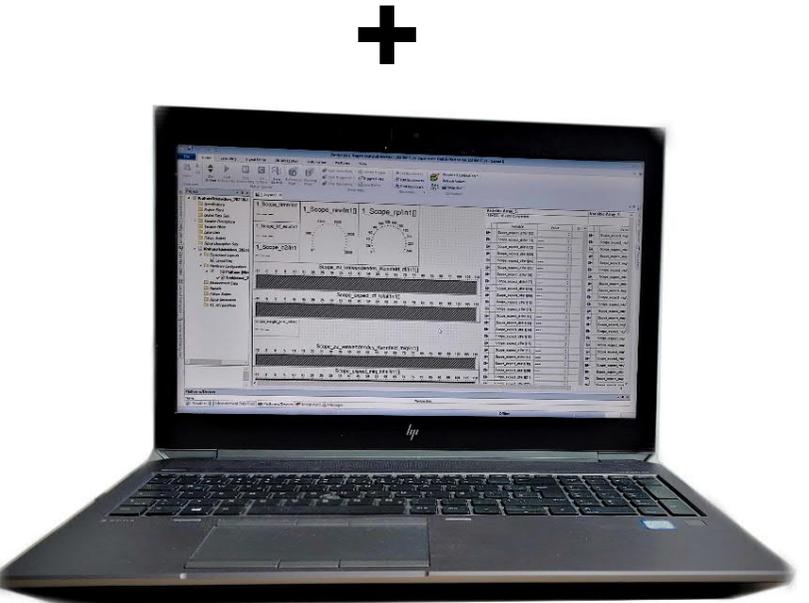
## Kraftstoffdetektion am Prüfstand für Diesel-Rapsöl-Mischungen



Für mehr Details siehe: Hinrichs M., Schröder A., Isermann R., Pickel P.; **Modellbasierte Kraftstofferkennung im Dieselmotor**; 2020; Springer Fachmedien Wiesbaden; [https://doi.org/10.1007/978-3-658-28707-8\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-658-28707-8_13)

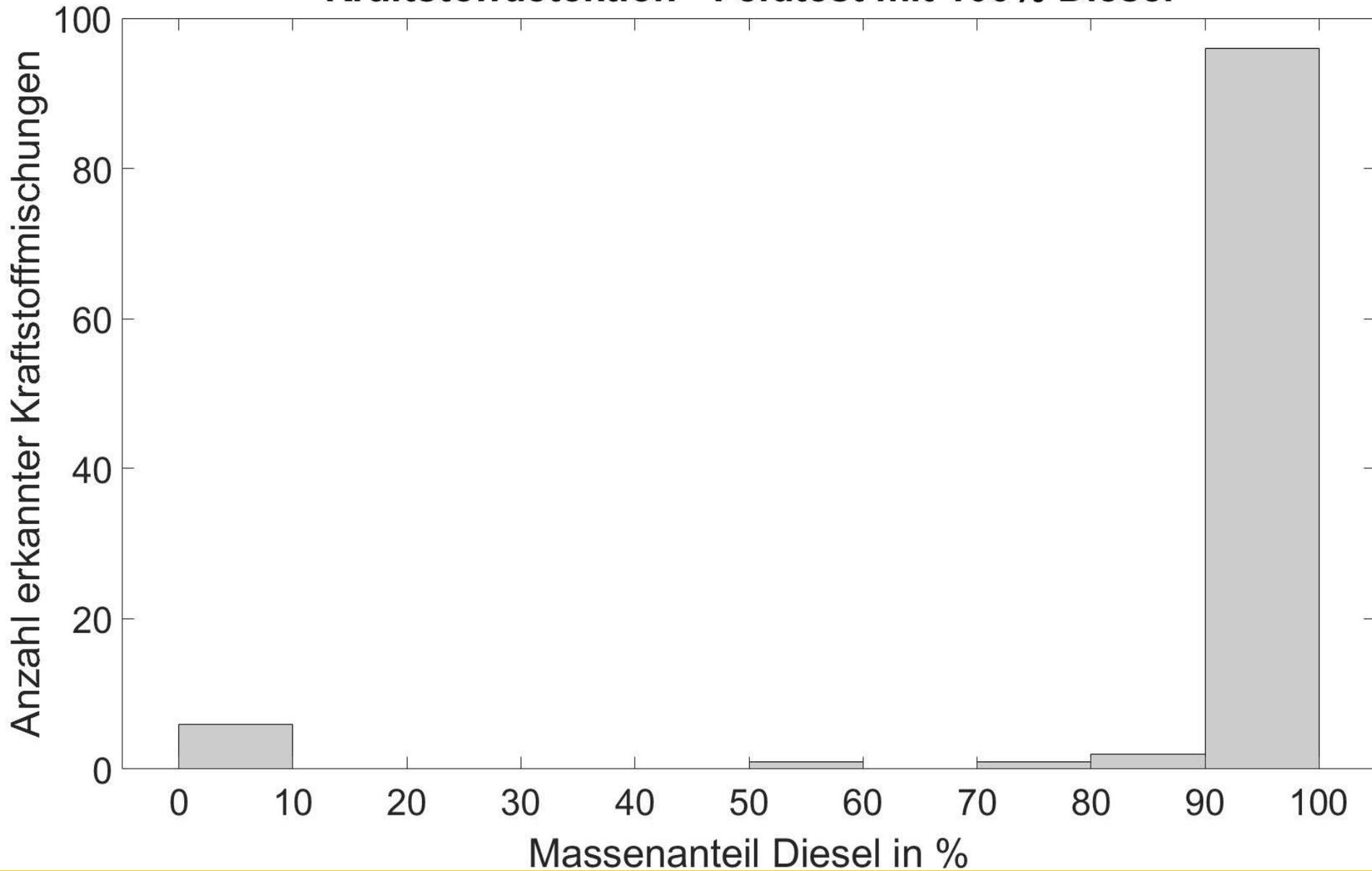


Bildquelle: TFZ



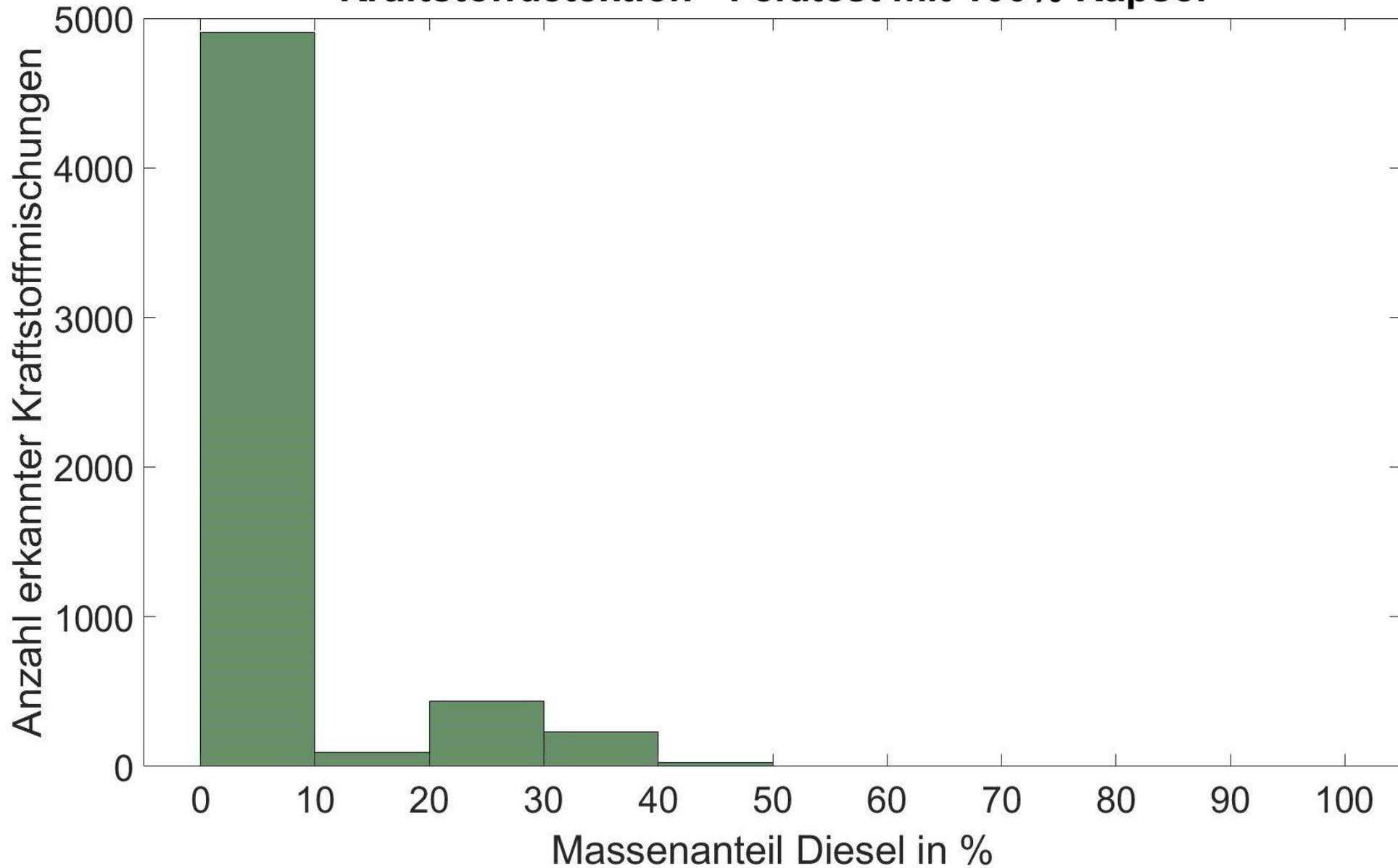


## Kraftstoffdetektion - Feldtest mit 100% Diesel



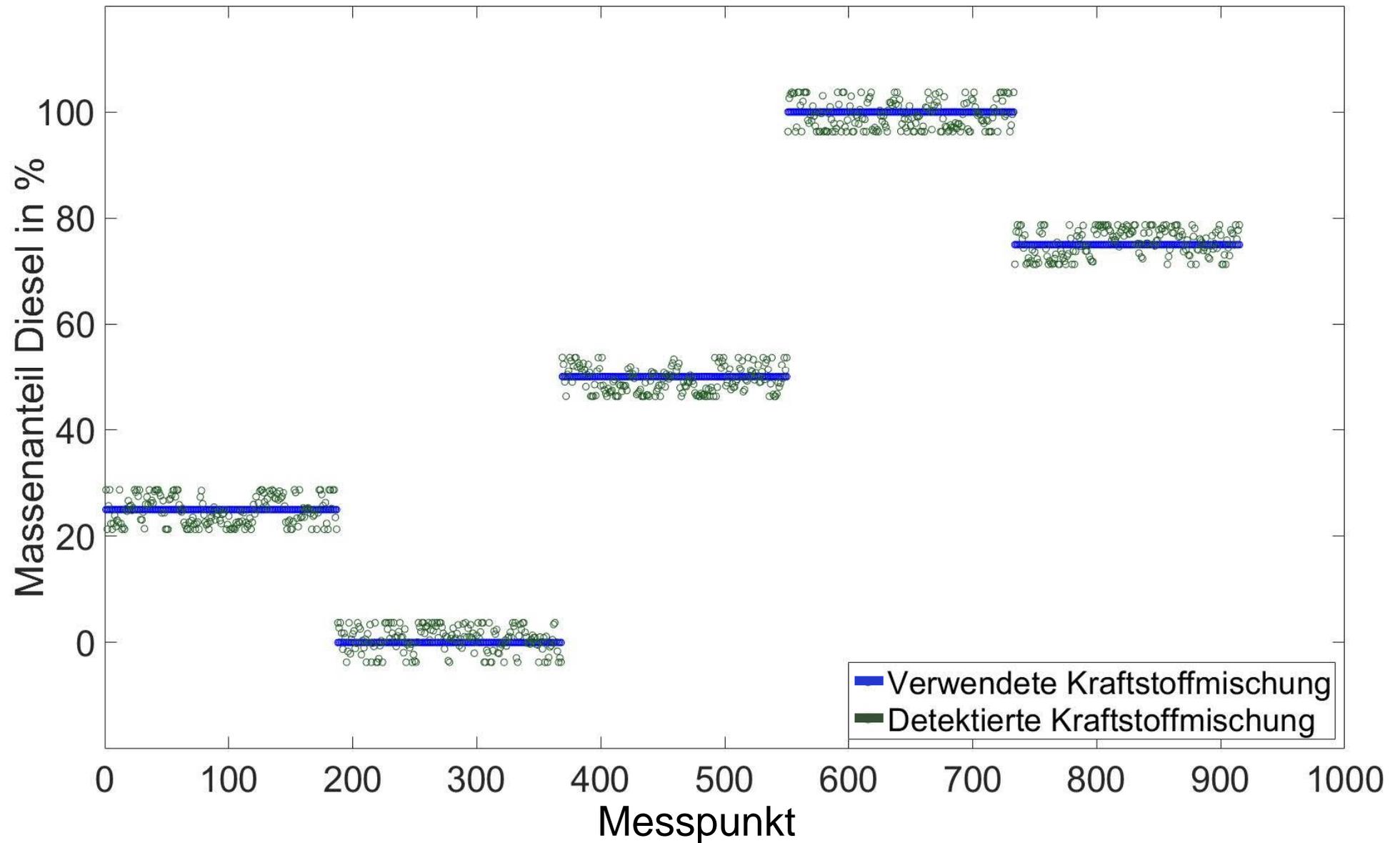


## Kraftstoffdetektion - Feldtest mit 100% Rapsöl



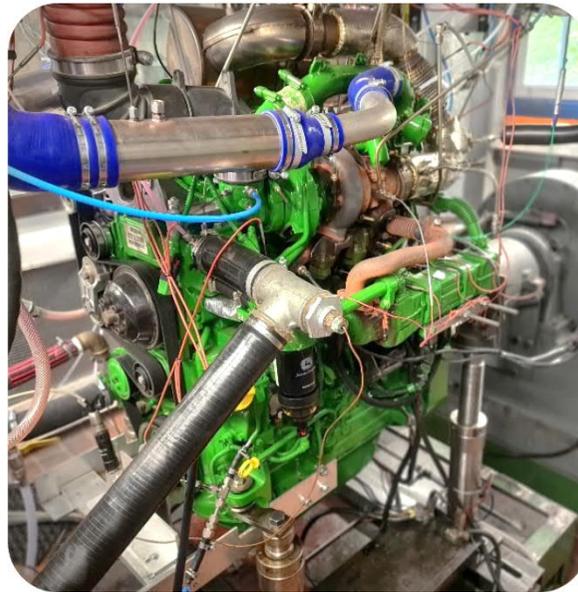


## Kraftstoffdetektion basierend auf Cubic SVR für Diesel-Rapsöl-Mischungen





- Kraftstoffdetektion mit internen Sensoren möglich
- Automatisierte Umschaltung der Feldtestmaschine für Diesel-Rapsölmischungen umgesetzt
- Ansätze von Maschine Learning erfolgreich untersucht
- Kennfelder für alle untersuchten Mischungsverhältnisse erstellt



Lehrstuhl für  
**Antriebe in der Fahrzeugtechnik**  
Prof. Dr.-Ing. Michael Günthner

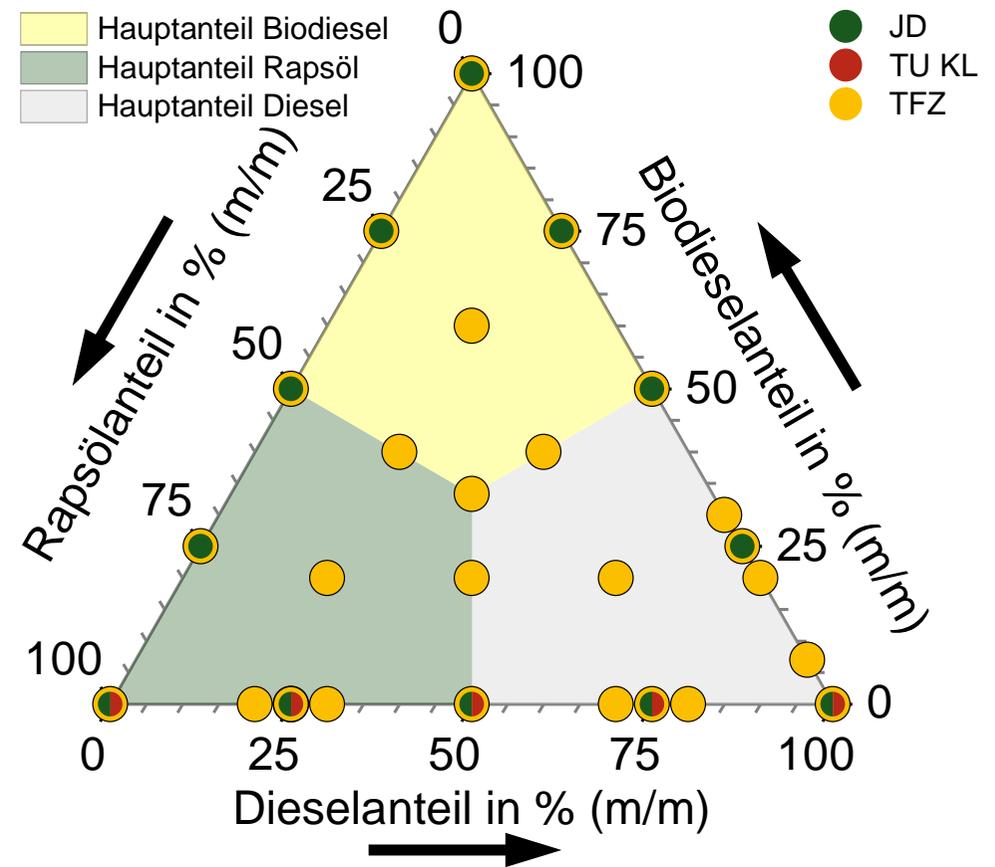


Grundsätzliche motorische Operationen müssen erhalten bleiben:

- Partikelfilterregeneration mit Rapsöl und Rapsöl-Diesel-Blends

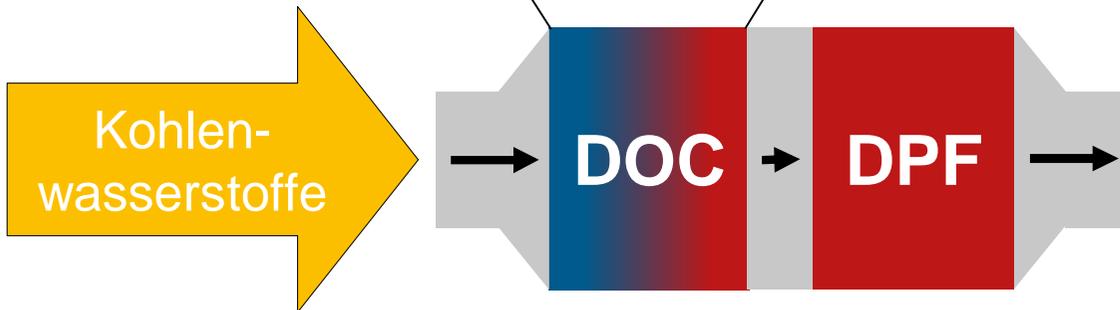
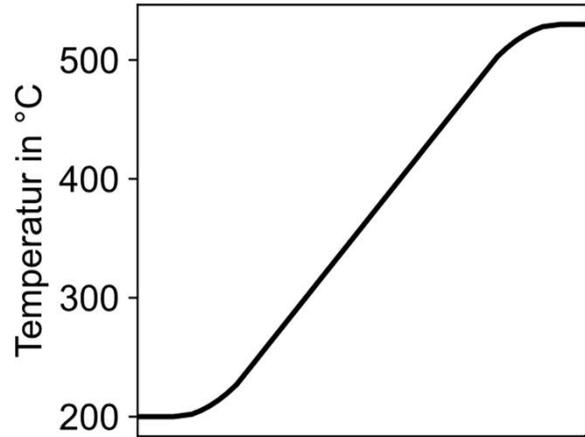
Ausschöpfung des Potentials der Kraftstoffdetektion:

- Ausblick auf das Emissionsminderungspotential von Rapsöl und Rapsöl-Diesel-Blends bei entsprechender Applikation

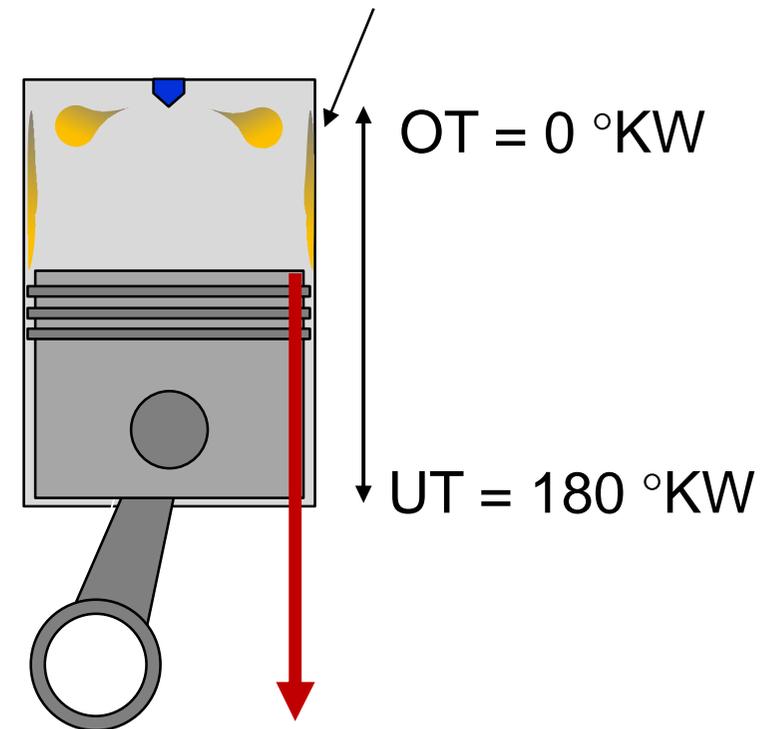




Temperaturverlauf über DOC



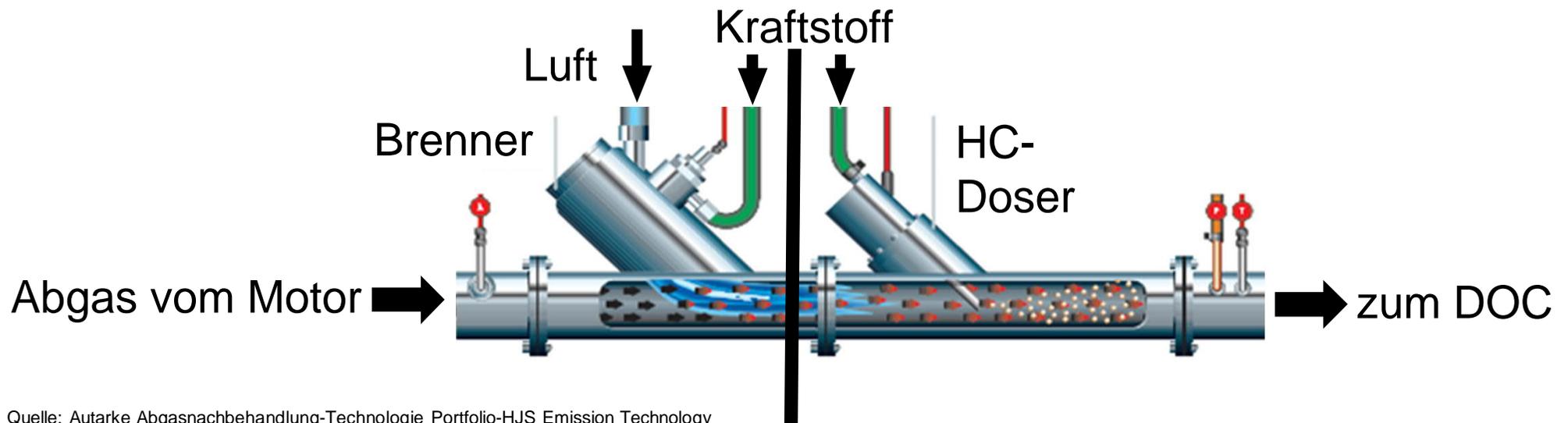
„kalte“ Zylinderwand



Über Ölabstreifringe:  
Kraftstoffeintrag ins  
Motoröl!



- Bisherige Lösungen sind kostenintensive Zusatzbauteile wie katalytische Brenner oder HC-Doser, die den Kraftstoff direkt in das Abgassystem einbringen.



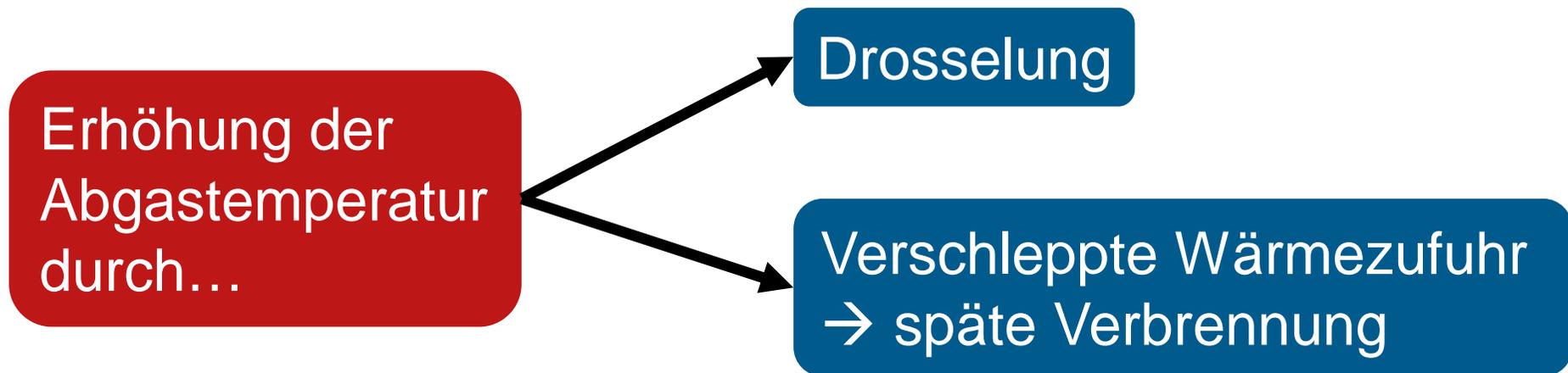
Quelle: Autarke Abgasnachbehandlung-Technologie Portfolio-HJS Emission Technology

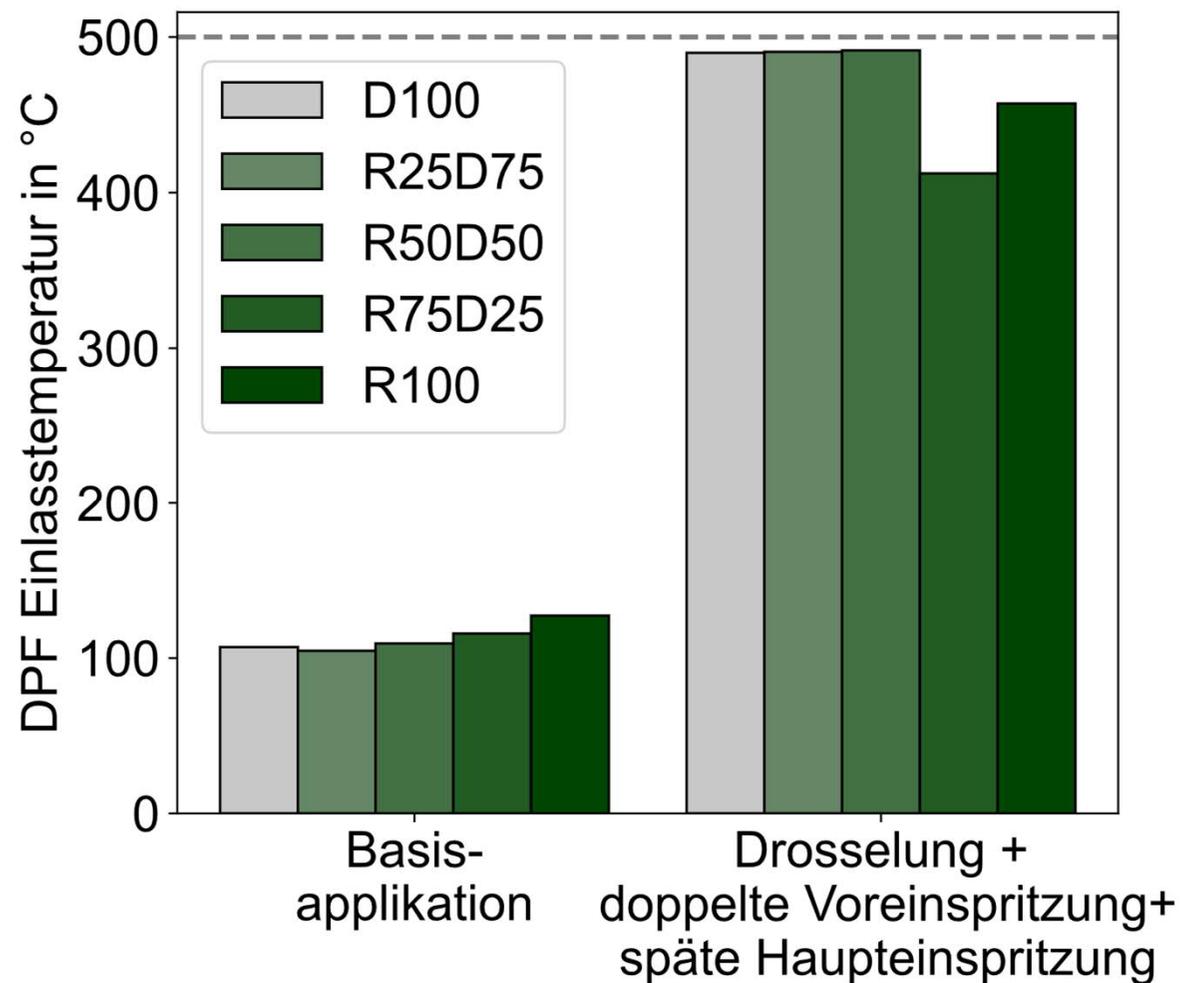
- **Ziel: Betriebsstrategie zur Abgastemperatursteigerung ohne Motorölverdünnung und ohne Zusatzbauteile**



- Zündtemperatur Ruß > **530 °C**  
→ **ab 400 °C** bedeutsame Oxidation mit **O<sub>2</sub>**
- Lastfreier Hochdrehzahlpunkt („High-Idle“) 1800 rpm & 0 Nm  
→ Stationärpunkt im Fahrzeug erreichbar und haltbar

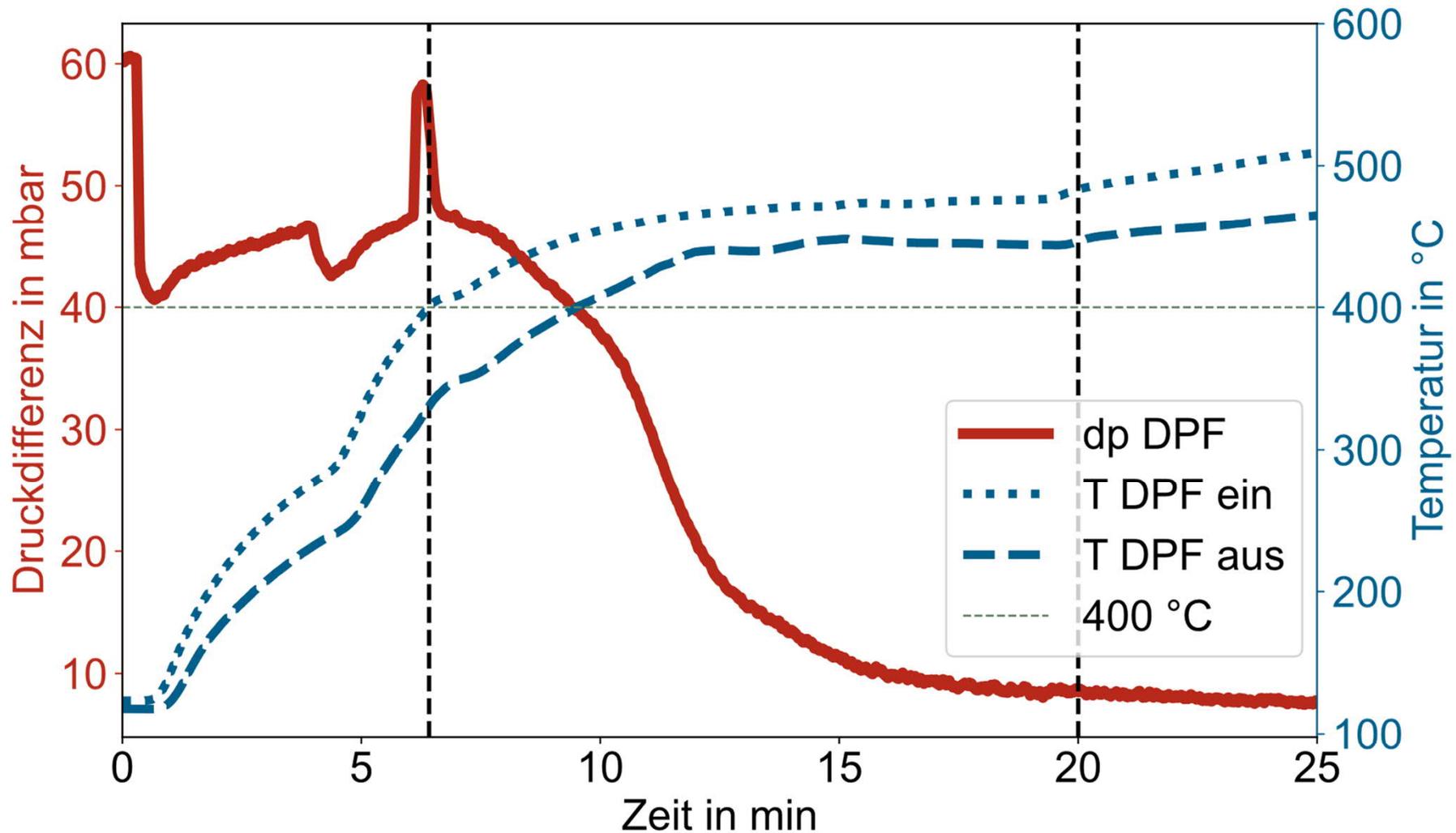
Beeinflussung der Abgastemperatur:





Weitere Details: Thees M., Günthner, M., Müller, F.; **Thermal Management Concept for the Exhaust Aftertreatment of Commercial Vehicle Diesel Engines Using Variable Mixtures of Diesel Fuel and Rapeseed Oil**, SAE paper no. 2021-01-0498, SAE WCX 2021, <https://doi.org/10.4271/2021-01-0498>



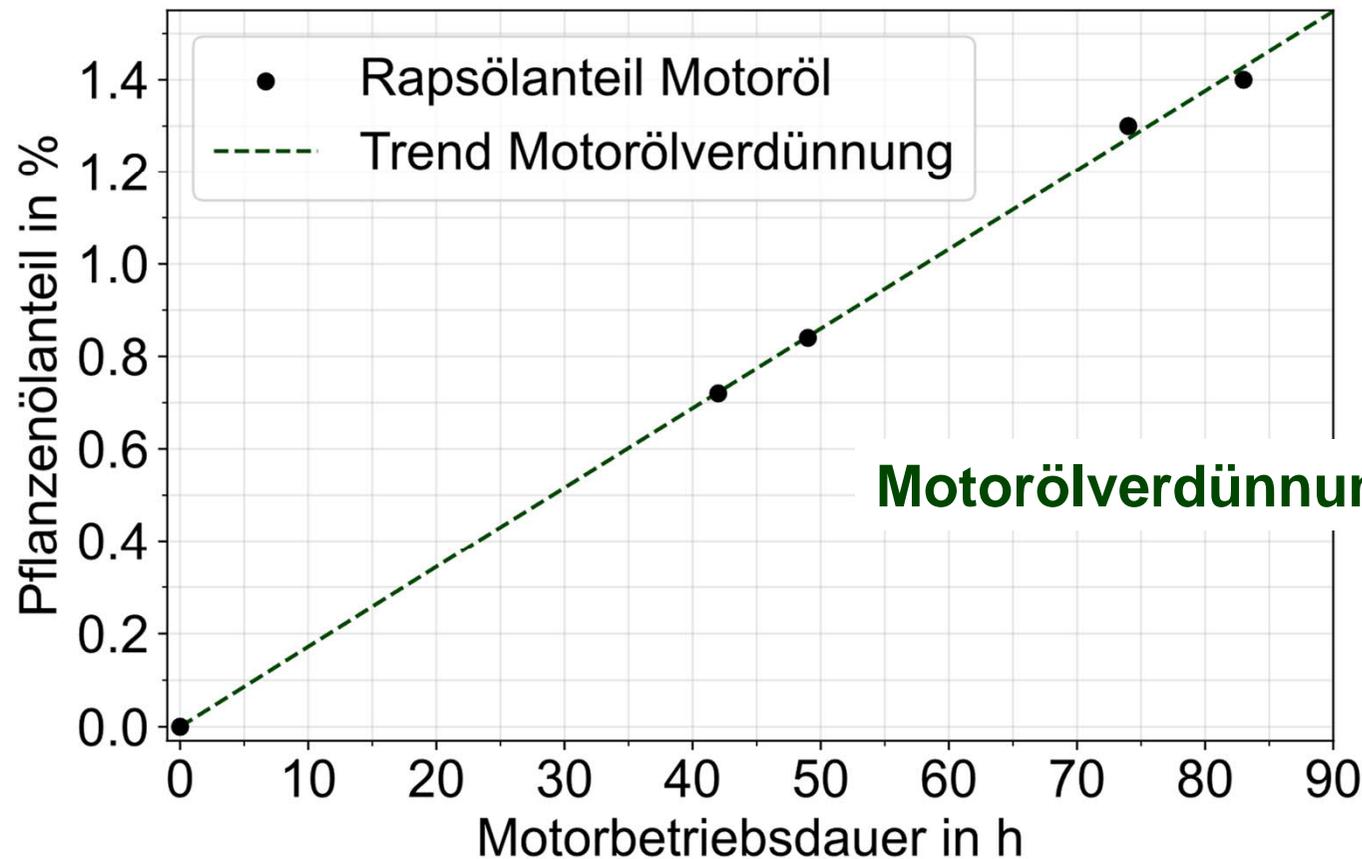


Weitere Details: Thees M., Günthner, M., Müller, F.; **Thermal Management Concept for the Exhaust Aftertreatment of Commercial Vehicle Diesel Engines Using Variable Mixtures of Diesel Fuel and Rapeseed Oil**, SAE paper no. 2021-01-0498, SAE WCX 2021, <https://doi.org/10.4271/2021-01-0498>





## Motorölverdünnung während High-Idle-Applikation im Rapsölbetrieb



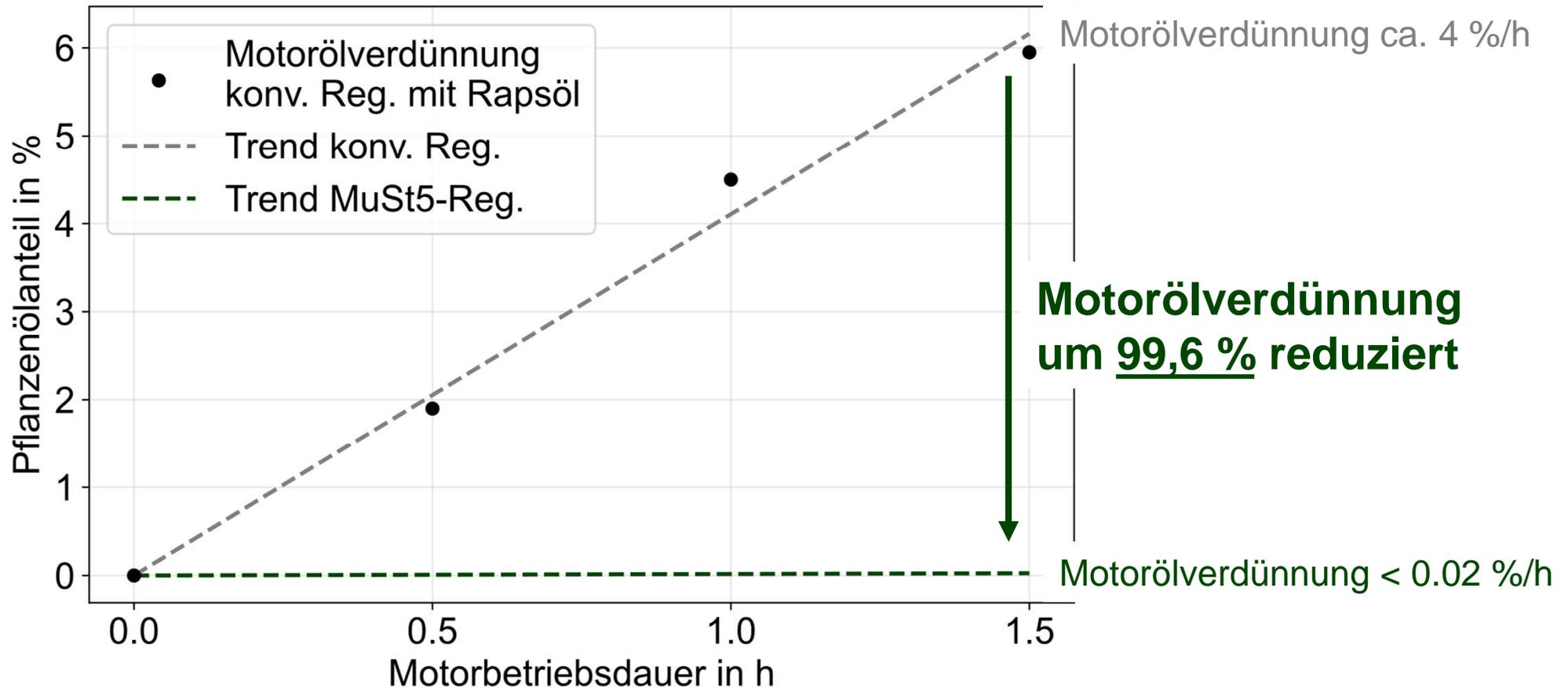
**Motorölverdünnung < 0.02 %/h**

Weitere Details: Thees M., Günthner, M., Müller, F.; **Thermal Management Concept for the Exhaust Aftertreatment of Commercial Vehicle Diesel Engines Using Variable Mixtures of Diesel Fuel and Rapeseed Oil**, SAE paper no. 2021-01-0498, SAE WCX 2021, <https://doi.org/10.4271/2021-01-0498>





## Vergleich konventionelle Regeneration mit Rapsöl und MuSt5-Regeneration mit Rapsöl

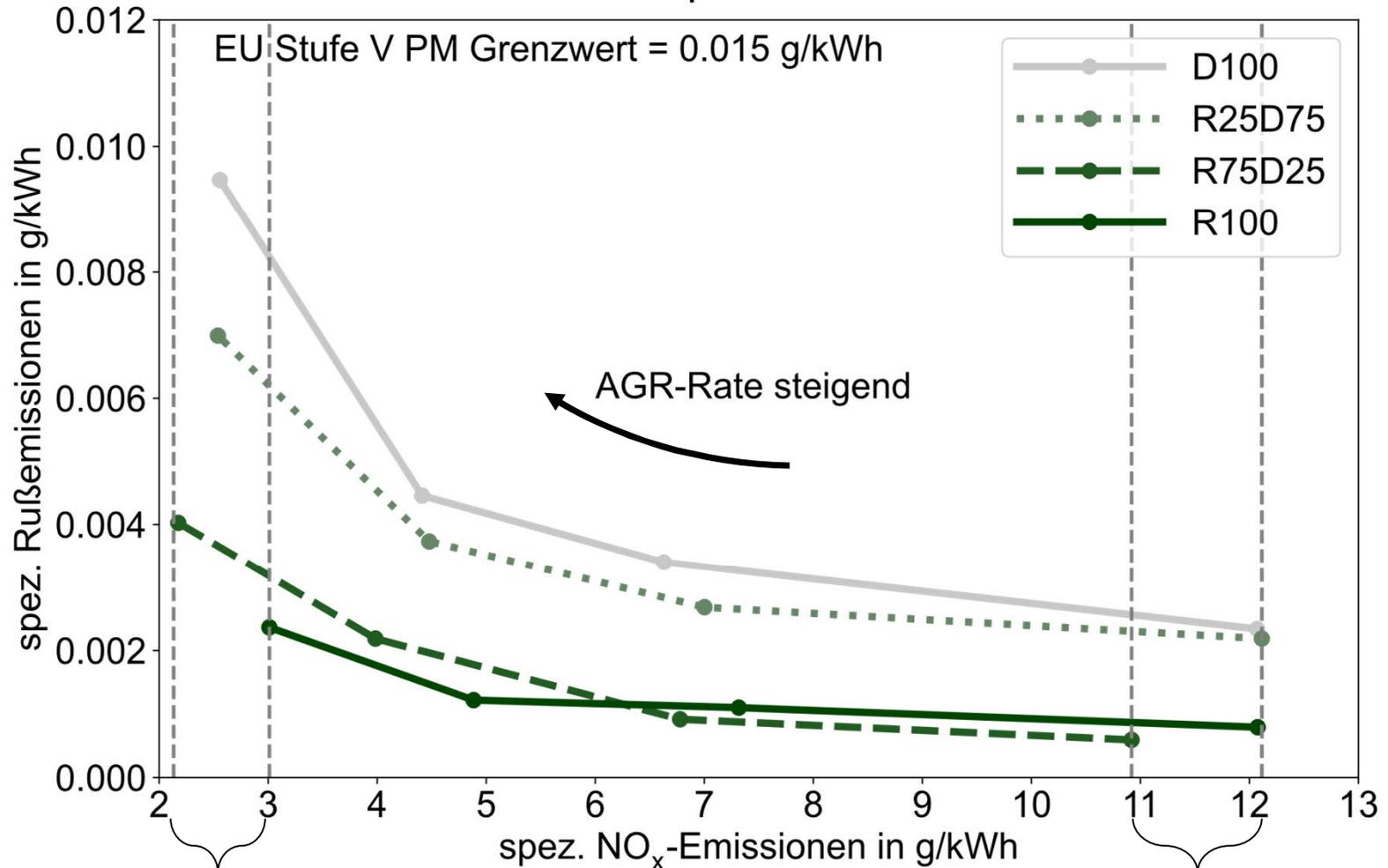


Weitere Details: Thees M., Günthner, M., Müller, F.; **Thermal Management Concept for the Exhaust Aftertreatment of Commercial Vehicle Diesel Engines Using Variable Mixtures of Diesel Fuel and Rapeseed Oil**, SAE paper no. 2021-01-0498, SAE WCX 2021, <https://doi.org/10.4271/2021-01-0498>





## NO<sub>x</sub>-Partikel-Trade-Off bei AGR-Variation 1600 rpm & 350 Nm



Messungen 15 % AGR-Rate

0 % AGR-Rate



## Regenerationsstrategie:

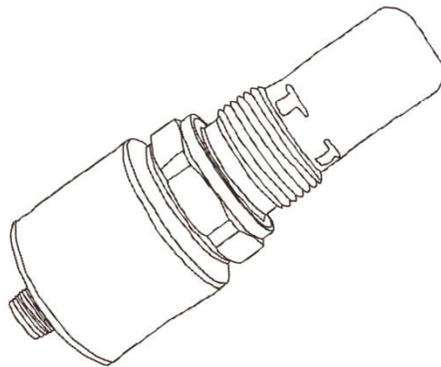
- Bisherige Problematik der DPF-Regeneration im Betrieb mit Pflanzenölkraftstoffen kann durch geeignete Kombination applikativer Maßnahmen aufgelöst werden.
- Umrüstkosten für Pflanzenöl-betriebene Fahrzeuge werden damit reduziert
- Keine Nachteile in der Motorölverdünnung gegenüber Dieselbetrieb

## Emissionsminderungspotential:

- Rapsöl und die Rapsöl-Diesel-Blends bieten das Potential für eine erhebliche innermotorische Emissionsminderung
- Die Kraftstoffdetektion des Multi-Fuel-Traktor kann mit einer optimierten Motorsteuerung das Potential der Kraftstoffe voll ausschöpfen
- Somit schont das Multi-Fuel-Konzept Ressourcen und mindert Emissionen



# Multifuel-Traktor-Sensortest und Untersuchung des Gesamtsystems auf dem Traktorenprüfstand und im Feldeinsatz





- Evaluierung von Sensoren und Modellentwicklung zur Kraftstoffidentifikation
- Emissions- und Leistungsmessung des Traktors im Multi-Fuel-Betrieb mit unterschiedlichen Kraftstoffen und Kraftstoffmischungen
- Felderprobung der Traktoren mit installierten Sensoren zur Bewertung von deren Langzeitverhalten und -stabilität



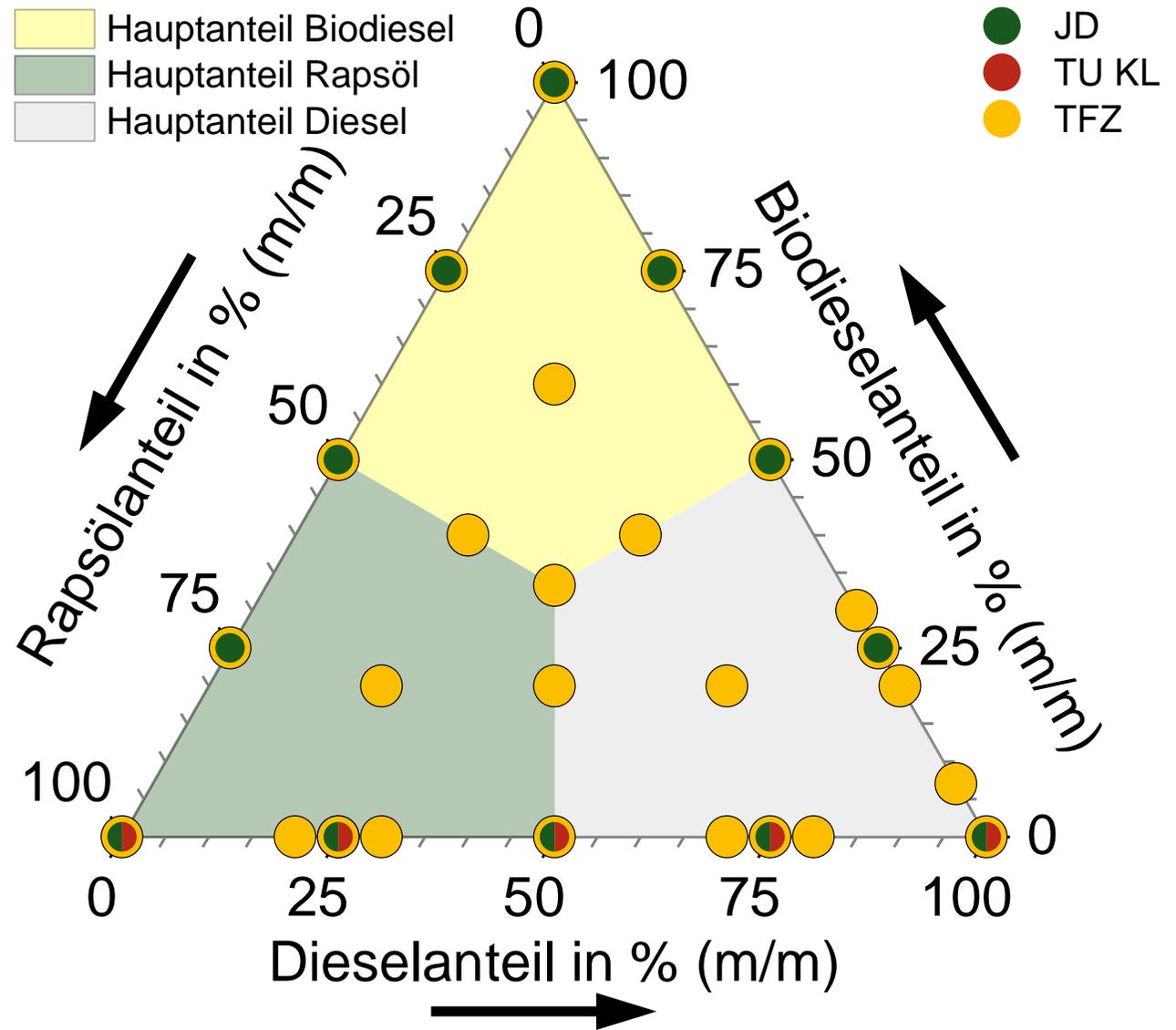
Bild: TFZ



Bild: TFZ



Bild: TFZ

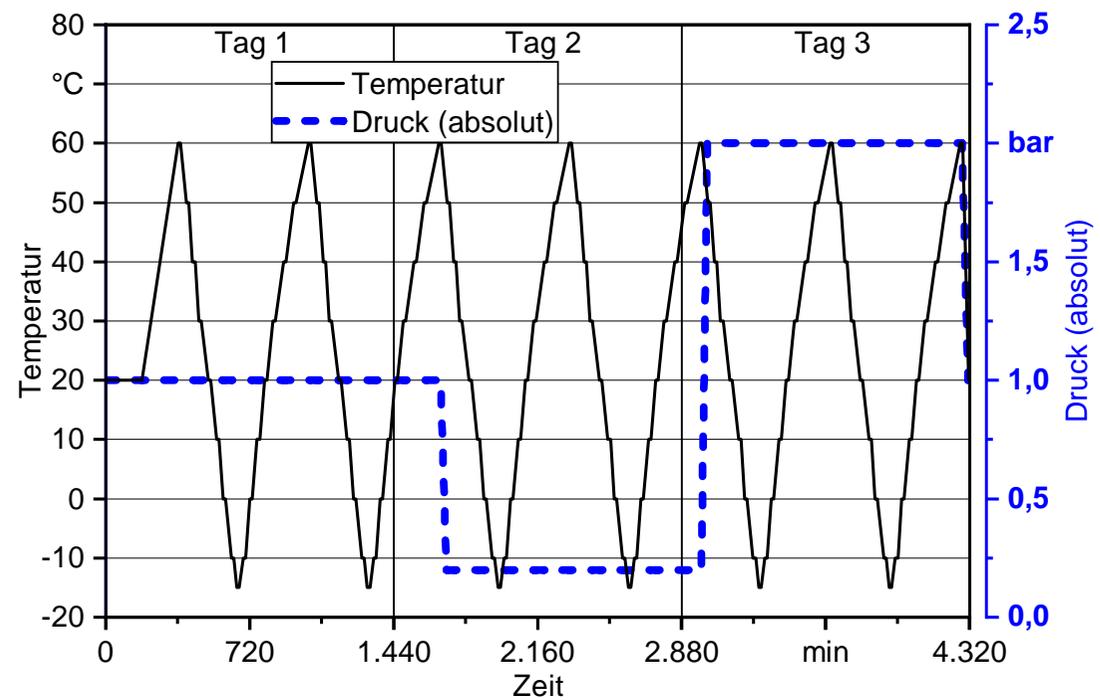




## Prüfung verschiedener Einflüsse



Druck  
Temperatur





## Prüfung verschiedener Einflüsse



Bild: TFZ

Druck  
Temperatur



Bild: TFZ

Strömung  
Temperatur



Bild: TFZ

im Kraftstoffsystem  
Temperatur



Bild: TFZ

in der Praxis



Bild: TFZ



Bild: hydac.com



Bild: TFZ



Bild: Truedyne.com

Sensortyp	MEAS FPS2800	HYDACLAB HLB 1400	QLT	DLO-M1 / VLO-M1
Hersteller	TE connectivity	Hydac	Continental Temic	TrueDyne
Dichte	X			X
Permittivität	X	X	X	
dyn. Viskosität	X			X
kin. Viskosität				X
el. Leitfähigkeit		X		
rel. Wassersättigung		X		
Temperatur	X	X	X	X



Bild: TFZ



Bild: hydac.com



Bild: TFZ



Bild: Truedyne.com

Sensortyp
Hersteller
<b>Dichte</b>
Permittivität
dyn. Viskosität
kin. Viskosität
el. Leitfähigkeit
rel. Wassersättigung
Temperatur

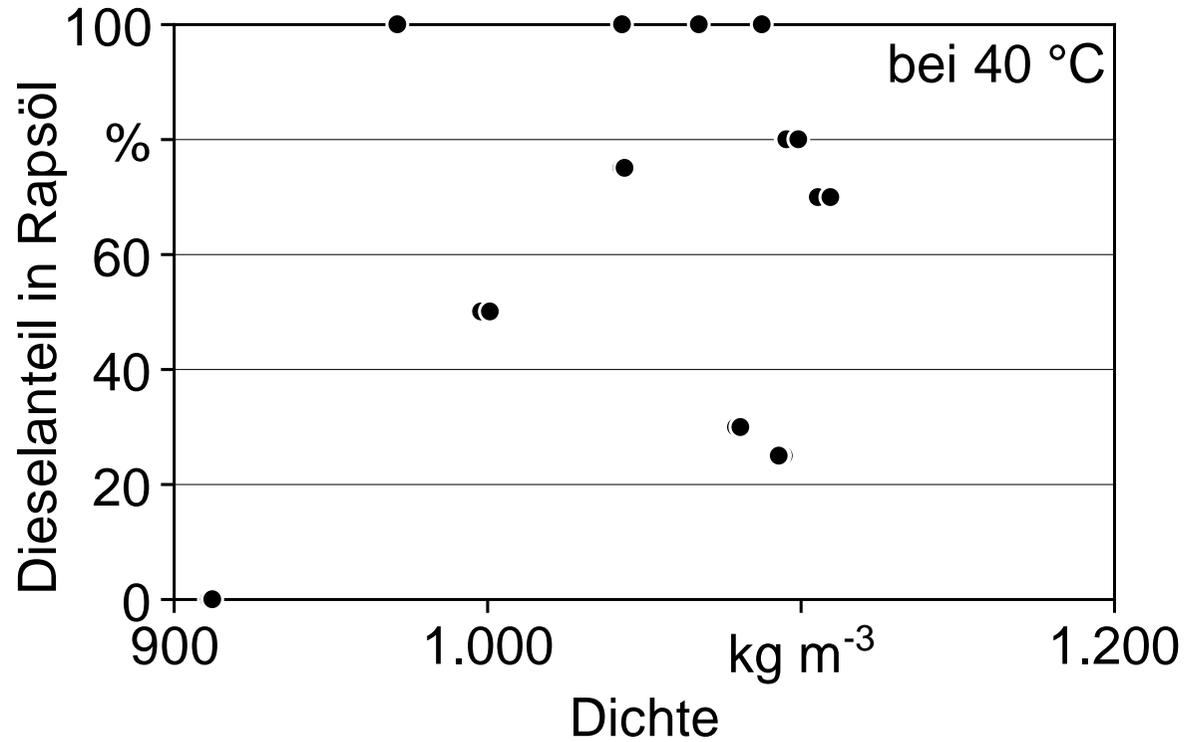




Bild: TFZ



Bild: hydac.com



Bild: TFZ



Bild: Truedyne.com

Sensortyp
Hersteller
Dichte
<b>Permittivität</b>
dyn. Viskosität
kin. Viskosität
el. Leitfähigkeit
rel. Wassersättigung
Temperatur

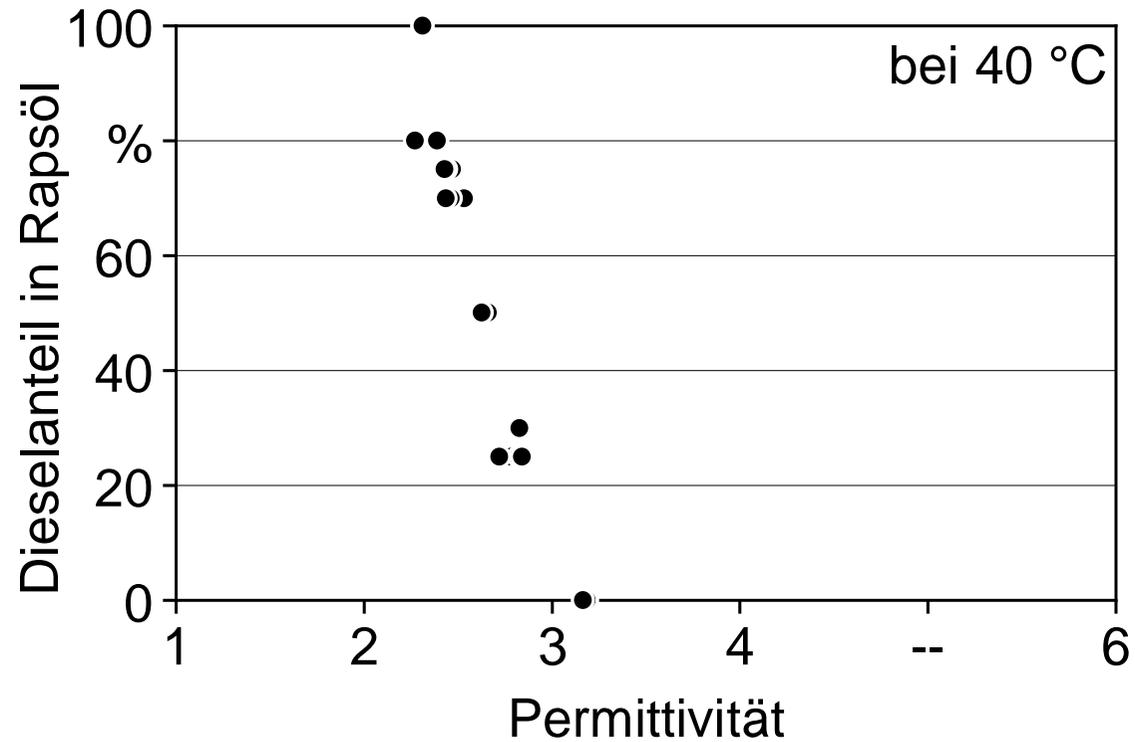




Bild: TFZ



Bild: hydac.com



Bild: TFZ



Bild: Truedyne.com

Sensortyp
Hersteller
Dichte
<b>Permittivität</b>
dyn. Viskosität
kin. Viskosität
el. Leitfähigkeit
rel. Wassersättigung
Temperatur

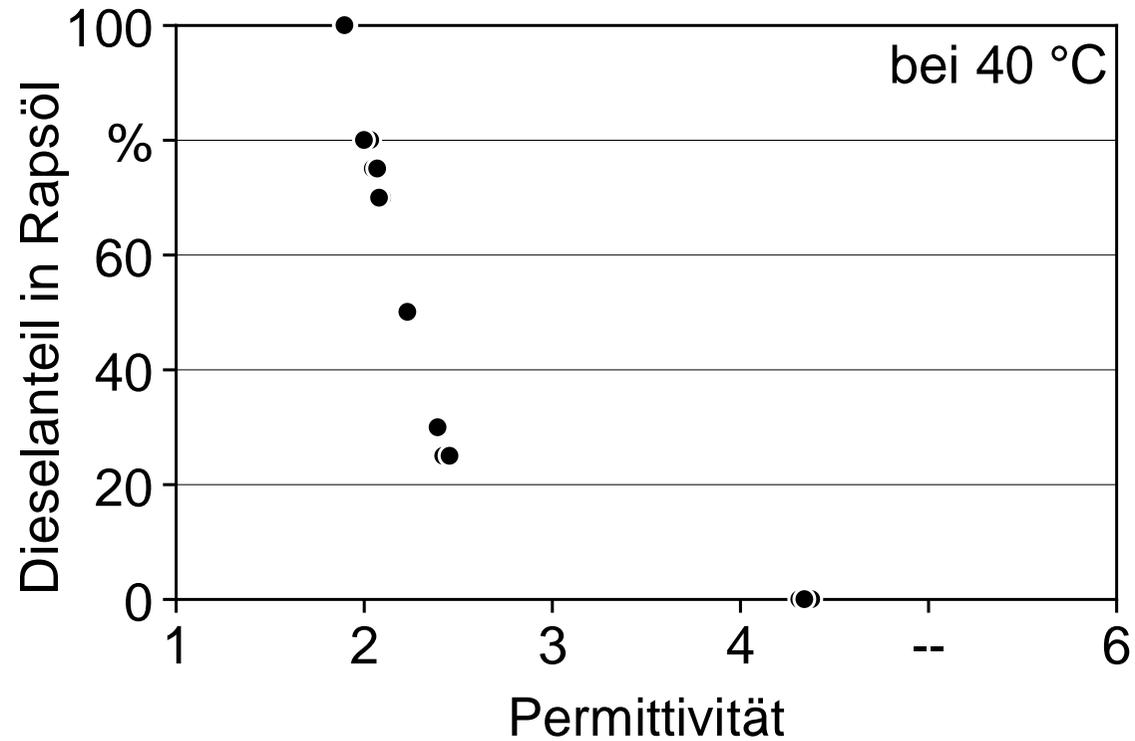




Bild: TFZ



Bild: hydac.com

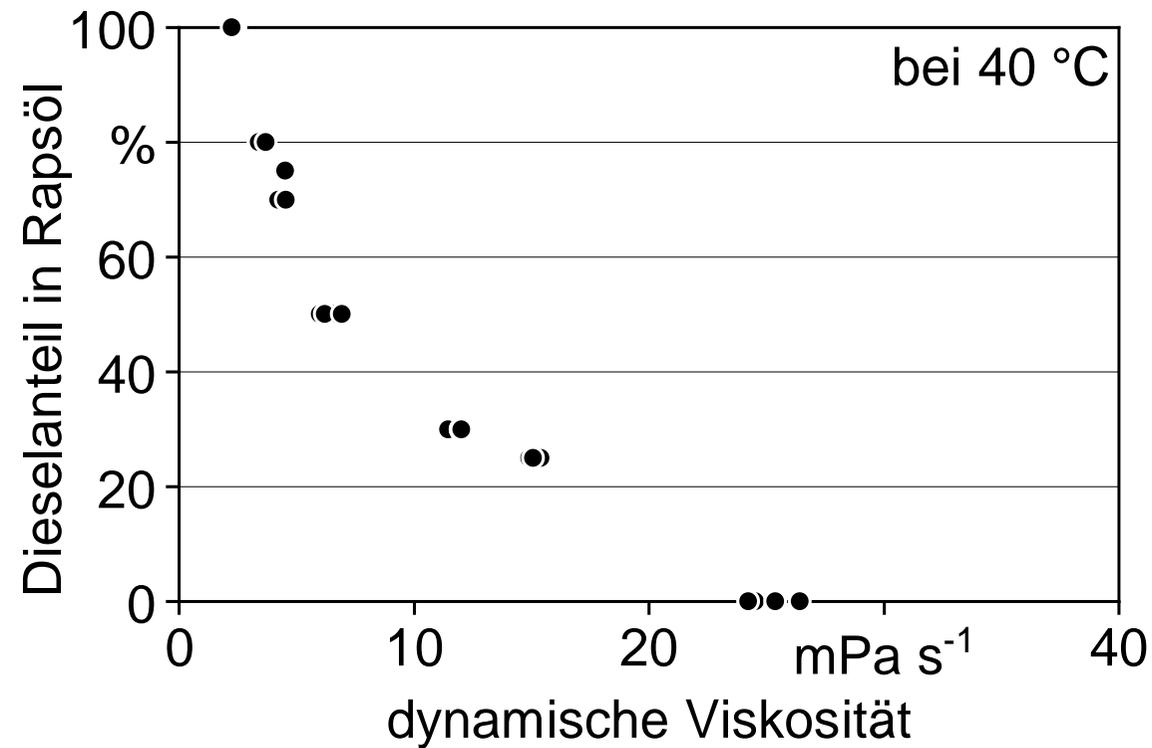


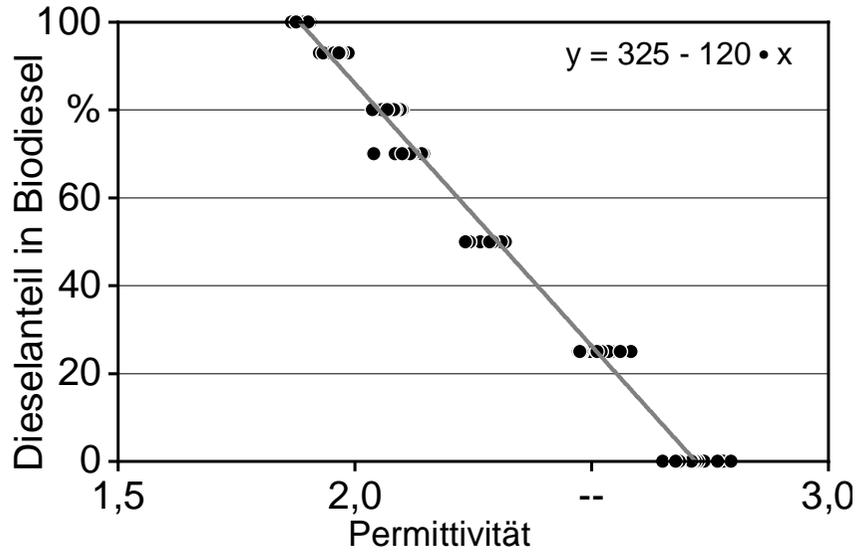
Bild: TFZ



Bild: Truedyne.com

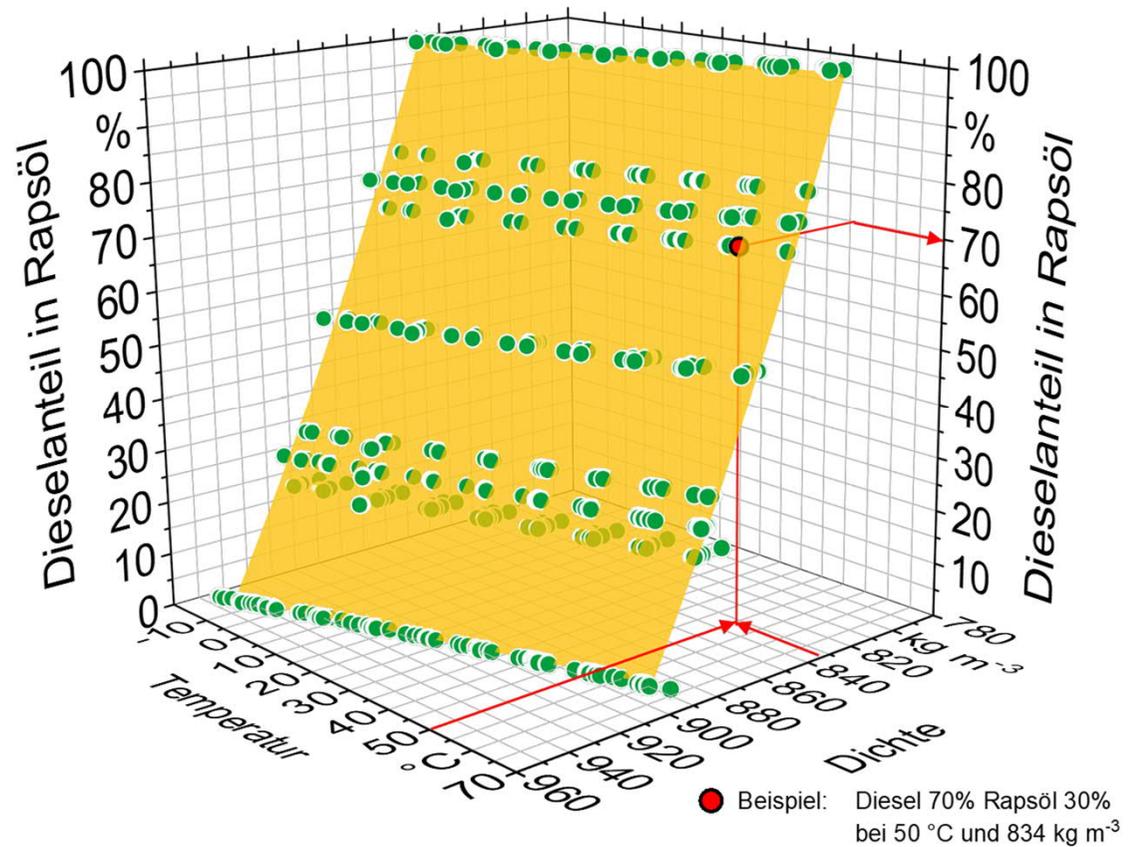
Sensortyp
Hersteller
Dichte
Permittivität
<b>dyn. Viskosität</b>
kin. Viskosität
el. Leitfähigkeit
rel. Wassersättigung
Temperatur





QLT-Sensor  
Continental Temic

DLO-M1 / VLO-M1 Sensor  
TrueDyne





## Prüfstandsmotor

Motor baugleich  
zu JD 6135R

4-Zylinder-Motor

## John Deere 6135R

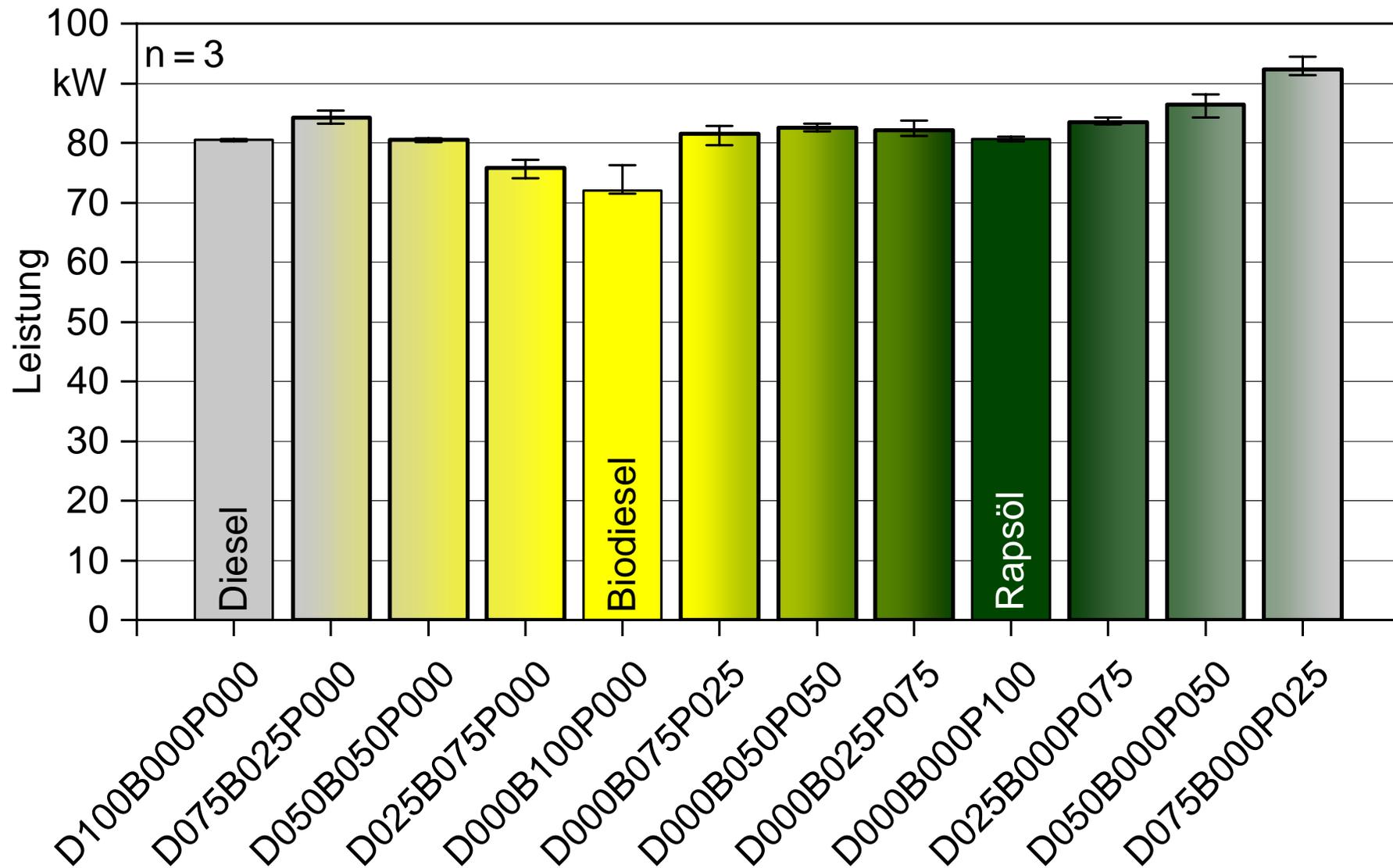
Standort:  
BaySG Grub

4-Zylinder-Motor

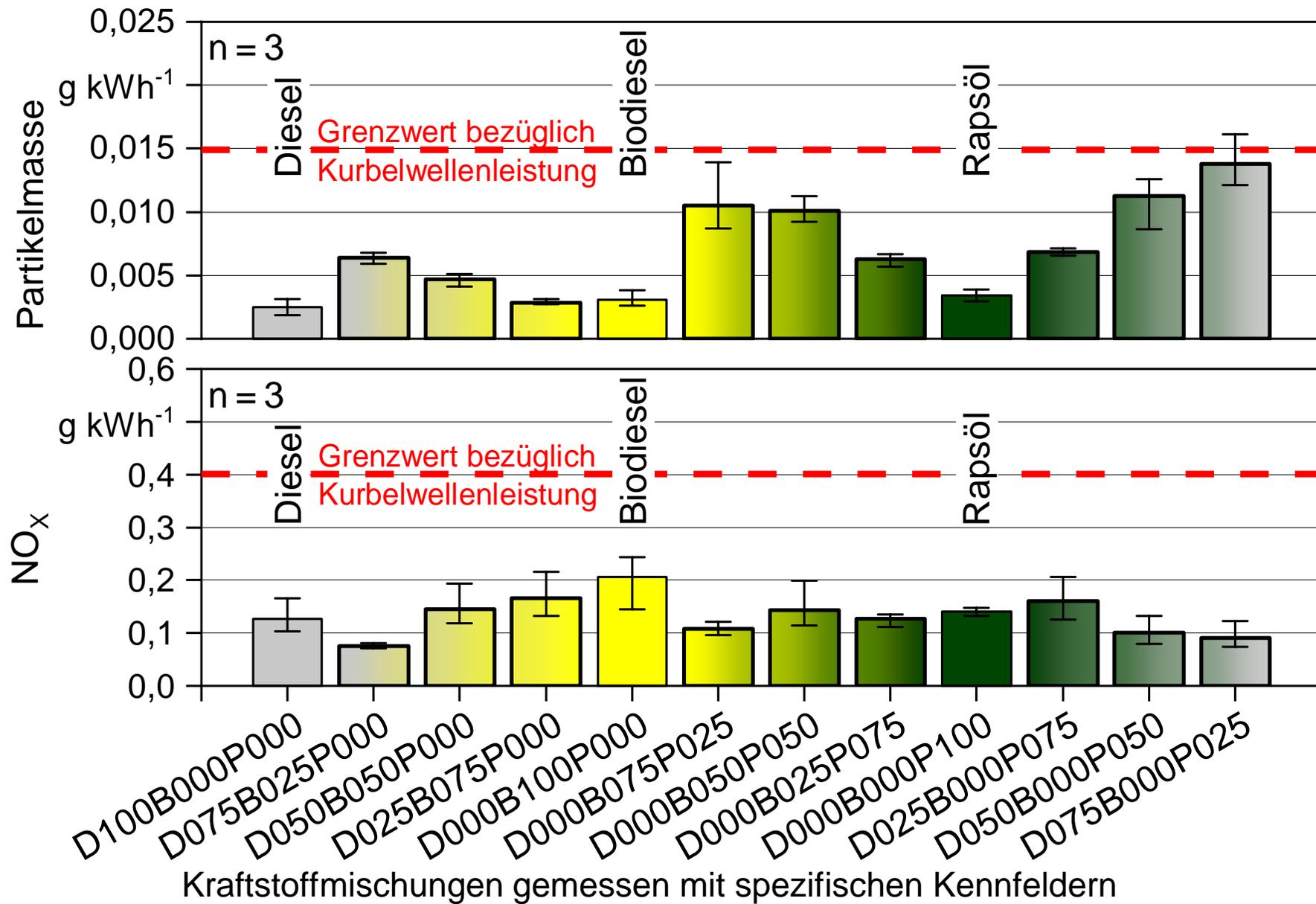
## John Deere 6250R

Standort:  
BaySG Almesbach

6-Zylinder-Motor



Kraftstoffmischungen gemessen mit spezifischen Kennfeldern







- Die sensorgestützte Kraftstofferkennung von Dieselkraftstoff, Biodiesel und Rapsölkraftstoff sowie deren Mischungen ist möglich
- Die entwickelten Kennfelder für die Kraftstoffe ermöglichen
  - eine Motorleistung auf gleichem Niveau und
  - die Einhaltung der Emissionsgrenzwerte
- Durch weitere Forschungsarbeiten können die Kraftstofferkennung noch verbessert und gegebenenfalls Kraftstoffqualitätsparameter erfasst werden





weitere Informationen:  
[www.tfz.bayern.de/MuSt5](http://www.tfz.bayern.de/MuSt5)



Bild: TFZ



Am **17. November 2021 von 12:00 bis 18:00 Uhr** finden die

## **17. Ölmüllertage**

des Bundesverbands Dezentraler Ölmühlen und Pflanzenöltechnik e. V.

im **John Deere Forum Mannheim** statt.

**Herzliche Einladung!**

Weitere Informationen und Anmeldung:

URL: <http://www.bdoel.de>

E-Mail: [c.gohlke@bdoel.de](mailto:c.gohlke@bdoel.de)





# DER MULTIFUEL-TRAKTOR

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Bild: TFZ

[www.tfz.bayern.de/MuSt5](http://www.tfz.bayern.de/MuSt5)

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Ernährung  
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.



Projektpartner:



JOHN DEERE



TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
KAISERSLAUTERN

