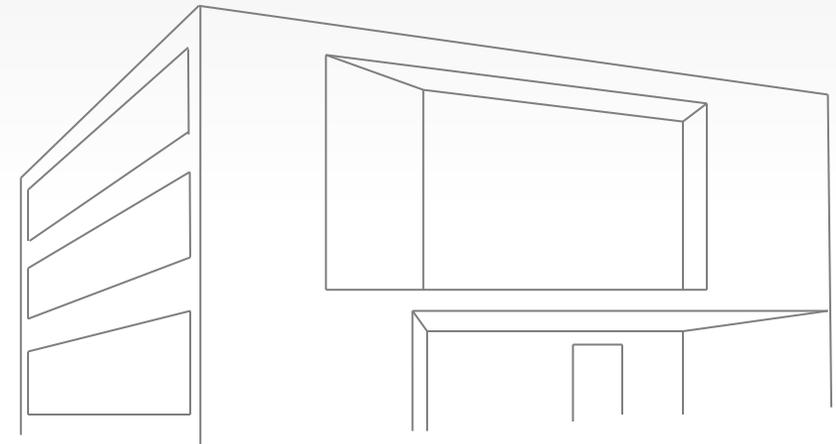


# Biodieselanteil von 10 vol% (Bente)

## Projekt Bericht

Dokument erstellt als:  
Projekt Dokumentation  
30.09.2024, Coburg

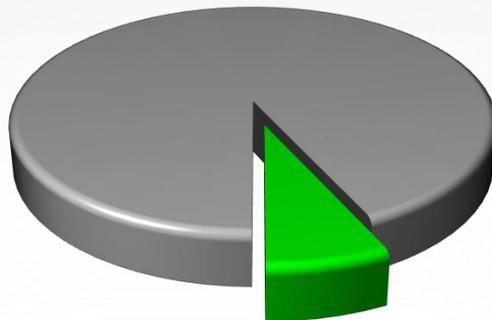
Projekt unterstützt durch:



# Biodieselanteil von 10 vol% (Bente)

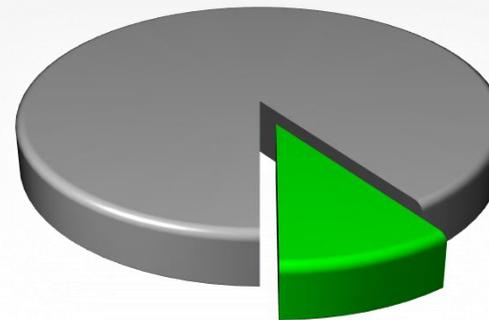
## Projekt Bericht

7 vol% FAME  
93 vol% fossil

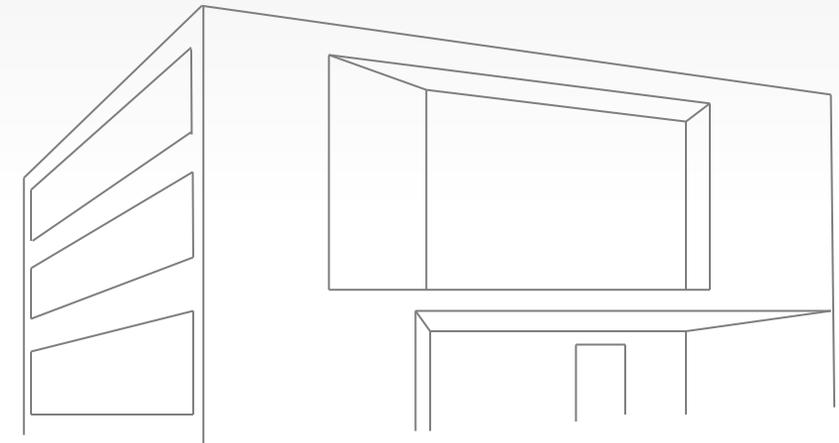


DIN EN 590

10 vol% FAME  
90 vol% fossil



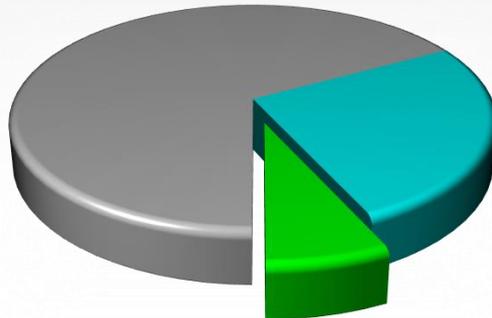
DIN EN 16734



# Biodieselanteil von 10 vol% (Bente)

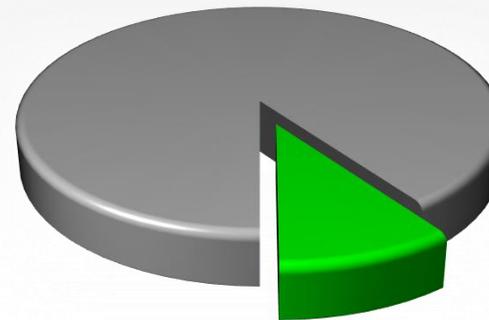
## Projekt Bericht

7 vol% FAME  
26 vol% HVO  
67 vol% fossil

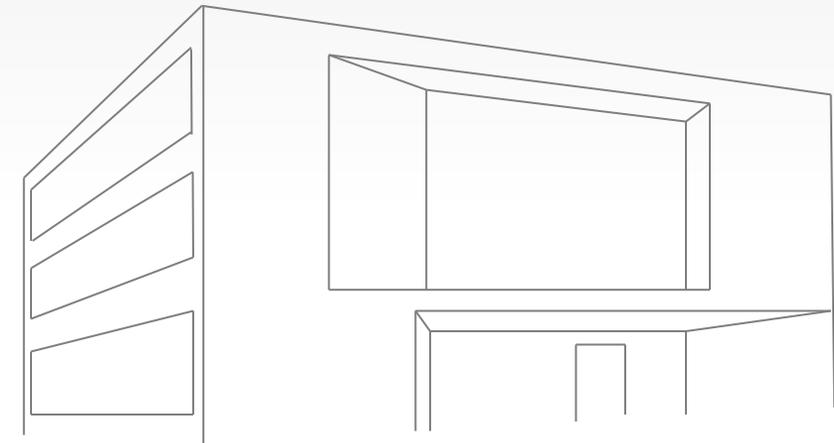


DIN EN 590  
 $\varphi_{\min, R33} = 820 \text{ kg/m}^3$

10 vol% FAME  
90 vol% fossil



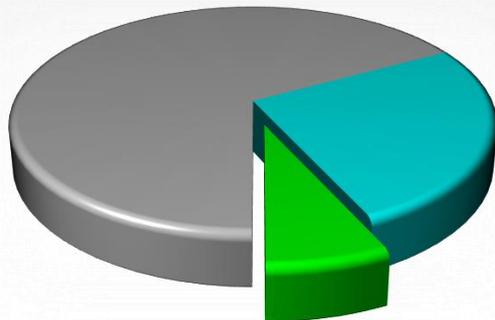
DIN EN 16734



# Biodieselanteil von 10 vol% (Bente)

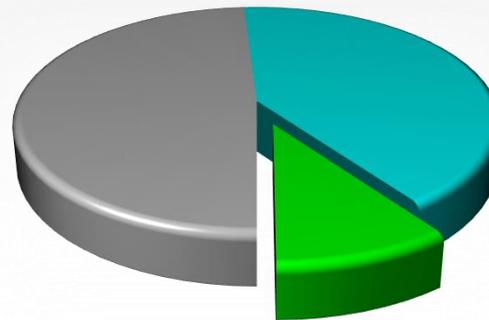
## Projekt Bericht

7 vol% FAME  
26 vol% HVO  
67 vol% fossil

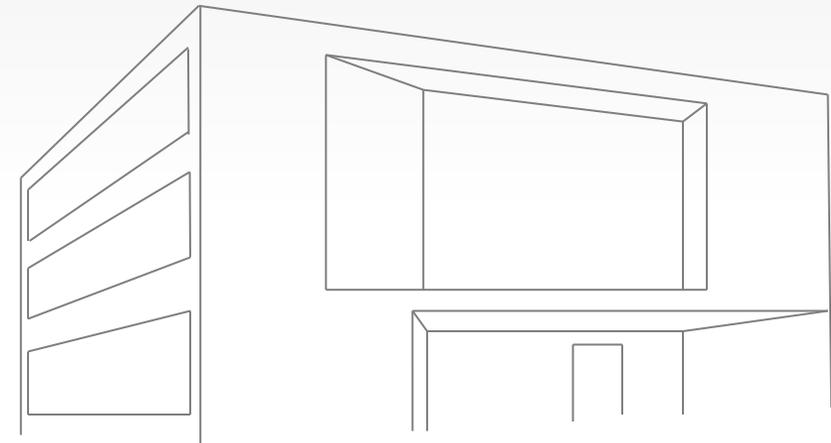


DIN EN 590  
 $\varphi_{\min, R33} = 820 \text{ kg/m}^3$

10 vol% FAME  
41 vol% HVO  
49 vol% fossil



DIN EN 16734  
 $\varphi_{\min, R51} = 815 \text{ kg/m}^3$



## Agenda:

Zusammenfassung

Theoretische Grundlagen

Methoden und Materialien

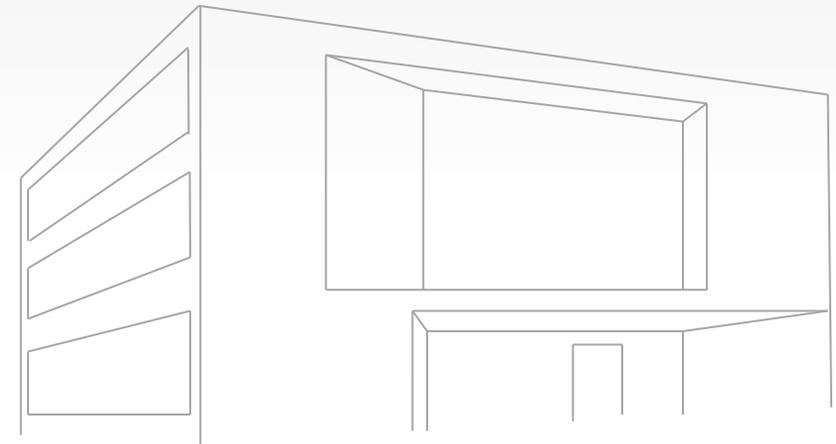
Experimentelle Ergebnisse

- Arbeitspaket A: Chemische Analyse der Kraftstoffe und Öle
- Arbeitspaket B: Empfang der Versuchsfahrzeuge
- Arbeitspaket C: WLTC Emissionsmessungen
- Arbeitspaket D: WLTC Ölverdünnungsmessungen
- Arbeitspaket E: Ölverdünnungsmessungen im Realbetrieb
- Arbeitspaket X: Rohemissionsmessungen

Zusammenfassung und Ausblick

Danksagung

Kontaktdaten



# Zusammenfassung

## Zusammenfassung (1/8) - Überblick

In diesem Projekt sollen die Eigenschaften und die Tendenzen der Motoröl-Verdünnung von drop-in fähigen und teil-regenerativen Dieselkraftstoffen mit unterschiedlichen Anteilen an Fettsäuremethylestern (FAME oder Biodiesel) und paraffinischem Diesel untersucht werden (hier: hydrotreated vegetable oil - HVO).

Hierfür werden die die unten aufgeführten Kraftstoffmischungen getestet.



**B10**

- B10**
- 10 % FAME
  - 90 % fossiler Kraftstoff



**R51**

- Diesel R51**
- 10 % FAME
  - 41 % HVO
  - 49 % fossiler Kraftstoff



**R33**

- Diesel R33**
- 7 % FAME
  - 26 % HVO
  - 67 % fossiler Kraftstoff



**B30**

- B30**
- 30 % FAME
  - 70 % fossiler Kraftstoff



**B7**

- B7 Tankstelle**
- 7 % FAME
  - 93 % fossiler Kraftstoff



**B0**

- B0**
- fossiler Kraftstoff als Referenz

# Zusammenfassung

## Zusammenfassung (2/8) – Kraftstoffanalyse und -alterung

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchung des Kraftstoffs zeigen:

- Die Mischung von 10 vol% FAME und 41 vol% HVO (als R51 bezeichnet) hält weiterhin die Dichte von  $\rho = 815 \text{ kg/m}^3$  ein und erfüllt damit die DIN EN 16734. Der R51 ist damit die Kraftstoffmischung mit dem höchsten regenerativen Anteil innerhalb dieses Projekts.
- Alle getesteten Kraftstoffe erzielen bei der thermooxidativen Alterung Induktionszeiten von mehr als 40 Stunden, was die Anforderungen der Kraftstoffstandards deutlich übertrifft.
- Darüber hinaus zeigen die gealterten Proben von B10 und R51 im FTIR vergleichbare C=O Absorptionsbande, was zeigt, dass die HVO-Beimischung keinen erkennbaren Einfluss auf die Lagerungsstabilität hat.
- Allerdings zeigen die Alterungsergebnisse auch, dass Diesel R33 nach 80 Stunden Alterung eine geringere Ablagerungsneigung als B10 und R51 vorweist. Die Messdaten können damit bei stark thermo-oxidativ gealterten Proben einen Unterschied der Alterungsprodukte nachweisen.

## Zusammenfassung

### Zusammenfassung (3/8) – Kraftstoff-Motoröl-Analyse

Die Untersuchungen der Kraftstoff-Motoröl-Alterungen basieren ebenfalls auf thermo-oxidativen Experimenten. Dabei sind die Proben mit einem festen Mischungsverhältnis von 20 vol% Kraftstoff zu 80 vol% Motoröl angesetzt und enthalten eine Variation der 0W20 Motoröle von Shell und Castrol.

Die Ergebnisse der Kraftstoff-Motoröl-Alterungen zeigen:

- Alle Kraftstoff-Öl-Mischungen zeigen über die Dauer der Alterung eine Erhöhung der Dichte und der kinematischen Viskosität. Im Gegensatz dazu sind die reinen Motoröle während der Alterung vergleichsweise stabil, was auf eine Alterungswechselwirkung zwischen den Kraftstoffen und Ölen hindeutet.
- Der Vergleich zwischen verschiedenen Kraftstoffen im Öl zeigt im Alterungsverhalten keine großen Unterschiede. Dieses Ergebnis legt damit nahe, dass die Kraftstoff-Ölalterung auf vergleichbarem Niveau sein kann, solange die Konzentration der Kraftstoffe im Motoröl auf vergleichbarem Niveau ist.
- Darüber hinaus zeigen die GPC Ergebnisse über die Dauer der Alterung eine Abnahme von kleineren Molekülen und Zunahme von größeren Molekülen. Hierbei muss angemerkt werden, dass die Alterungsapparatur kontinuierlich mit Luft durchströmt wird, was flüchtige Bestandteile austragen kann.
- Die GCMS Daten erlauben eine Unterscheidung der Grundöle von Shell und Castrol.

# Zusammenfassung

## Zusammenfassung (4/8) – Rollenprüfstandstests

Die Untersuchungen des Emissionsverhaltens und der Motorölverdünnung basieren auf Tests mit drei Serienfahrzeugen in unterschiedlichen Testbedingungen.

- Fahrzeug A ist ein nicht instrumentierter 2.0l TDI Passat (FWD) durch die AGQM zur Verfügung gestellt.
- Fahrzeug B ist ein instrumentierter 2.0l TDI Passat (FWD) durch VW zur Verfügung gestellt.
- Fahrzeug C ist ein nicht instrumentierter 2.0l TDI Passat (AWD) durch VW betrieben.
  
- Die Tests mit Fahrzeug A umfassen WLTC Abgas-Tests und Kurzstreckentests mit jeweils 2 Kraftstoffen.
- Die Tests mit Fahrzeug B umfassen WLTC Abgas-Tests mit 5 Kraftstoffen und Tests mit angepasster ECU für dauerhafte Partikelfilterregeneration mit 2 Kraftstoffen im WLTC Fahrprofil.
- Die Tests mit Fahrzeug C umfassen den Langstreckenbetrieb mit 2 Kraftstoffen durch VW.

# Zusammenfassung

## Zusammenfassung (5/8) – Emissionen

Die Untersuchungen des Emissionsverhaltens und der Motorölverdünnung basieren auf Tests mit drei Serienfahrzeugen in unterschiedlichen Testbedingungen.

Die Ergebnisse des WLTC-Emissionstests zeigen:

- Die Emissionsergebnisse der Fahrzeuge A und B zeigen mit B10 und R33 sehr vergleichbare Messwerte, die die Euro 6 Grenzwerte erfüllen und im Hinblick auf CH<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub> oder N<sub>2</sub>O keine Auffälligkeiten zeigen. Der einzige nennenswerte Unterschied zwischen den Fahrzeugen ist, dass Fahrzeug A gute Partikelanzahlemissionen und Fahrzeug B sehr gute Partikelanzahlemissionen aufweist.
- Die Emissionsergebnisse von Fahrzeug B mit B10, R33, B0, R51 und B30 zeigen, dass keiner der getesteten Kraftstoffe, Probleme bei den Emissionen oder der Betriebsstabilität verursacht. Keiner der getesteten Kraftstoffe wird als kritisch hinsichtlich der Euro 6-Emissionen angesehen. Darüber hinaus zeigt keiner der getesteten Kraftstoffe auffällige Emissionskonzentrationen mit Blick auf CH<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub> oder N<sub>2</sub>O. Daher ist davon auszugehen, dass die getesteten Kraftstoffe auch für die kommende Euro 7-Gesetzgebung geeignet sind.

## Zusammenfassung

### Zusammenfassung (6/8) – Motorölverdünnung

Die Untersuchungen des Emissionsverhaltens und der Motorölverdünnung basieren auf Tests mit drei Serienfahrzeugen in unterschiedlichen Testbedingungen.

Die verschiedenen Ölverdünnungstests zeigen leicht unterschiedliche Ergebnisse:

- Die Ölverdünnungstests mit Fahrzeug A basieren auf dem Kurzstreckenbetrieb eines Pflegedienstes. Die Ergebnisse zeigen, dass B7 im Kurzstreckenbetrieb leicht höhere Ölverdünnung als B10 verursacht.
- Die Ölverdünnungstests mit Fahrzeug B basieren auf dem Rollentests mit angepasstem Steuergerät. Die Ergebnisse zeigen, dass R33 (B7) in den Tests leicht höhere Ölverdünnung als B10 verursacht.
- Die Ölverdünnungstests mit Fahrzeug C basieren auf einem Langstreckenbetrieb von VW mit jeweils 15000 km. Die Ergebnisse zeigen, dass B10 leicht höhere Ölverdünnung als B7 verursacht.
- Die unterschiedlichen Ergebnisse können einerseits durch die unterschiedlichen Betriebsarten, insbesondere hinsichtlich der erzielbaren Motoröltemperaturen und Ausdampfen der Kraftstoffe sowie die eingesetzten Kraftstoffe, die sich in der Zusammensetzung des Fossilanteils unterscheiden, erklärt werden.
- Die eingesetzten Kraftstoffe zeigen insgesamt ähnliche Ölverdünnungen und damit eine ähnlich Motorölbeanspruchungen, da die chemischen Analysen ähnliche Ölalterung bei ähnlicher Ölverdünnung zeigen.

# Zusammenfassung

## Zusammenfassung (7/8) – Thermodynamische Motorentests

Abschließend enthält der Bericht auch die Ergebnisse thermodynamischer Parametervariationen am Heavy-Duty Motorenprüfstand der Hochschule Coburg. Hierbei umfassen die Tests die AGR-Variation bei festgelegtem MFB50 und der Einzeleinspritzung mit R33, R51, HVO und B100.

Die Ergebnisse der thermodynamischen Parametervariationen zeigen:

- Die Roh-Emissionen von R51 liegen zwischen den Rohemissionen von R33 und HVO. Diese Validierung ist wichtig, um zu belegen, dass der R51 Kraftstoff keine unüblichen Emissionstendenzen hat.
- Darüber hinaus zeigen alle Kraftstoffe ansteigende Partikel- und CO-Emissionen, während die NO<sub>x</sub>-Emissionen durch die Abgasrückführung sinken.
- Allerdings zeigt eine ansteigende Abgasrückführung auch vorteilhafte Ergebnisse im Hinblick auf sinkende NH<sub>3</sub> und N<sub>2</sub>O Emissionen als Resultat sinkender Flammenspritzentemperaturen und verringerter Stickstoffreaktionen.
- Darüber hinaus zeigte eine ansteigende Abgasrückführung auch Vorteile im Hinblick auf reduzierte Lärmpegel der Verbrennung als Resultat verringerter Druckgradienten während der Verbrennung.

## Zusammenfassung

### Zusammenfassung (8/8)

Die Ergebnisse dieses Forschungsprojekts zeigen, dass teil-regenerative Kraftstoffmischungen wie der Diesel R51 große Potentiale zur Defossilisierung der Bestandsflotte haben.

- Alle getesteten Kraftstoffe weisen Induktionszeiten von mehr als 40 Stunden vor.
- Alle getesteten Kraftstoffe sind bezüglich der Euro 6 Limits sowie  $\text{CH}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$  und  $\text{N}_2\text{O}$  unauffällig.
- Die B7 und B10 Kraftstoffe zeigen bei den Ölverdünnungstests ähnliche Öl-Verdünnungsniveaus.
- Und die chemischen Analysen der Kraftstoff-Ölalterung zeigen, dass bei unterschiedlichen Kraftstoffen die Ölalterung auf vergleichbarem Niveau ist, solange die Menge der Ölverdünnung auf vergleichbarem Niveau ist.
  
- Die Projektergebnisse zeigen damit, dass B10 und R51 sehr vielversprechende Kraftstoffmischungen für den Einsatz erhöhter Regenerativanteile im Serienbetrieb sind.

## Agenda:

Zusammenfassung

Theoretische Grundlagen

Methoden und Materialien

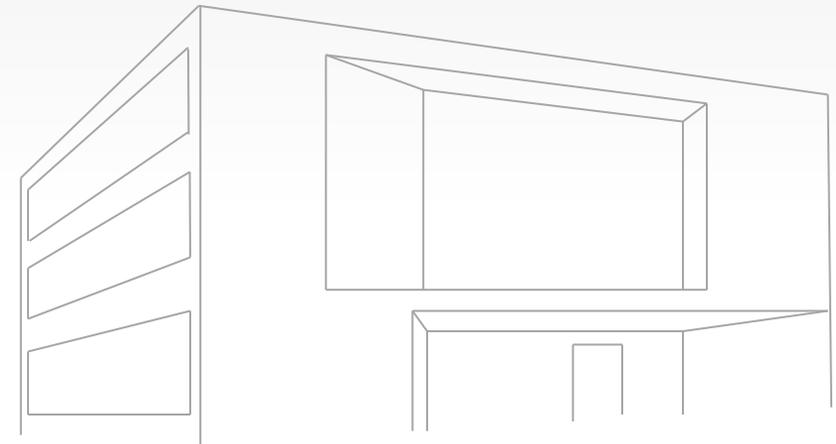
Experimentelle Ergebnisse

- Arbeitspaket A: Chemische Analyse der Kraftstoffe und Öle
- Arbeitspaket B: Empfang der Versuchsfahrzeuge
- Arbeitspaket C: WLTC Emissionsmessungen
- Arbeitspaket D: WLTC Ölverdünnungsmessungen
- Arbeitspaket E: Ölverdünnungsmessungen im Realbetrieb
- Arbeitspaket X: Rohemissionsmessungen

Zusammenfassung und Ausblick

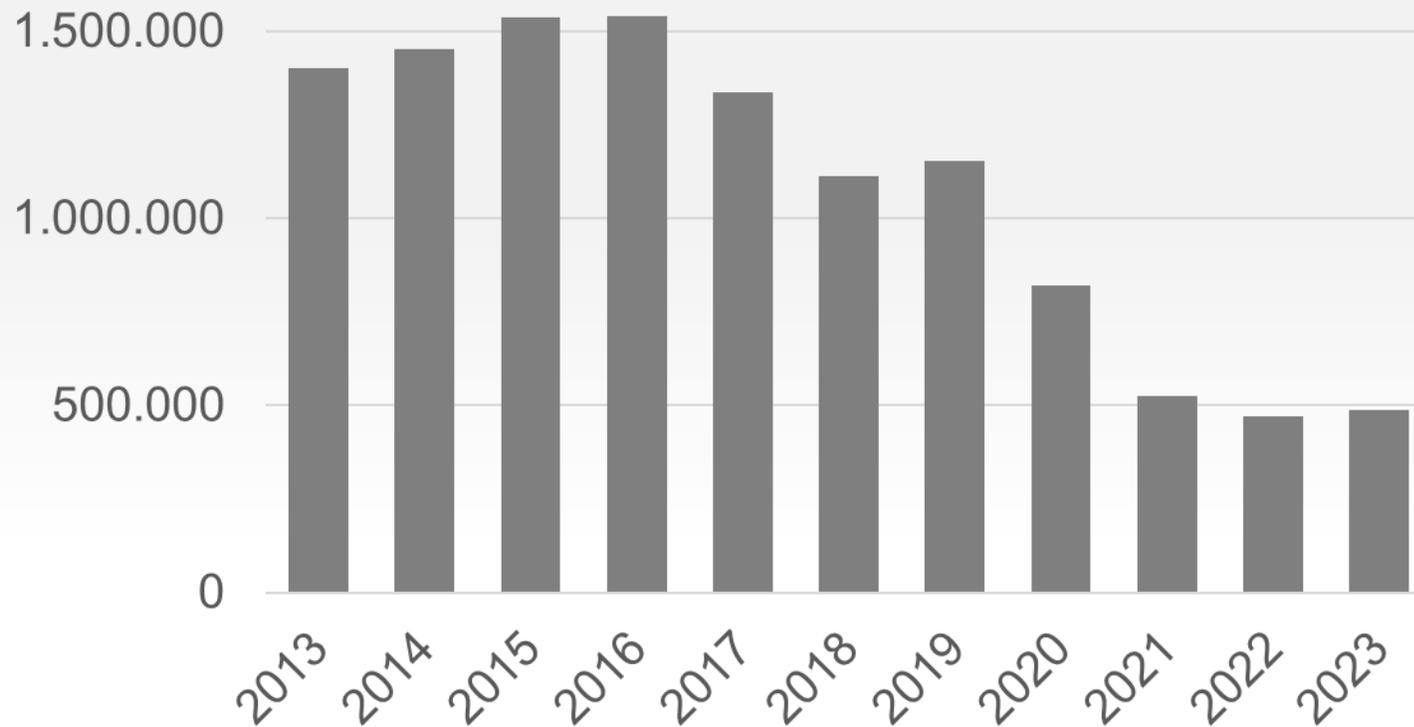
Danksagung

Kontakt



## Projekt Motivation

Zulassungszahlen von Diesel-Fahrzeugen in Deutschland



Bildquelle: <https://de.statista.com/statistik/Datumn/studie/184465/umfrage/zugelassene-diesel-pkw-in-deutschland/> Datum:18.03.2024

### Erläuterung:

Deutschland hat eine rückläufige Anzahl an Neuzulassungen von Diesel-Fahrzeugen

### Technisches Potential:

Der übrige Biodieselanteil könnte zur verbesserten Dekarbonisierung von Dieselfahrzeugen durch Anwendung eines B10-, B30- oder R50+-Anteils genutzt werden.

### Technische Fragstellung:

Welche Auswirkungen haben erhöhte Biodieselanteile auf Fahrzeugemissionen, Motorölalterung und Kurzstreckenfahrten?

## Agenda:

Zusammenfassung

Theoretische Grundlagen

Methoden und Materialien

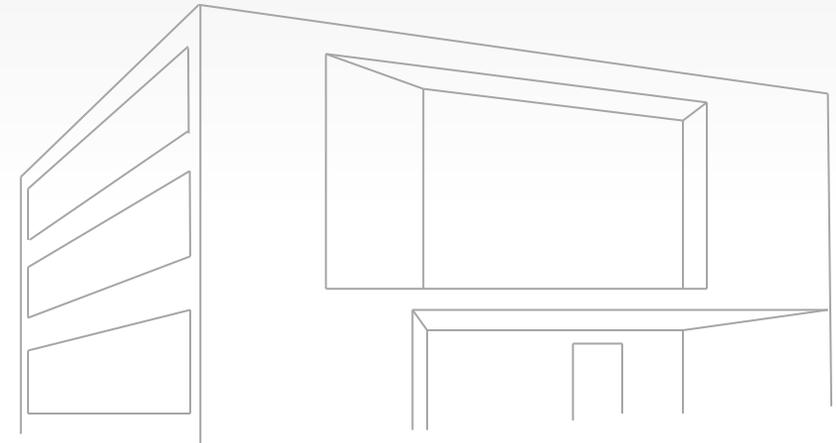
Experimentelle Ergebnisse

- Arbeitspaket A: Chemische Analyse der Kraftstoffe und Öle
- Arbeitspaket B: Empfang der Versuchsfahrzeuge
- Arbeitspaket C: WLTC Emissionsmessungen
- Arbeitspaket D: WLTC Ölverdünnungsmessungen
- Arbeitspaket E: Ölverdünnungsmessungen im Realbetrieb
- Arbeitspaket X: Rohemissionsmessungen

Zusammenfassung und Ausblick

Danksagung

Kontaktdaten



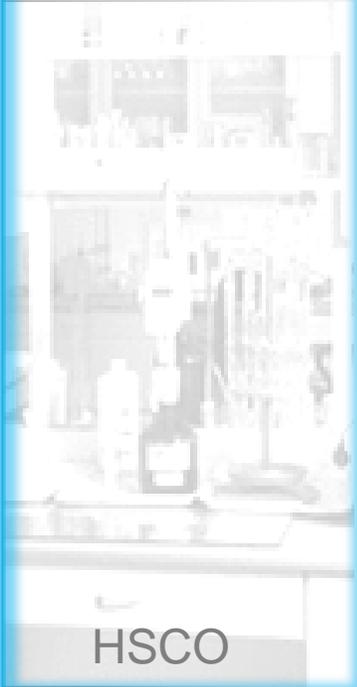
- a) Chemische Kraftstoff- und Ölanalysen
- b) Thermodynamische Motorprüfstandstest
- c) Emissionstests am Rollenprüfstand
- d) Testfahrten unter Realbedingungen durch VW und die AGQM

# Kraftstoffforschung an der Hochschule Coburg



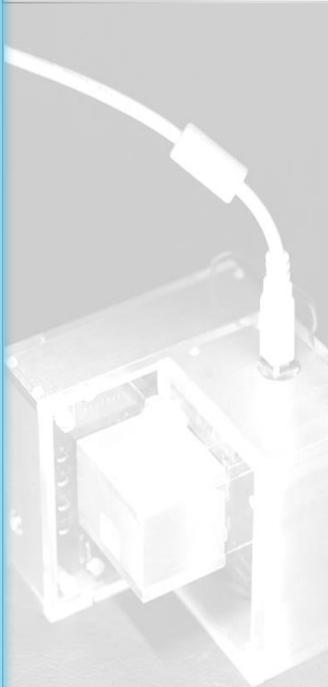
Kraftstoff Synthese

Chemische  
Analysen

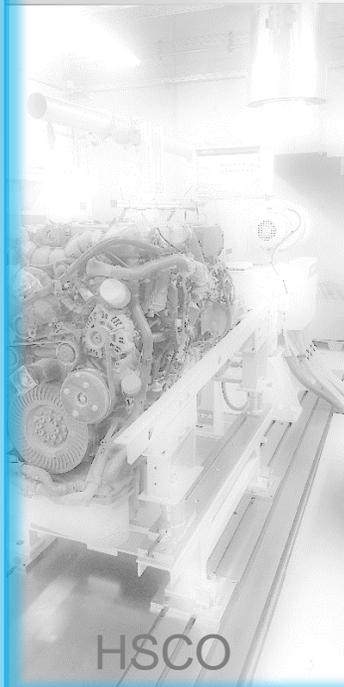


HSCO

Sensor  
Entwicklung



Vollmotor-  
analysen



HSCO

Rollenprüf-  
standstests



HSCO

Real Driving  
Tests



VW, AGQM

Kraftstoff  
Flottentest



Kundenanwendung

# Methoden und Materialien – Testfahrzeug: Fahrzeug A



## Fahrzeug- tests



## Abbildung



## Beschreibung

- Getriebe: DQ381 (DSG/FWD)
- Abgasnorm: Euro 6d (EA288 EVO)
- Motor: 2.0l TDI SCR
  - 400 Nm @ 1750 - 3500 rpm
  - 147 kW @ 3500 - 4000 rpm
- Zertifizierter Verbrauch:
  - 4,7 l/100 km
  - 124 g/km
- Genutzt in Teil C und E

# Methoden und Materialien – Testfahrzeug: Fahrzeug B



## Fahrzeug- tests



## Abbildung



## Beschreibung

- Getriebe: DQ381 (DSG/FWD)
- Abgasnorm: Euro 6d (EA288 EVO)
- Motor: 2.0l TDI SCR
  - 400 Nm @ 1750 - 3500 rpm
  - 147 kW @ 3500 - 4000 rpm
- Zertifizierter Verbrauch:
  - 4,7 l/100 km
  - 124 g/km
- Genutzt in Teil C und D

# Methoden und Materialien – Testfahrzeug: Fahrzeug C



## Fahrzeug- tests



## Abbildung



## Beschreibung

- Getriebe: DQ381 (DSG/4WD)
- Abgasnorm: Euro 6d (EA288 EVO)
- Motor: 2.0l TDI SCR
  - 400 Nm @ 1750 - 3500 rpm
  - 147 kW @ 3500 - 4000 rpm
- Zertifizierter Verbrauch:
  - 4,7 l/100 km
  - 124 g/km
- Genutzt in Teil E

# Methoden und Materialien – Testbedingungen



## Fahrzeug- tests



## Abbildung



## Beschreibung

- Die Ergebnisse von Teil C und Teil D basieren auf WLTC-Tests am Rollenprüfstand der Hochschule Coburg.
- Die Emissionsergebnisse aus Teil C basieren dabei auf Kaltstarttests bei  $T_{\text{Luft}} = 21.5 \text{ °C}$  mit einem Test pro Tag
- Die Ölverdünnungstests aus Teil D enthalten einen kaltgestarteten Test bei  $T_{\text{Luft}} = 21.5 \text{ °C}$  und drei warm gestarteten Tests mit jeweiligen 10 Minuten Verweilzeit zwischen den Tests.

# Projektplan

## Kraftstoffauswahl



**B0**  
B0  
fossiler  
Kraftstoff als  
Referenz



**B10**  
B10  
○ 10 % FAME  
○ 90 % fossiler  
Kraftstoff



**B30**  
B30  
○ 30 % FAME  
○ 70 % fossiler  
Kraftstoff



**R33**  
Diesel R33  
○ 7 % FAME  
○ 26 % HVO  
○ 67 % fossiler  
Kraftstoff



**R51**  
Diesel R51  
○ 10 % FAME  
○ 41 % HVO  
○ 49 % fossiler  
Kraftstoff



**B7  
Tank-  
stelle**  
B7 Tankstelle  
○ 7 % FAME  
○ 93 % fossiler  
Kraftstoff

## Fahrzeugauswahl



Fahrzeug A

Mittelklasse 1  
TDI 2,0 L; 145 kW  
w/ DPF and SCR  
(uninstrumentiert)



Fahrzeug B

Mittelklasse 1  
TDI 2,0 L; 145 kW  
w/ DPF and SCR  
(instrumentiert)



Fahrzeug B\*

\*das selbe Fahrzeug  
mit angepasstem  
Steuergerät



Fahrzeug C

Serienfahrzeug  
(uninstrumentiert)

# Projektplan

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pflegedienst)	Langstreckenfahrten
				
 Fzg. A				
 Fzg. B				
 Fzg. B*				
 Fzg. C				

## Agenda:

Zusammenfassung

Theoretische Grundlagen

Methoden und Materialien

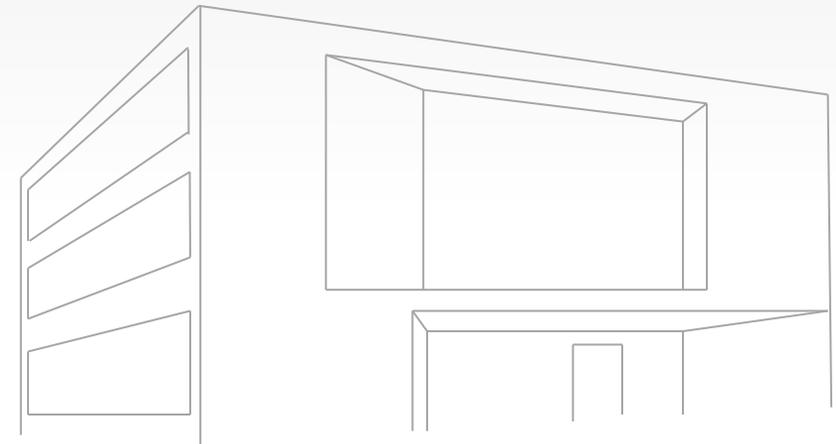
Experimentelle Ergebnisse

- Arbeitspaket A: Chemische Analyse der Kraftstoffe und Öle
- Arbeitspaket B: Empfang der Versuchsfahrzeuge
- Arbeitspaket C: WLTC Emissionsmessungen
- Arbeitspaket D: WLTC Ölverdünnungsmessungen
- Arbeitspaket E: Ölverdünnungsmessungen im Realbetrieb
- Arbeitspaket X: Rohemissionsmessungen

Zusammenfassung und Ausblick

Danksagung

Kontaktdaten



## Agenda:

Zusammenfassung

Theoretische Grundlagen

Methoden und Materialien

Experimentelle Ergebnisse

○ Arbeitspaket A: Chemische Analyse der Kraftstoffe und Öle

○ Mischungsuntersuchungen

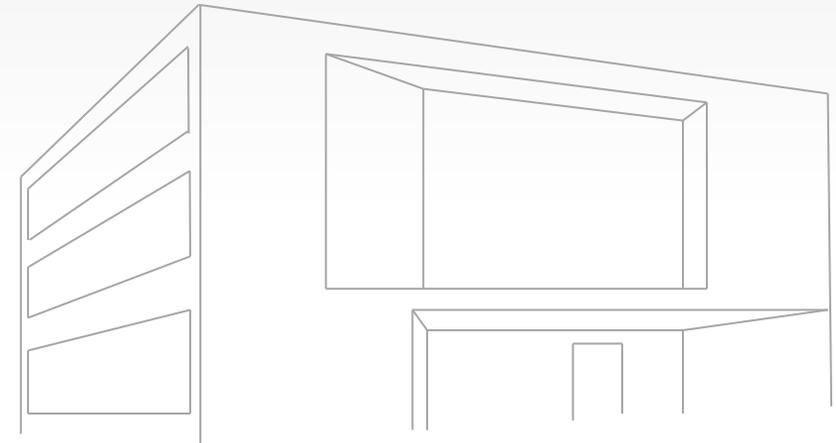
○ Alterungsuntersuchungen

○ FTIR Analysen

○ GPC Analysen

○ GCMS Analysen

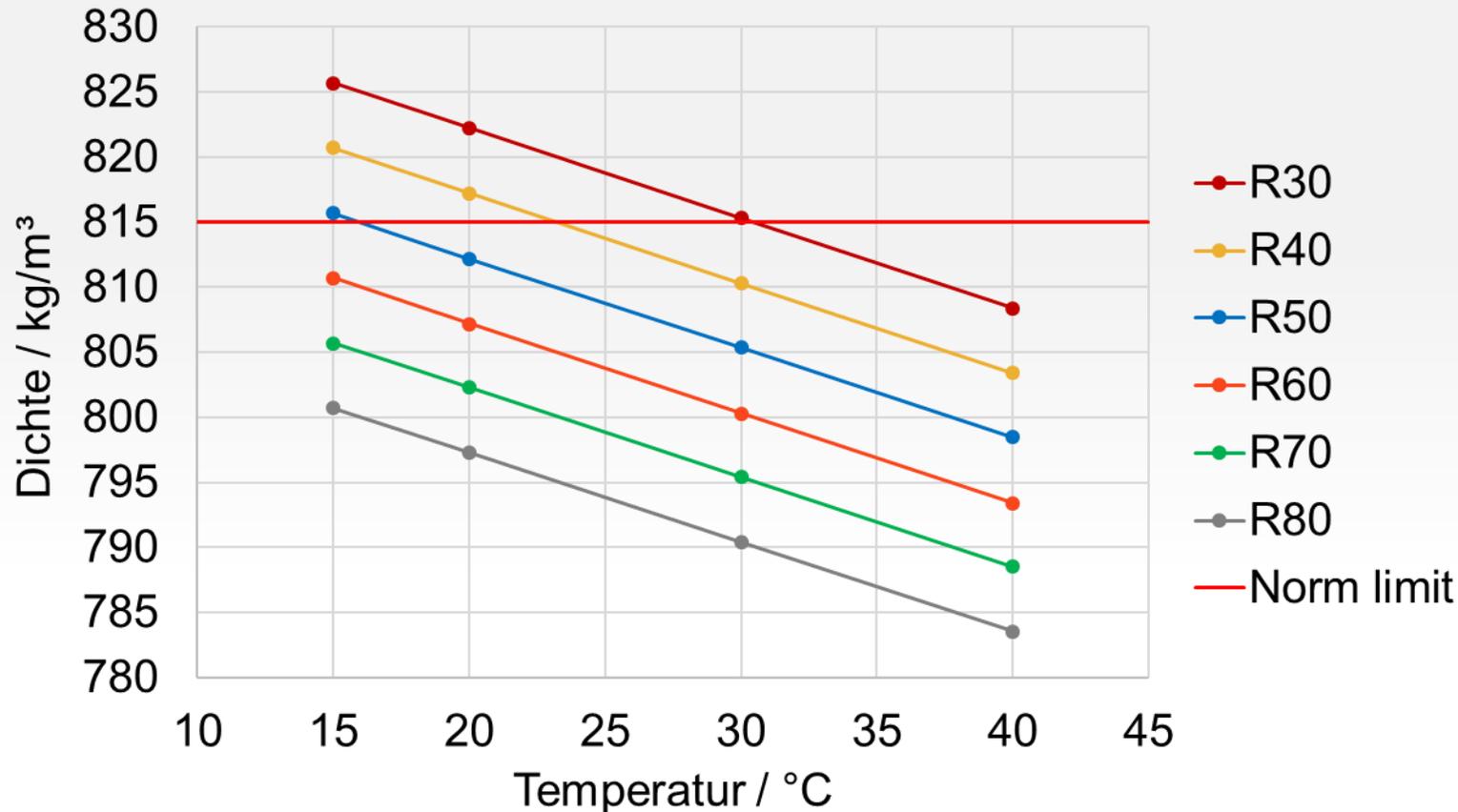
○ ....



	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
FzA	B0 R33 B10 R51 B30			
FzB A		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
FzB B		B0 R33 B10 R51 B30		
FzB C		R33 B10		
FzB D				R33 B10

## AP-A2: Dichtebestimmung R50+

Abbildung

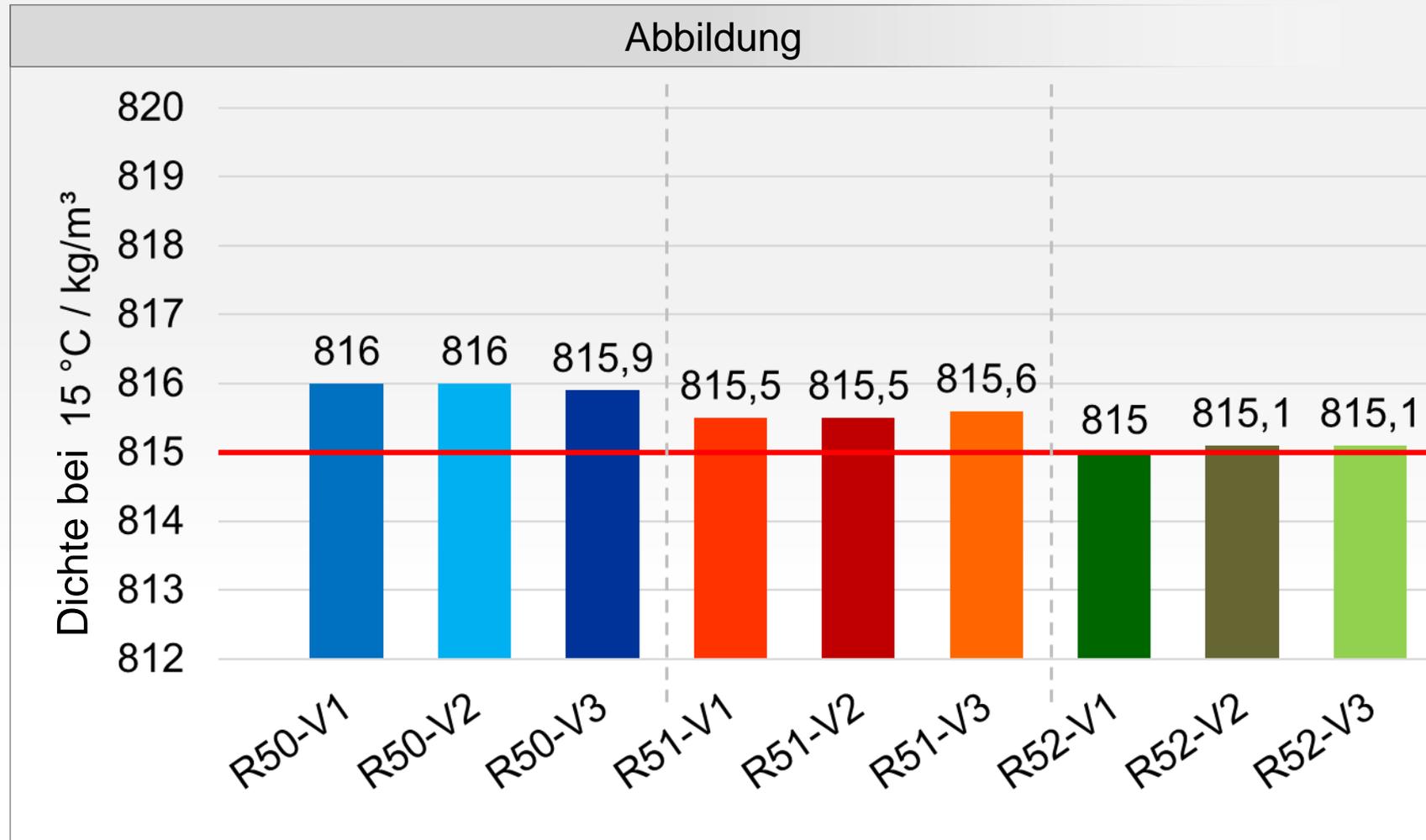


Beschreibung

- Der R50 besteht aus  
10 vol% FAME  
40 vol% HVO  
50 vol% Diesel  
Kraftstoff
- Die Dichte von R50  
ist 815.7 kg/m<sup>3</sup>  
bei T = 15 °C
- In der EN 16734 liegt  
das untere Limit für  
die Dichte eines B10  
bei 815,0 kg/m<sup>3</sup>  
bei T = 15°C.

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
FzA	B0 R33 B10 R51 B30			
FzB A		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
FzB B		B0 R33 B10 R51 B30		
FzB C		R33 B10		
FzB D				R33 B10

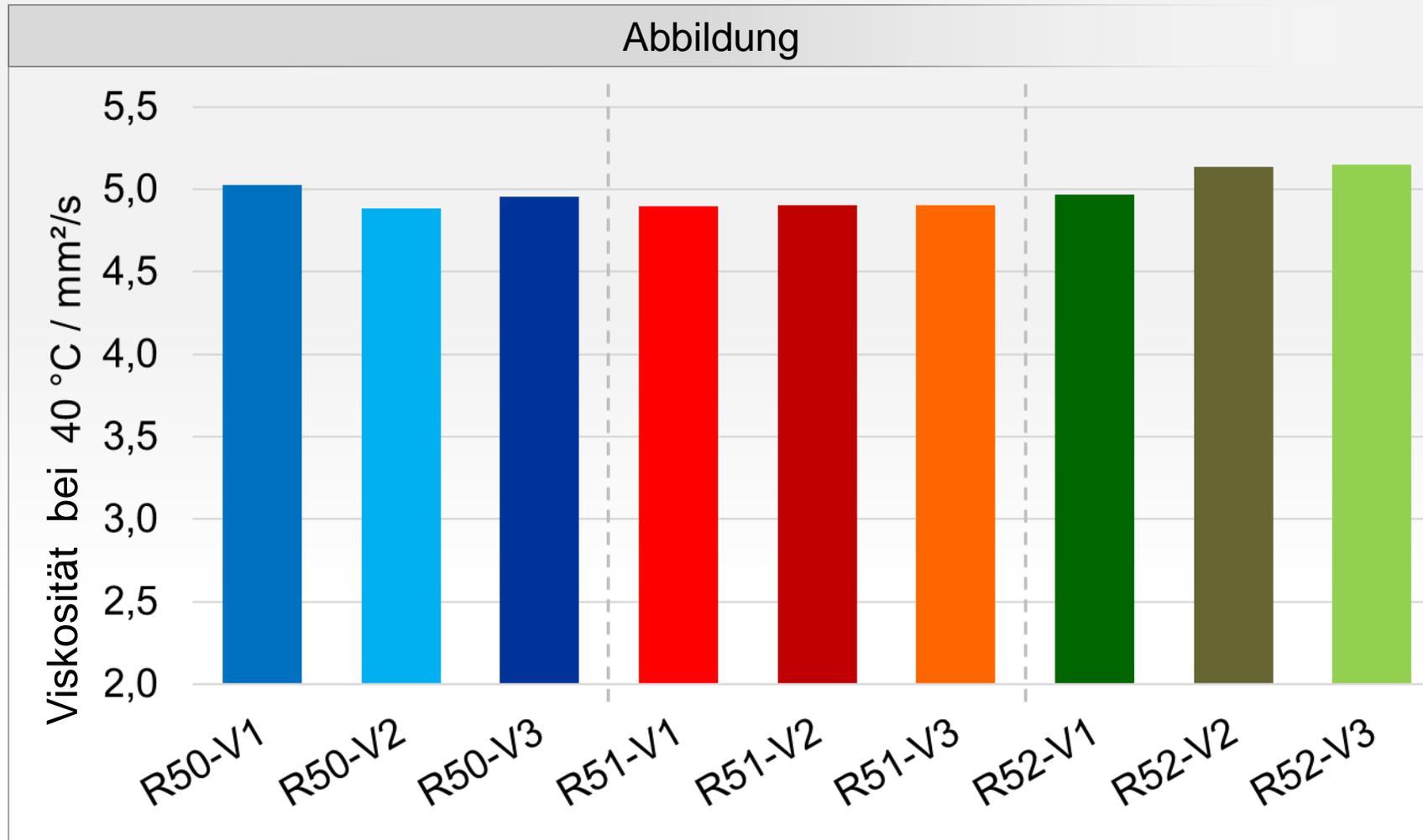
## AP-A2: Dichtebestimmung R50+



- Beschreibung
- Zusammensetzung einer R50+ Diesel Kraftstoff Mischung mit 10 vol% FAME und einem maximalen regenerativen Anteil von HVO
  - Einhaltung der Dichte von 815 kg/m<sup>3</sup> aus der EN 16734
- R52 wäre an der Grenze des Dichtelimits
- **R51 wird verwendet**

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
Fz0 A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fz0 B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fz0 B1		B0 R33 B10 R51 B30		
Fz0 B2		R33 B10		
Fz0 C				R33 B10

## AP-A2: Viskositätsbestimmung R50+



Beschreibung

- Der R50 besteht aus  
10 vol% FAME  
40 vol% HVO  
50 vol% Dieselkraftstoff
- Der R51 besteht aus  
10 vol% FAME  
41 vol% HVO  
49 vol% Dieselkraftstoff
- Der R52 besteht aus  
10 vol% FAME  
42 vol% HVO  
48 vol% Dieselkraftstoff

## Agenda:

Zusammenfassung

Theoretische Grundlagen

Methoden und Materialien

Experimentelle Ergebnisse

○ Arbeitspaket A: Chemische Analyse der Kraftstoffe und Öle

○ Mischungsuntersuchungen

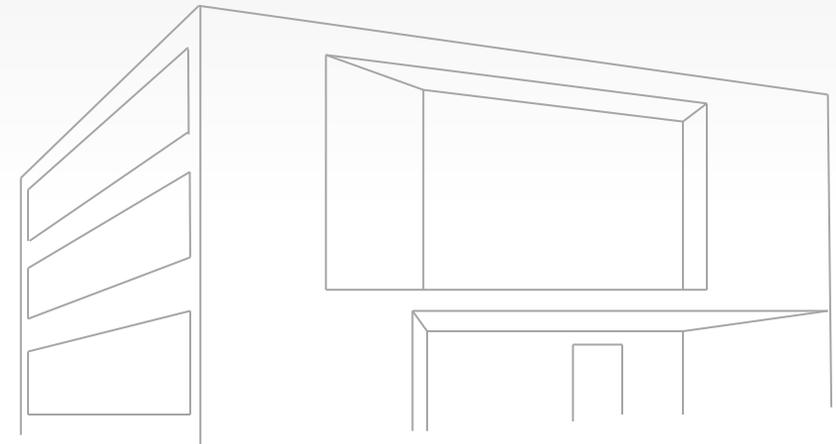
○ Alterungsuntersuchungen

○ FTIR Analysen

○ GPC Analysen

○ GCMS Analysen

○ ....



	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
FzA	B0 R33 B10 R51 B30			
FzB A		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
FzB B		B0 R33 B10 R51 B30		
FzB C		R33 B10		
FzB D				R33 B10

## AP-A3: Kraftstoffalterung mit Blick auf Phasentrennung

Abbildung



Beschreibung

- Kraftstoffalterung in AP-A3 von R40, R45, R50, R51 und R61 (alle von 10 vol% Biodieselanteil)
- Doppelter Aufbau zur Verifikation
  - Proben 1 – 5 (R40 – R61) im linken Ölbad
  - Proben 6 – 10 (R40 – R61) im rechten Ölbad
- Alterung bei 110 °C mit 300 ml/min Luftdurchströmung (nicht getrocknet) für 80 Stunden.

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
FzA	B0 R33 B10 R51 B30			
FzB A		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
FzB B		B0 R33 B10 R51 B30		
FzB C		R33 B10		
FzB D				R33 B10

## AP-A3: Kraftstoffalterung mit Blick auf Phasentrennung

Abbildung

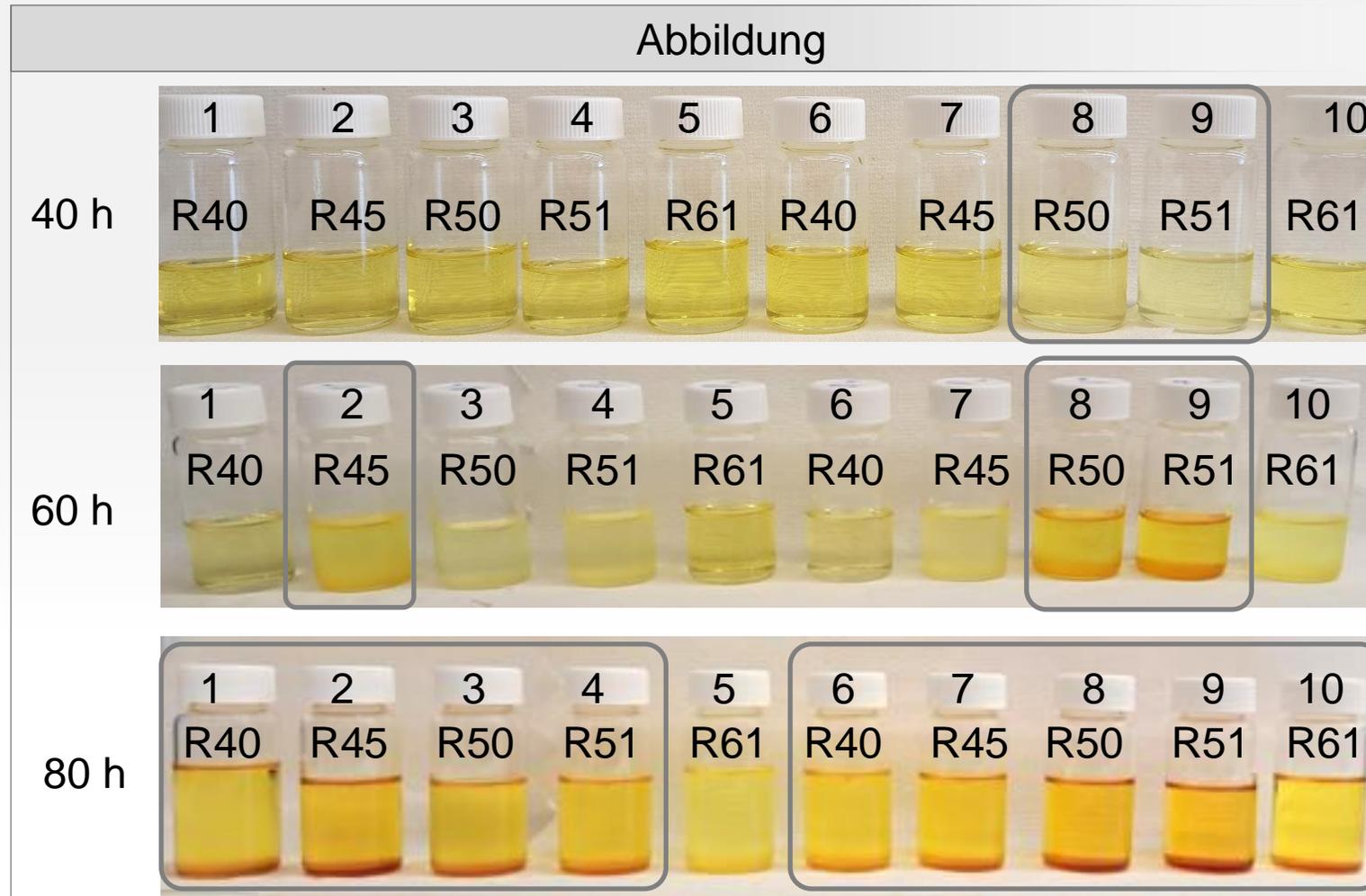


Beschreibung

- Jede Gaswaschflasche wird durch eine eigene Pumpe mit Luft durchströmt, um den Luftvolumenstrom sicherzustellen.
- Jede Heizplatte wird über ein Thermometer im Ölbad kontrolliert.
- Alterungsintervalle von 10 Stunden pro Tag, um über Nacht Sedimentierungsprozesse ermöglichen zu können.
- Probeentnahme nach jeder Alterungsstufe (20 h, 40 h, 60 h and 80 h) mit einem Volumen von 5 ml zur Analyse.

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
FzG A	B0 R33 B10 R51 B30			
FzG B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
FzG B1		B0 R33 B10 R51 B30		
FzG B2		R33 B10		
FzG C				R33 B10

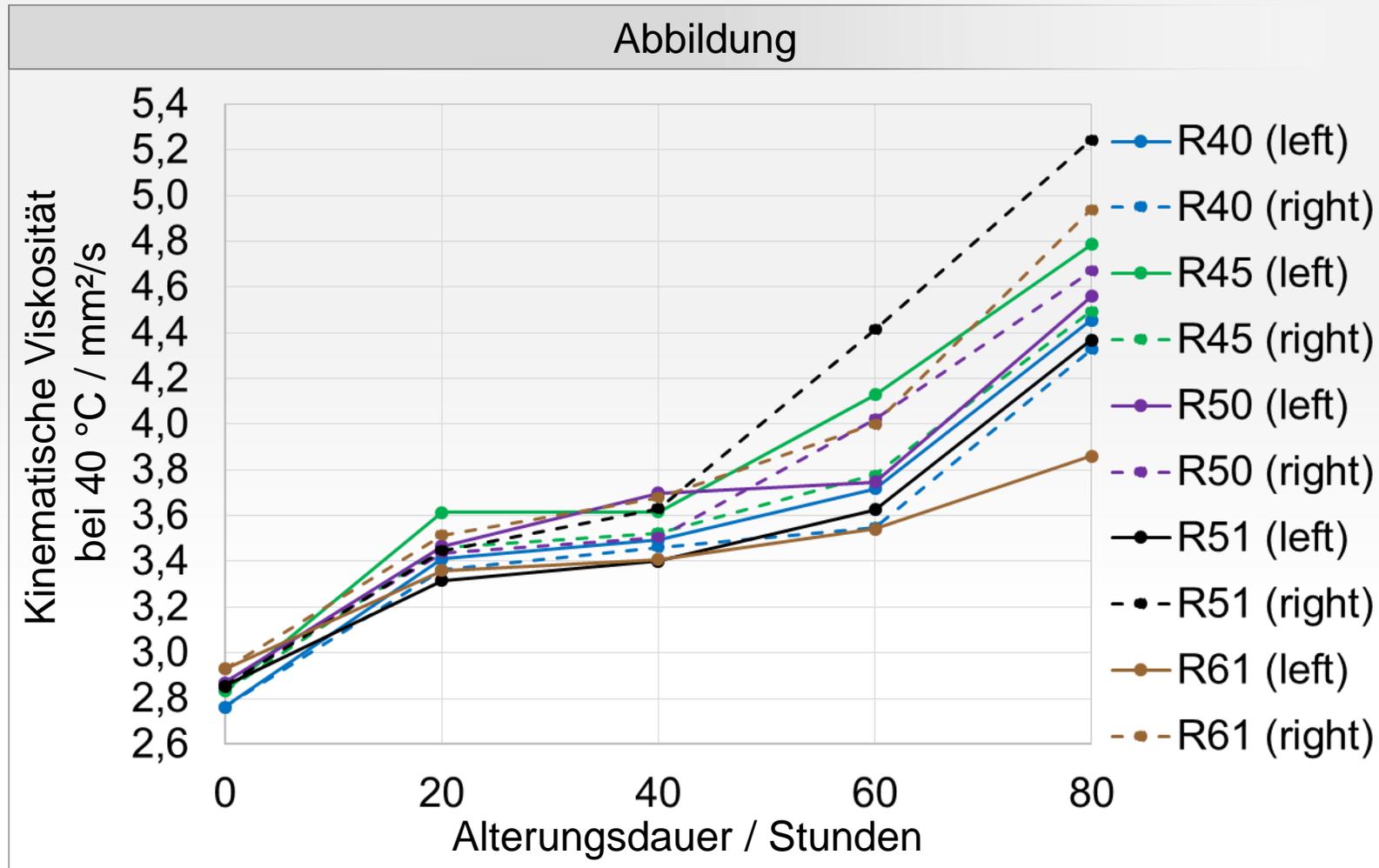
## AP-A3: Visuelle Überprüfung der Proben



Beschreibung	
○	Nach einer Alterung von 40 h zeigen Probe 8 und 9 eine Entfärbung. Keine Proben zeigt eine Sedimentbildung
○	Nach einer Alterung von 60 h zeigen Probe 2, 8 und 9 eine dunklere Färbung. Fast alle Proben zeigen eine leichte Sedimentbildung.
○	Nach einer Alterung von 80 h zeigt Probe 5 die geringste Einfärbung und die geringste Sedimentbildung.

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
Fz1 A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fz1 B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fz2 B		B0 R33 B10 R51 B30		
Fz3 B		R33 B10		
Fz4 B				R33 B10

## AP-A3: Viskosität der Proben

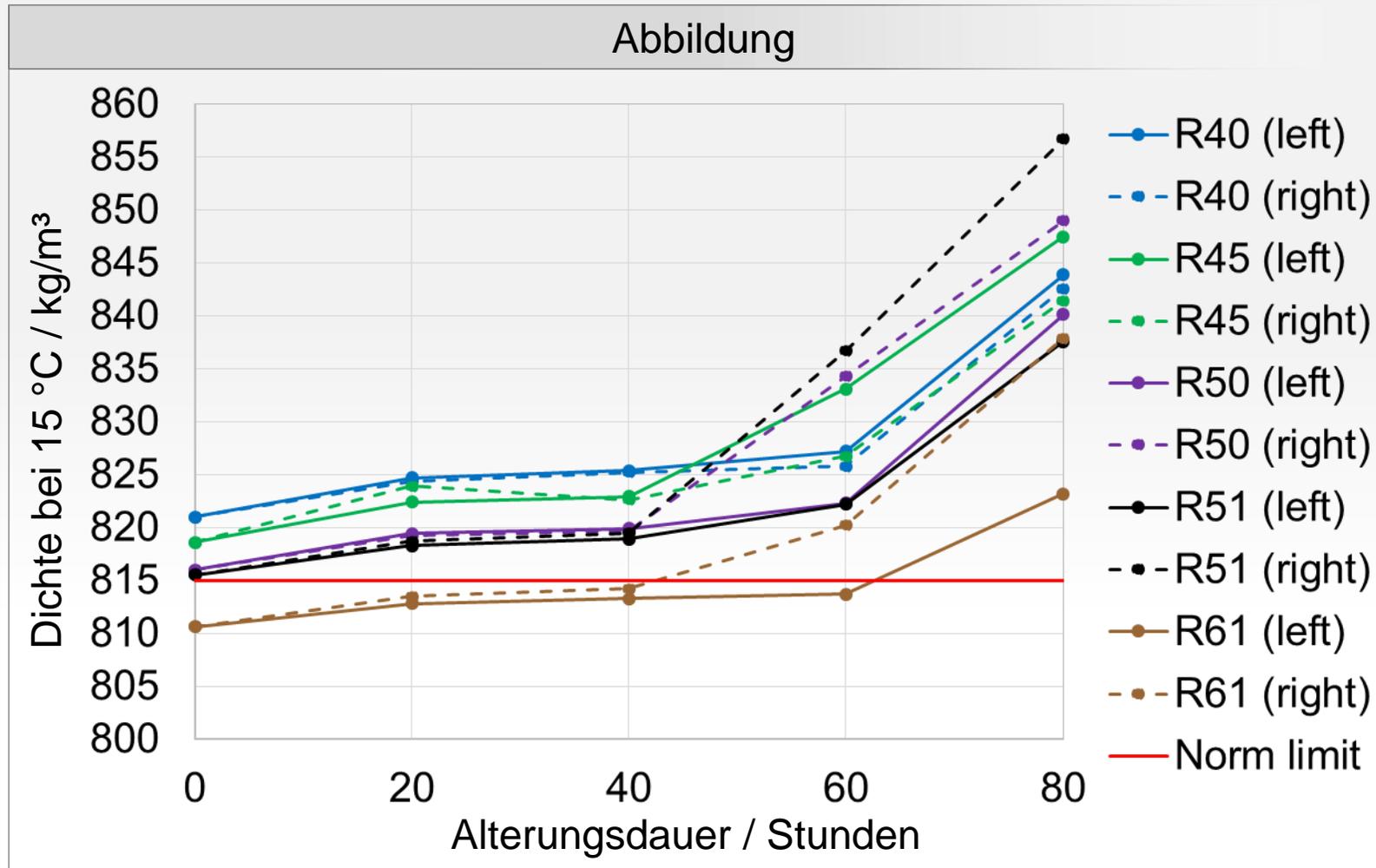


### Beschreibung

- Verringerter Anstieg der Viskosität im Alterungszeitraum zwischen 20 und 40 h
- Frühzeitiger Anstieg der Viskosität einiger Proben nach 40 h Alterung
- Zunehmende Viskosität bei allen Proben nach über 60 h Alterung
- Eine der R61-Proben zeigt den geringsten Viskositätsanstieg nach 80 h Alterung

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
Fz1 A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fz2 A		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fz3 B		B0 R33 B10 R51 B30		
Fz4 B		R33 B10		
Fz5 C				R33 B10

## AP-A3: Dichte der Proben



### Beschreibung

- Frühzeitige Zunahme der Dichte einiger Proben nach mehr als 40 h Alterung
- Zunehmende Dichte bei allen Proben nach mehr als 60 h Alterung
- Eine R61-Probe liegt nach 60 h Alterung immer noch unter der Dichtegrenze der EN 16734

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
FzG A	B0 R33 B10 R51 B30			
FzG B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
FzG B1		B0 R33 B10 R51 B30		
FzG B2		R33 B10		
FzG C				R33 B10

## AP-A4: Ansicht der realen Apparatur zur Alterung

Abbildung



Beschreibung

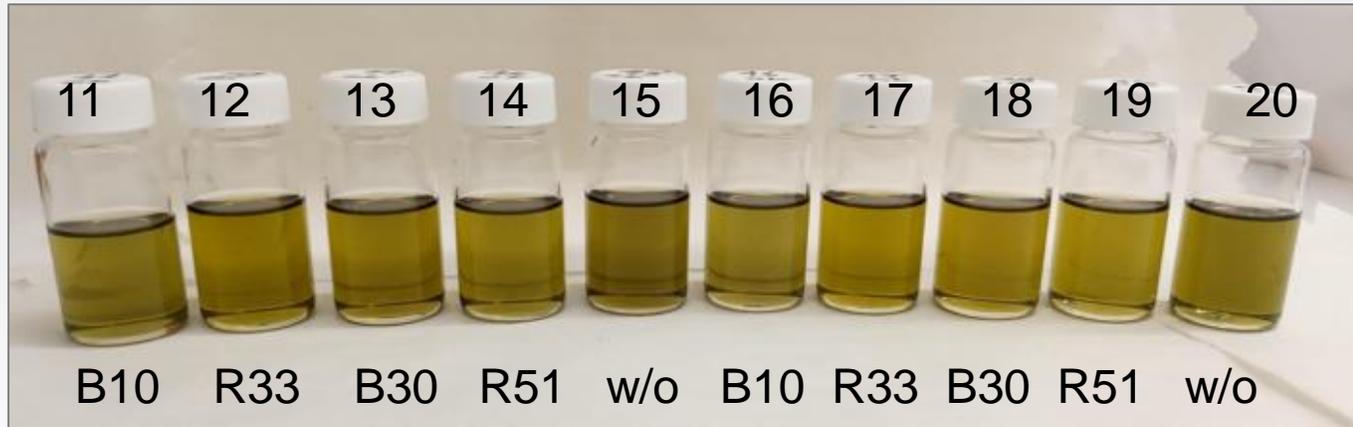
- Die Versuche zur AP-A4 werden mit 20 vol% Kraftstoff und 80 vol% herkömmlichem Motorenöl durchgeführt.
- Genutzte Kraftstoffe in AP-A4: R33, B10, R51 und B30
- Genutzte Motorenöle in AP-A4:
  - Shell Öl 0W-20
  - Castrol Öl 0W-20
- Alterung bei 170 °C mit 300 ml/min Luftvolumenstrom (nicht getrocknet) für 80 Stunden.

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
Frü A	B0 R33 B10 R51 B30			
Frü B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Frü B1		B0 R33 B10 R51 B30		
Frü B2		R33 B10		
Frü C				R33 B10

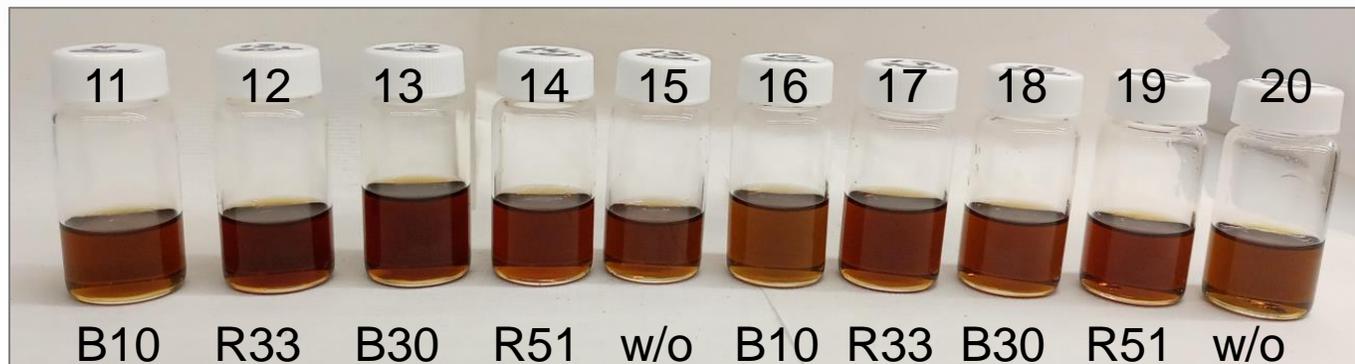
## AP-A4: Visuelle Untersuchung der Proben (Shell Öl)

Abbildung

0 h



20 h



Beschreibung

- Ohne Alterung zeigen die Proben 15 und 20 (ohne Kraftstoff) eine etwas dunklere Farbe als die mit Kraftstoff vermischten Proben
- Nach einer Alterung von 20 Stunden zeigen alle Proben eine dunkle Farbe und keine Anzeichen für eine Ablagerung von Sedimenten

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
Frz. A	B0 R33 B10 R51 B30			
Frz. B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Frz. B1		B0 R33 B10 R51 B30		
Frz. B2		R33 B10		
Frz. C				R33 B10

## AP-A4: Visuelle Untersuchung der Proben (Shell Öl)

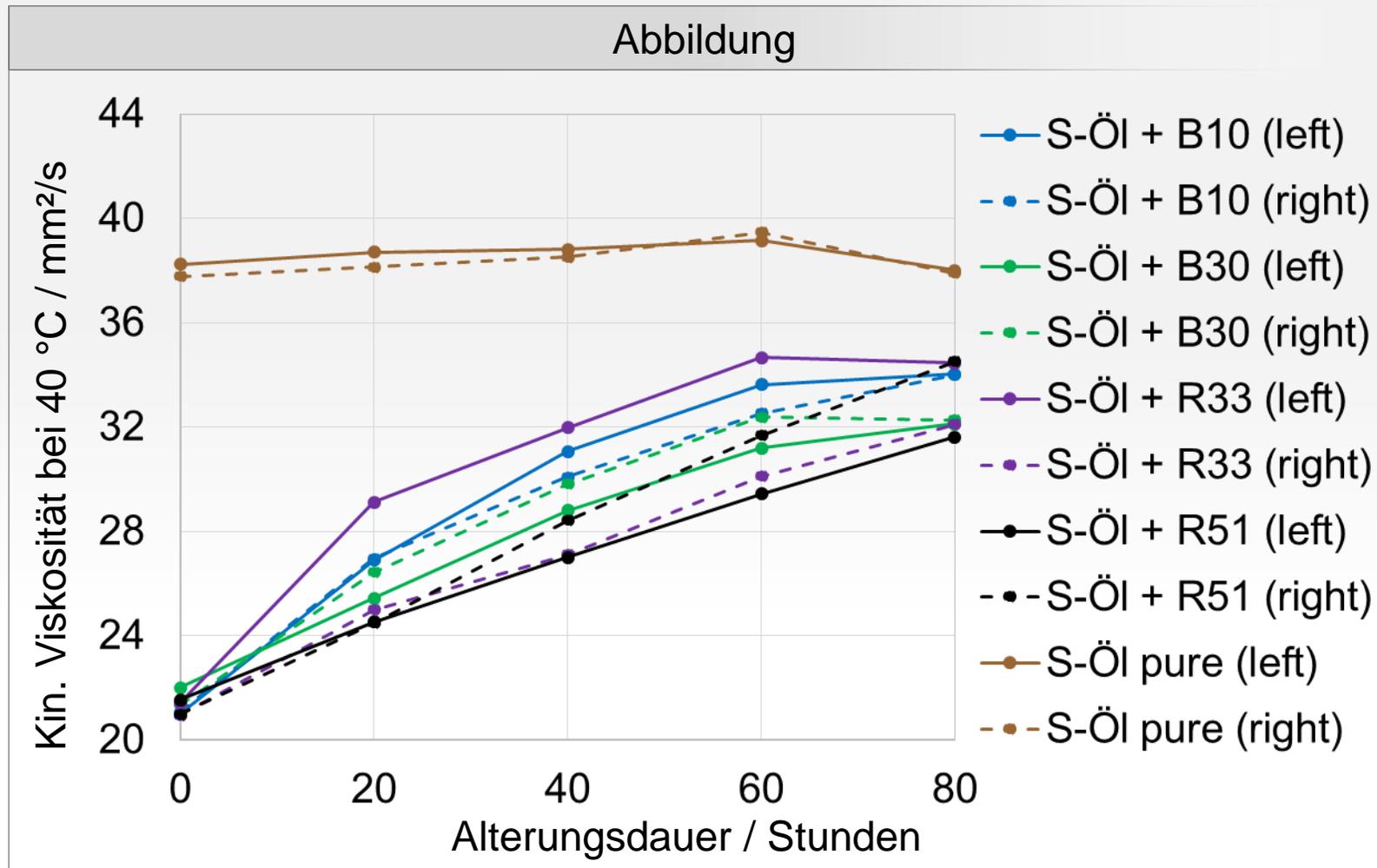


### Beschreibung

- Die Proben 5 und 10, die nur aus Öl bestehen, zeigen die geringste Verfärbung und keine Anzeichen von Sedimenten nach einer Alterung von 40 h, 60 h und 80 h
- Die Kraftstoff-Motorölgemische zeigen ähnliche Verfärbungen und keine Anzeichen von Sedimenten

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
Frz. A	B0 R33 B10 R51 B30			
Frz. B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Frz. B1		B0 R33 B10 R51 B30		
Frz. B2		R33 B10		
Frz. C				R33 B10

## AP-A4: Viskosität der Proben (Shell Öl)

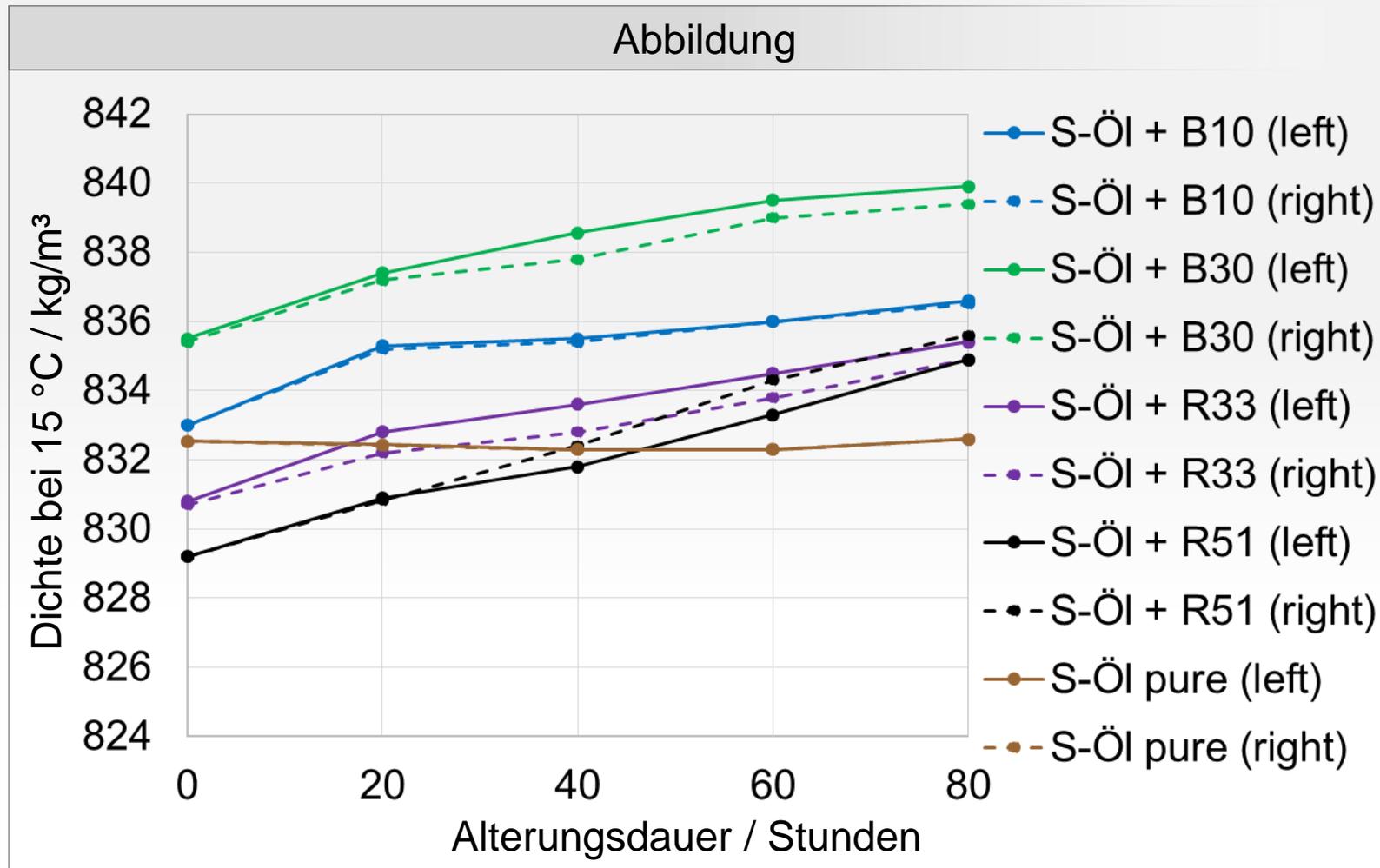


### Beschreibung

- Das reine Motoröl weist keine nennenswerten Veränderungen hinsichtlich der Viskosität auf.
- Die Öl-Kraftstoff-Gemische weisen mit der Zeit eine Zunahme der Viskosität auf, die mit den Wechselwirkungen zwischen Kraftstoff und Ölalterung korreliert werden kann.
- Der Unterschied zwischen den Proben “S-Öl + R51 (left)” und “S-Öl + R51 (right)” ist gleichbleibend.

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
FzA	B0 R33 B10 R51 B30			
FzB A		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
FzB B		B0 R33 B10 R51 B30		
FzB C		R33 B10		
FzB D				R33 B10

## AP-A4: Dichte der Proben (Shell Öl)

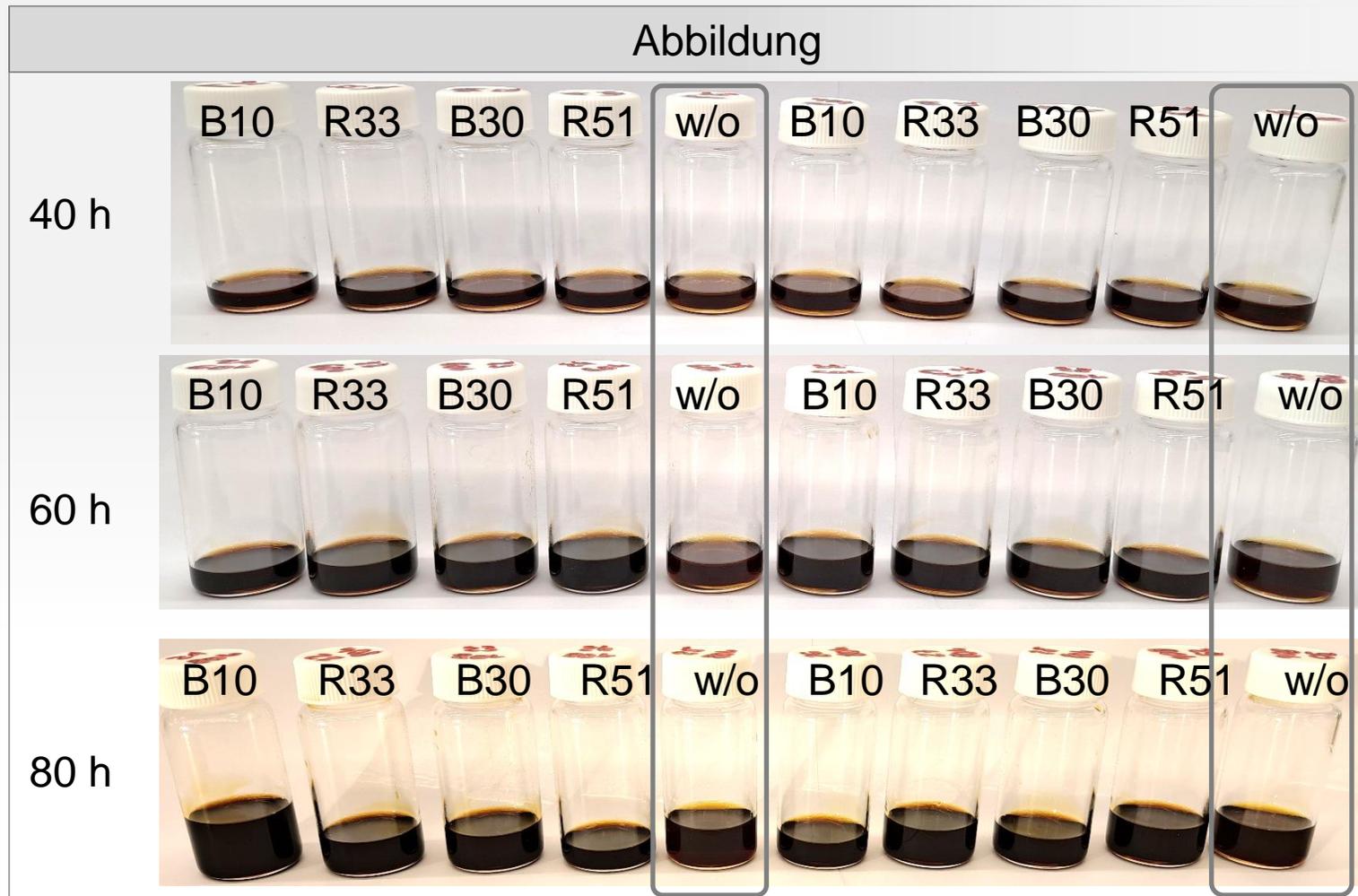


### Beschreibung

- Das reine Motoröl weist keine nennenswerten Veränderungen hinsichtlich der Viskosität auf.
- Die Öl-Kraftstoff-Gemische weisen mit der Zeit eine Zunahme der Viskosität auf, die mit den Wechselwirkungen zwischen Kraftstoff und Ölalterung korreliert werden kann.

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
Frü A	B0 R33 B10 R51 B30			
Frü B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Frü B1		B0 R33 B10 R51 B30		
Frü B2		R33 B10		
Frü C				R33 B10

## AP-A4: Visuelle Untersuchung der Proben (Castrol Öl)

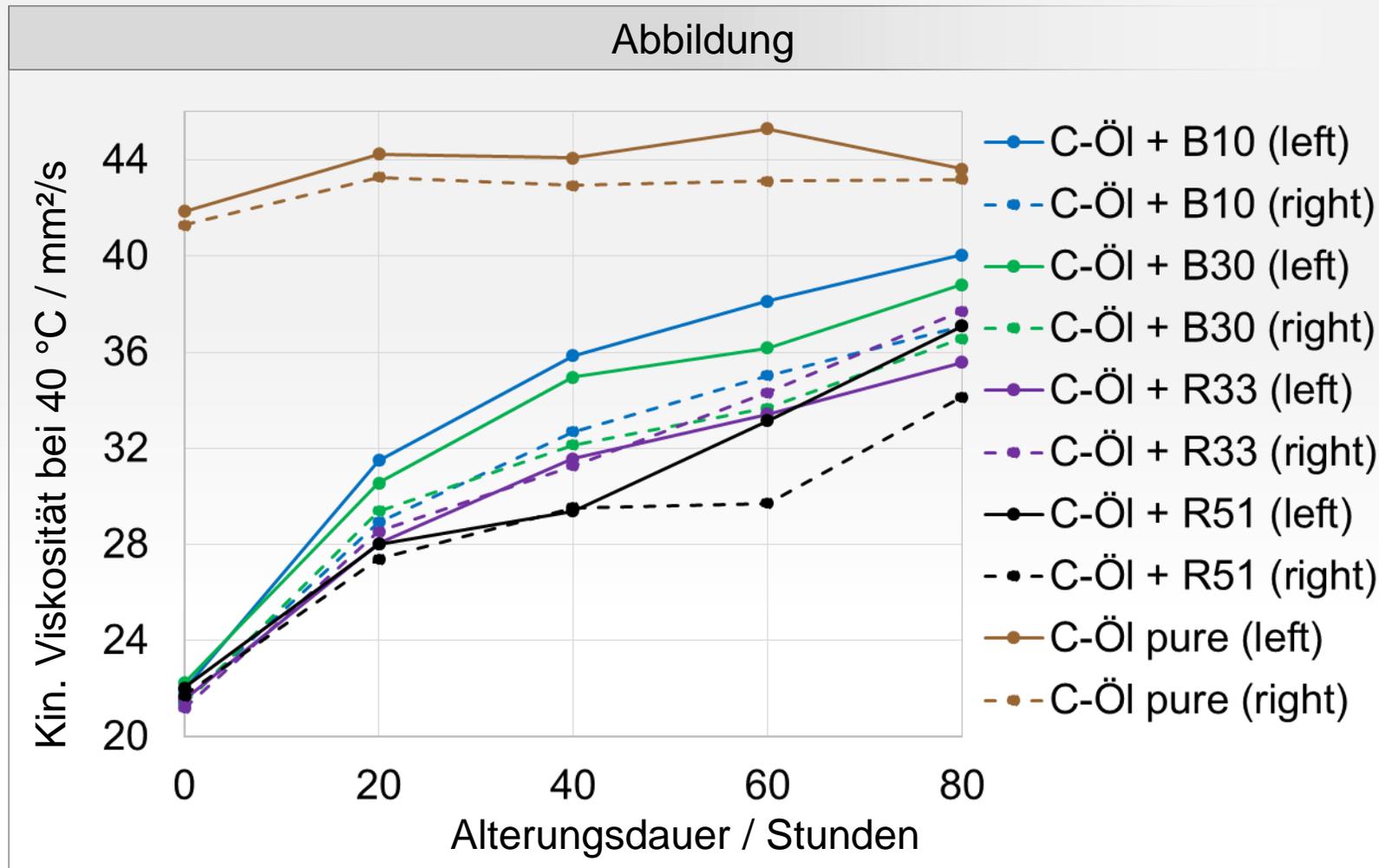


### Beschreibung

- Die Proben 5 und 10, die nur aus Öl bestehen, zeigen die geringste Verfärbung und keine Anzeichen von Sedimenten nach einer Alterung von 40 h, 60 h und 80 h
- Die Kraftstoff-Motorölgemische zeigen ähnliche Verfärbungen und keine Anzeichen von Sedimenten

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckentests
FzA	B0 R33 B10 R51 B30			
FzB		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
FzB		B0 R33 B10 R51 B30		
FzB		R33 B10		
FzC				R33 B10

## AP-A4: Viskosität der Proben (Castrol-Öl)

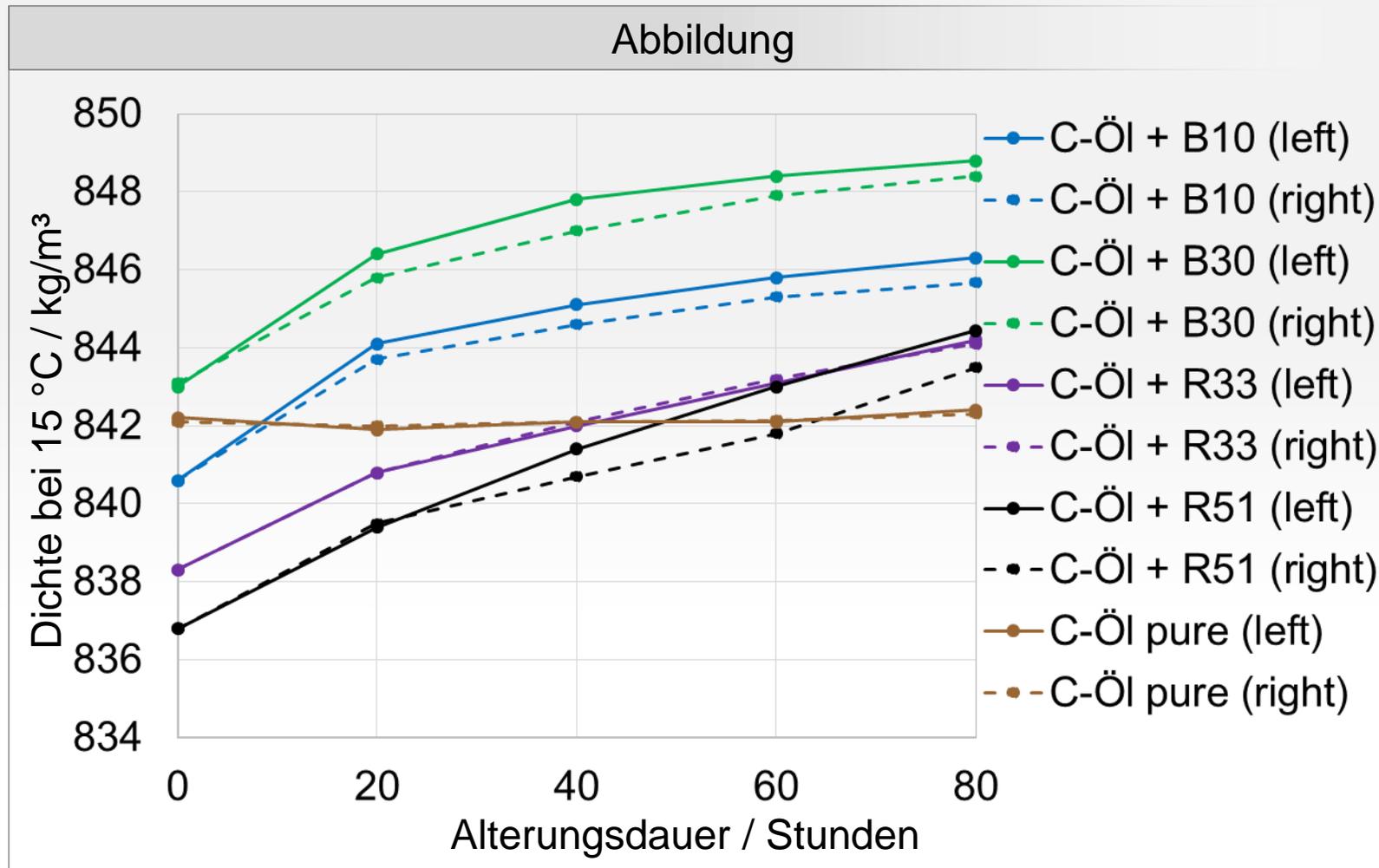


### Beschreibung

- Die Viskosität steigt mit fortschreitender Alterungszeit.
- In den ersten 20 h der Alterung kann ein deutlicher Anstieg der Viskosität der Kraftstoff-Öl-Mischungen festgestellt werden.
- Nach den ersten 20 Stunden verlangsamt sich die Zunahme der Viskosität

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
Fzg. A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fzg. B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fzg. B1		B0 R33 B10 R51 B30		
Fzg. B2		R33 B10		
Fzg. C				R33 B10

## AP-A4: Dichte der Proben (Castrol-Öl)



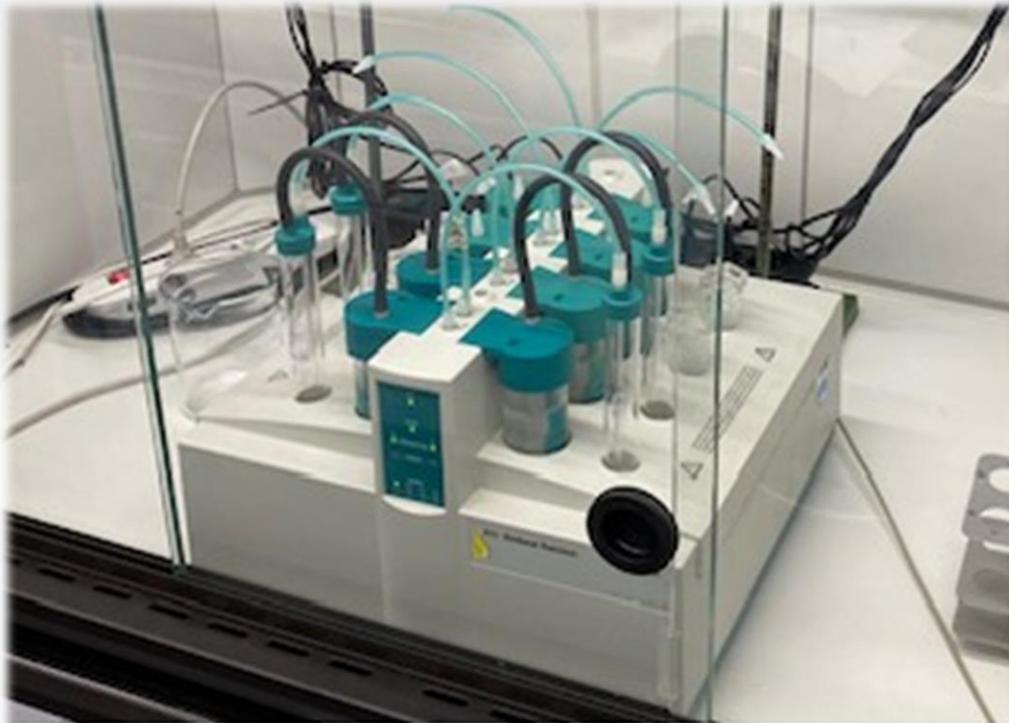
### Beschreibung

- Die Viskosität steigt mit fortschreitender Alterungszeit.
- Das reine Castrol-Öl (braune Linien) zeigt eine konstante Dichte bis zu einer Alterung von 42 Stunden.

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
Fzg. A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fzg. B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fzg. B1		B0 R33 B10 R51 B30		
Fzg. B2		R33 B10		
Fzg. C				R33 B10

## AP-A4: Verifikation der Sedimentbildung

Abbildung



Beschreibung

- AP-A3 beinhaltet angepasste Versuche
  - Kraftstoffe: R33, B10, R51
  - Dauer: 20, 40, 60, 80, 100 h
  - Temperatur: 110 °C
  - Luftvolumenstrom: 10 Liter/Stunde

## Agenda:

Zusammenfassung

Theoretische Grundlagen

Methoden und Materialien

Experimentelle Ergebnisse

○ Arbeitspaket A: Chemische Analyse der Kraftstoffe und Öle

○ Mischungsuntersuchungen

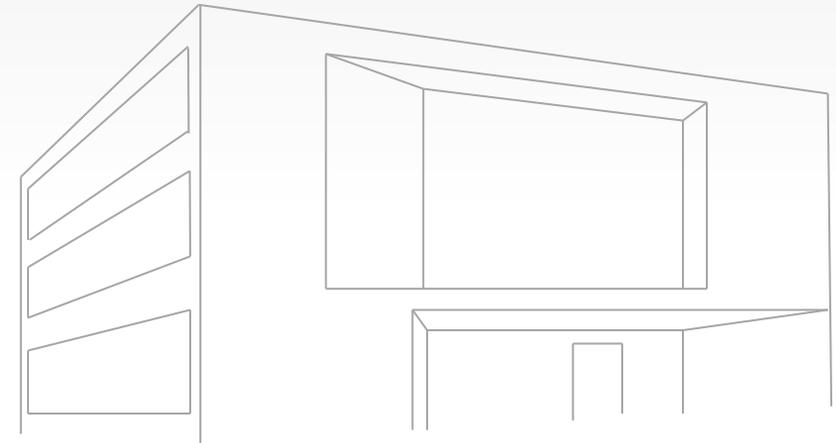
○ Alterungsuntersuchungen

○ FTIR Analysen

○ GPC Analysen

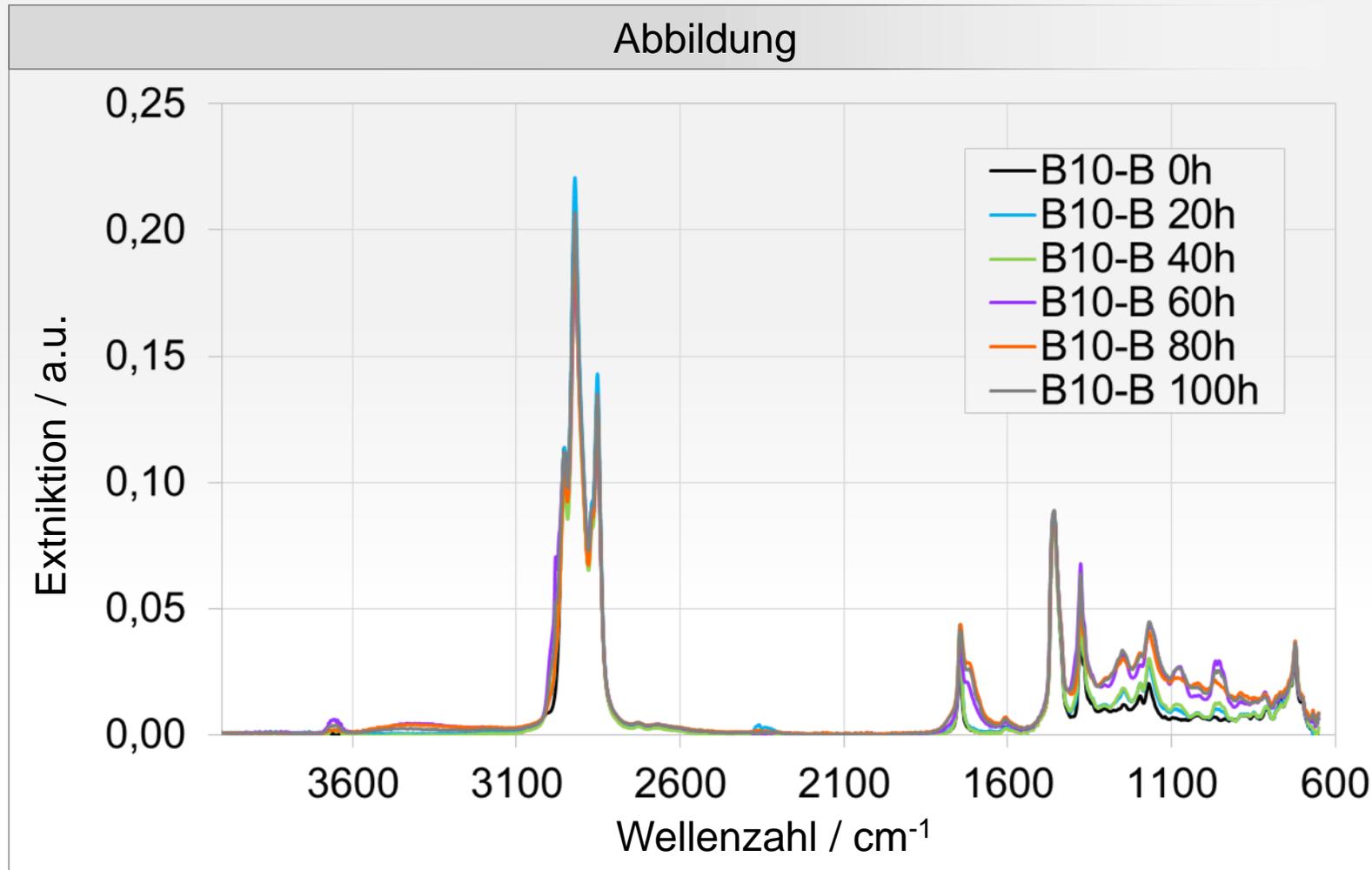
○ GCMS Analysen

○ ....



	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
	B0 R33 B10 R51 B30			
Fzg. A		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fzg. B		B0 R33 B10 R51 B30		
Fzg. B1		R33 B10		
Fzg. B2				R33 B10

## AP-A4: FTIR Spektren von B10 (aus Fass) (ohne Sedimente)

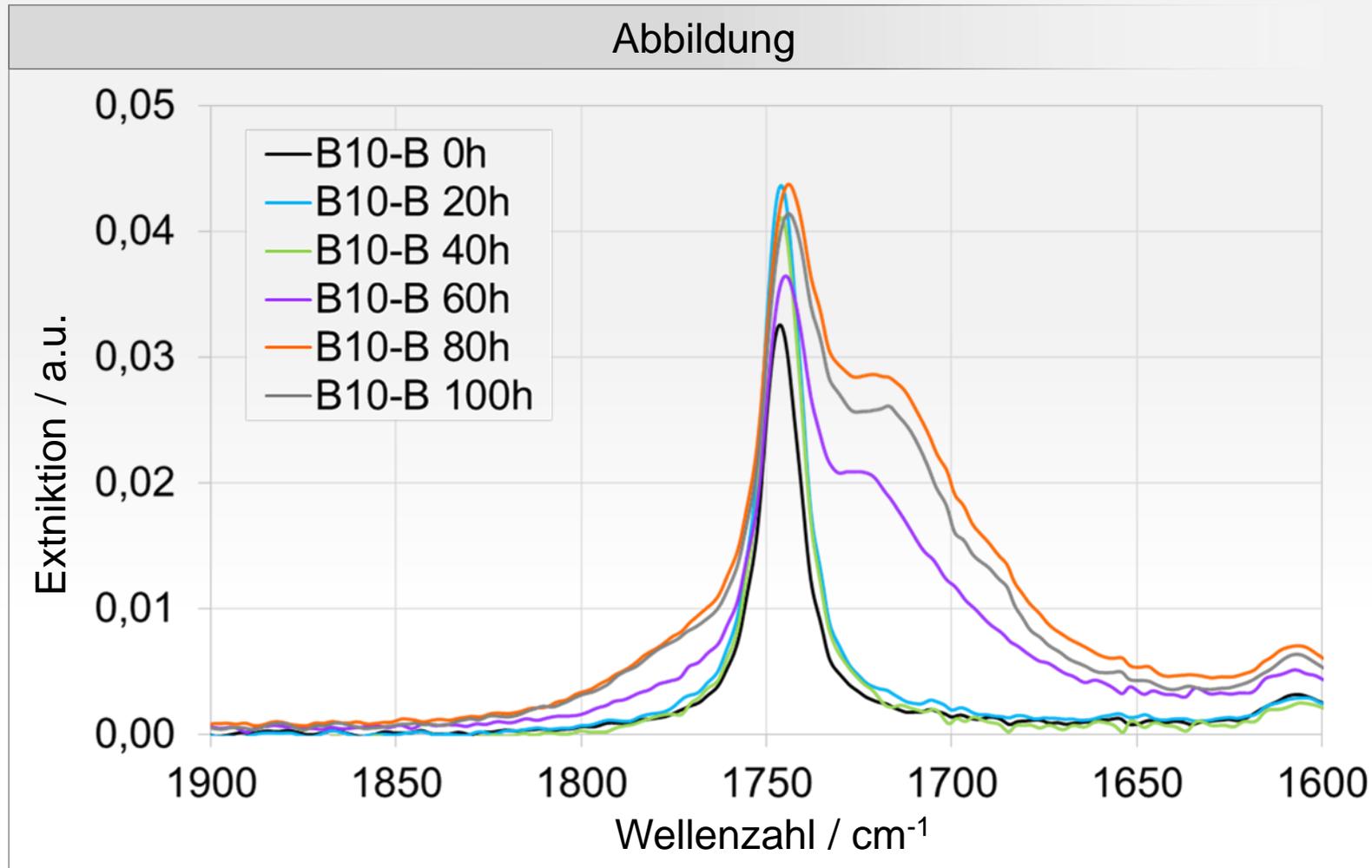


### Beschreibung

- Das FTIR Spektrum zeigt Carbonylschwingungen zwischen 1600 cm<sup>-1</sup> und 1900 cm<sup>-1</sup>.
- Anhand dieser Carbonylschwingung können die Ester im Frischkraftstoff nachgewiesen werden.
- Dazu entstehen bei der Kraftstoffalterung weitere Carbonyle, die ebenfalls in diesem Bereich nachgewiesen werden können.

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
FzA	B0 R33 B10 R51 B30			
FzB A		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
FzB B		B0 R33 B10 R51 B30		
FzB C		R33 B10		
FzB D				R33 B10

## AP-A4: Carbonylschwingungen von B10 (aus Fass) (ohne Sedimente)

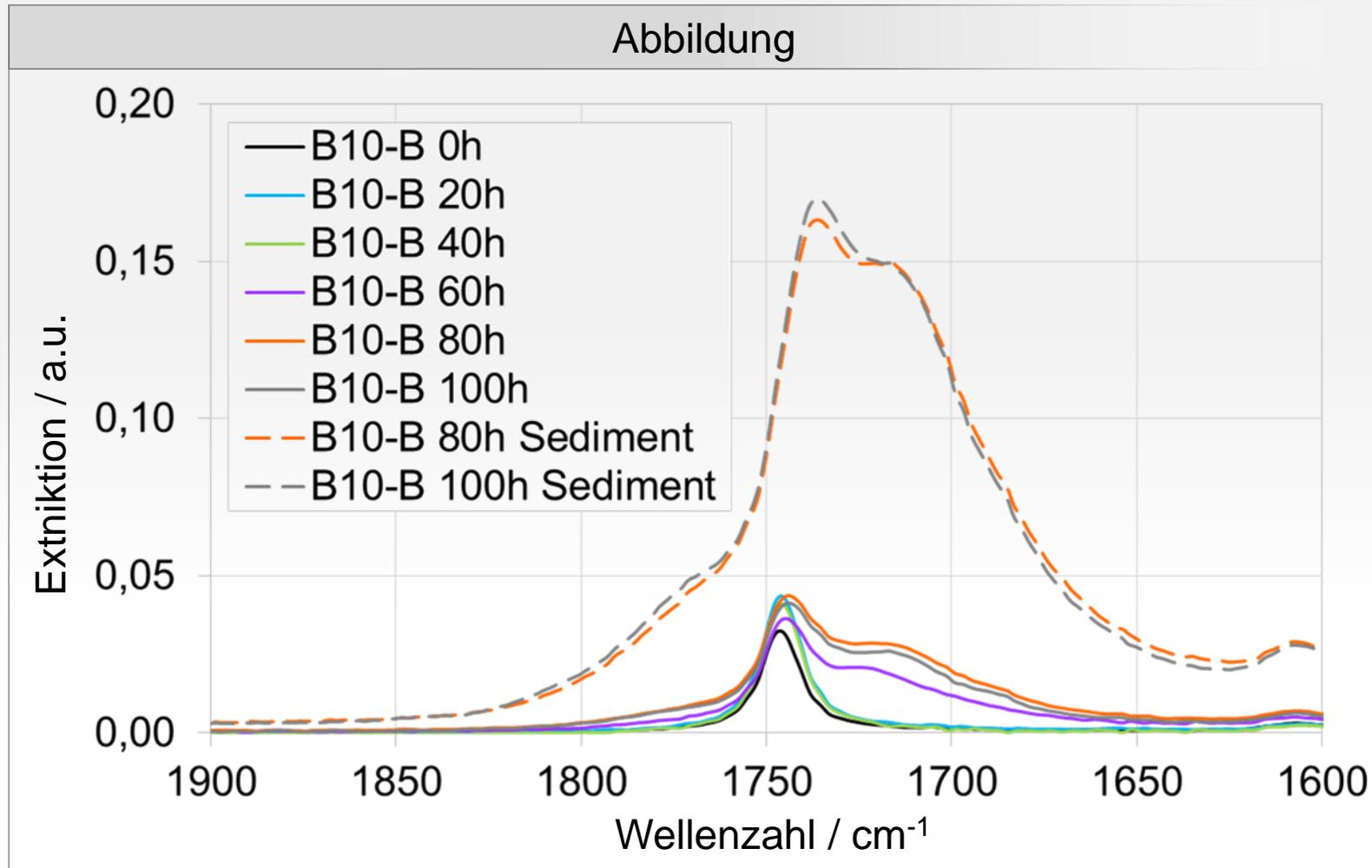


### Beschreibung

- Der B10 Kraftstoff aus dem Fass ist bis zu einer Alterungszeit von 40 Stunden stabil und zeigt nur geringe Veränderungen der Carbonylschwingungen.
- Ab einer Alterungszeit von 60 Stunden sind Verbreiterungen des Signals und die Bildung von Signalschulterung zu erkennen, welche auf die Entstehung von Alterungsprodukten schließen lassen.

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
FzG A	B0 R33 B10 R51 B30			
FzG B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
FzG B1		B0 R33 B10 R51 B30		
FzG B2		R33 B10		
FzG C				R33 B10

## AP-A4: Carbonylschwingungen von B10 (aus Fass) (mit Sedimente)

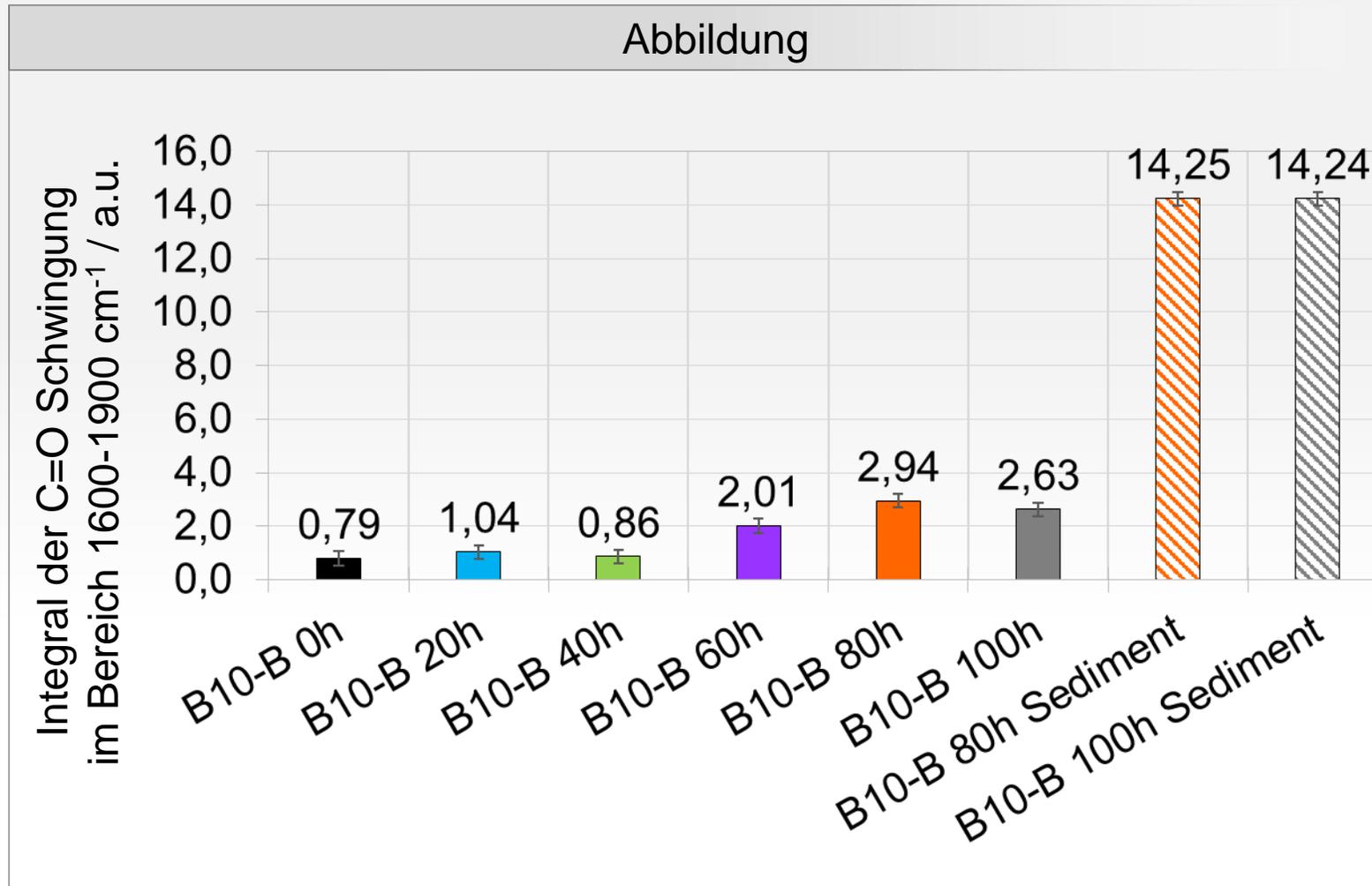


### Beschreibung

- Nach 80 und 100 Stunden Alterung bilden sich Sedimente.
- Die Sedimente zeigen Carbonylschwingungen mit einer Extinktion, die fast viermal höher ist als die der flüssigen Phase.
- Der Bereich unterhalb der Carbonylschwingung kann zur besseren Vergleichbarkeit integriert werden.

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
FzA	B0 R33 B10 R51 B30			
FzB		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
FzB		B0 R33 B10 R51 B30		
FzB		R33 B10		
FzC				R33 B10

## AP-A4: Integral der Carbonylschwingungen von B10 (aus Fass)

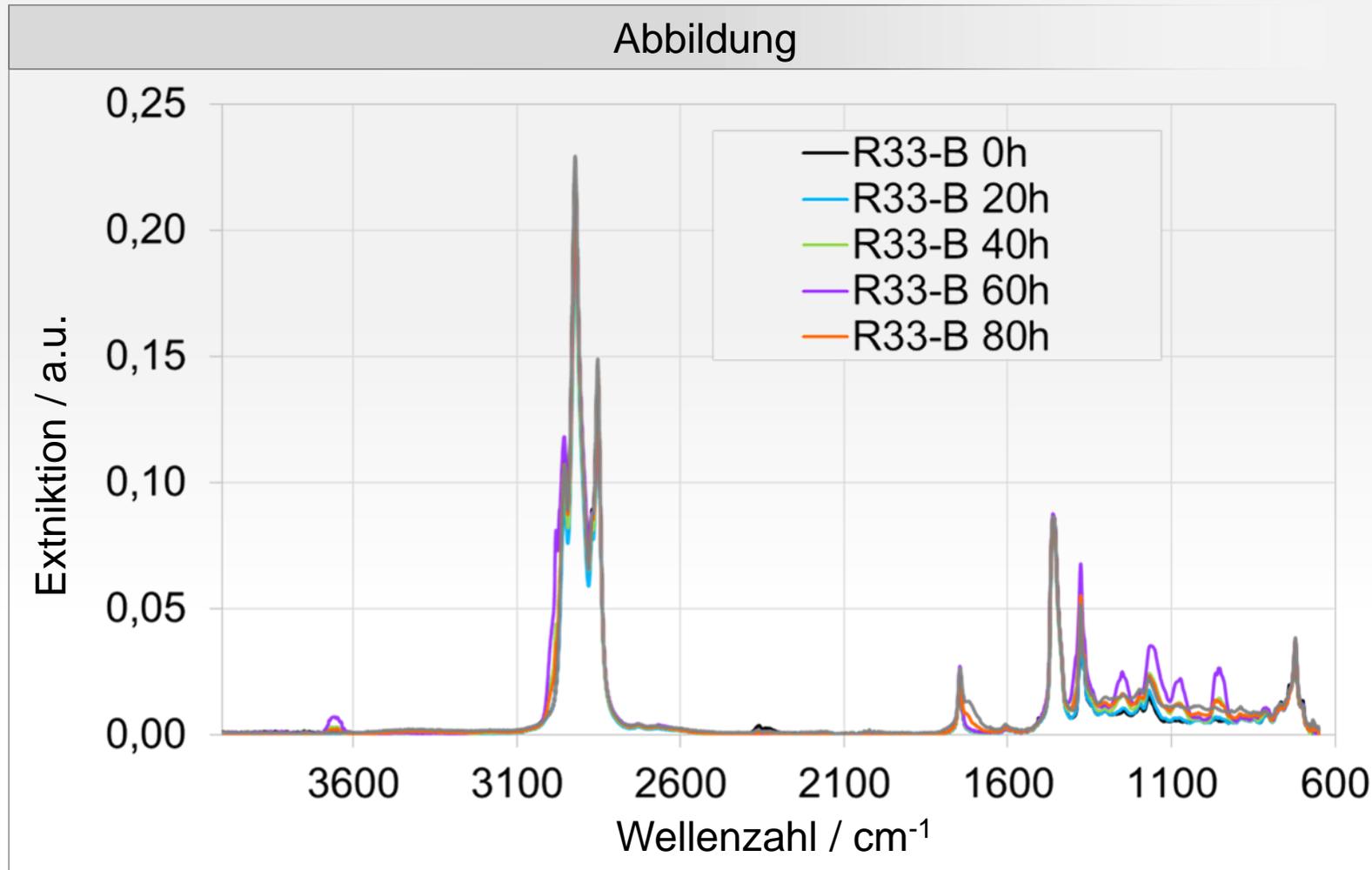


### Beschreibung

- Bis zu einer Alterungszeit von 40 Stunden zeigt das Integral nahezu konstante Werte.
- Nach einer Alterungsdauer von 60 Stunden steigt das Integral an.
- Bei 80- und 100-Stunden-Alterungszeit nimmt das Integral weiter zu.
- Die Sedimente aus der 80- und 100-Stunden Alterung weisen eine fast fünfmal größere Fläche auf.

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
	B0 R33 B10 R51 B30			
		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
		B0 R33 B10 R51 B30		
		R33 B10		
				R33 B10

## AP-A4: FTIR Spektren von R33 (aus Fass)

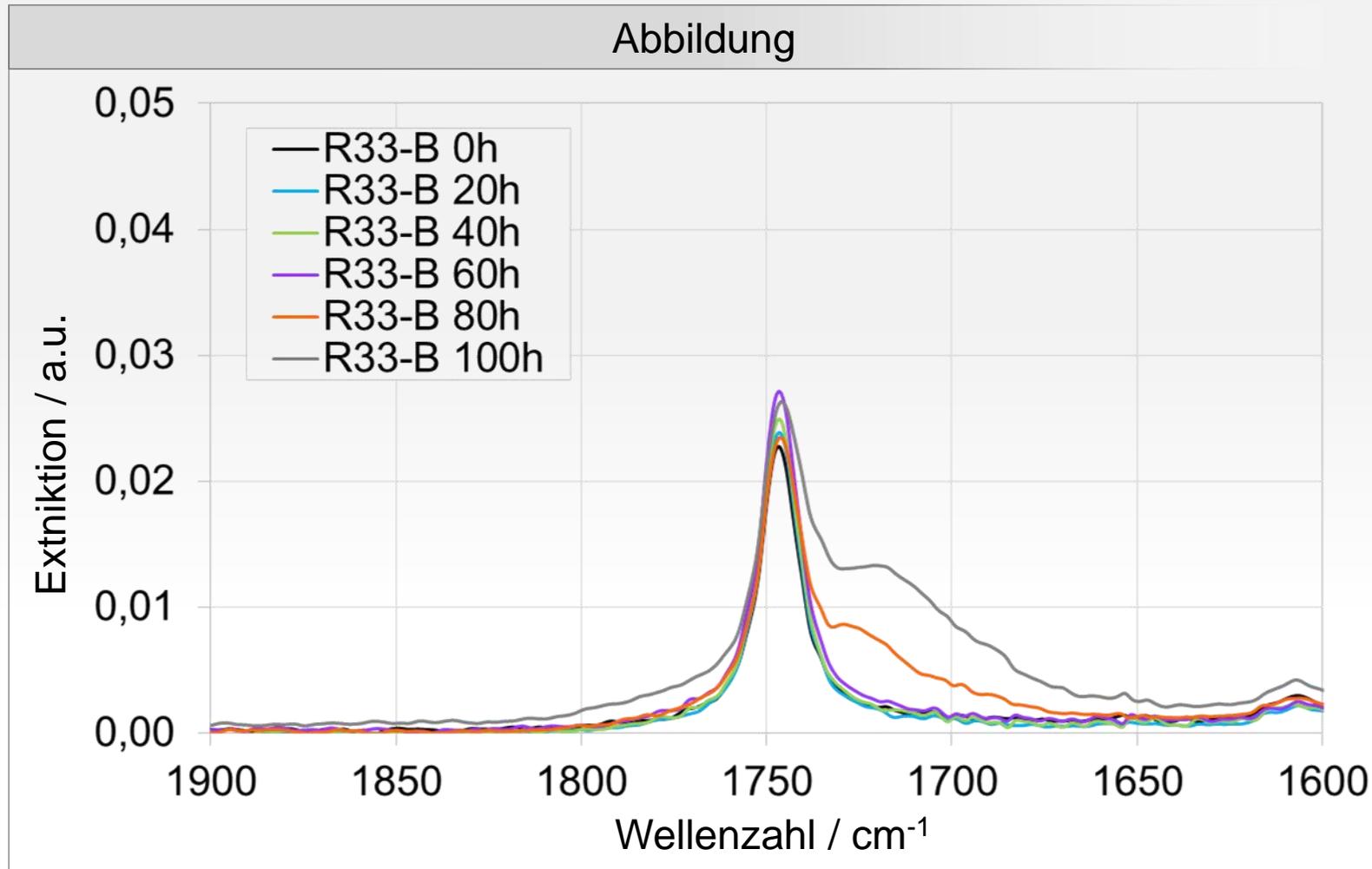


### Beschreibung

- Das FTIR Spektrum zeigt Carbonylschwingungen zwischen 1600 cm<sup>-1</sup> und 1900 cm<sup>-1</sup>.
- Anhand dieser Carbonylschwingung können die Ester im Frischkraftstoff nachgewiesen werden.
- Dazu entstehen bei der Kraftstoffalterung weitere Carbonyle, die ebenfalls in diesem Bereich nachgewiesen werden können.

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
FzA	B0 R33 B10 R51 B30			
FzA		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
FzB		B0 R33 B10 R51 B30		
FzB		R33 B10		
FzC				R33 B10

## AP-A4: Carbonylschwingungen von R33 (aus Fass) (ohne Sedimente)

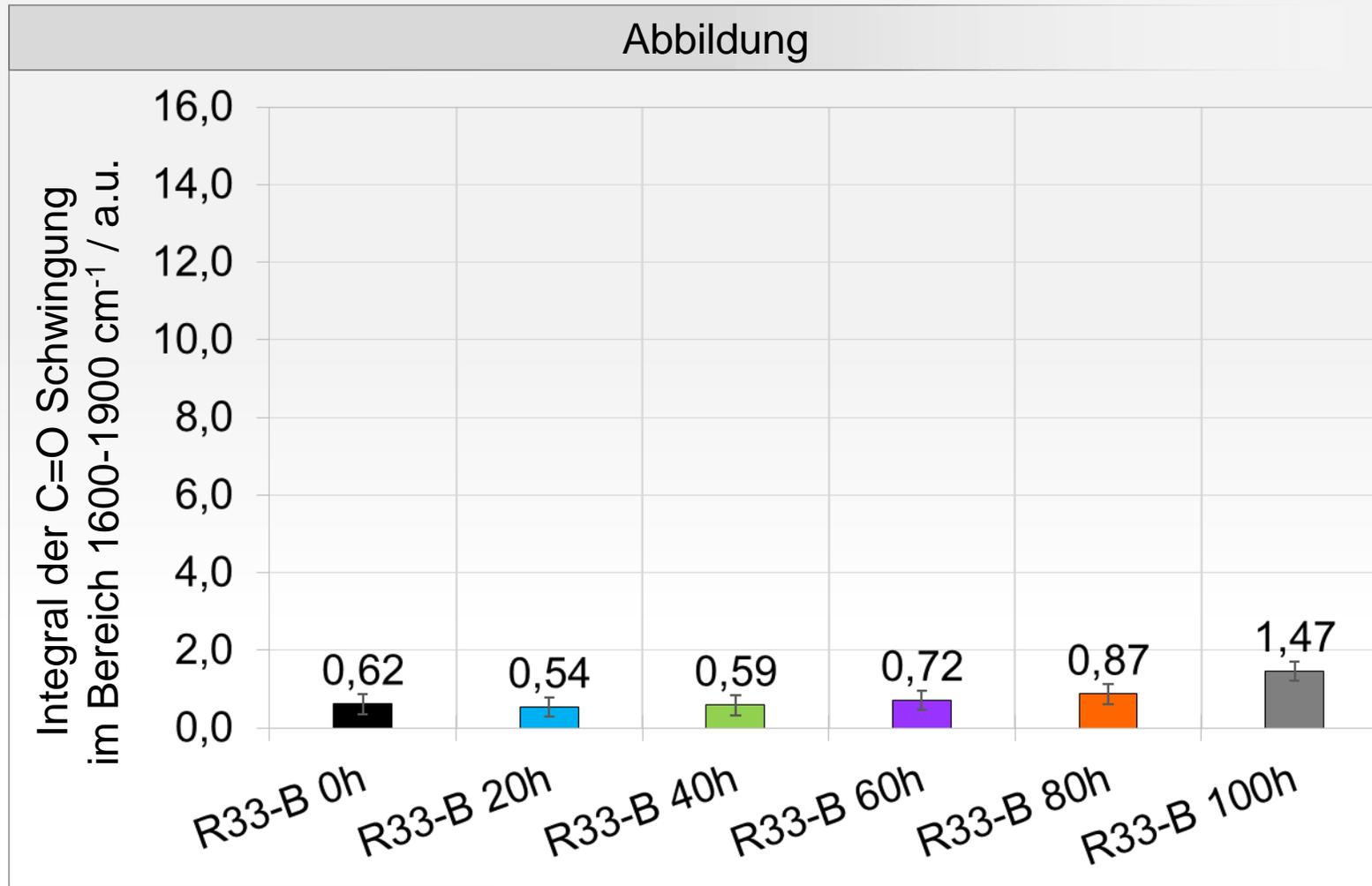


### Beschreibung

- Der R33 aus dem Fass ist bis zu einer Alterungsdauer von 60 Stunden stabil und zeigt minimale Änderungen der Carbonylschwingungen
- Ab einer Alterungszeit von 80 Stunden sind Verbreiterungen des Signals und die Bildung von Signalschulterung zu erkennen, welche auf die Entstehung von Alterungsprodukten schließen lassen.

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
FzA	B0 R33 B10 R51 B30			
FzA		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
FzB		B0 R33 B10 R51 B30		
FzB		R33 B10		
FzC				R33 B10

## AP-A4: Integral der Carbonylschwingungen von R33 Alterung (aus Fass)

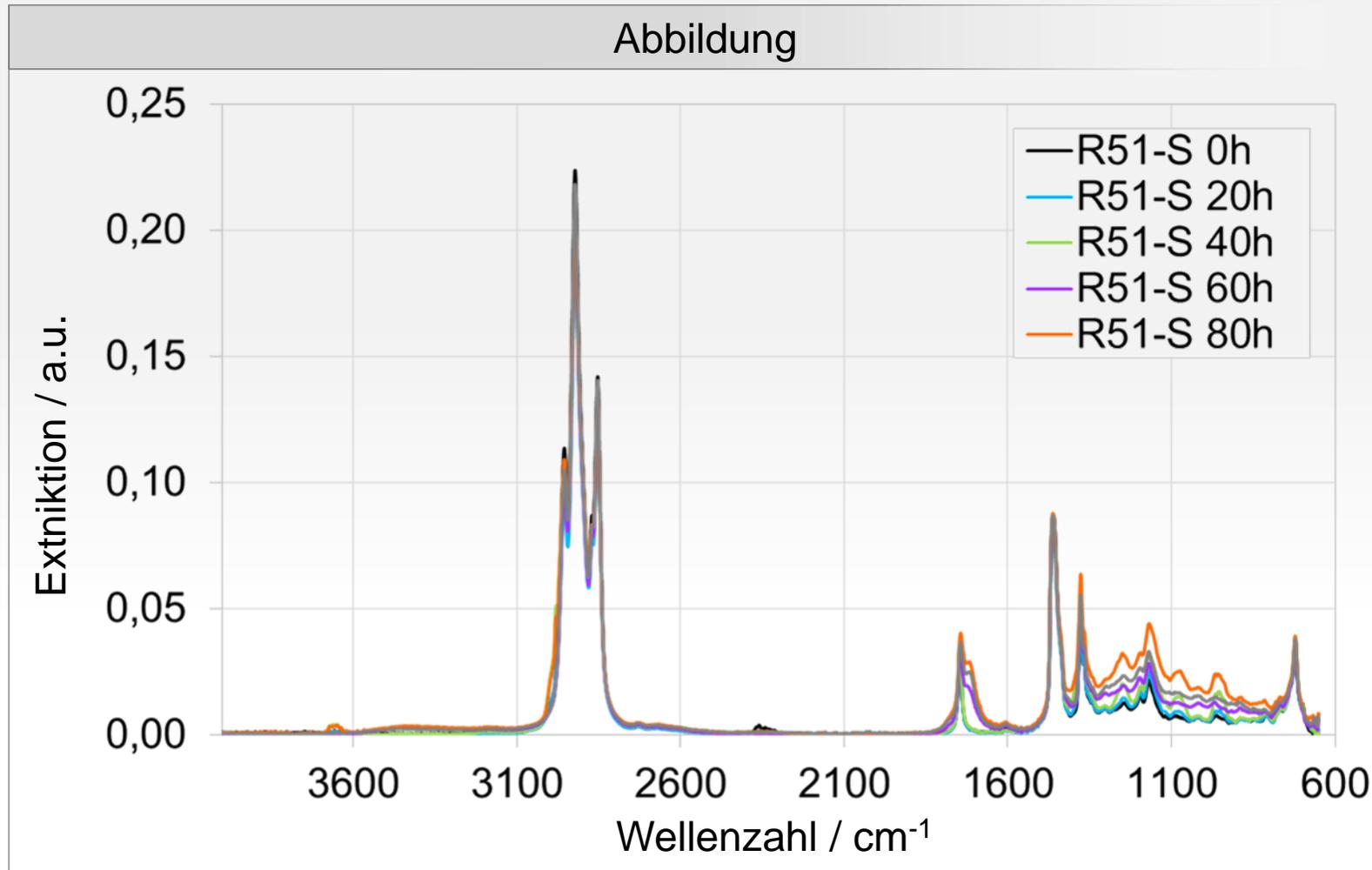


### Beschreibung

- Bis zu einer Alterungszeit von 80 Stunden zeigt das Integral nahezu konstante Werte.
- Nach einer Alterungsdauer von 100 Stunden steigt das Integral an.
- Bei dem R33 (aus Fass) setzen sich keine Sedimente ab, was möglicherweise auf die Additive zurückgeführt werden kann.

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
FzG A	B0 R33 B10 R51 B30			
FzG B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
FzG B1		B0 R33 B10 R51 B30		
FzG B2		R33 B10		
FzG C				R33 B10

## AP-A4: FTIR Spektrum von R51 (selbst angemischt) (ohne Sedimente)

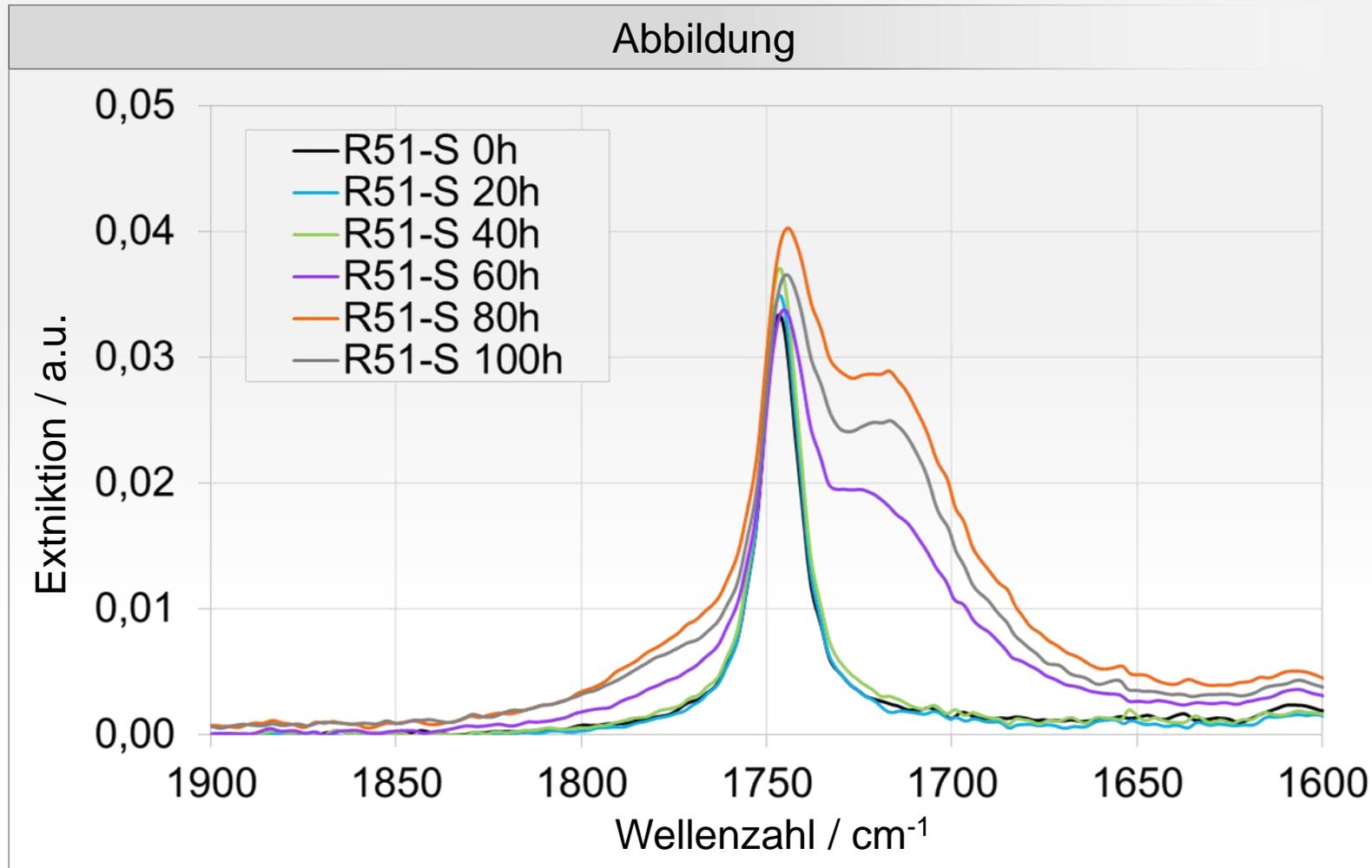


### Beschreibung

- Das FTIR Spektrum zeigt Carbonylschwingungen zwischen 1600 cm<sup>-1</sup> und 1900 cm<sup>-1</sup>.
- Anhand dieser Carbonylschwingung können die Ester im Frischkraftstoff nachgewiesen werden.
- Dazu entstehen bei der Kraftstoffalterung weitere Carbonyle, die ebenfalls in diesem Bereich nachgewiesen werden können.

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
FzA	B0 R33 B10 R51 B30			
FzB		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
FzB		B0 R33 B10 R51 B30		
FzB		R33 B10		
FzC				R33 B10

## AP-A4: Carbonylschwingungen von R51 (selbst angem.) (ohne Sedimente)

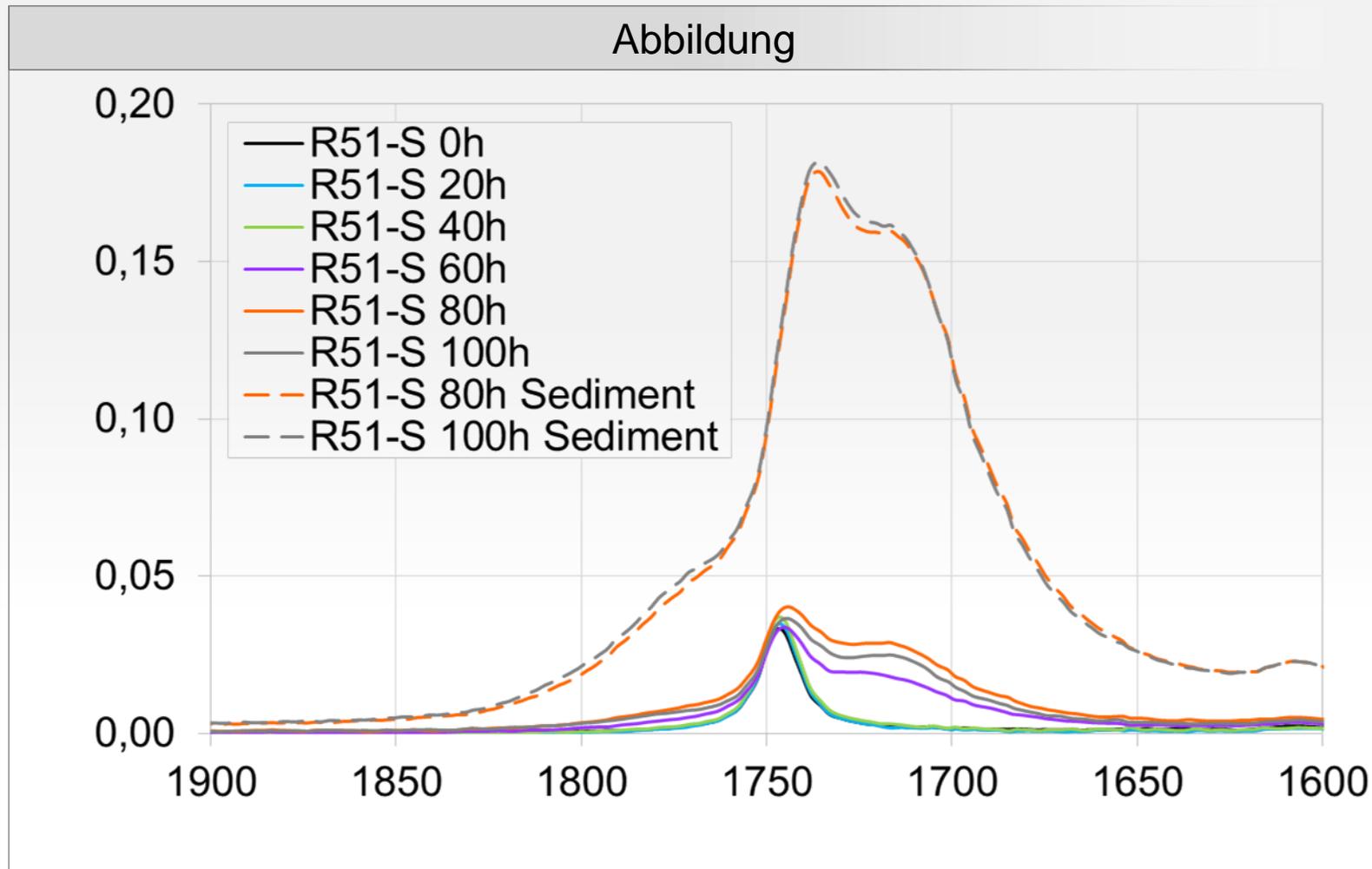


### Beschreibung

- Der selbst angemischte R51 ist bis zu einer Alterungsdauer von 40 Stunden stabil und zeigt minimale Änderungen der Carbonylschwingungen
- Ab einer Alterungszeit von 60 Stunden sind Verbreiterungen des Signals und die Bildung von Signalschulterung zu erkennen, welche auf die Entstehung von Alterungsprodukten schließen lassen.

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
FzG A	B0 R33 B10 R51 B30			
FzG B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
FzG B1		B0 R33 B10 R51 B30		
FzG B2		R33 B10		
FzG C				R33 B10

## AP-A4: Carbonylschwingungen von R51 (selbst angem.) (mit Sedimenten)

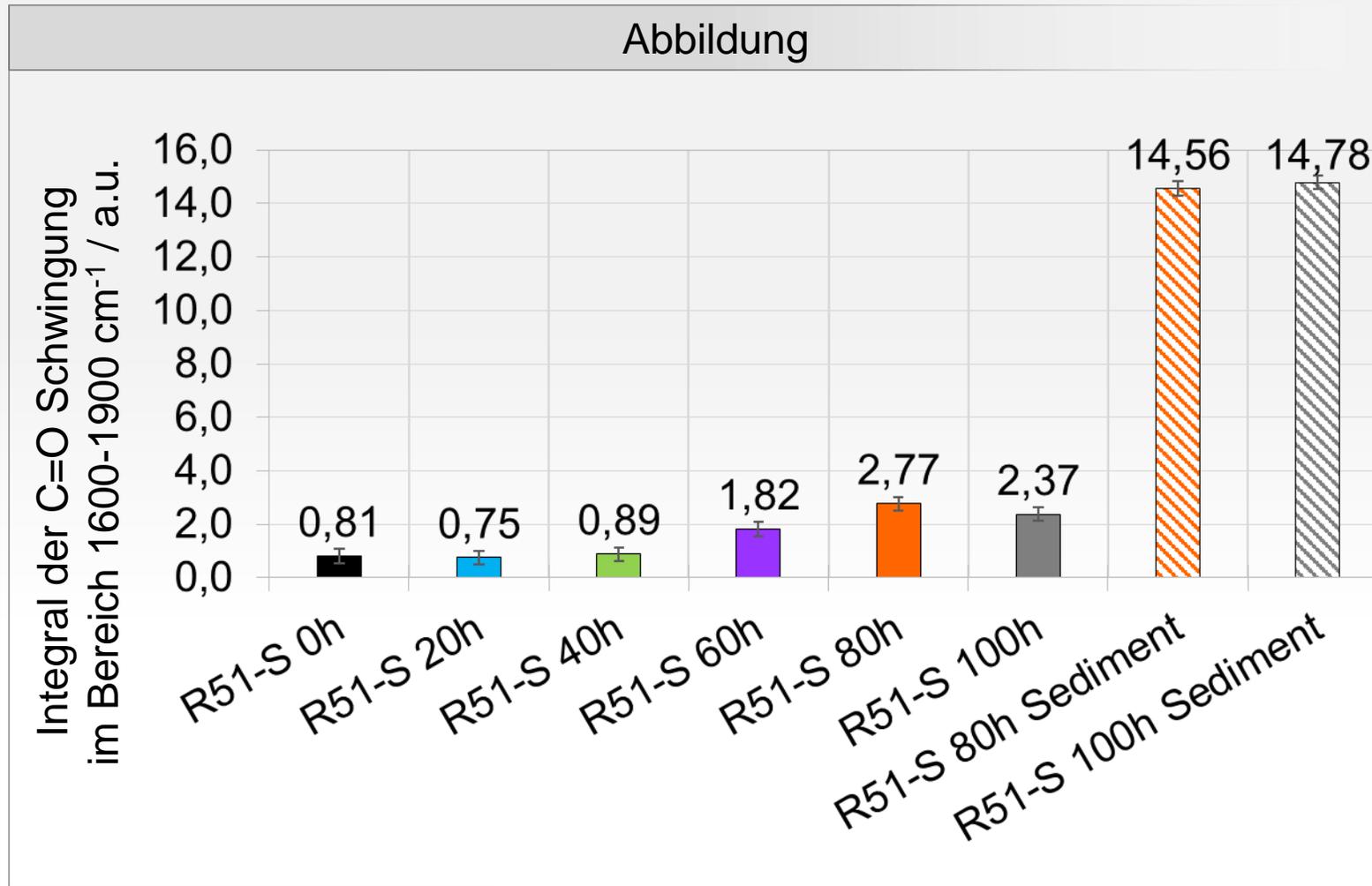


### Beschreibung

- Nach 80 und 100 Stunden Alterung bilden sich Sedimente.
- Die Sedimente zeigen eine Carbonylschwingung mit einer Extinktion, die fast viermal höher ist als die der flüssigen Phase.
- Der Bereich unterhalb der Carbonylschwingung kann zur besseren Vergleichbarkeit integriert werden.

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
Fz A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fz B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fz B1		B0 R33 B10 R51 B30		
Fz B2		R33 B10		
Fz C				R33 B10

## AP-A4: Integral der Carbonylschwingungen von R51 (selbst angem.)



### Beschreibung

- Bis zu einer Alterungszeit von 40 Stunden zeigt das Integral nahezu konstante Werte.
- Nach einer Alterungsdauer von 60 Stunden steigt das Integral an.
- Bei 80- und 100-Stunden-Alterungszeit nimmt das Integral weiter zu.
- Die Sedimente aus der 80- und 100-Stunden Alterung weisen eine fast fünfmal größere Fläche auf.

## Agenda:

Zusammenfassung

Theoretische Grundlagen

Methoden und Materialien

Experimentelle Ergebnisse

○ Arbeitspaket A: Chemische Analyse der Kraftstoffe und Öle

○ Mischungsuntersuchungen

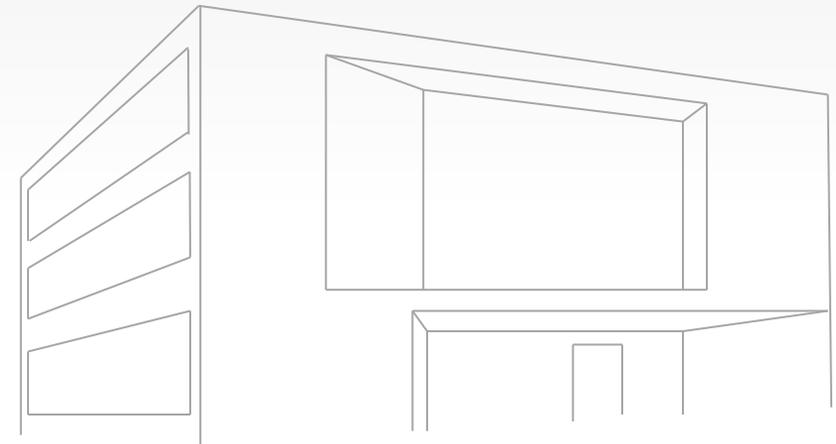
○ Alterungsuntersuchungen

○ FTIR Analysen

○ GPC Analysen

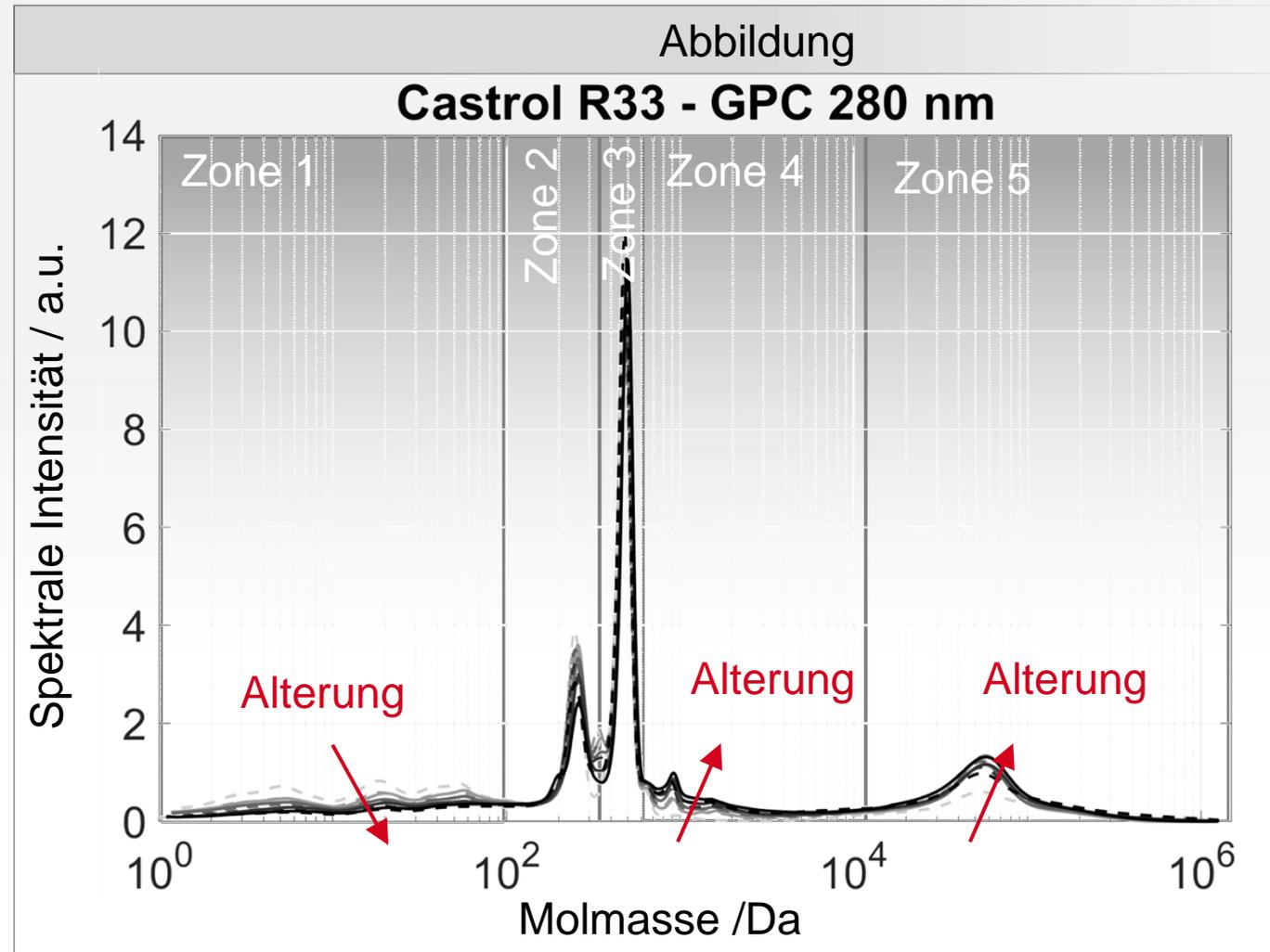
○ GCMS Analysen

○ ....



	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pfliegedienst)	Langstreckenfahrten
Frz. A	B0 R33 B10 R51 B30			
Frz. B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Frz. B1		B0 R33 B10 R51 B30		
Frz. B2		R33 B10		
Frz. C				R33 B10

## AP-A4: GPC Daten der Castrol + R33 Alterung



### Beschreibung

- Die gleiche Logik gilt für die Öl- und Kraftstoffproben, wobei Bereich 3 vom Ölpeak dominiert wird.
- - 1: kleinste Mol\* abnehmend
- - 2: kleine Mol\* zunehmend
- - 3: Öl Peak
- - 4: große Mol\* zunehmend
- - 5: größte Mol\* zunehmend

### Legende:

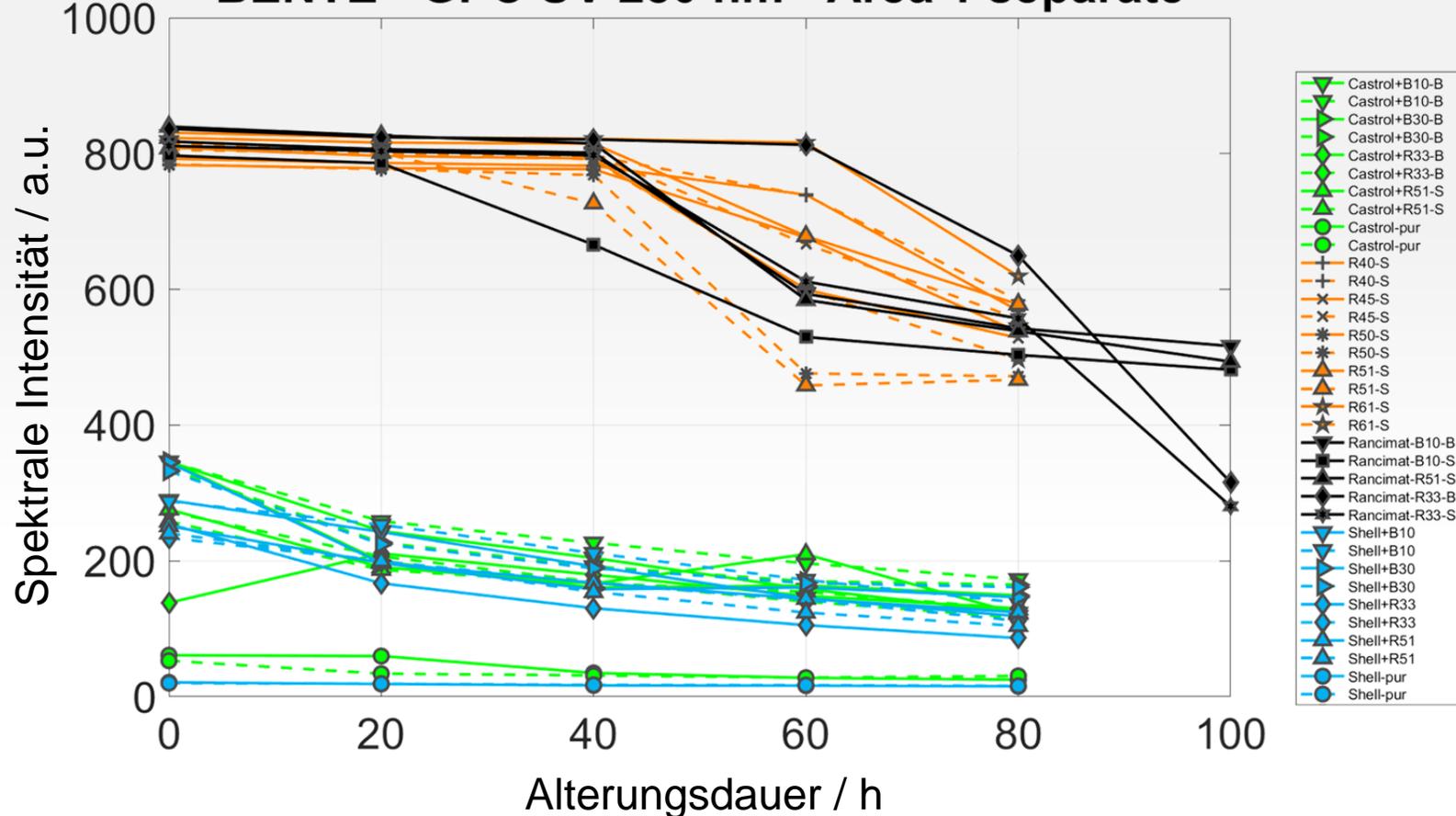
- helle-Linie: frische Probe
- dunkle-Linie: gealterte Probe
- durchgehende-Linie: Topf 1
- gestrichelte-Linie: Topf 2

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
Fz1 A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fz2 A		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fz3 B		B0 R33 B10 R51 B30		
Fz4 B		R33 B10		
Fz5 C				R33 B10

## AP-A4: GPC Datenauswertung

Abbildung

### BENTE - GPC UV 280 nm - Area 1 separate



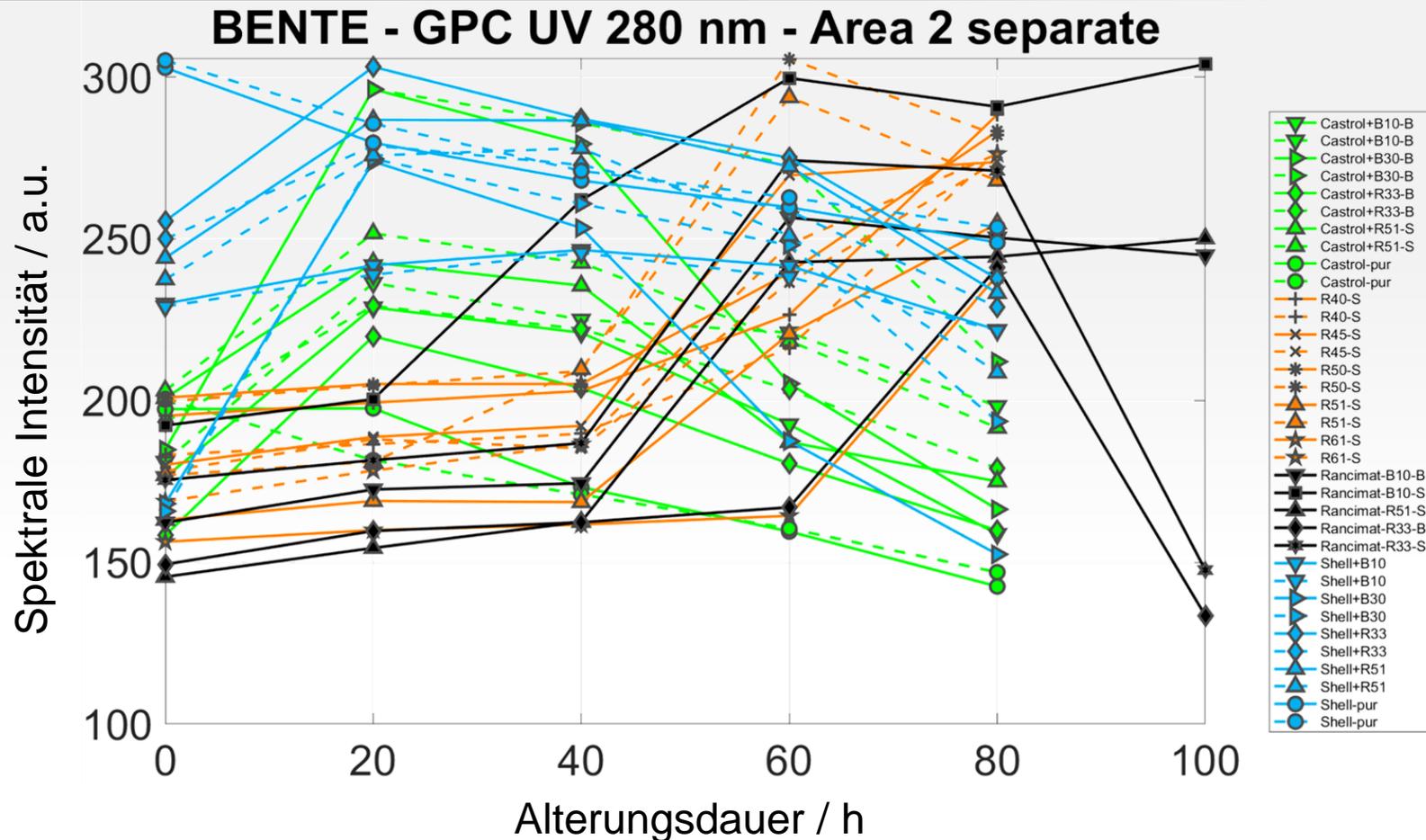
## Legende

- Der Bereich 1 ermöglicht eine klare Unterscheidung der Proben.
- schwarz: Racimat Kraftstoff + Castrol-Öl
- orange: Apparatur Kraftstoff + Castrol-Öl
- grün: Apparatur Kraftstoff + Shell-Öl
- blau: Apparatur Kraftstoff + Shell-Öl
- grüne Kreise: Castrol Öl
- blaue Kreise: Shell Öl (unten im Diagramm)

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
Frz. A	B0 R33 B10 R51 B30			
Frz. B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Frz. B1		B0 R33 B10 R51 B30		
Frz. B2		R33 B10		
Frz. B3				R33 B10

## AP-A4: GPC Datenauswertung

Abbildung



## Legende

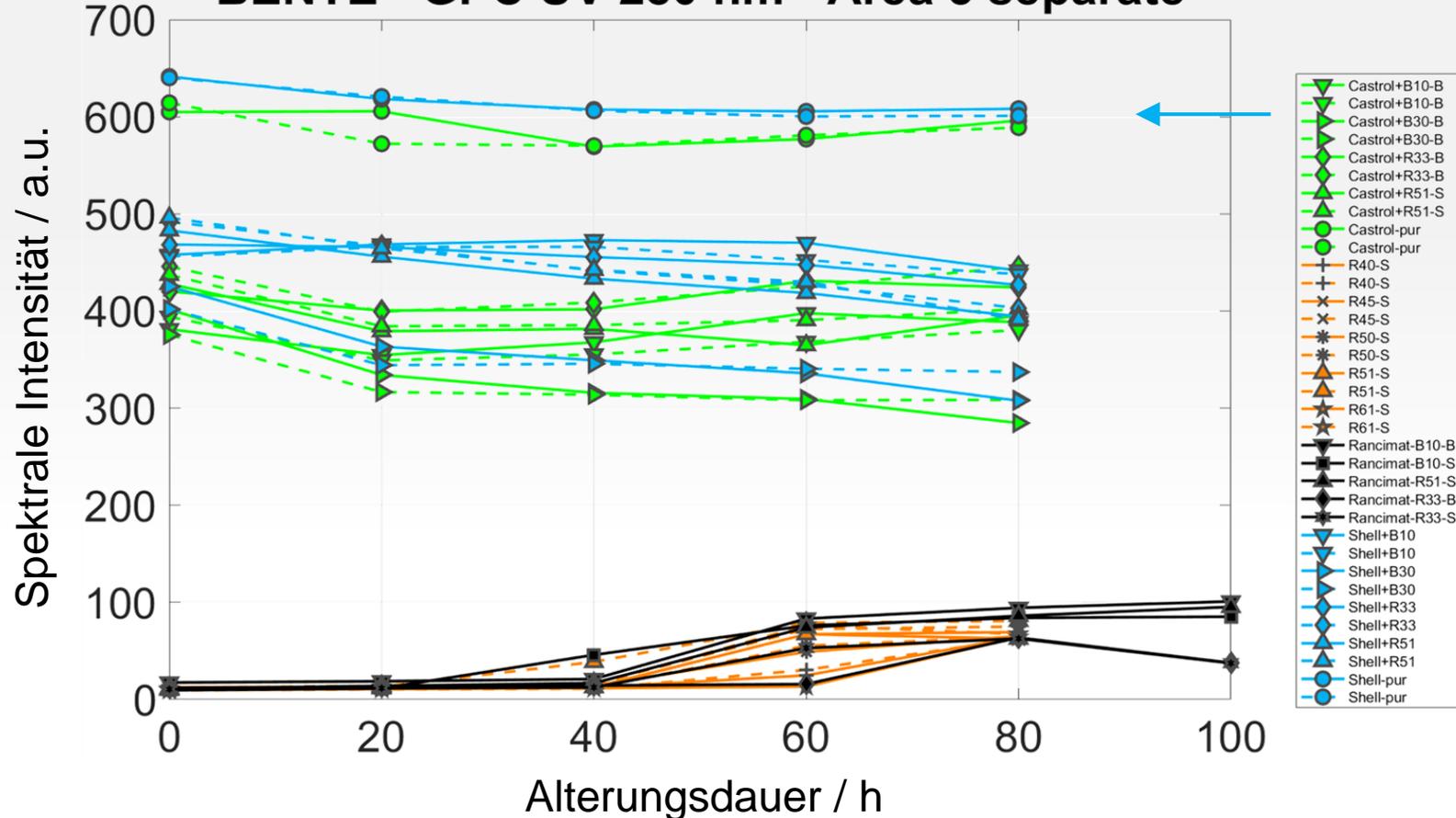
- Im Bereich 2 ist eine Überlappung der Signale zu erkennen.
- Dabei könnte der Wechsel zwischen Auf- und Abwärtschritten ein Hinweis auf den Auf- und Abbau von Zwischenprodukten sein. (nicht verifiziert)

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
FzG A	B0 R33 B10 R51 B30			
FzG B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
FzG B1		B0 R33 B10 R51 B30		
FzG B2		R33 B10		
FzG C				R33 B10

## AP-A4: GPC Datenauswertung

Abbildung

### BENTE - GPC UV 280 nm - Area 3 separate



### Legende

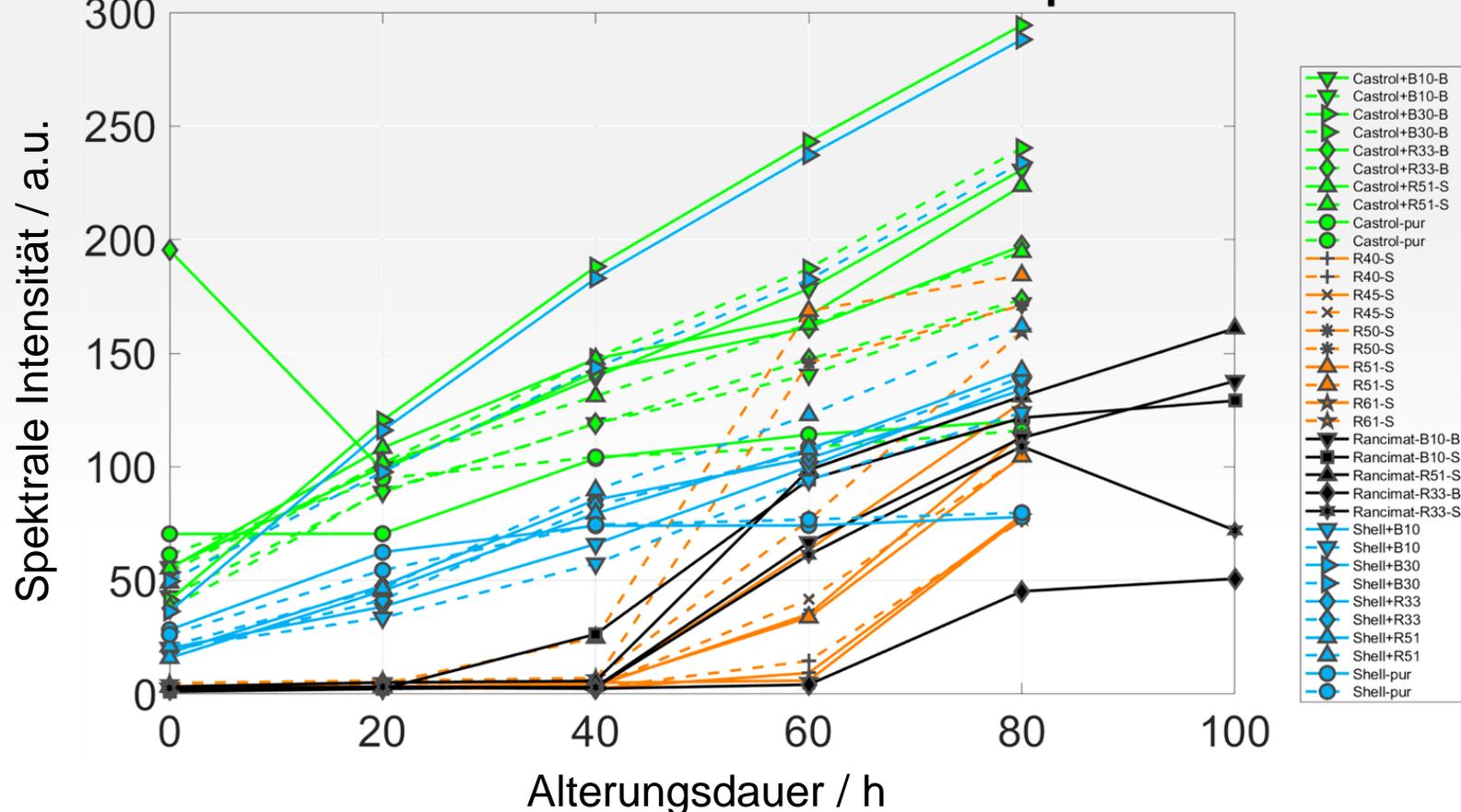
- Bereich 3 zeigt wieder eine sauberere Trennung zwischen den Proben.
- Die Ölproben ohne Kraftstoff zeigen das höchste Signal, was auf die höchste Konzentration der mittelgroßen Moleküle hinweist, mit leicht höheren Werten für die Shell-Öle (blau) und einer geringen Tendenz zur Abnahme (blau).

	Chemische Analysen	Rollenprüf-standstests	Kurzstreckentests (Pfliegedienst)	Langstrecken- fahrten
FzG A	B0 R33 B10 R51 B30			
FzG B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
FzG B1		B0 R33 B10 R51 B30		
FzG B2		R33 B10		
FzG B3				R33 B10

## AP-A4: GPC Datenauswertung

Abbildung

### BENTE - GPC UV 280 nm - Area 4 separate



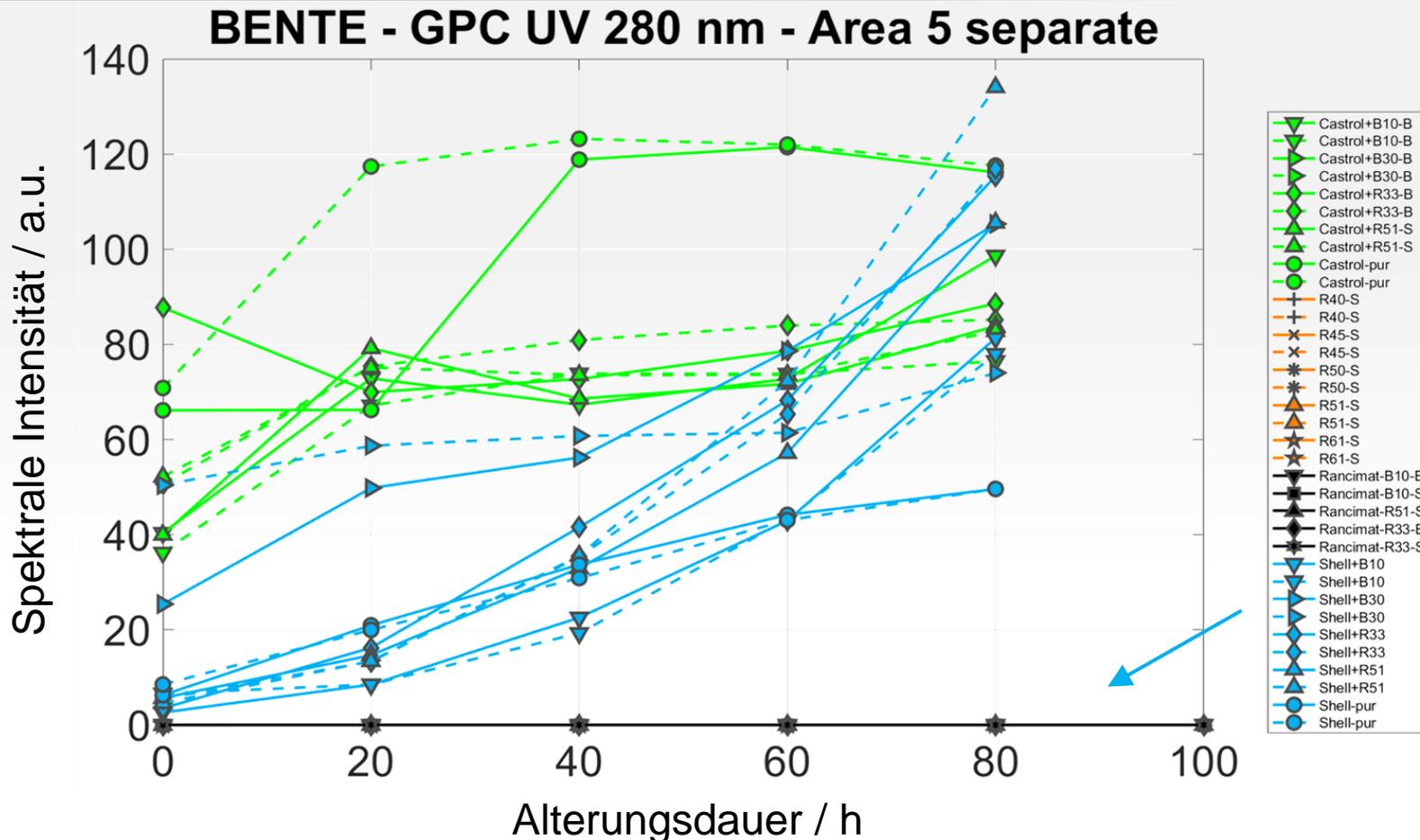
### Legende

- Bereich 4 zeigt einen Ausreißer von Castrol-Öl+R33 mit 0 Stunden, der auch in den Rohdaten zu sehen ist.
- Trotz des Ausreißers zeigt Bereich 4 insgesamt eine Zunahme der Signalintensität, was auf eine Zunahme großer Moleküle bei allen getesteten Proben hindeutet.
- Der verzögerte Signalanstieg der reinen Kraftstoffproben könnte auf einen verzögerten Alterungsbeginn hinweisen.

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
Castrol	B0, R33, B10, R51, B30			
Shell		R33, B10	B10, B7 Tankstelle	
Rancimat		B0, R33, B10, R51, B30		
Castrol-pur		R33, B10		
Shell-pur				R33, B10

## AP-A4: GPC Datenauswertung

Abbildung



Legende

- Auch im Bereich 5 ist eine deutliche Trennung der Proben zu erkennen.
- Die Kraftstoff-Öl-Mischungen weisen auffällige Signalintensitäten auf, was mit leicht höheren Werten für die Castrol-Proben (grün) auf das Auftreten von Molekülen oder Polymeren  $> 10.000$  hinweist
- Die reinen Kraftstoffproben geben keinen Hinweis für derart große Moleküle, was darauf hindeutet, dass solche Moleküle mit Ölalterungsprozessen korrelieren.

## Agenda:

Zusammenfassung

Theoretische Grundlagen

Methoden und Materialien

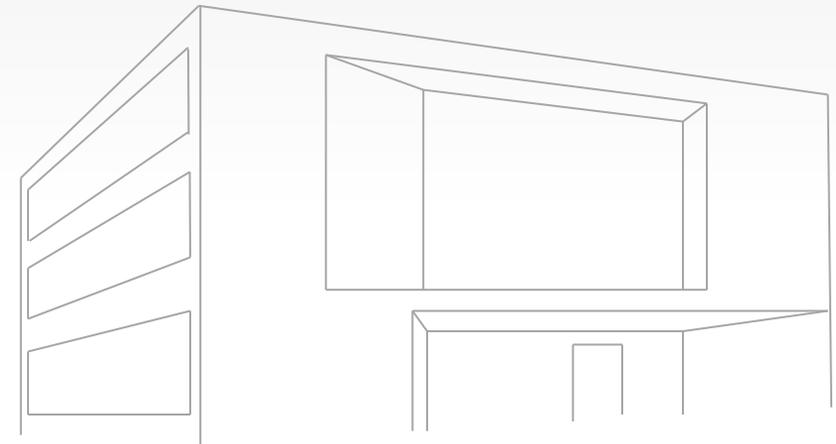
Experimentelle Ergebnisse

- Arbeitspaket A: Chemische Analyse der Kraftstoffe und Öle
- Arbeitspaket B: Empfang der Versuchsfahrzeuge
- Arbeitspaket C: WLTC Emissionsmessungen
- Arbeitspaket D: WLTC Ölverdünnungsmessungen
- Arbeitspaket E: Ölverdünnungsmessungen im Realbetrieb
- Arbeitspaket X: Rohemissionsmessungen

Zusammenfassung und Ausblick

Danksagung

Kontaktdaten



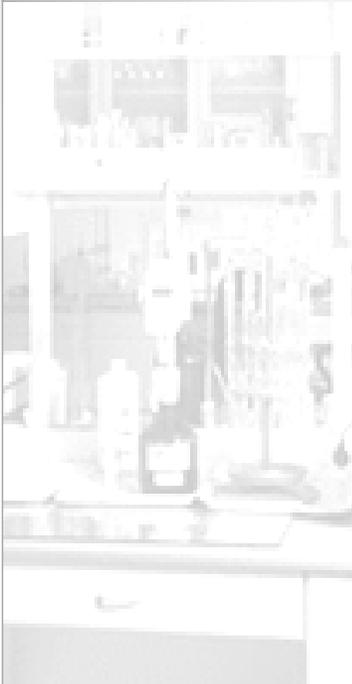
	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
FzA A	B0 R33 B10 R51 B30			
FzB A		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
FzB B		B0 R33 B10 R51 B30		
FzB C		R33 B10		
FzB D				R33 B10

# Kraftstoffforschung an der Hochschule Coburg

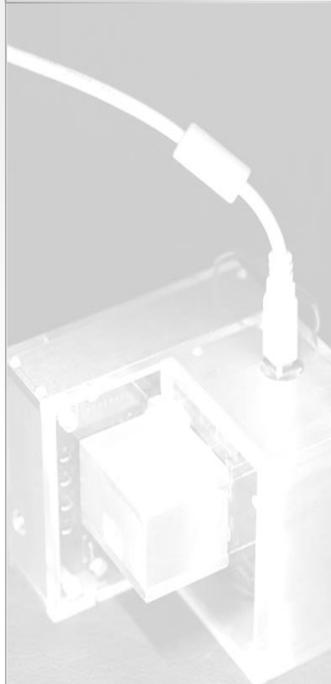


Kraftstoff Synthese

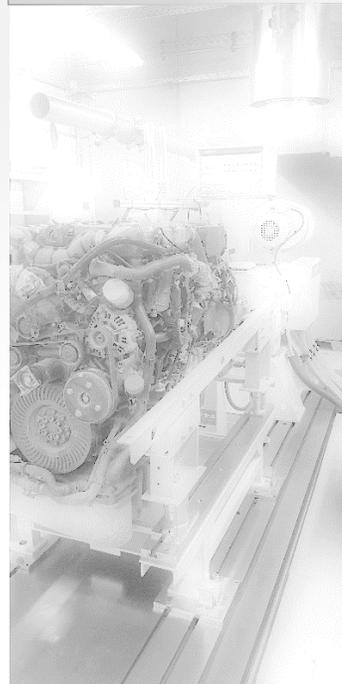
Chemische Analysen



Sensor Entwicklung



Vollmotoranalysen



Rollenprüfstandstests



Real Driving Tests



Kraftstoff Flottentest



Kundenanwendung

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pflagedienst)	Langstreckenfahrten
Fz A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fz B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fz B'		B0 R33 B10 R51 B30		
Fz B''		R33 B10		
Fz C				R33 B10

# Methoden und Materialien – Testfahrzeug: Fahrzeug A



## Test-Fahrzeuge



## Abbildung



## Beschreibung

- Getriebe: DQ381 (DSG/FWD)
- Abgasnorm: Euro 6d (EA288 EVO)
- Motor: 2.0l TDI SCR
  - 400 Nm @ 1750 - 3500 rpm
  - 147 kW @ 3500 - 4000 rpm
- Zertifizierter Verbrauch:
  - 4,7 l/100 km
  - 124 g/km
- Modelljahr: 2021

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandtests	Kurzstreckentests (Pflagedienst)	Langstreckenfahrten
Fz A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fz B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fz B'		B0 R33 B10 R51 B30		
Fz B''		R33 B10		
Fz C				R33 B10

## Methoden und Materialien – Testfahrzeug: Fahrzeug B



### Test-Fahrzeuge



### Abbildung



### Beschreibung

- Getriebe: DQ381 (DSG/FWD)
- Abgasnorm: Euro 6d (EA288 EVO)
- Motor: 2.0l TDI SCR
  - 400 Nm @ 1750 - 3500 rpm
  - 147 kW @ 3500 - 4000 rpm
- Zertifizierter Verbrauch:
  - 4,7 l/100 km
  - 124 g/km
- Modelljahr: 2019

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pflegedienst)	Langstreckenfahrten
Fzg. A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fzg. B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fzg. B1		B0 R33 B10 R51 B30		
Fzg. B2		R33 B10		
Fzg. B3				R33 B10

## Ergebnisse der Fahrzeug-Emissionsüberprüfungen

### Fahrzeug A



R33: erreicht 3 valide Tests  
B10: erreicht 3 valide Tests

### Fahrzeug B



B0: erreicht 3 valide Tests  
R33: erreicht 3 valide Tests  
B10: erreicht 3 valide Tests  
R51: erreicht 3 valide Tests  
B30: erreicht 3 valide Tests

### Beschreibung

- Coburg führte die Tests mit Fahrzeug A und Fahrzeug B durch, wobei nur mit den Sommerreifen von Fahrzeug B gefahren wurde (tägliches Räderwechsel)
- Fahrzeug A absolvierte die Tests mit B10 und R33
- Fahrzeug B absolvierte die Tests mit B0, R33, B10, R51 und B30

## Agenda:

Zusammenfassung

Theoretische Grundlagen

Methoden und Materialien

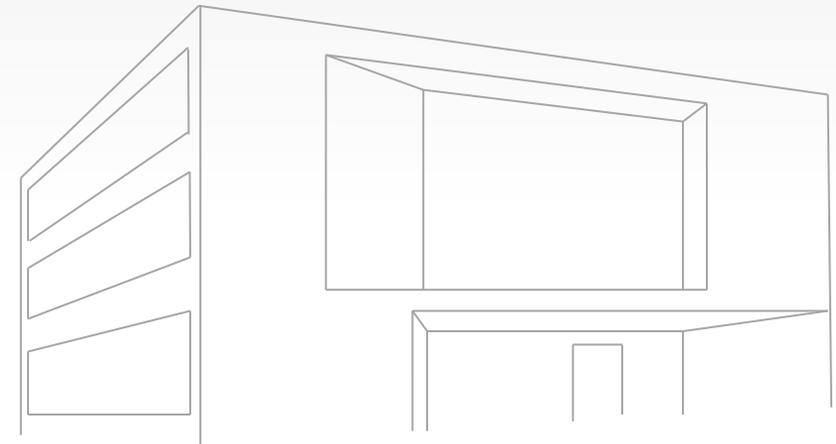
Experimentelle Ergebnisse

- Arbeitspaket A: Chemische Analyse der Kraftstoffe und Öle
- Arbeitspaket B: Empfang der Versuchsfahrzeuge
- Arbeitspaket C: WLTC Emissionsmessungen
- Arbeitspaket D: WLTC Ölverdünnungsmessungen
- Arbeitspaket E: Ölverdünnungsmessungen im Realbetrieb
- Arbeitspaket X: Rohemissionsmessungen

Zusammenfassung und Ausblick

Danksagung

Kontaktdaten



## Agenda:

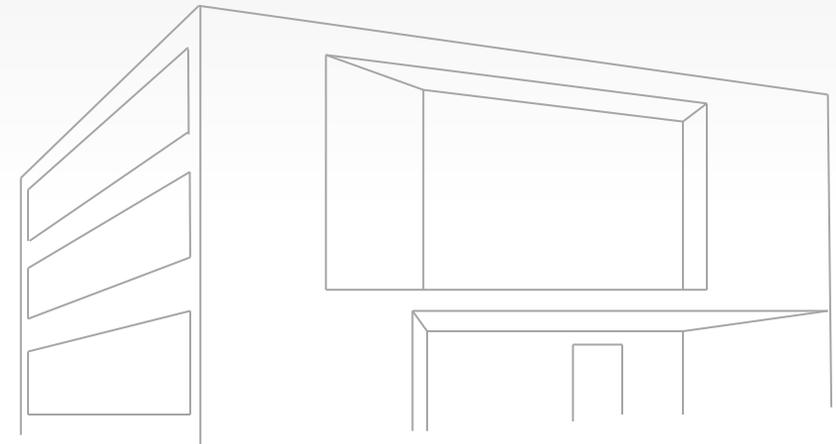
Zusammenfassung

Theoretische Grundlagen

Methoden und Materialien

Experimentelle Ergebnisse

- Arbeitspaket A: Chemische Analyse der Kraftstoffe und Öle
- Arbeitspaket B: Empfang der Versuchsfahrzeuge
- Arbeitspaket C: WLTC Emissionsmessungen
  - Vergleich zwischen Fahrzeug A und B
  - Vergleich der Kraftstoffe mit Fahrzeug B
- Arbeitspaket D: WLTC Ölverdünnungsmessungen
- Arbeitspaket E: Ölverdünnungsmessungen im Realbetrieb
- ....



	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
Fz A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fz B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fz B1		B0 R33 B10 R51 B30		
Fz B2		R33 B10		
Fz B3				R33 B10

## AP-C1: Vergleich zwischen Fahrzeug A und B

### Übersicht

BENTE Fahrzeug A	CO2 (g/km)	CO (mg/km)	THC (mg/km)	NOx (mg/km)	HC+NOx (mg/km)	CH4 (mg/km)	NMHC (mg/km)	NMHC+NOx (mg/km)	PN (#/km)	Verbrauch (l/100km)	Distanz (km)
B10	124,72	24,8	8,5	20,9	29,4	4,3	4,7	25,6	7,08E+10	4,7441	23,265
B10	123,58	19,5	7,9	20,6	28,4	4,0	4,4	24,9	6,87E+10	4,7003	23,288
B10	127,03	28,7	10,0	21,5	31,5	4,3	6,2	27,7	6,45E+10	4,8321	23,264
<b>Mittelwert</b>	<b>125,11</b>	<b>24,33</b>	<b>8,78</b>	<b>20,99</b>	<b>29,77</b>	<b>4,22</b>	<b>5,09</b>	<b>26,08</b>	<b>6,80E+10</b>	<b>4,76</b>	<b>23,27</b>

repräsentativ

BENTE Fahrzeug A	CO2 (g/km)	CO (mg/km)	THC (mg/km)	NOx (mg/km)	HC+NOx (mg/km)	CH4 (mg/km)	NMHC (mg/km)	NMHC+NOx (mg/km)	PN (#/km)	Verbrauch (l/100km)	Distanz (km)
R33	120,72	19,7	6,2	20,7	26,9	2,9	3,7	24,4	6,02E+10	4,5914	23,283
R33	120,50	16,5	6,5	19,7	26,2	3,6	3,4	23,1	5,25E+10	4,5828	23,277
R33	122,20	27,2	8,7	22,6	31,3	3,6	5,5	28,1	5,80E+10	4,6484	23,274
<b>Mittelwert</b>	<b>121,14</b>	<b>21,14</b>	<b>7,13</b>	<b>21,00</b>	<b>28,14</b>	<b>3,34</b>	<b>4,21</b>	<b>25,21</b>	<b>5,69E+10</b>	<b>4,61</b>	<b>23,28</b>

repräsentativ

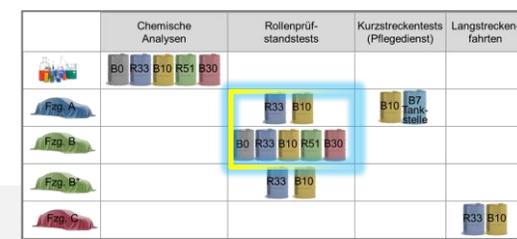
BENTE Fahrzeug B	CO2 (g/km)	CO (mg/km)	THC (mg/km)	NOx (mg/km)	HC+NOx (mg/km)	CH4 (mg/km)	NMHC (mg/km)	NMHC+NOx (mg/km)	PN (#/km)	Verbrauch (l/100km)	Distanz (km)
B10	123,73	25,4	10,1	16,0	26,1	4,3	6,3	22,3	1,65E+08	4,7067	23,272
B10	125,01	34,1	11,9	16,7	28,7	4,4	8,1	24,8	1,74E+08	4,7561	23,273
B10	124,53	25,9	10,1	18,1	28,1	3,5	7,0	25,1	3,09E+08	4,7371	23,269
<b>Mittelwert</b>	<b>124,43</b>	<b>28,49</b>	<b>10,72</b>	<b>16,93</b>	<b>27,64</b>	<b>4,08</b>	<b>7,14</b>	<b>24,07</b>	<b>2,16E+08</b>	<b>4,73</b>	<b>23,27</b>

repräsentativ

BENTE Fahrzeug B	CO2 (g/km)	CO (mg/km)	THC (mg/km)	NOx (mg/km)	HC+NOx (mg/km)	CH4 (mg/km)	NMHC (mg/km)	NMHC+NOx (mg/km)	PN (#/km)	Verbrauch (l/100km)	Distanz (km)
R33	123,64	24,8	8,2	16,7	25,0	3,3	5,3	22,1	1,33E+08	4,7031	23,260
R33	123,50	24,9	8,8	16,7	25,5	3,5	5,7	22,4	1,88E+08	4,6976	23,269
R33	123,18	24,7	8,0	17,3	25,3	3,1	5,3	22,5	1,38E+08	4,6852	23,261
<b>Mittelwert</b>	<b>123,44</b>	<b>24,82</b>	<b>8,35</b>	<b>16,88</b>	<b>25,23</b>	<b>3,33</b>	<b>5,44</b>	<b>22,32</b>	<b>1,53E+08</b>	<b>4,70</b>	<b>23,26</b>

repräsentativ

Fahrzeug A und B gut vergleichbar  
Einziger erkennbarer Unterschied  
in PN (Partikelanzahl)



## AP-C1: Vergleich zwischen Fahrzeug A und B

### Übersicht

BENTE Fahrzeug A	CO2 (g/km)	CO (mg/km)	THC (mg/km)	NOx (mg/km)	HC+NOx (mg/km)	CH4 (mg/km)	NMHC (mg/km)	NMHC+NOx (mg/km)	PN (#/km)	Verbrauch (l/100km)	Distanz (km)
B10	124,72	24,8	8,5	20,9	29,4	4,3	4,7	25,6	7,08E+10	4,7441	23,265
B10	123,58	19,5	7,9	20,6	28,4	4,0	4,4	24,9	6,87E+10	4,7003	23,288
B10	127,03	28,7	10,0	21,5	31,5	4,3	6,2	27,7	6,45E+10	4,8321	23,264
<b>Mittelwert</b>	<b>125,11</b>	<b>24,33</b>	<b>8,78</b>	<b>20,99</b>	<b>29,77</b>	<b>4,22</b>	<b>5,09</b>	<b>26,08</b>	<b>6,80E+10</b>	<b>4,76</b>	<b>23,27</b>

repräsentativ

BENTE Fahrzeug A	CO2 (g/km)	CO (mg/km)	THC (mg/km)	NOx (mg/km)	HC+NOx (mg/km)	CH4 (mg/km)	NMHC (mg/km)	NMHC+NOx (mg/km)	PN (#/km)	Verbrauch (l/100km)	Distanz (km)
R33	120,72	19,7	6,2	20,7	26,9	2,9	3,7	24,4	6,02E+10	4,5914	23,283
R33	120,50	16,5	6,5	19,7	26,2	3,6	3,4	23,1	5,25E+10	4,5828	23,277
R33	122,20	27,2	8,7	22,6	31,3	3,6	5,5	28,1	5,80E+10	4,6484	23,274
<b>Mittelwert</b>	<b>121,14</b>	<b>21,14</b>	<b>7,13</b>	<b>21,00</b>	<b>28,14</b>	<b>3,34</b>	<b>4,21</b>	<b>25,21</b>	<b>5,69E+10</b>	<b>4,61</b>	<b>23,28</b>

repräsentativ

BENTE Fahrzeug B	CO2 (g/km)	CO (mg/km)	THC (mg/km)	NOx (mg/km)	HC+NOx (mg/km)	CH4 (mg/km)	NMHC (mg/km)	NMHC+NOx (mg/km)	PN (#/km)	Verbrauch (l/100km)	Distanz (km)
B10	123,73	25,4	10,1	16,0	26,1	4,3	6,3	22,3	1,65E+08	4,7067	23,272
B10	125,01	34,1	11,9	16,7	28,7	4,4	8,1	24,8	1,74E+08	4,7561	23,273
B10	124,53	25,9	10,1	18,1	28,1	3,5	7,0	25,1	3,09E+08	4,7371	23,269
<b>Mittelwert</b>	<b>124,43</b>	<b>28,49</b>	<b>10,72</b>	<b>16,93</b>	<b>27,64</b>	<b>4,08</b>	<b>7,14</b>	<b>24,07</b>	<b>2,16E+08</b>	<b>4,73</b>	<b>23,27</b>

repräsentativ

BENTE Fahrzeug B	CO2 (g/km)	CO (mg/km)	THC (mg/km)	NOx (mg/km)	HC+NOx (mg/km)	CH4 (mg/km)	NMHC (mg/km)	NMHC+NOx (mg/km)	PN (#/km)	Verbrauch (l/100km)	Distanz (km)
R33	123,64	24,8	8,2	16,7	25,0	3,3	5,3	22,1	1,33E+08	4,7031	23,260
R33	123,50	24,9	8,8	16,7	25,5	3,5	5,7	22,4	1,88E+08	4,6976	23,269
R33	123,18	24,7	8,0	17,3	25,3	3,1	5,3	22,5	1,38E+08	4,6852	23,261
<b>Mittelwert</b>	<b>123,44</b>	<b>24,82</b>	<b>8,35</b>	<b>16,88</b>	<b>25,23</b>	<b>3,33</b>	<b>5,44</b>	<b>22,32</b>	<b>1,53E+08</b>	<b>4,70</b>	<b>23,26</b>

repräsentativ

Repräsentative Tests werden  
aufgrund der mittleren CO<sub>2</sub>  
Emissionen ausgewählt

	Chemische Analysen	Rollenprüf- standstests	Kurzstreckentests (Pfliegedienst)	Langstrecken- fahrten
Fz A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fz B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fz B		B0 R33 B10 R51 B30		
Fz B		R33 B10		
Fz B				R33 B10

## AP-C1: Vergleich zwischen Fahrzeug A und B

### Übersicht

BENTE Fahrzeug A	CO <sub>2</sub> (g/km)	CO (mg/km)	THC (mg/km)	NO <sub>x</sub> (mg/km)	HC+NO <sub>x</sub> (mg/km)	CH <sub>4</sub> (mg/km)	NMHC (mg/km)	NMHC+NO <sub>x</sub> (mg/km)	PN (#/km)	Verbrauch (l/100km)	Distanz (km)
B10	124,72	24,8	8,5	20,9	29,4	4,3	4,7	25,6	7,08E+10	4,7441	23,265
B10	123,58	19,5	7,9	20,6	28,4	4,0	4,4	24,9	6,87E+10	4,7003	23,288
B10	127,03	28,7	10,0	21,5	31,5	4,3	6,2	27,7	6,45E+10	4,8321	23,264
<b>Mittelwert</b>	<b>125,11</b>	<b>24,33</b>	<b>8,78</b>	<b>20,99</b>	<b>29,77</b>	<b>4,22</b>	<b>5,09</b>	<b>26,08</b>	<b>6,80E+10</b>	<b>4,76</b>	<b>23,27</b>

repräsentativ

BENTE Fahrzeug A	CO <sub>2</sub> (g/km)	CO (mg/km)	THC (mg/km)	NO <sub>x</sub> (mg/km)	HC+NO <sub>x</sub> (mg/km)	CH <sub>4</sub> (mg/km)	NMHC (mg/km)	NMHC+NO <sub>x</sub> (mg/km)	PN (#/km)	Verbrauch (l/100km)	Distanz (km)
R33	120,72	19,7	6,2	20,7	26,9	2,9	3,7	24,4	6,02E+10	4,5914	23,283
R33	120,50	16,5	6,5	19,7	26,2	3,6	3,4	23,1	5,25E+10	4,5828	23,277
R33	122,20	27,2	8,7	22,6	31,3	3,6	5,5	28,1	5,80E+10	4,6484	23,274
<b>Mittelwert</b>	<b>121,14</b>	<b>21,14</b>	<b>7,13</b>	<b>21,00</b>	<b>28,14</b>	<b>3,34</b>	<b>4,21</b>	<b>25,21</b>	<b>5,69E+10</b>	<b>4,61</b>	<b>23,28</b>

repräsentativ

BENTE Fahrzeug B	CO <sub>2</sub> (g/km)	CO (mg/km)	THC (mg/km)	NO <sub>x</sub> (mg/km)	HC+NO <sub>x</sub> (mg/km)	CH <sub>4</sub> (mg/km)	NMHC (mg/km)	NMHC+NO <sub>x</sub> (mg/km)	PN (#/km)	Verbrauch (l/100km)	Distanz (km)
B10	123,73	25,4	10,1	16,0	26,1	4,3	6,3	22,3	1,65E+08	4,7067	23,272
B10	125,01	34,1	11,9	16,7	28,7	4,4	8,1	24,8	1,74E+08	4,7561	23,273
B10	124,53	25,9	10,1	18,1	28,1	3,5	7,0	25,1	3,09E+08	4,7371	23,269
<b>Mittelwert</b>	<b>124,43</b>	<b>28,49</b>	<b>10,72</b>	<b>16,93</b>	<b>27,64</b>	<b>4,08</b>	<b>7,14</b>	<b>24,07</b>	<b>2,16E+08</b>	<b>4,73</b>	<b>23,27</b>

repräsentativ

BENTE Fahrzeug B	CO <sub>2</sub> (g/km)	CO (mg/km)	THC (mg/km)	NO <sub>x</sub> (mg/km)	HC+NO <sub>x</sub> (mg/km)	CH <sub>4</sub> (mg/km)	NMHC (mg/km)	NMHC+NO <sub>x</sub> (mg/km)	PN (#/km)	Verbrauch (l/100km)	Distanz (km)
R33	123,64	24,8	8,2	16,7	25,0	3,3	5,3	22,1	1,33E+08	4,7031	23,260
R33	123,50	24,9	8,8	16,7	25,5	3,5	5,7	22,4	1,88E+08	4,6976	23,269
R33	123,18	24,7	8,0	17,3	25,3	3,1	5,3	22,5	1,38E+08	4,6852	23,261
<b>Mittelwert</b>	<b>123,44</b>	<b>24,82</b>	<b>8,35</b>	<b>16,88</b>	<b>25,23</b>	<b>3,33</b>	<b>5,44</b>	<b>22,32</b>	<b>1,53E+08</b>	<b>4,70</b>	<b>23,26</b>

repräsentativ

## Agenda:

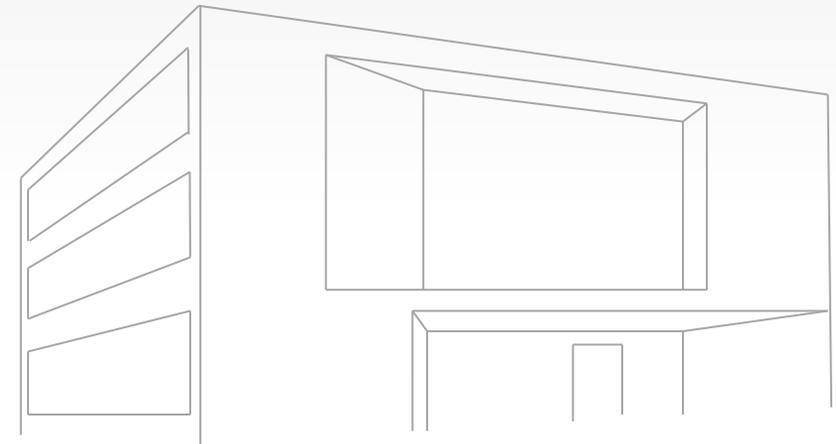
Zusammenfassung

Theoretische Grundlagen

Methoden und Materialien

Experimentelle Ergebnisse

- Arbeitspaket A: Chemische Analyse der Kraftstoffe und Öle
- Arbeitspaket B: Empfang der Versuchsfahrzeuge
- Arbeitspaket C: WLTC Emissionsmessungen
  - Vergleich zwischen Fahrzeug A und B
  - Vergleich der Kraftstoffe mit Fahrzeug B
- Arbeitspaket D: WLTC Ölverdünnungsmessungen
- Arbeitspaket E: Ölverdünnungsmessungen im Realbetrieb
- ....



	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pllegedienst)	Langstreckenfahrten
Fz A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fz B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fz B'		B0 R33 B10 R51 B30		
Fz B''		R33 B10		
Fz C				R33 B10

# Methoden und Materialien – Testfahrzeug: Fahrzeug B



## Testfahrzeuge



## Abbildung



## Beschreibung

- Getriebe: DQ381 (DSG/FWD)
- Abgasnorm: Euro 6d (EA288 EVO)
- Motor: 2.0l TDI SCR
  - 400 Nm @ 1750 - 3500 rpm
  - 147 kW @ 3500 - 4000 rpm
- Zertifizierter Verbrauch:
  - 4,7 l/100 km
  - 124 g/km
- Genutzt in AP-C1 und D

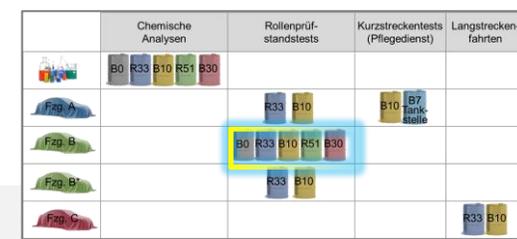
	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
Frü A	B0 R33 B10 R51 B30			
Frü B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Frü B1		B0 R33 B10 R51 B30		
Frü B2		R33 B10		
Frü C				R33 B10

# AP-C2: Fahrzeug B – B0, B30, R51, B10, R33 Ergebnisse

## Übersicht – Beutelergebnisse

BENTE Fahrzeug B	CO2 (g/km)	CO (mg/km)	THC (mg/km)	NOx (mg/km)	HC+NOx (mg/km)	CH4 (mg/km)	NMHC (mg/km)	NMHC+NOx (mg/km)	PN (#/km)	Verbrauch (l/100km)	Distanz (km)	
B10	123,73	25,4	10,1	16,0	26,1	4,3	6,3	22,3	1,65E+08	4,7067	23,272	repräsentativ
B10	125,01	34,1	11,9	16,7	28,7	4,4	8,1	24,8	1,74E+08	4,7561	23,273	
B10	124,53	25,9	10,1	18,1	28,1	3,5	7,0	25,1	3,09E+08	4,7371	23,269	
<b>Mittelwert</b>	<b>124,43</b>	<b>28,49</b>	<b>10,72</b>	<b>16,93</b>	<b>27,64</b>	<b>4,08</b>	<b>7,14</b>	<b>24,07</b>	<b>2,16E+08</b>	<b>4,73</b>	<b>23,27</b>	
R33	123,64	24,8	8,2	16,7	25,0	3,3	5,3	22,1	1,33E+08	4,7031	23,260	repräsentativ
R33	123,50	24,9	8,8	16,7	25,5	3,5	5,7	22,4	1,88E+08	4,6976	23,269	
R33	123,18	24,7	8,0	17,3	25,3	3,1	5,3	22,5	1,38E+08	4,6852	23,261	
<b>Mittelwert</b>	<b>123,44</b>	<b>24,82</b>	<b>8,35</b>	<b>16,88</b>	<b>25,23</b>	<b>3,33</b>	<b>5,44</b>	<b>22,32</b>	<b>1,53E+08</b>	<b>4,70</b>	<b>23,26</b>	
B0	123,37	20,1	7,0	19,9	26,8	2,7	4,6	24,4	6,40E+08	4,6921	23,279	repräsentativ
B0	123,76	27,5	8,2	19,1	27,3	3,0	5,6	24,7	3,09E+08	4,7076	23,266	
B0	123,21	26,6	7,9	20,9	28,8	3,2	5,1	26,0	9,96E+07	4,6866	23,263	
<b>Mittelwert</b>	<b>123,45</b>	<b>24,74</b>	<b>7,68</b>	<b>19,98</b>	<b>27,66</b>	<b>2,96</b>	<b>5,09</b>	<b>25,07</b>	<b>3,49E+08</b>	<b>4,70</b>	<b>23,27</b>	
R51	122,16	20,8	7,2	18,7	26,0	2,3	5,3	24,0	6,03E+07	4,7460	23,305	repräsentativ
R51	122,82	23,7	7,3	18,0	25,4	2,7	5,0	23,0	1,07E+08	4,7717	23,269	
R51	121,03	15,6	5,3	16,5	21,8	2,5	3,1	19,6	3,81E+08	4,7015	23,305	
<b>Mittelwert</b>	<b>122,00</b>	<b>20,03</b>	<b>6,60</b>	<b>17,73</b>	<b>24,40</b>	<b>2,50</b>	<b>4,47</b>	<b>22,20</b>	<b>1,83E+08</b>	<b>4,74</b>	<b>23,29</b>	
B30	123,80	23,9	8,3	17,3	25,5	3,1	5,6	22,8	9,45E+07	4,7088	23,258	repräsentativ
B30	124,47	25,0	8,8	16,9	25,7	3,0	6,2	23,1	5,79E+07	4,7345	23,270	
B30	125,47	24,3	7,4	17,3	24,7	2,8	5,0	22,3	8,97E+07	4,7722	23,279	
<b>Mittelwert</b>	<b>124,58</b>	<b>24,40</b>	<b>8,17</b>	<b>17,17</b>	<b>25,30</b>	<b>2,97</b>	<b>5,60</b>	<b>22,73</b>	<b>8,07E+07</b>	<b>4,74</b>	<b>23,27</b>	

Fahrzeug B erfüllt alle Grenzwerte  
mit allen Kraftstoffen



## AP-C2: Fahrzeug B – B0, B30, R51, B10, R33 Ergebnisse

### Übersicht – Beutelergebnisse

BENTE Fahrzeug B	CO2 (g/km)	CO (mg/km)	THC (mg/km)	NOx (mg/km)	HC+NOx (mg/km)	CH4 (mg/km)	NMHC (mg/km)	NMHC+NOx (mg/km)	PN (#/km)	Verbrauch (l/100km)	Distanz (km)	
B10	123,73	25,4	10,1	16,0	26,1	4,3	6,3	22,3	1,65E+08	4,7067	23,272	repräsentativ
B10	125,01	34,1	11,9	16,7	28,7	4,4	8,1	24,8	1,74E+08	4,7561	23,273	
B10	124,53	25,9	10,1	18,1	28,1	3,5	7,0	25,1	3,09E+08	4,7371	23,269	
<b>Mittelwert</b>	<b>124,43</b>	<b>28,49</b>	<b>10,72</b>	<b>16,93</b>	<b>27,64</b>	<b>4,08</b>	<b>7,14</b>	<b>24,07</b>	<b>2,16E+08</b>	<b>4,73</b>	<b>23,27</b>	
R33	123,64	24,8	8,2	16,7	25,0	3,3	5,3	22,1	1,33E+08	4,7031	23,260	repräsentativ
R33	123,50	24,9	8,8	16,7	25,5	3,5	5,7	22,4	1,88E+08	4,6976	23,269	
R33	123,18	24,7	8,0	17,3	25,3	3,1	5,3	22,5	1,38E+08	4,6852	23,261	
<b>Mittelwert</b>	<b>123,44</b>	<b>24,82</b>	<b>8,35</b>	<b>16,88</b>	<b>25,23</b>	<b>3,33</b>	<b>5,44</b>	<b>22,32</b>	<b>1,53E+08</b>	<b>4,70</b>	<b>23,26</b>	
B0	123,37	20,1	7,0	19,9	26,8	2,7	4,6	24,4	6,40E+08	4,6921	23,279	repräsentativ
B0	123,76	27,5	8,2	19,1	27,3	3,0	5,6	24,7	3,09E+08	4,7076	23,266	
B0	123,21	26,6	7,9	20,9	28,8	3,2	5,1	26,0	9,96E+07	4,6866	23,263	
<b>Mittelwert</b>	<b>123,45</b>	<b>24,74</b>	<b>7,68</b>	<b>19,98</b>	<b>27,66</b>	<b>2,96</b>	<b>5,09</b>	<b>25,07</b>	<b>3,49E+08</b>	<b>4,70</b>	<b>23,27</b>	
R51	122,16	20,8	7,2	18,7	26,0	2,3	5,3	24,0	6,03E+07	4,7460	23,305	repräsentativ
R51	122,82	23,7	7,3	18,0	25,4	2,7	5,0	23,0	1,07E+08	4,7717	23,269	
R51	121,03	15,6	5,3	16,5	21,8	2,5	3,1	19,6	3,81E+08	4,7015	23,305	
<b>Mittelwert</b>	<b>122,00</b>	<b>20,03</b>	<b>6,60</b>	<b>17,73</b>	<b>24,40</b>	<b>2,50</b>	<b>4,47</b>	<b>22,20</b>	<b>1,83E+08</b>	<b>4,74</b>	<b>23,29</b>	
B30	123,80	23,9	8,3	17,3	25,5	3,1	5,6	22,8	9,45E+07	4,7088	23,258	repräsentativ
B30	124,47	25,0	8,8	16,9	25,7	3,0	6,2	23,1	5,79E+07	4,7345	23,270	
B30	125,47	24,3	7,4	17,3	24,7	2,8	5,0	22,3	8,97E+07	4,7722	23,279	
<b>Mittelwert</b>	<b>124,58</b>	<b>24,40</b>	<b>8,17</b>	<b>17,17</b>	<b>25,30</b>	<b>2,97</b>	<b>5,60</b>	<b>22,73</b>	<b>8,07E+07</b>	<b>4,74</b>	<b>23,27</b>	

Repräsentative Tests werden  
aufgrund der mittleren CO2-Werte  
ausgewählt

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pflegetests)	Langstreckenfahrten
Frü A	B0 R33 B10 R51 B30			
Frü B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Frü B1		B0 R33 B10 R51 B30		
Frü B2		R33 B10		
Frü C				R33 B10

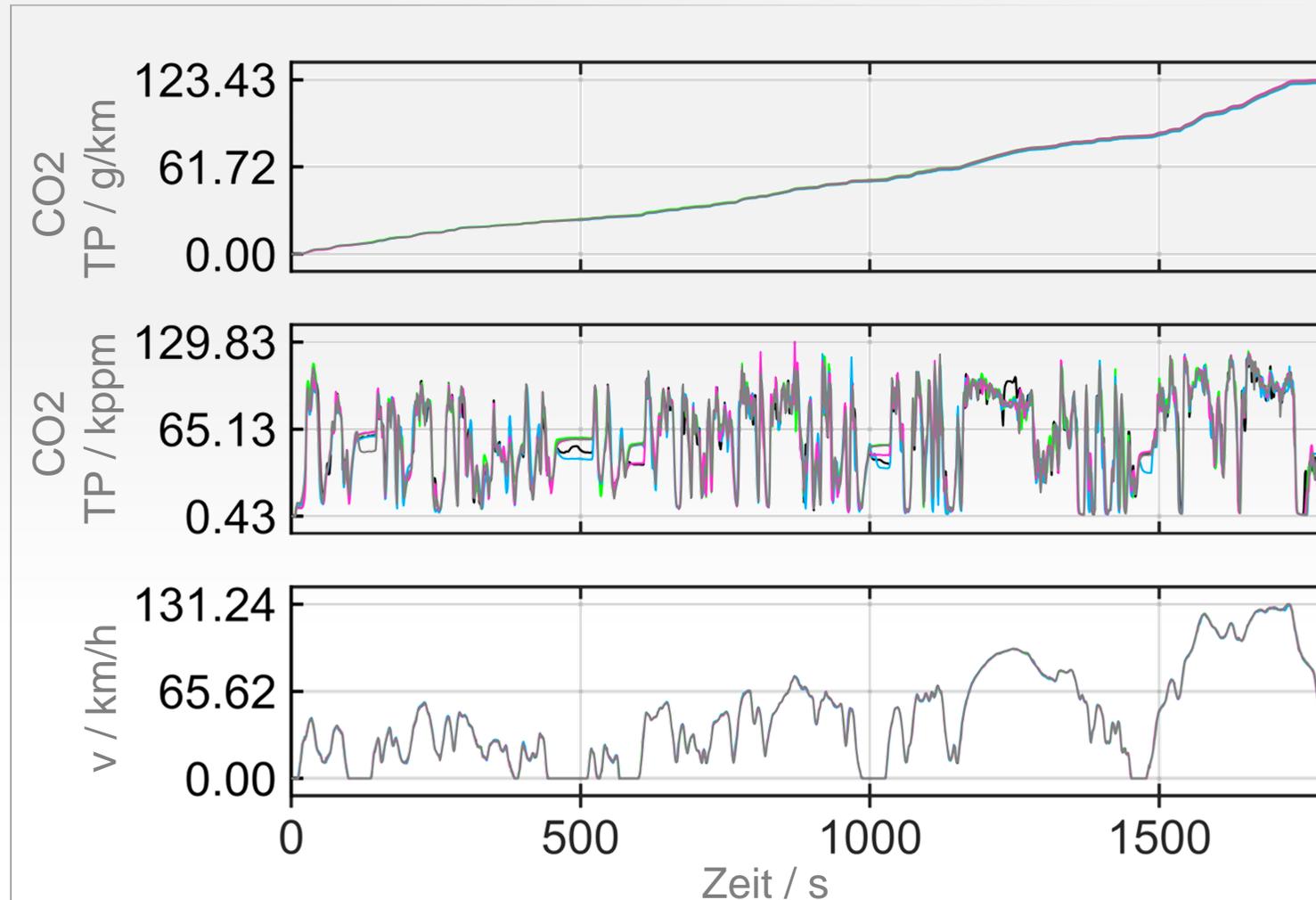
## AP-C2: Fahrzeug B – B0, B30, R51, B10, R33 Ergebnisse

### Übersicht – Beutelergebnisse

BENTE Fahrzeug B	CO2 (g/km)	CO (mg/km)	THC (mg/km)	NOx (mg/km)	HC+NOx (mg/km)	CH4 (mg/km)	NMHC (mg/km)	NMHC+NOx (mg/km)	PN (#/km)	Verbrauch (l/100km)	Distanz (km)	
B10	123,73	25,4	10,1	16,0	26,1	4,3	6,3	22,3	1,65E+08	4,7067	23,272	repräsentativ
B10	125,01	34,1	11,9	16,7	28,7	4,4	8,1	24,8	1,74E+08	4,7561	23,273	
B10	124,53	25,9	10,1	18,1	28,1	3,5	7,0	25,1	3,09E+08	4,7371	23,269	
<b>Mittelwert</b>	<b>124,43</b>	<b>28,49</b>	<b>10,72</b>	<b>16,93</b>	<b>27,64</b>	<b>4,08</b>	<b>7,14</b>	<b>24,07</b>	<b>2,16E+08</b>	<b>4,73</b>	<b>23,27</b>	
R33	123,64	24,8	8,2	16,7	25,0	3,3	5,3	22,1	1,33E+08	4,7031	23,260	repräsentativ
R33	123,50	24,9	8,8	16,7	25,5	3,5	5,7	22,4	1,88E+08	4,6976	23,269	
R33	123,18	24,7	8,0	17,3	25,3	3,1	5,3	22,5	1,38E+08	4,6852	23,261	
<b>Mittelwert</b>	<b>123,44</b>	<b>24,82</b>	<b>8,35</b>	<b>16,88</b>	<b>25,23</b>	<b>3,33</b>	<b>5,44</b>	<b>22,32</b>	<b>1,53E+08</b>	<b>4,70</b>	<b>23,26</b>	
B0	123,37	20,1	7,0	19,9	26,8	2,7	4,6	24,4	6,40E+08	4,6921	23,279	repräsentativ
B0	123,76	27,5	8,2	19,1	27,3	3,0	5,6	24,7	3,09E+08	4,7076	23,266	
B0	123,21	26,6	7,9	20,9	28,8	3,2	5,1	26,0	9,96E+07	4,6866	23,263	
<b>Mittelwert</b>	<b>123,45</b>	<b>24,74</b>	<b>7,68</b>	<b>19,98</b>	<b>27,66</b>	<b>2,96</b>	<b>5,09</b>	<b>25,07</b>	<b>3,49E+08</b>	<b>4,70</b>	<b>23,27</b>	
R51	122,16	20,8	7,2	18,7	26,0	2,3	5,3	24,0	6,03E+07	4,7460	23,305	repräsentativ
R51	122,82	23,7	7,3	18,0	25,4	2,7	5,0	23,0	1,07E+08	4,7717	23,269	
R51	121,03	15,6	5,3	16,5	21,8	2,5	3,1	19,6	3,81E+08	4,7015	23,305	
<b>Mittelwert</b>	<b>122,00</b>	<b>20,03</b>	<b>6,60</b>	<b>17,73</b>	<b>24,40</b>	<b>2,50</b>	<b>4,47</b>	<b>22,20</b>	<b>1,83E+08</b>	<b>4,74</b>	<b>23,29</b>	
B30	123,80	23,9	8,3	17,3	25,5	3,1	5,6	22,8	9,45E+07	4,7088	23,258	repräsentativ
B30	124,47	25,0	8,8	16,9	25,7	3,0	6,2	23,1	5,79E+07	4,7345	23,270	
B30	125,47	24,3	7,4	17,3	24,7	2,8	5,0	22,3	8,97E+07	4,7722	23,279	
<b>Mittelwert</b>	<b>124,58</b>	<b>24,40</b>	<b>8,17</b>	<b>17,17</b>	<b>25,30</b>	<b>2,97</b>	<b>5,60</b>	<b>22,73</b>	<b>8,07E+07</b>	<b>4,74</b>	<b>23,27</b>	

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pflagedienst)	Langstreckenfahrten
Fzg. A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fzg. B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fzg. B1		B0 R33 B10 R51 B30		
Fzg. B2		R33 B10		
Fzg. C				R33 B10

## AP-C2: Fahrzeug B – B0, B30, R51, B10, R33 Ergebnisse



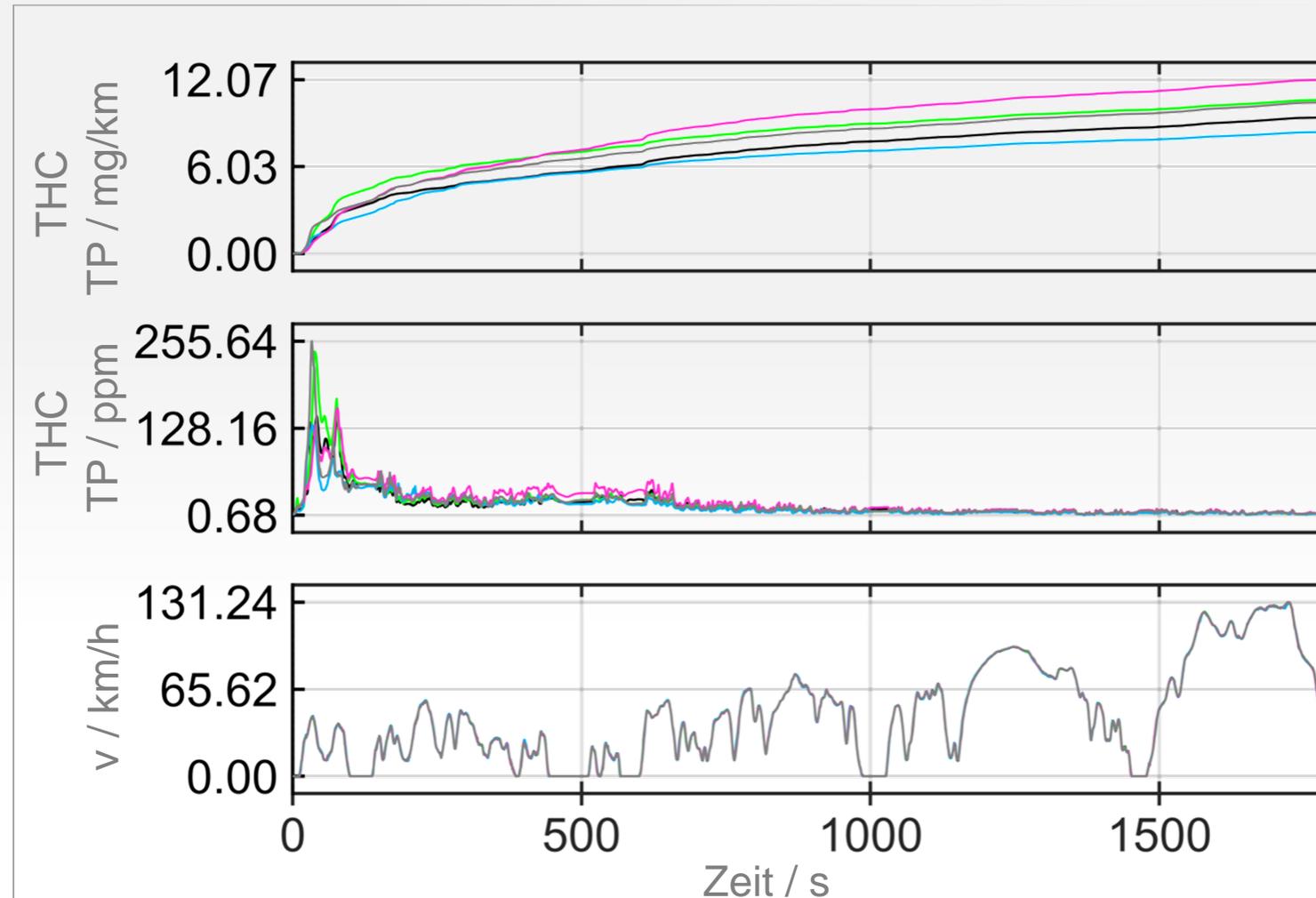
### Beschreibung

- Geringer Nachteil von B10 bezüglich CO2-Emissionen
- Geringer Vorteil von R51 bezüglich CO2-Emissionen
- Fahrzeug B B0: 123,21 g/km
- Fahrzeug B B30: 124,47 g/km
- Fahrzeug B R51: 122,16 g/km
- Fahrzeug B B10: 124,53 g/km
- Fahrzeug B R33: 123,50 g/km

— B\_B0  
— B\_B30  
— B\_R51  
— B\_B10  
— B\_R33

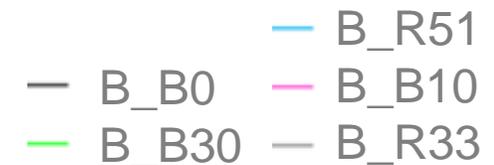
	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilagedienst)	Langstreckenfahrten
Fzg. A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fzg. B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fzg. B1		B0 R33 B10 R51 B30		
Fzg. B2		R33 B10		
Fzg. B3				R33 B10

## AP-C2: Fahrzeug B – B0, B30, R51, B10, R33 Ergebnisse



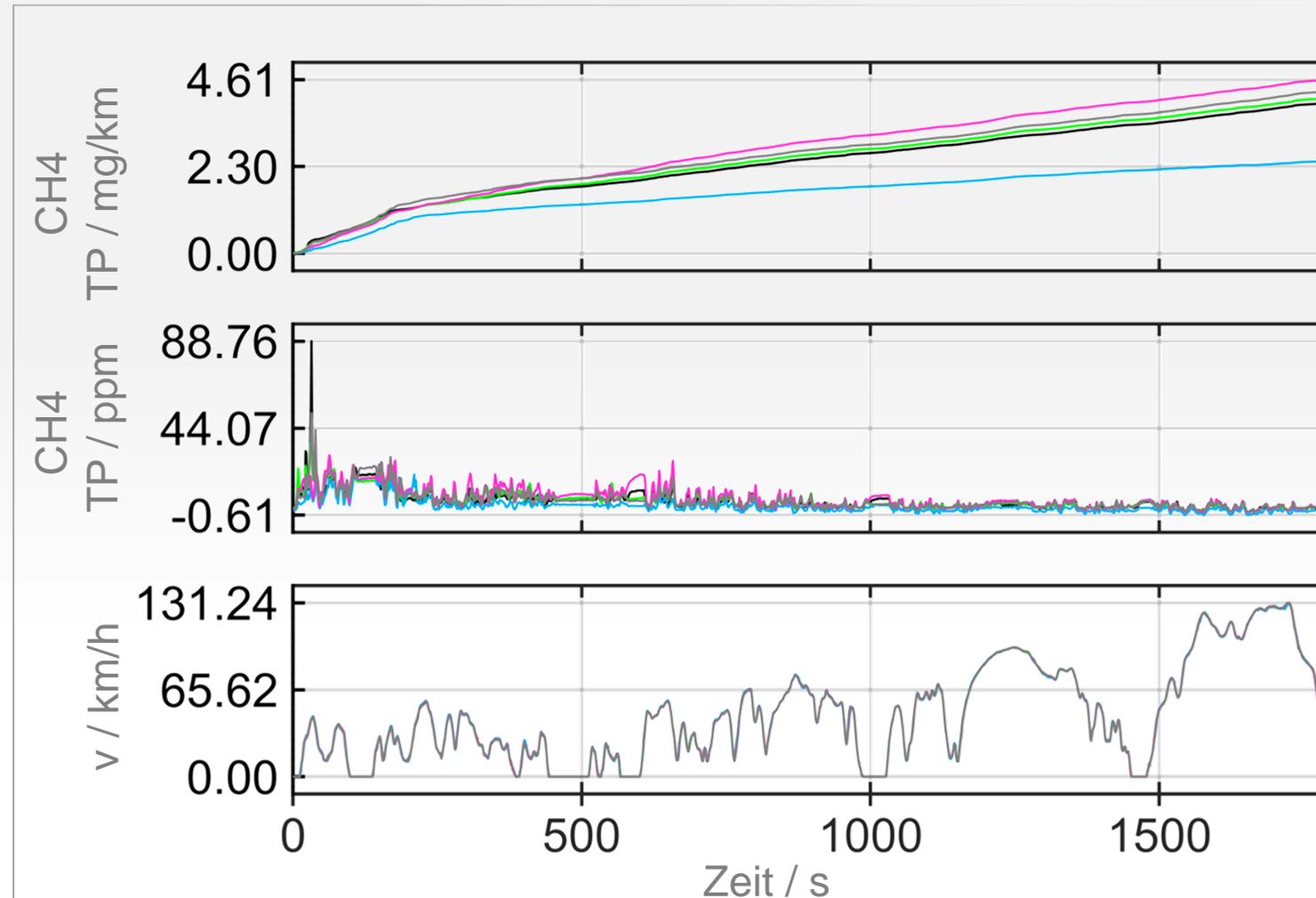
### Beschreibung

- Geringer Nachteil von B10 bezüglich THC-Emissionen
- Geringer Vorteil von R51 bezüglich THC-Emissionen.
- B30 und R33 vergleichbar
- Fahrzeug B B0 : 7,9 mg/km
- Fahrzeug B B30: 8,8 mg/km
- Fahrzeug B R51: 7,2 mg/km
- Fahrzeug B B10: 10,1 mg/km
- Fahrzeug B R33: 8,8 mg/km
- Limit: 100 mg/km



	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pflagedienst)	Langstreckenfahrten
Fzg. A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fzg. B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fzg. B1		B0 R33 B10 R51 B30		
Fzg. B2		R33 B10		
Fzg. C				R33 B10

## AP-C2: Fahrzeug B – B0, B30, R51, B10, R33 Ergebnisse



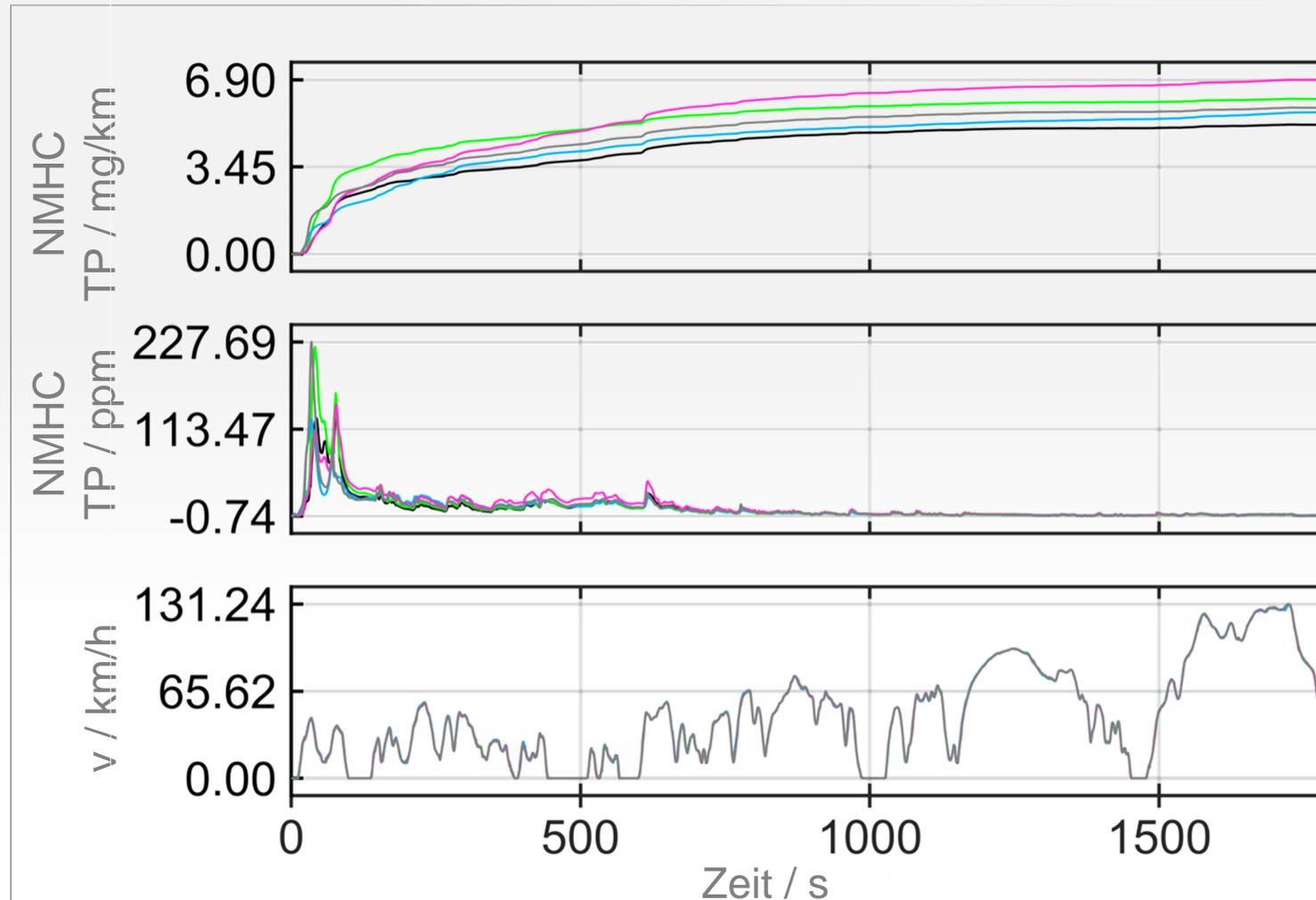
### Beschreibung

- B10 und R33 mit leicht erhöhten CH4 Emissionen
- Geringer Vorteil von R51 bezüglich CH4 Emissionen
  
- Fahrzeug B B0: 3,2 mg/km
- Fahrzeug B B30: 3,0 mg/km
- Fahrzeug B R51: 2,3 mg/km
- Fahrzeug B B10: 3,5 mg/km
- Fahrzeug B R33: 3,5 mg/km

— B\_B0  
— B\_B30  
— B\_R51  
— B\_B10  
— B\_R33

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pfliegedienst)	Langstreckenfahrten
Fzg. A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fzg. B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fzg. B1		B0 R33 B10 R51 B30		
Fzg. B2		R33 B10		
Fzg. C				R33 B10

## AP-C2: Fahrzeug B – B0, B30, R51, B10, R33 Ergebnisse



### Beschreibung

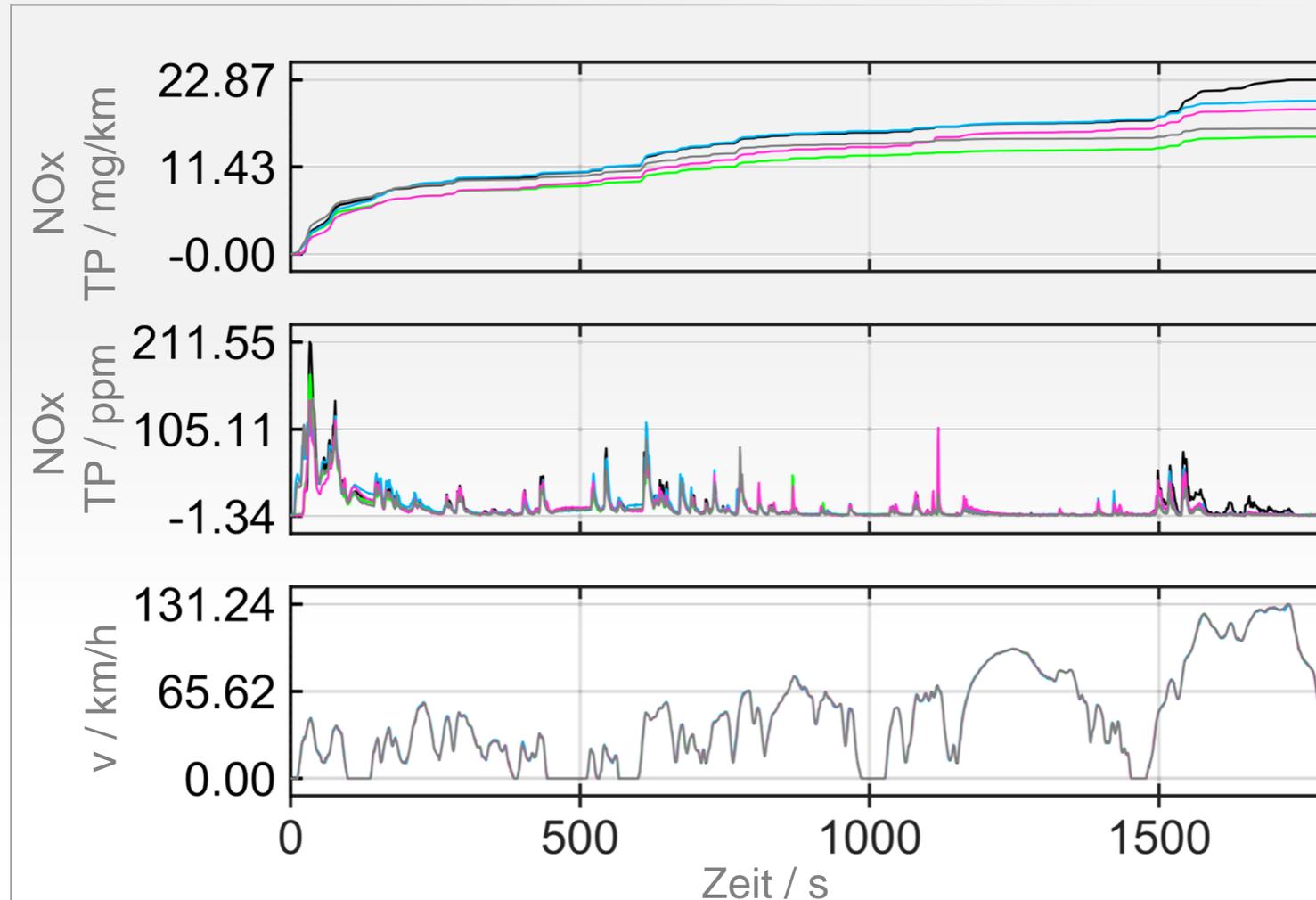
- Geringer Nachteil von B10 bezüglich NMHC Emissionen
- Geringer Vorteil von B0 bezüglich NMHC Emissionen

- Fahrzeug B B0: 5,1 mg/km
- Fahrzeug B B30: 6,2 mg/km
- Fahrzeug B R51: 5,3 mg/km
- Fahrzeug B B10: 7,0 mg/km
- Fahrzeug B R33: 5,7 mg/km
- Limit: 68 mg/km

— B\_B0  
— B\_B30  
— B\_R51  
— B\_B10  
— B\_R33

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pflagedienst)	Langstreckenfahrten
Fzg. A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fzg. B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fzg. B1		B0 R33 B10 R51 B30		
Fzg. B2		R33 B10		
Fzg. C				R33 B10

## AP-C2: Fahrzeug B – B0, B30, R51, B10, R33 Ergebnisse



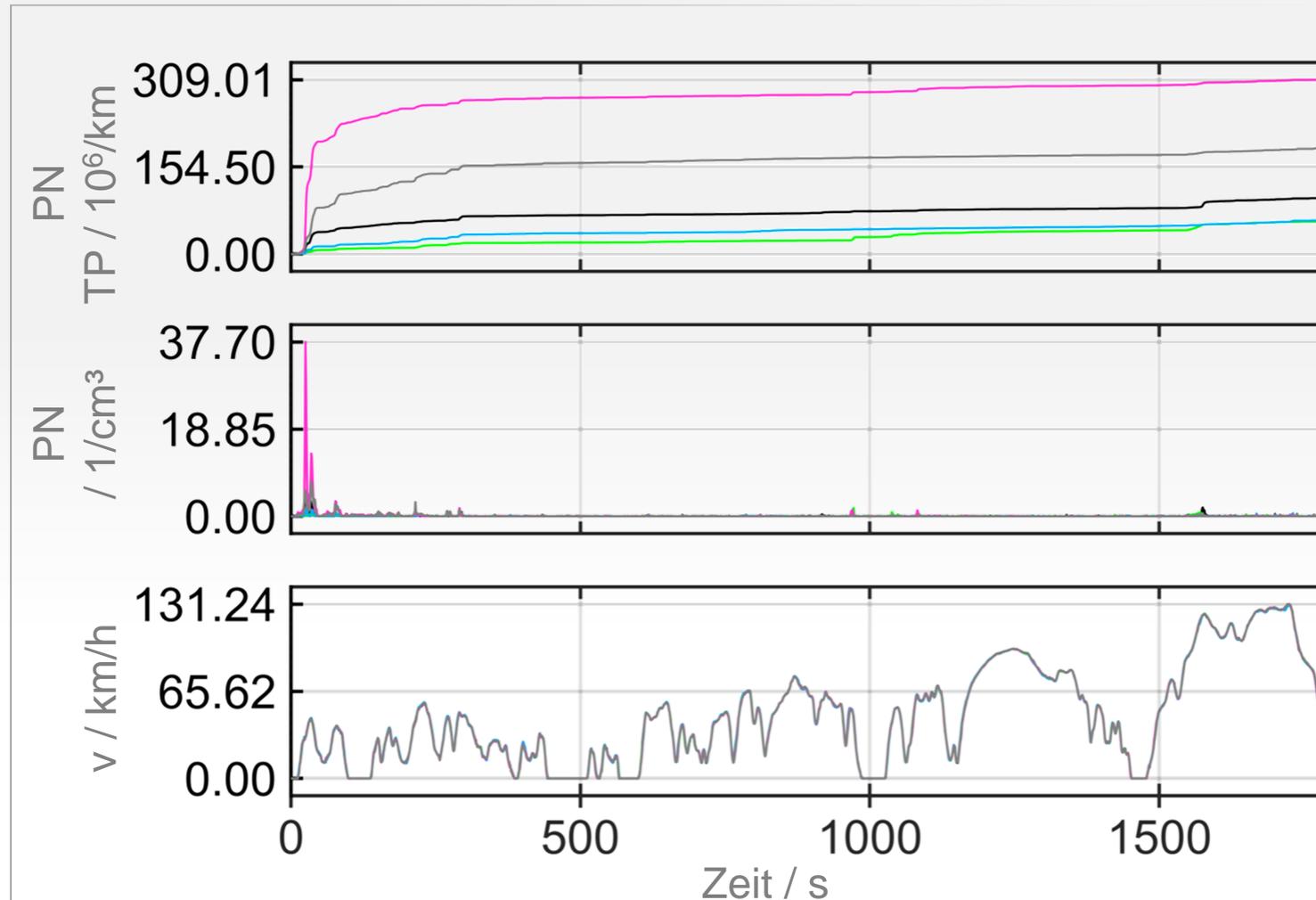
### Beschreibung

- Geringer Nachteil von B0 bezüglich NOx Emissionen
- R33 und B30 mit den besten NOx Emissionen.
  
- Fahrzeug B B0: 20,9 mg/km
- Fahrzeug B B30: 16,9 mg/km
- Fahrzeug B R51: 18,7 mg/km
- Fahrzeug B B10: 18,1 mg/km
- Fahrzeug B R33: 16,7 mg/km
- Limit: 60 mg/km

— B\_B0  
— B\_B30  
— B\_R51  
— B\_B10  
— B\_R33

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pfliegedienst)	Langstreckenfahrten
Fzg. A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fzg. B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fzg. B1		B0 R33 B10 R51 B30		
Fzg. B2		R33 B10		
Fzg. C				R33 B10

## AP-C2: Fahrzeug B – B0, B30, R51, B10, R33 Ergebnisse



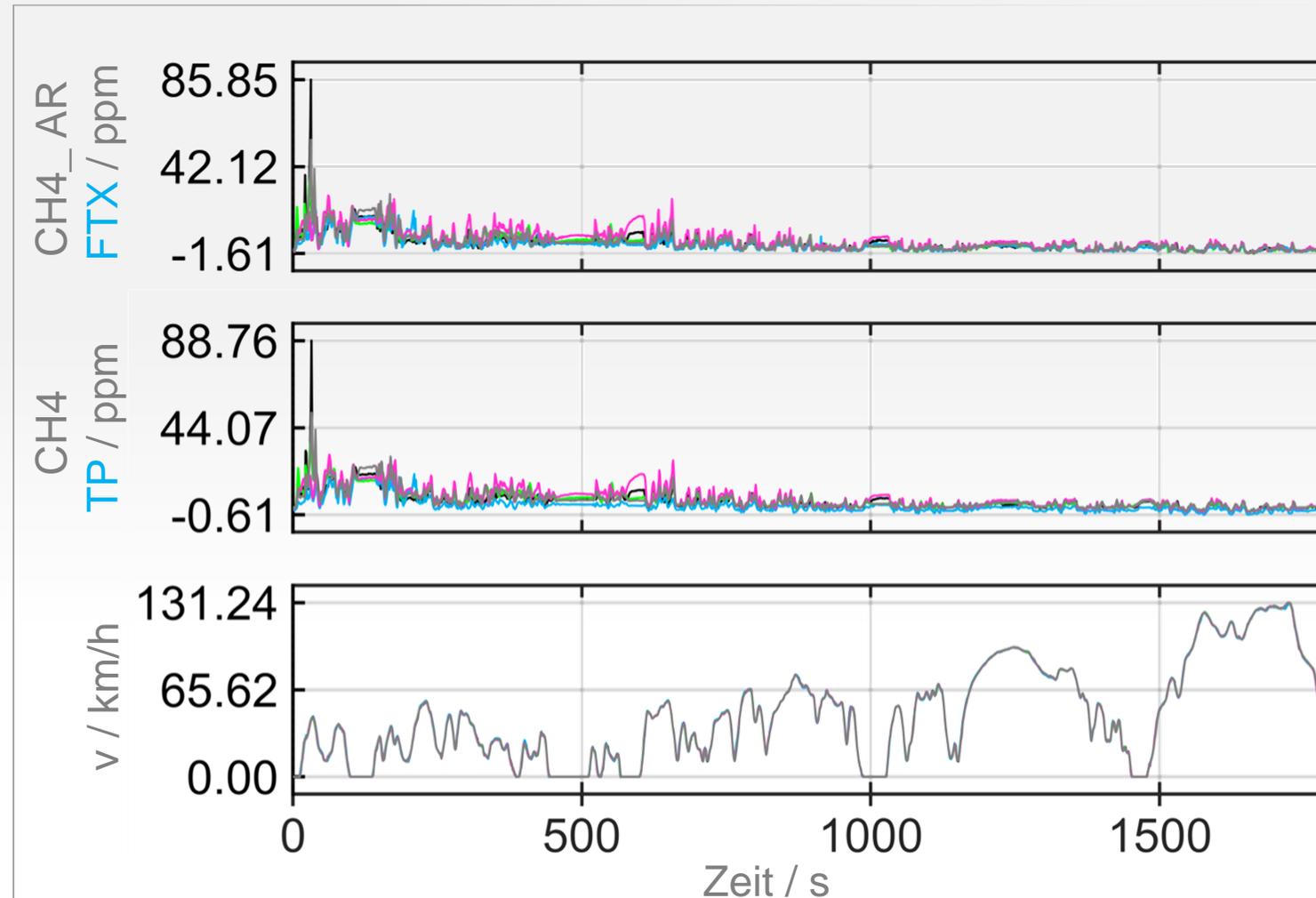
### Beschreibung

- B10 und R33 mit den höchsten PN Emissionen
- R51 und B30 mit niedrigen PN Emissionen
  
- Fahrzeug B B0:  $9 \cdot 10^7$  /km
- Fahrzeug B B30:  $6 \cdot 10^7$  /km
- Fahrzeug B R51:  $6 \cdot 10^7$  /km
- Fahrzeug B B10:  $3 \cdot 10^8$  /km
- Fahrzeug B R33:  $2 \cdot 10^8$  /km
- Limit:  $6 \cdot 10^{11}$  /km

— B\_B0  
— B\_B30  
— B\_R51  
— B\_B10  
— B\_R33

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pfliegedienst)	Langstreckenfahrten
Fzg. A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fzg. B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fzg. B1		B0 R33 B10 R51 B30		
Fzg. B2		R33 B10		
Fzg. B3				R33 B10

## AP-C2: Fahrzeug B – B0, B30, R51, B10, R33 Ergebnisse



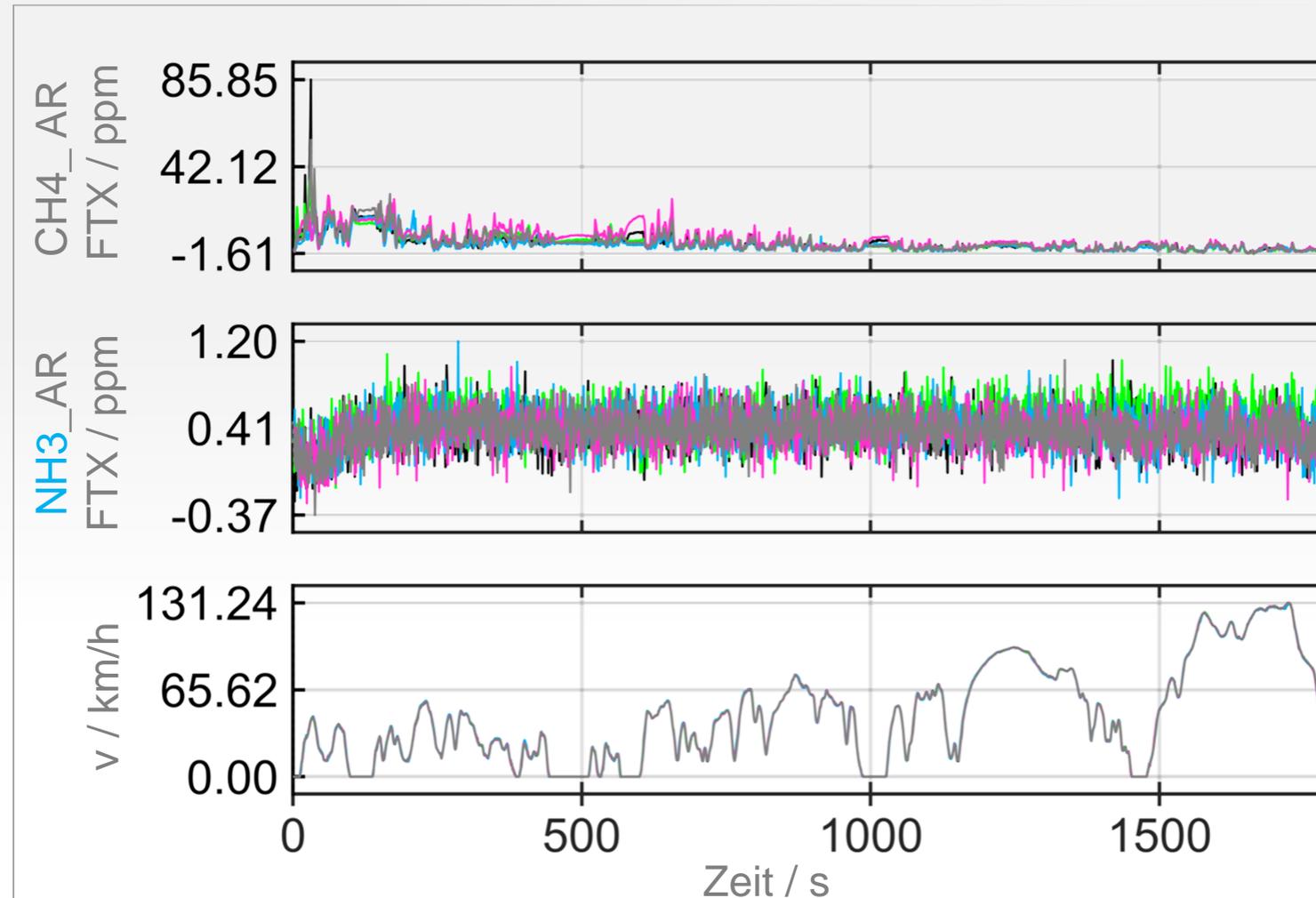
### Beschreibung

- Tests mit FTX Analysen
- Daten zeigen die gute Vergleichbarkeit der Messgeräte

— B\_B0  
 — B\_B30  
 — B\_R51  
 — B\_B10  
 — B\_R33

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pfliegedienst)	Langstreckenfahrten
Fzg. A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fzg. B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fzg. B1		B0 R33 B10 R51 B30		
Fzg. B2		R33 B10		
Fzg. C				R33 B10

## AP-C2: Fahrzeug B – B0, B30, R51, B10, R33 Ergebnisse



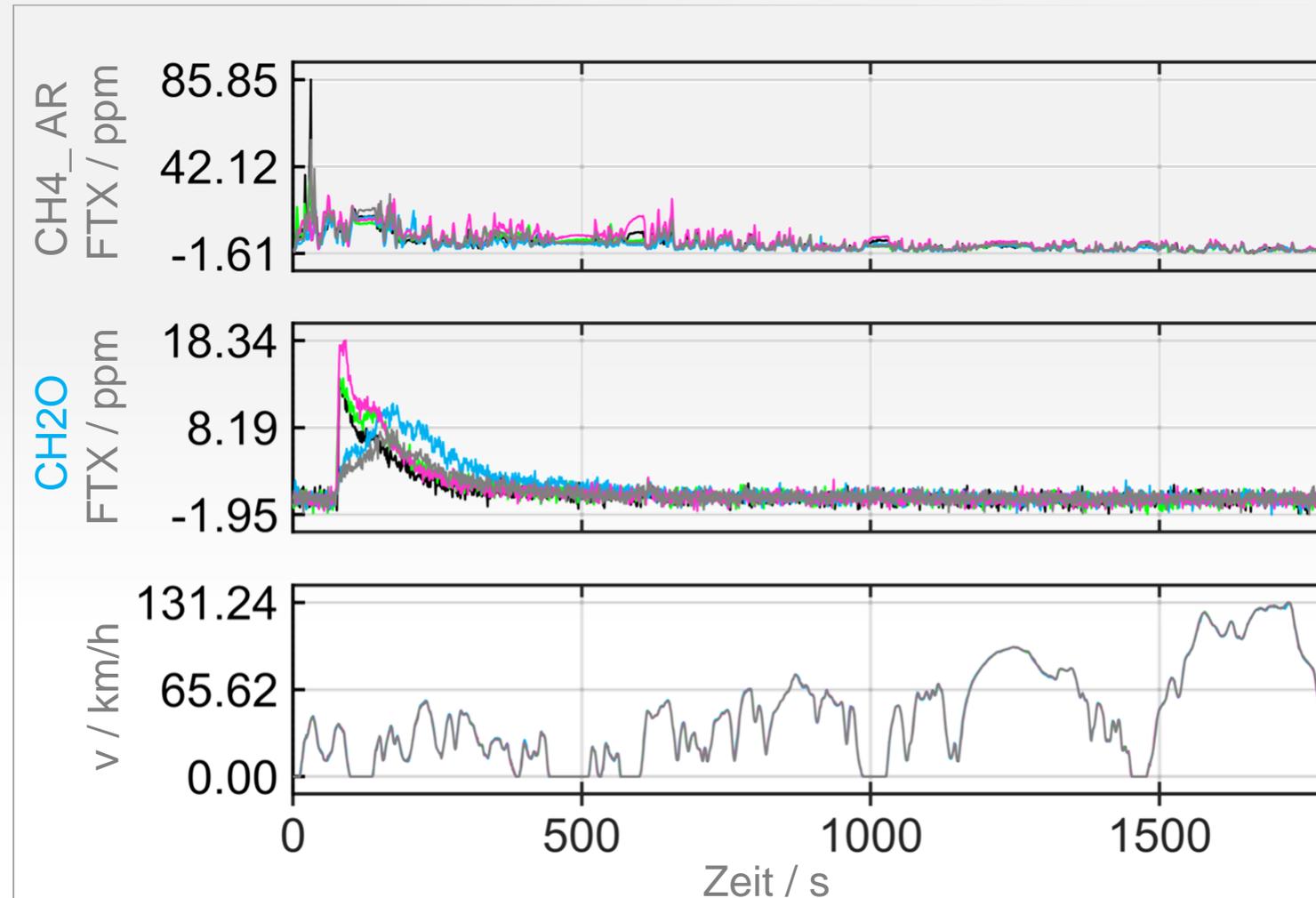
### Beschreibung

- Keine signifikanten Unterschiede der FTX CH4 Konzentrationen
- Keine signifikanten Unterschiede der FTX NH3 Konzentrationen

— B\_B0  
— B\_B30  
— B\_R51  
— B\_B10  
— B\_R33

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pfliegedienst)	Langstreckenfahrten
Fzg. A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fzg. B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fzg. B1		B0 R33 B10 R51 B30		
Fzg. B2		R33 B10		
Fzg. C				R33 B10

## AP-C2: Fahrzeug B – B0, B30, R51, B10, R33 Ergebnisse



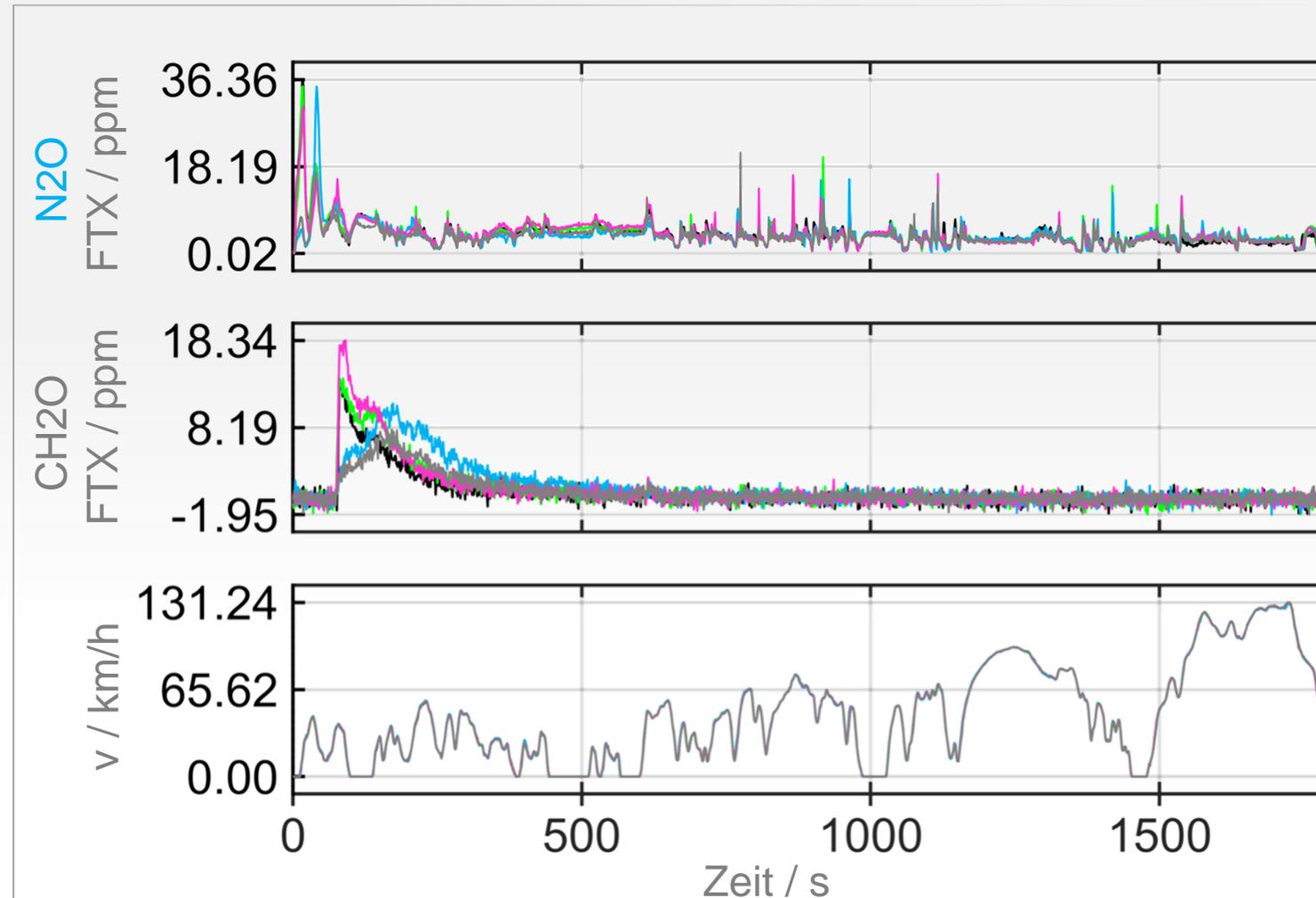
### Beschreibung

- Keine signifikanten Unterschiede der FTX CH4 Konzentrationen
- Geringe CH2O Emissionen, die nach dem Light-off des Katalysators verschwinden

— B\_B0  
— B\_B30  
— B\_R51  
— B\_B10  
— B\_R33

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pflagedienst)	Langstreckenfahrten
Fzg. A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fzg. B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fzg. B1		B0 R33 B10 R51 B30		
Fzg. B2		R33 B10		
Fzg. C				R33 B10

## AP-C2: Fahrzeug B – B0, B30, R51, B10, R33 Ergebnisse



### Beschreibung

- Geringe N<sub>2</sub>O Konzentrationen mit allen Kraftstoffen über die Dauer des Tests
- Geringe CH<sub>2</sub>O Emissionen, die nach dem Light-off des Katalysators verschwinden

— B\_B0  
— B\_B30  
— B\_R51  
— B\_B10  
— B\_R33

Fahrzeug B erfüllt alle Grenzwerte  
mit allen Kraftstoffen

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
Fz A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fz B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fz B		B0 R33 B10 R51 B30		
Fz B		R33 B10		
Fz C				R33 B10

## AP-C2: Fahrzeug B – B0, B30, R51, B10, R33 Ergebnisse

### Overview – Bag results

BENTE Fahrzeug B	CO2 (g/km)	CO (mg/km)	THC (mg/km)	NOx (mg/km)	HC+NOx (mg/km)	CH4 (mg/km)	NMHC (mg/km)	NMHC+NOx (mg/km)	PN (#/km)	Verbrauch (l/100km)	Distanz (km)	
B10	123,73	25,4	10,1	16,0	26,1	4,3	6,3	22,3	1,65E+08	4,7067	23,272	Representative
B10	125,01	34,1	11,9	16,7	28,7	4,4	8,1	24,8	1,74E+08	4,7561	23,273	
B10	124,53	25,9	10,1	18,1	28,1	3,5	7,0	25,1	3,09E+08	4,7371	23,269	
<b>Mittelwert</b>	<b>124,43</b>	<b>28,49</b>	<b>10,72</b>	<b>16,93</b>	<b>27,64</b>	<b>4,08</b>	<b>7,14</b>	<b>24,07</b>	<b>2,16E+08</b>	<b>4,73</b>	<b>23,27</b>	
R33	123,64	24,8	8,2	16,7	25,0	3,3	5,3	22,1	1,33E+08	4,7031	23,260	Representative
R33	123,50	24,9	8,8	16,7	25,5	3,5	5,7	22,4	1,88E+08	4,6976	23,269	
R33	123,18	24,7	8,0	17,3	25,3	3,1	5,3	22,5	1,38E+08	4,6852	23,261	
<b>Mittelwert</b>	<b>123,44</b>	<b>24,82</b>	<b>8,35</b>	<b>16,88</b>	<b>25,23</b>	<b>3,33</b>	<b>5,44</b>	<b>22,32</b>	<b>1,53E+08</b>	<b>4,70</b>	<b>23,26</b>	
B0	123,37	20,1	7,0	19,9	26,8	2,7	4,6	24,4	6,40E+08	4,6921	23,279	Representative
B0	123,76	27,5	8,2	19,1	27,3	3,0	5,6	24,7	3,09E+08	4,7076	23,266	
B0	123,21	26,6	7,9	20,9	28,8	3,2	5,1	26,0	9,96E+07	4,6866	23,263	
<b>Mittelwert</b>	<b>123,45</b>	<b>24,74</b>	<b>7,68</b>	<b>19,98</b>	<b>27,66</b>	<b>2,96</b>	<b>5,09</b>	<b>25,07</b>	<b>3,49E+08</b>	<b>4,70</b>	<b>23,27</b>	
R51	122,16	20,8	7,2	18,7	26,0	2,3	5,3	24,0	6,03E+07	4,7460	23,305	Representative
R51	122,82	23,7	7,3	18,0	25,4	2,7	5,0	23,0	1,07E+08	4,7717	23,269	
R51	121,03	15,6	5,3	16,5	21,8	2,5	3,1	19,6	3,81E+08	4,7015	23,305	
<b>Mittelwert</b>	<b>122,00</b>	<b>20,03</b>	<b>6,60</b>	<b>17,73</b>	<b>24,40</b>	<b>2,50</b>	<b>4,47</b>	<b>22,20</b>	<b>1,83E+08</b>	<b>4,74</b>	<b>23,29</b>	
B30	123,80	23,9	8,3	17,3	25,5	3,1	5,6	22,8	9,45E+07	4,7088	23,258	Representative
B30	124,47	25,0	8,8	16,9	25,7	3,0	6,2	23,1	5,79E+07	4,7345	23,270	
B30	125,47	24,3	7,4	17,3	24,7	2,8	5,0	22,3	8,97E+07	4,7722	23,279	
<b>Mittelwert</b>	<b>124,58</b>	<b>24,40</b>	<b>8,17</b>	<b>17,17</b>	<b>25,30</b>	<b>2,97</b>	<b>5,60</b>	<b>22,73</b>	<b>8,07E+07</b>	<b>4,74</b>	<b>23,27</b>	

## Agenda:

Zusammenfassung

Theoretische Grundlagen

Methoden und Materialien

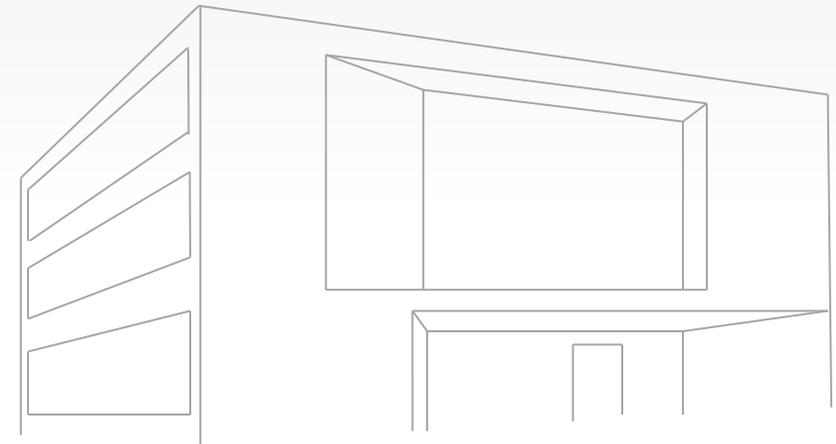
Experimentelle Ergebnisse

- Arbeitspaket A: Chemische Analyse der Kraftstoffe und Öle
- Arbeitspaket B: Empfang der Versuchsfahrzeuge
- Arbeitspaket C: WLTC Emissionsmessungen
- Arbeitspaket D: WLTC Ölverdünnungsmessungen
- Arbeitspaket E: Ölverdünnungsmessungen im Realbetrieb
- Arbeitspaket X: Rohemissionsmessungen

Zusammenfassung und Ausblick

Danksagung

Kontaktdaten



	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pliegedienst)	Langstreckenfahrten
Fz A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fz B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fz B'		B0 R33 B10 R51 B30		
Fz B''		R33 B10		
Fz C				R33 B10

## AP-D2: Ölverdünnungsuntersuchungen

Abbildung



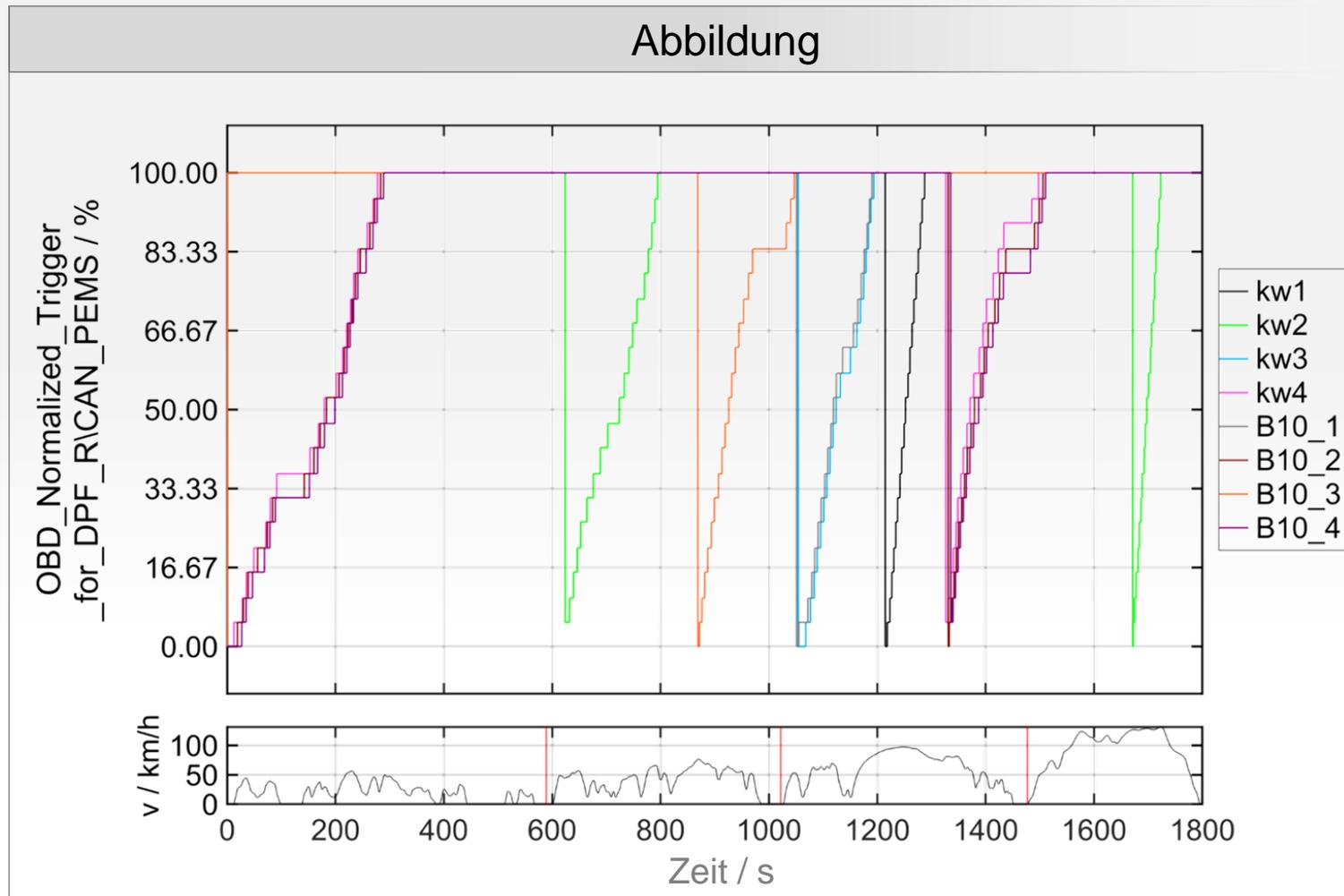
Beschreibung

- Die Daten der Ölverdünnung basieren auf Tests mit Fahrzeug B mit dem angepassten Motorsteuergerät für kontinuierlichen Partikelfilter Regenerationsbetrieb
- Es gibt Unterschiede zwischen dem ersten und zweiten Durchlauf der Tests
- Die Fahrzeug-Messdaten zeigen aber keinen Unterschied im Betrieb

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pflegedienst)	Langstreckenfahrten
Fz1 A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fz1 B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fz2 B		B0 R33 B10 R51 B30		
Fz3 B		R33 B10		
Fz4 B				R33 B10

## AP-D2: Ölverdünnung – B10 (Erster Lauf, Trigger, 1/2)

B10 - R33 - R33 - B10



### Beschreibung

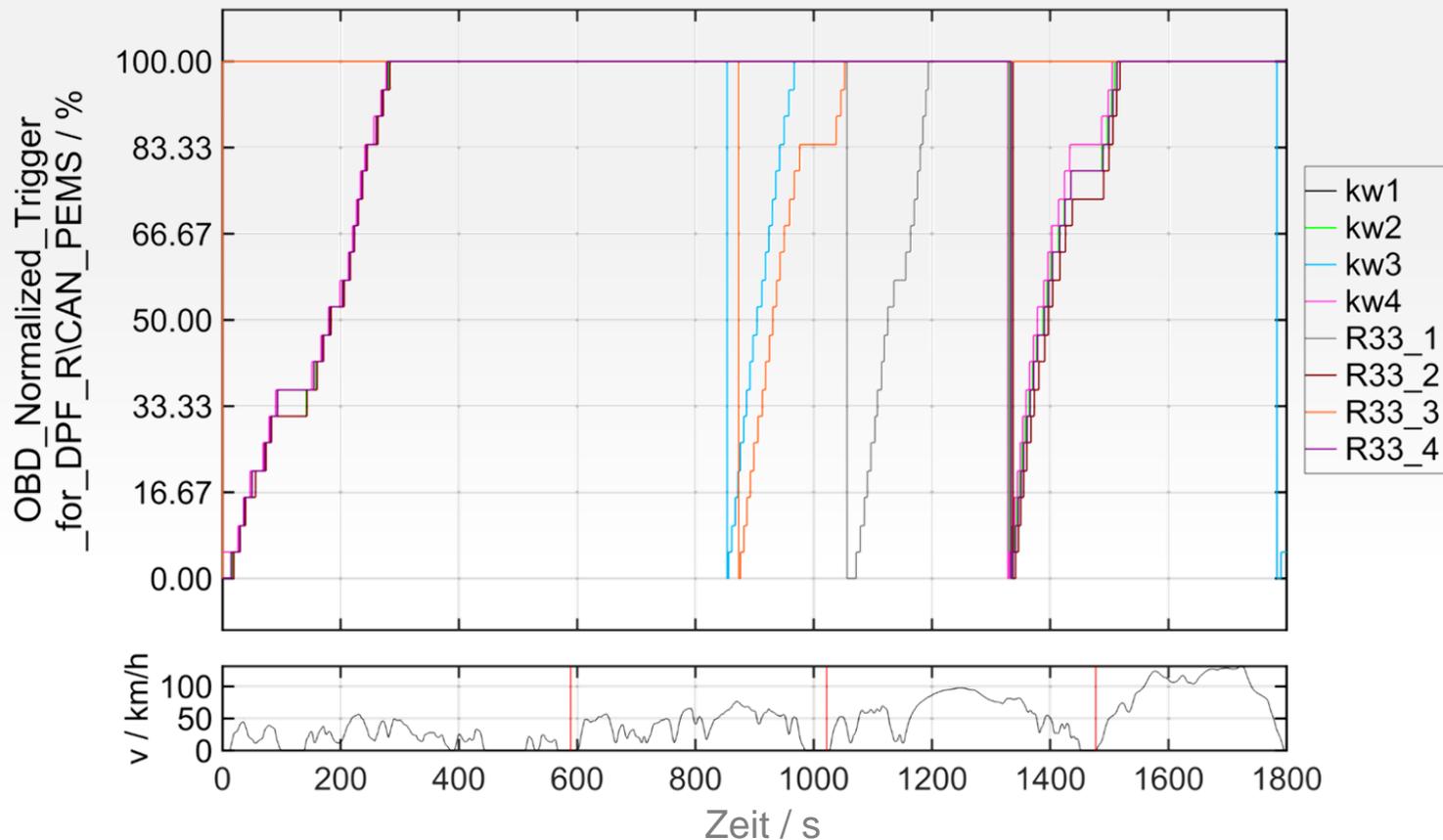
- Die folgenden Daten zeigen
  - Trigger Signale der DPF Regeneration (OBD Daten)
  - Temperatur des Oxidationskatalysators (CAN record)
  - Temperatur des Partikelfilters (CAN record)
- Alle Signale zeigen einen reproduzierbaren Betrieb der DPF Regeneration
- Letzter Tag: kein OBD (B10/2)
- Tag 2&3: kein CAN (B10/1)
- Letzter Tag: CAN zeigt Reg.

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pflegedienst)	Langstreckenfahrten
Fz1 A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fz2 A		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fz3 B		B0 R33 B10 R51 B30		
Fz4 B		R33 B10		
Fz5 B				R33 B10

## AP-D2: Ölverdünnung – R33 (Erster Lauf, Trigger, 1/2)

B10 - R33 - R33 - B10

Abbildung



Beschreibung

- Die folgenden Daten zeigen
  - Trigger Signale der DPF Regeneration (OBD Daten)
  - Temperatur des Oxidationskatalysators (CAN record)
  - Temperatur des Partikelfilters (CAN record)
- Alle Signale zeigen einen reproduzierbaren Betrieb der DPF Regeneration
- Letzter Tag: kein OBD (B10/2)
- Tag 2&3: kein CAN (B10/1)
- Letzter Tag: CAN zeigt Reg.

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
Fzg. A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fzg. B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fzg. B1		B0 R33 B10 R51 B30		
Fzg. B2		R33 B10		
Fzg. B3				R33 B10

## AP-D2: Ölverdünnungsuntersuchungen

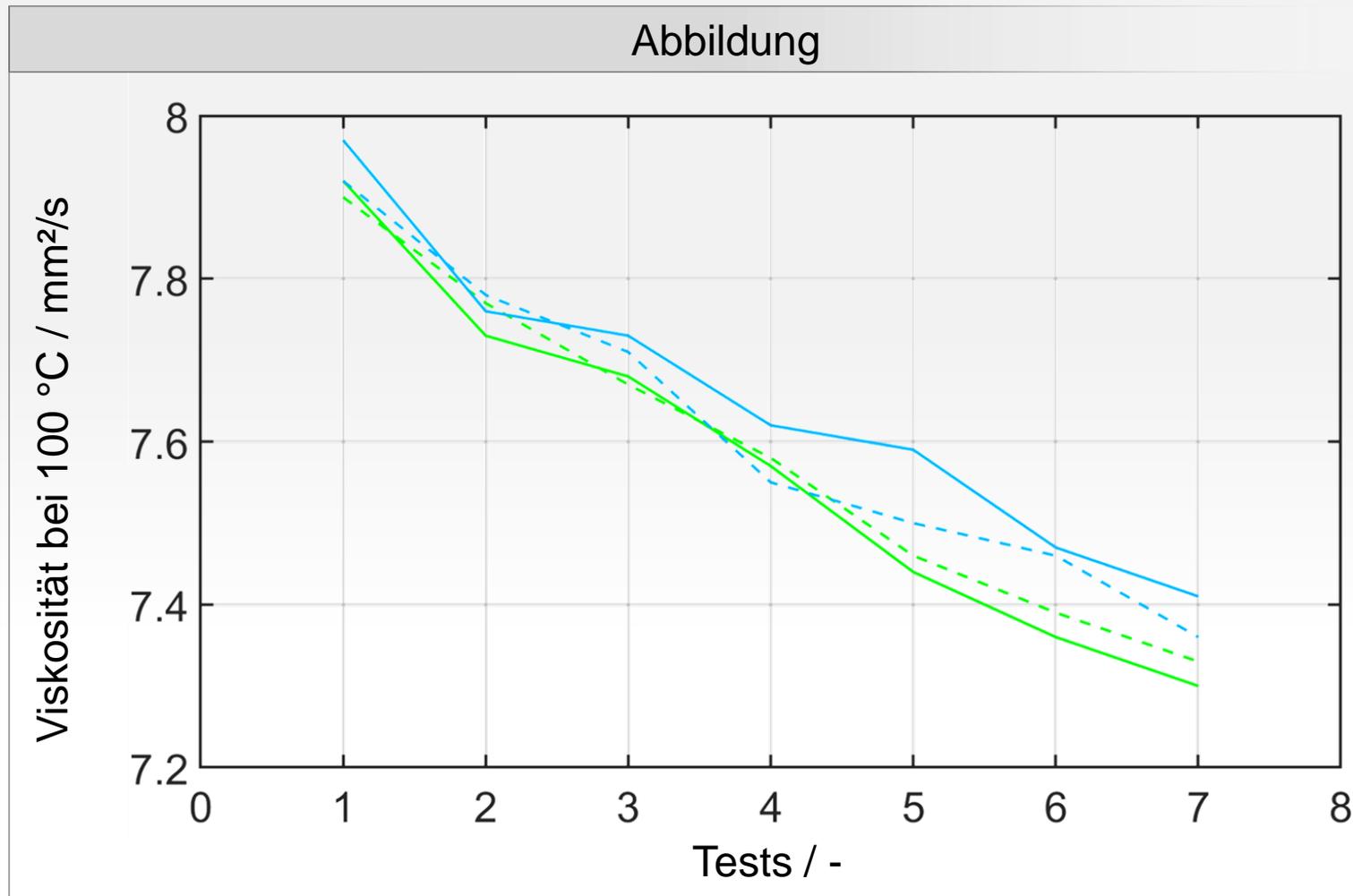
B10 - R33 - R33 - B10

	Abbildung			
	B10	R33	R33	B10
Testtag 1	✓	✓	✓	✓
Testtag 2	✓	✓	✓	✓
Testtag 3	✓	✓	✓	✓
Umtanktag	✓	✓	✓	✓
Anzahl Proben	7	7	7	7
Anfangs-Ölmasse	3531 g	3533 g	3532 g	3531 g
Abgelass.-Ölmasse	3518,59 g	3526,06 g	3452,58 g	3500,14 g
Ölmasse im Filter	188,96 g	190,39 g	190,23 g	189,76 g
Finale Ölmasse	3707,55	3716,45 g	3642,81 g	3689,9 g
Differenz Ölmasse	+ 176,55 g	+ 183,45 g	+ 110,81 g	+ 158,9 g

Beschreibung	
○	Die Daten der Ölverdünnung basieren auf Tests mit Fahrzeug B mit dem angepassten Motorsteuergerät für kontinuierlichen Partikelfilter Regenerationsbetrieb
○	Es gibt Unterschiede zwischen dem ersten und zweiten Durchlauf der Tests
○	Die Fahrzeug-Messdaten zeigen aber keinen Unterschied im Betrieb

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
Frü A	B0 R33 B10 R51 B30			
Frü B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Frü B1		B0 R33 B10 R51 B30		
Frü B2		R33 B10		
Frü C				R33 B10

## AP-D2: ECU oil dilution analysis – results



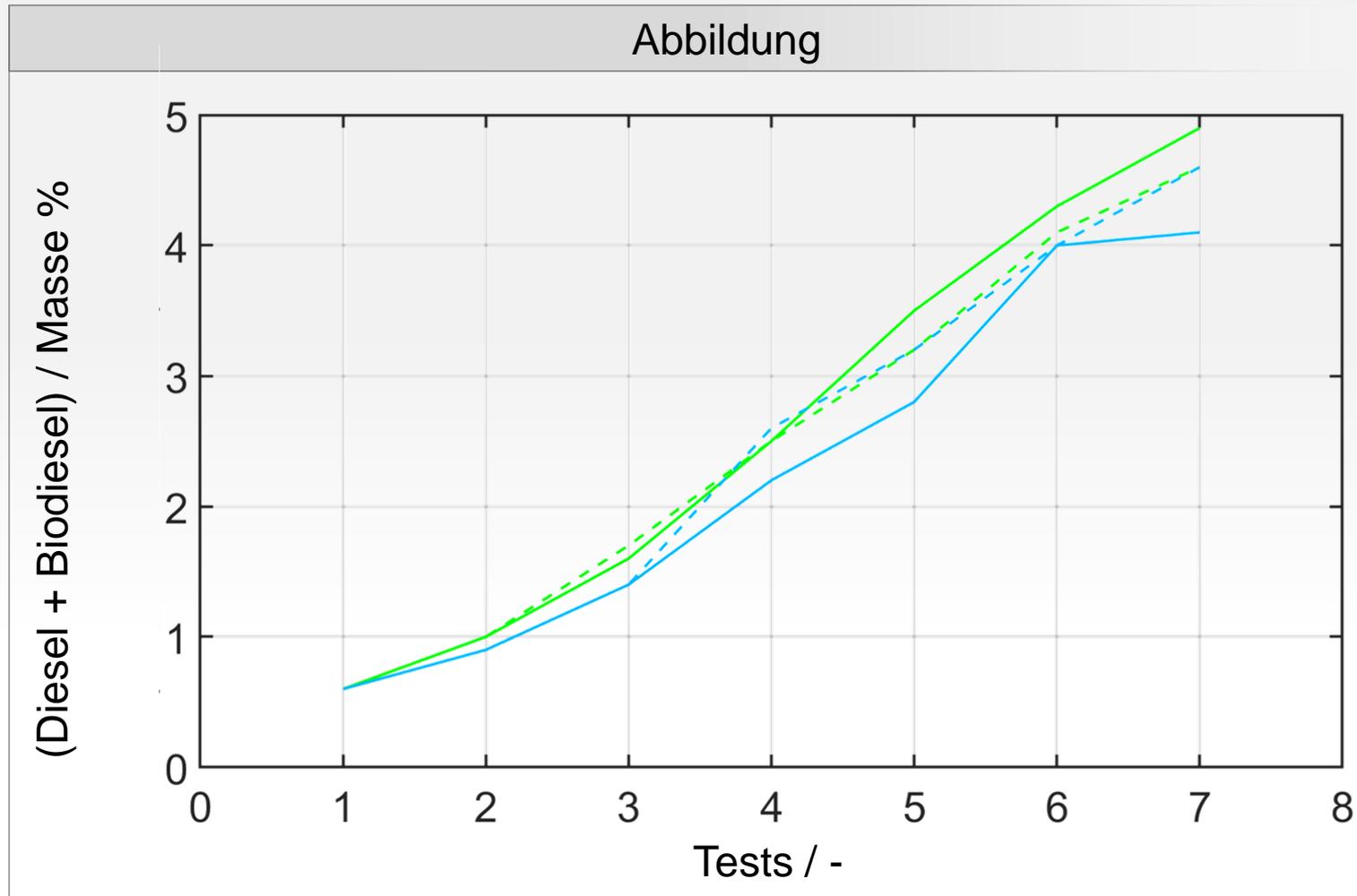
### Beschreibung

- Die Viskositätsdaten der genommenen Ölproben zeigen eine kontinuierliche Abnahme der Viskosität über die Anzahl der Tests.
- Dieses Ergebnis zeigt, dass der Ölverdünnungseffekt stärker ist als der Alterungseffekt der Öle, da die Tests zur Ölalterung im Chemielabor einen Anstieg der Viskosität zeigen.

— R33 Lauf1      - - R33 Lauf2  
— B10 Lauf1      - - B10 Lauf2

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
FzG A	B0 R33 B10 R51 B30			
FzG B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
FzG B1		B0 R33 B10 R51 B30		
FzG B2		R33 B10		
FzG C				R33 B10

## AP-D2: ECU oil dilution analysis – results



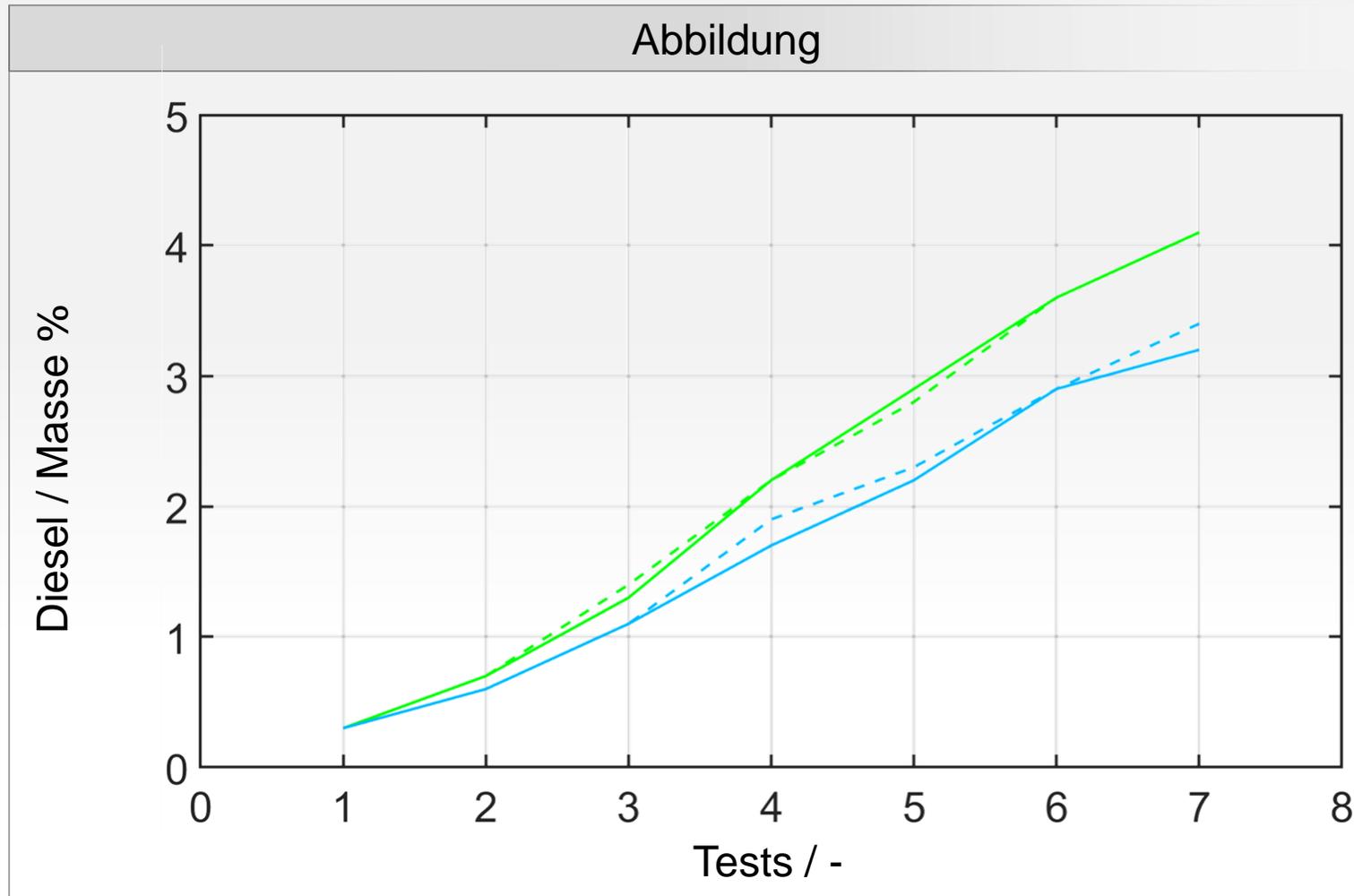
### Beschreibung

- Die gesamte akkumulierte Kraftstoffmasse zeigt einen kontinuierlichen Anstieg über die Anzahl der Tests.
- Dieses Ergebnis zeigt, dass der Ölverdünnungseffekt stärker ist als der Alterungseffekt der Öle, da die Tests zur Ölalterung im Chemielabor einen Anstieg der Viskosität zeigen.

— R33 Lauf1      - - R33 Lauf2  
— B10 Lauf1      - - B10 Lauf2

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pflagedienst)	Langstreckenfahrten
	B0 R33 B10 R51 B30			
		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
		B0 R33 B10 R51 B30		
		R33 B10		
				R33 B10

## AP-D2: ECU oil dilution analysis – results



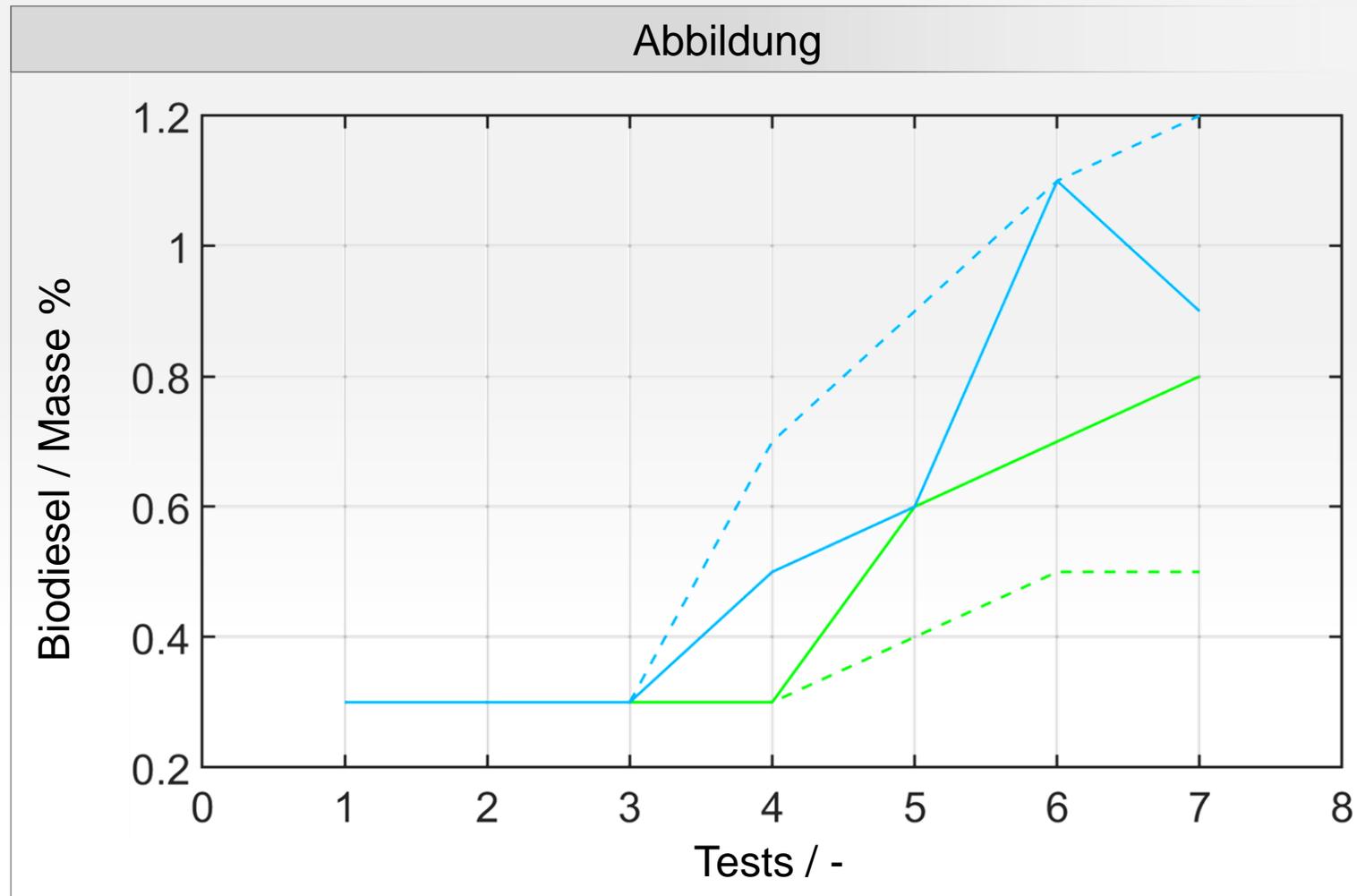
### Beschreibung

- Die akkumulierte Dieselmasse zeigt einen kontinuierlich ansteigenden Anteil über die Anzahl der Tests
- Hierbei zeigen die Tests mit R33 einen höheren Anteil an Diesel im Öl, obwohl der R33 nur 67 vol% Diesel enthält und der B10 90 vol% Diesel enthält.

— R33 Lauf1    - - R33 Lauf2  
— B10 Lauf1    - - B10 Lauf2

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
FzA	B0 R33 B10 R51 B30			
FzB_A		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
FzB_B		B0 R33 B10 R51 B30		
FzB_C		R33 B10		
FzB_D				R33 B10

## AP-D2: ECU oil dilution analysis – results



### Beschreibung

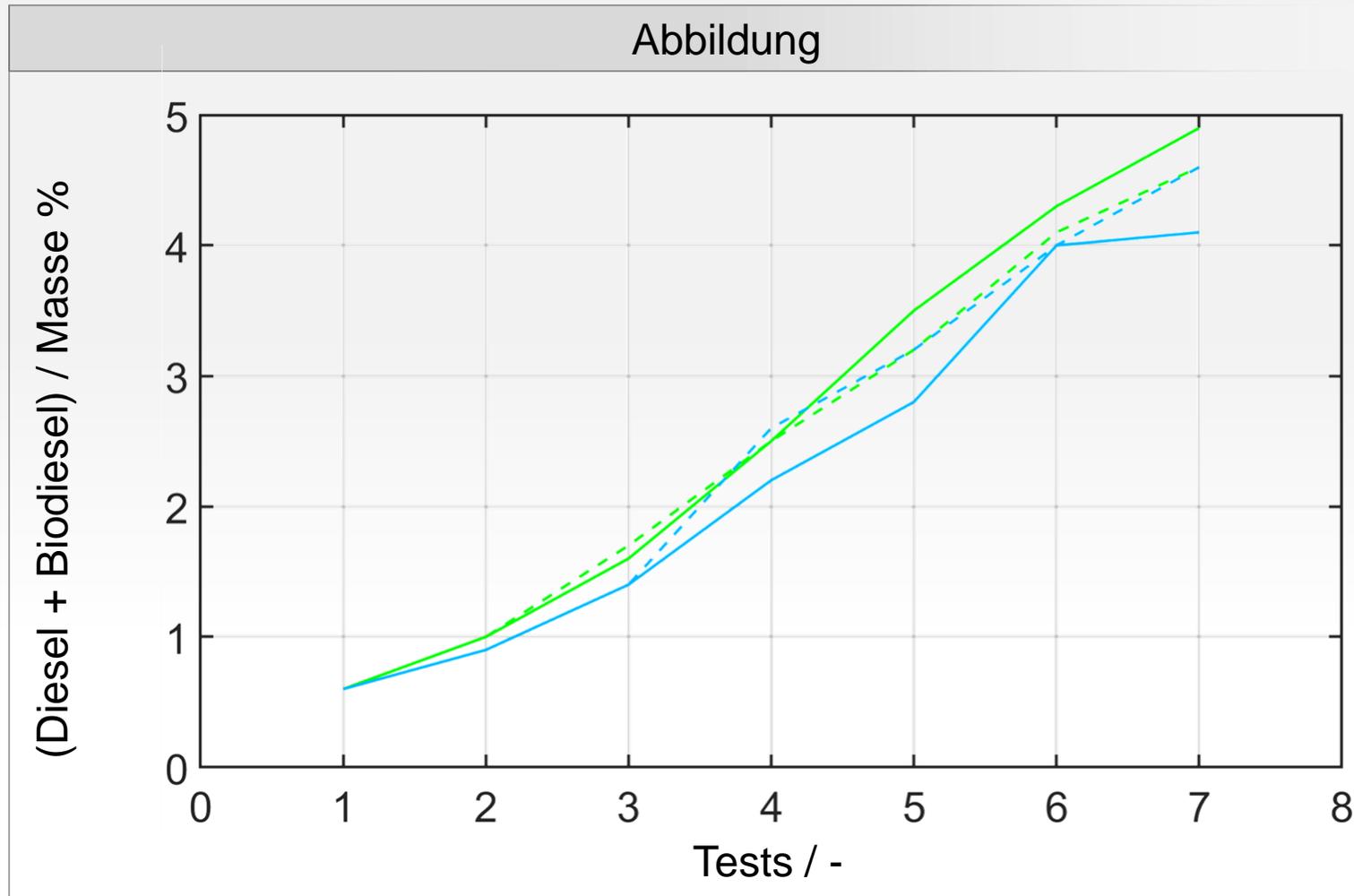
- Die Daten der Biodieselanteile sind von 2 Faktoren beeinflusst
  - a) Das Messgerät kann nur Anteile  $> 0,3$  mass% detektieren. Die ersten 3 Messwerte zeigen daher die Nulllinie
  - b) Die B10\_1\_FAME Daten scheinen Ausreißer zu haben.
- Die Daten zeigen trotzdem, dass der B10 einen höheren Biodieselanteil im Öl verursacht.

— R33 Lauf1    - - R33 Lauf2  
— B10 Lauf1    - - B10 Lauf2

Die Analysen der Ölverdünnungstests am Rollenprüfstand zeigen, dass B10 in Summe eine geringere absolute Ölverdünnung verursacht

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pflagedienst)	Langstreckenfahrten
FzA	B0 R33 B10 R51 B30			
FzB A		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
FzB B		B0 R33 B10 R51 B30		
FzB C		R33 B10		
FzB D				R33 B10

## AP-D2: ECU oil dilution analysis – results



### Beschreibung

- Die gesamte akkumulierte Kraftstoffmasse zeigt einen kontinuierlichen Anstieg über die Anzahl der Tests.
- Dieses Ergebnis zeigt, dass der Ölverdünnungseffekt stärker ist als der Alterungseffekt der Öle, da die Tests zur Ölalterung im Chemielabor einen Anstieg der Viskosität zeigen.

— R33 Lauf1    - - R33 Lauf2  
— B10 Lauf1    - - B10 Lauf2

## Agenda:

Zusammenfassung

Theoretische Grundlagen

Methoden und Materialien

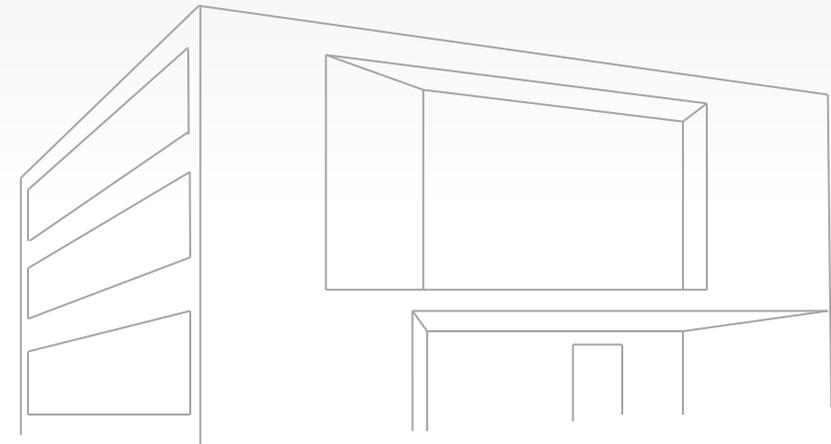
Experimentelle Ergebnisse

- Arbeitspaket A: Chemische Analyse der Kraftstoffe und Öle
- Arbeitspaket B: Empfang der Versuchsfahrzeuge
- Arbeitspaket C: WLTC Emissionsmessungen
- Arbeitspaket D: WLTC Ölverdünnungsmessungen
- Arbeitspaket E: Ölverdünnungsmessungen im Realbetrieb
- Arbeitspaket X: Rohemissionsmessungen

Zusammenfassung und Ausblick

Danksagung

Kontaktdaten



## Agenda:

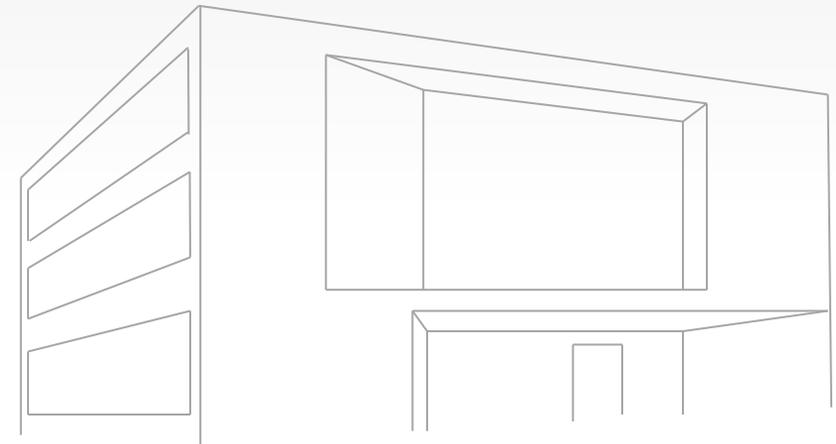
Zusammenfassung

Theoretische Grundlagen

Methoden und Materialien

Experimentelle Ergebnisse

- Arbeitspaket A: Chemische Analyse der Kraftstoffe und Öle
- Arbeitspaket B: Empfang der Versuchsfahrzeuge
- Arbeitspaket C: WLTC Emissionsmessungen
- Arbeitspaket D: WLTC Ölverdünnungsmessungen
- Arbeitspaket E: Ölverdünnungsmessungen im Realbetrieb
  - Kurzstreckenbetrieb bei der der AGQM
  - Langstreckenbetrieb bei VW
- ...



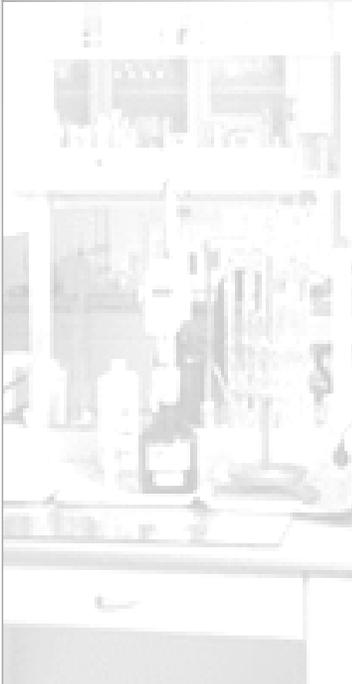
	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
	B0 R33 B10 R51 B30			
		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
		B0 R33 B10 R51 B30		
		R33 B10		
				R33 B10

# Kraftstoffforschung an der Hochschule Coburg

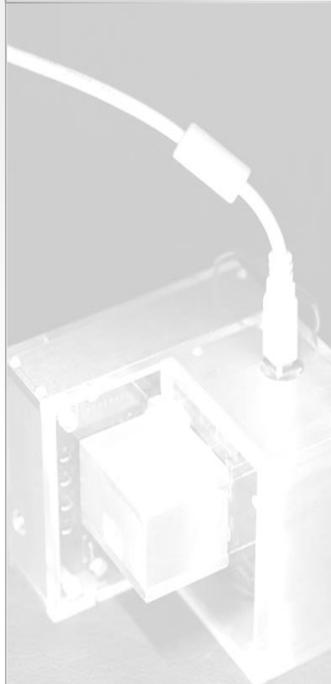


Kraftstoff Synthese

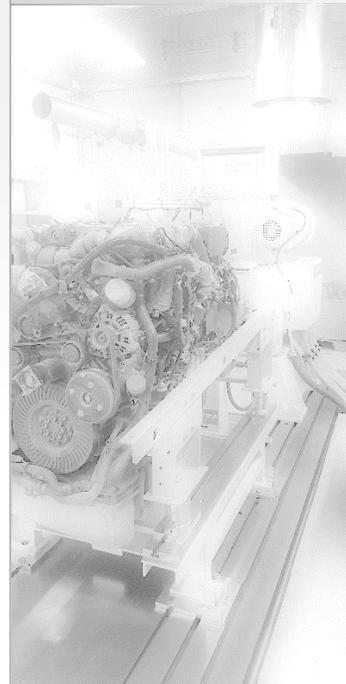
Chemische  
Analysen



Sensor  
Entwicklung



Vollmotor-  
analysen



Rollenprüf-  
standstests



Real Driving  
Tests



Kraftstoff  
Flottentest



Kundenanwendung

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pliegedienst)	Langstreckenfahrten
Fz A	B0 R33 B10 R51 B30		B10 B7 Tankstelle	
Fz B		R33 B10		
Fz B'		B0 R33 B10 R51 B30		
Fz B''		R33 B10		
Fz C				R33 B10

# Methoden und Materialien – Testfahrzeug: Fahrzeug A



## Testfahrzeuge



## Abbildung



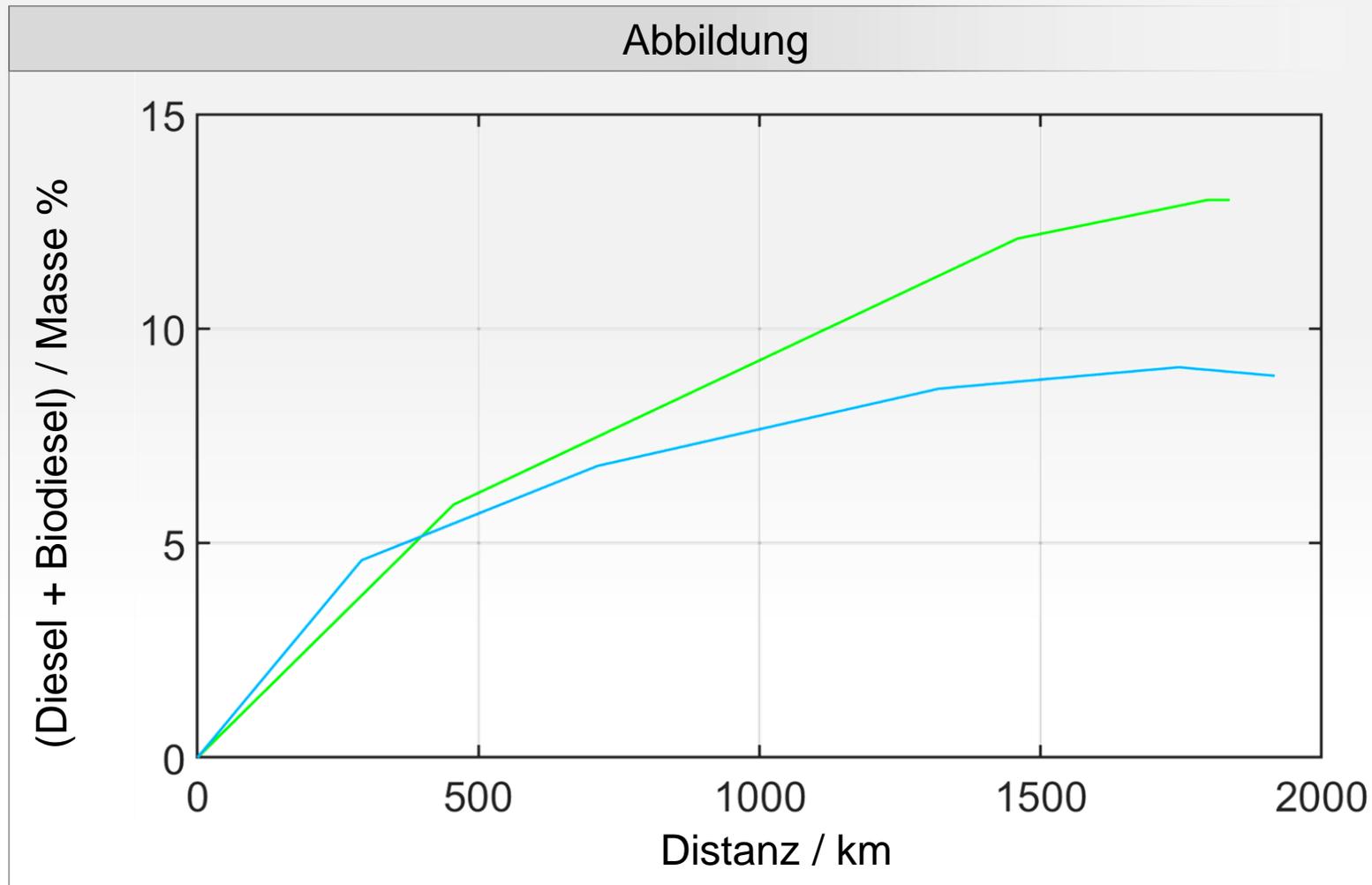
## Beschreibung

- Getriebe: DQ381 (DSG/FWD)
- Abgasnorm: Euro 6d (EA288 EVO)
- Motor: 2.0l TDI SCR
  - 400 Nm @ 1750 - 3500 rpm
  - 147 kW @ 3500 - 4000 rpm
- Zertifizierter Verbrauch:
  - 4,7 l/100 km
  - 124 g/km
- Genutzt in Teil C und E

In Summe zeigt B10 im Kurzstreckenbetrieb von Fahrzeug A eine etwas niedrigere Ölverdünnung als B7

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pflagedienst)	Langstreckenfahrten
Fz A	B0 R33 B10 R51 B30		B10 B7 Tankstelle	
Fz B		R33 B10		
Fz B1		B0 R33 B10 R51 B30		
Fz B2		R33 B10		
Fz B3				R33 B10

## AP-E2: Kurzenstreckenbetrieb von Fahrzeug A bei der AGQM



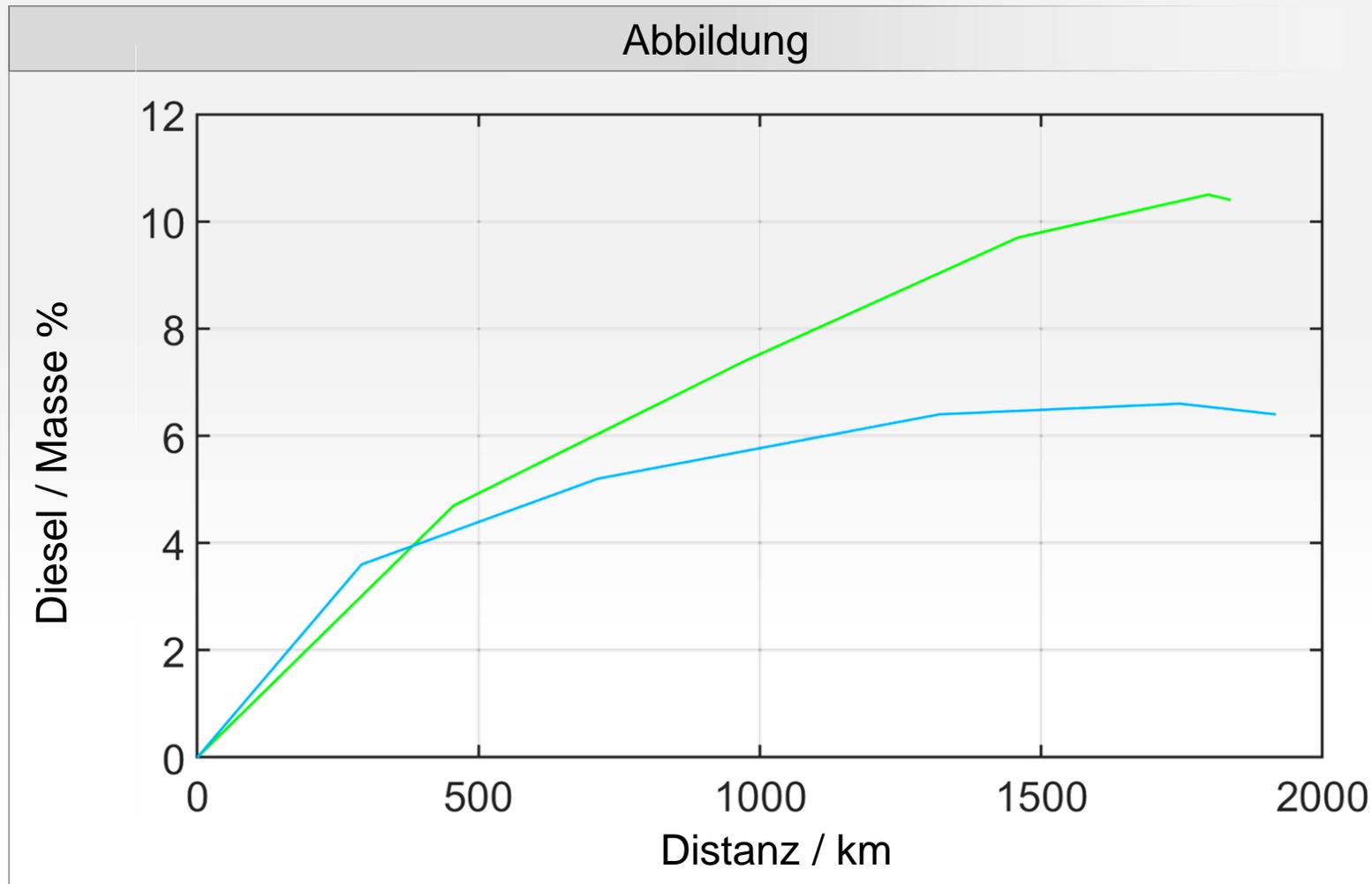
### Beschreibung

- Für die Kurzstreckentests ist das Fahrzeug B im Betrieb eines Pflegedienstes, wobei B7 von verschiedenen öffentlichen Tankstellen und B10 für jeweils ~ 2000 km genutzt wird.
- Die gesamte Kraftstoffmasse im Öl zeigt die höhere Ölverdünnungstendenz von Fahrzeug A im Betrieb mit B7.

— A\_sd\_B7  
— A\_sd\_B10

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pflagedienst)	Langstreckenfahrten
Fz A	B0 R33 B10 R51 B30		B10 B7 Tankstelle	
Fz B		R33 B10		
Fz B1		B0 R33 B10 R51 B30		
Fz B2		R33 B10		
Fz B3				R33 B10

## AP-E2: Kurzenstreckenbetrieb von Fahrzeug A bei der AGQM



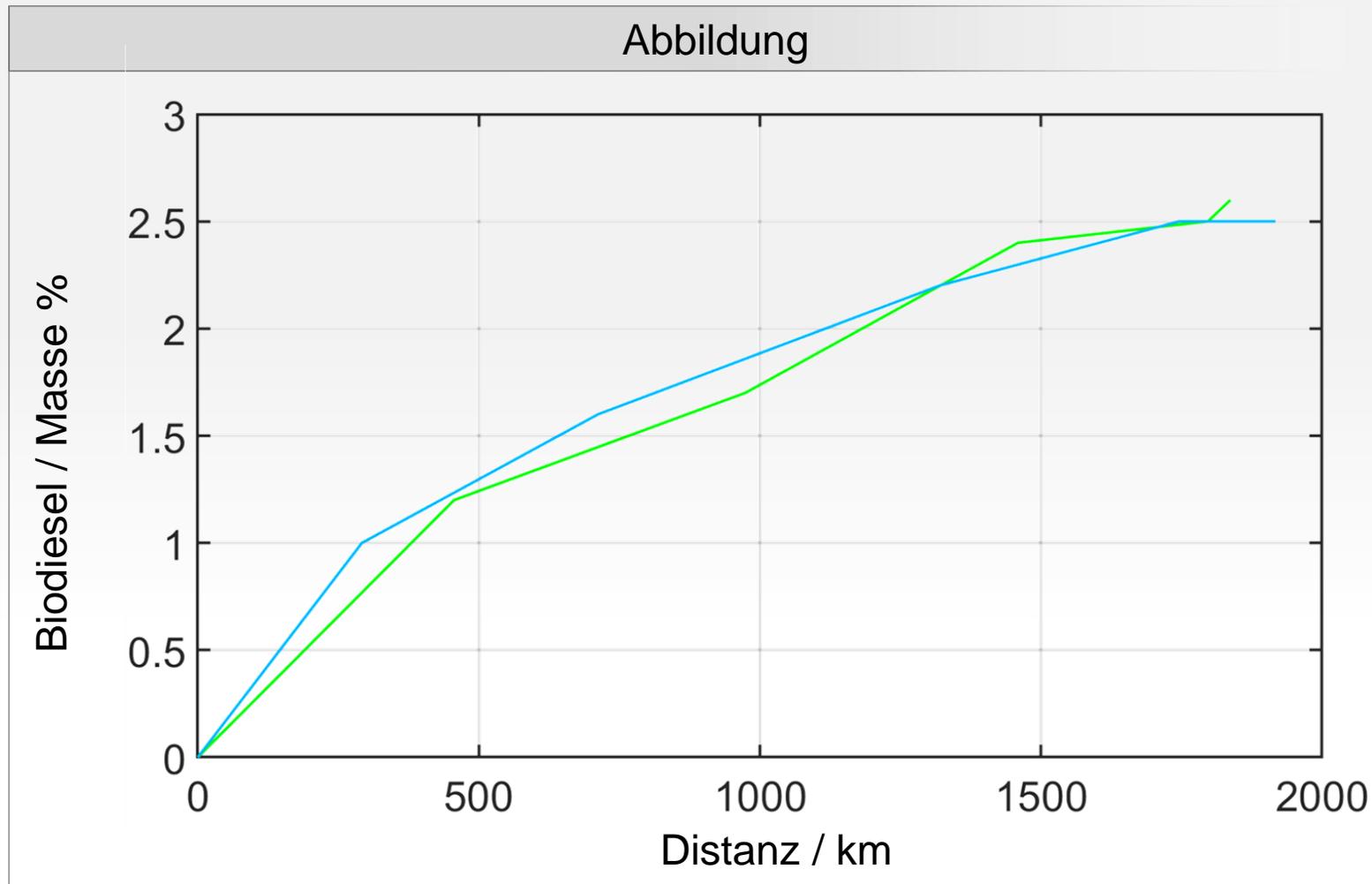
### Beschreibung

- Für die Kurzstreckentests ist das Fahrzeug A im Betrieb eines Pflagedienstes mit B7 von verschiedenen öffentlichen Tankstellen und B10 (Fass) für jeweils ~ 2000 km genutzt wird.
- Die Daten zeigen, dass das Fahrzeug A eine stärkere L1verdünnung durch Dieseldieselkraftstoff mit B7 aufweist. Dazu kommt, dass Fahrzeug A mit B10 MIL\* nicht aktiviert hat.

— A\_sd\_B7  
— A\_sd\_B10

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pflagedienst)	Langstreckenfahrten
Fz A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fz B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fz B1		B0 R33 B10 R51 B30		
Fz B2		R33 B10		
Fz B3				R33 B10

## AP-E2: Kurzenstreckenbetrieb von Fahrzeug A bei der AGQM



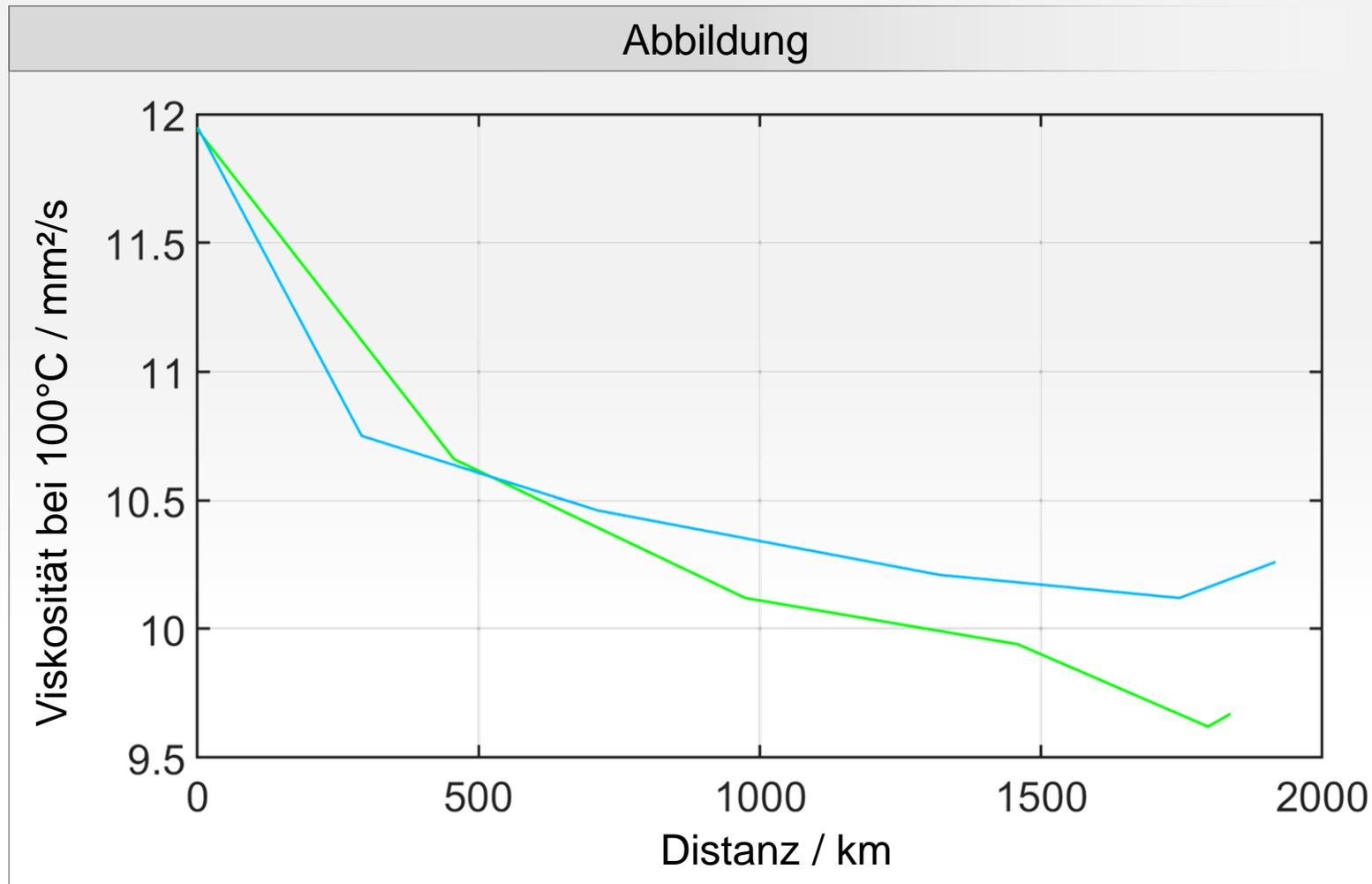
### Beschreibung

- Für die Kurzstreckentests ist das Fahrzeug B im Betrieb eines Pflegedienstes, wobei B7 von verschiedenen öffentlichen Tankstellen und B10 für jeweils ~ 2000 km genutzt wird.
- Die Ölverdünnung durch Biodiesel ist bei B7 und B10 vergleichbar, was aus einer Balance zwischen Biodieselanteil und Ölverdünnung resultieren kann.

— A\_sd\_B7  
— A\_sd\_B10

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pflagedienst)	Langstreckenfahrten
Fz A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fz B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fz B1		B0 R33 B10 R51 B30		
Fz B2		R33 B10		
Fz C				R33 B10

## AP-E2: Kurzenstreckenbetrieb von Fahrzeug A bei der AGQM



### Beschreibung

- Für die Kurzstreckentests ist das Fahrzeug B im Betrieb eines Pflegedienstes, wobei B7 von verschiedenen öffentlichen Tankstellen und B10 für jeweils ~ 2000 km genutzt wird.
- Die gesamte Ölverdünnung führt zu einer Verringerung der Viskosität, die bei beiden Kraftstoffen auf einem vergleichbaren Niveau liegt.

— A\_sd\_B7  
— A\_sd\_B10

## Agenda:

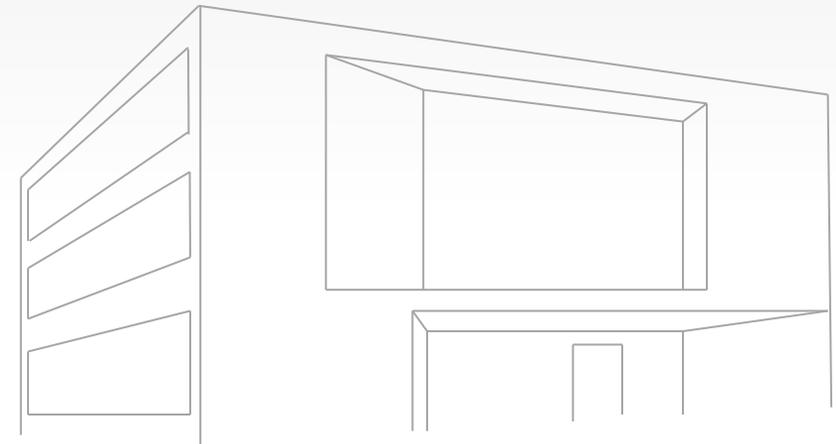
Zusammenfassung

Theoretische Grundlagen

Methoden und Materialien

Experimentelle Ergebnisse

- Arbeitspaket A: Chemische Analyse der Kraftstoffe und Öle
- Arbeitspaket B: Empfang der Versuchsfahrzeuge
- Arbeitspaket C: WLTC Emissionsmessungen
- Arbeitspaket D: WLTC Ölverdünnungsmessungen
- Arbeitspaket E: Ölverdünnungsmessungen im Realbetrieb
  - Kurzstreckenbetrieb bei der der AGQM
  - Langstreckenbetrieb bei VW
- ...



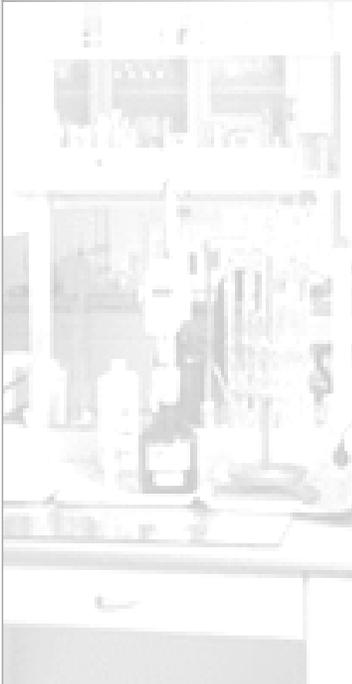
	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pilgedienst)	Langstreckenfahrten
	B0 R33 B10 R51 B30			
		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
		B0 R33 B10 R51 B30		
		R33 B10		
				R33 B10

# Kraftstoffforschung an der Hochschule Coburg

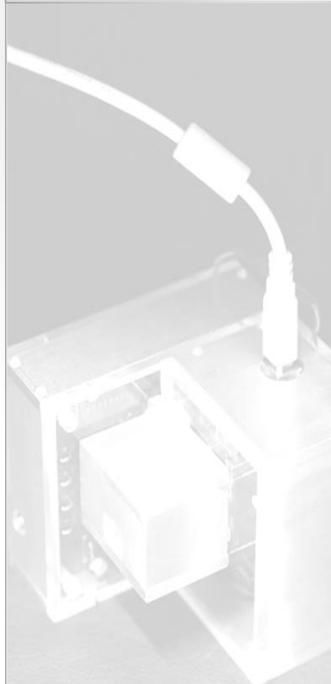


Kraftstoff Synthese

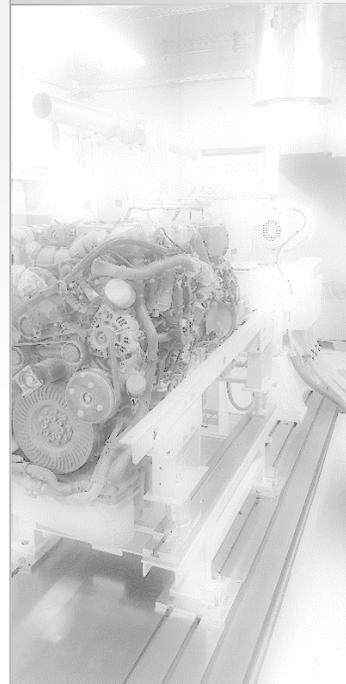
Chemische Analysen



Sensor Entwicklung



Vollmotoranalysen



Rollenprüfstandstests



Real Driving Tests



Kraftstoff Flottentest



Kundenanwendung

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pflagedienst)	Langstreckenfahrten
Fz A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fz B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fz B'		B0 R33 B10 R51 B30		
Fz B''		R33 B10		
Fz C				R33 B10

# Methoden und Materialien – Testfahrzeug: Fahrzeug C



## Fahrzeugtests



## Abbildung



## Beschreibung

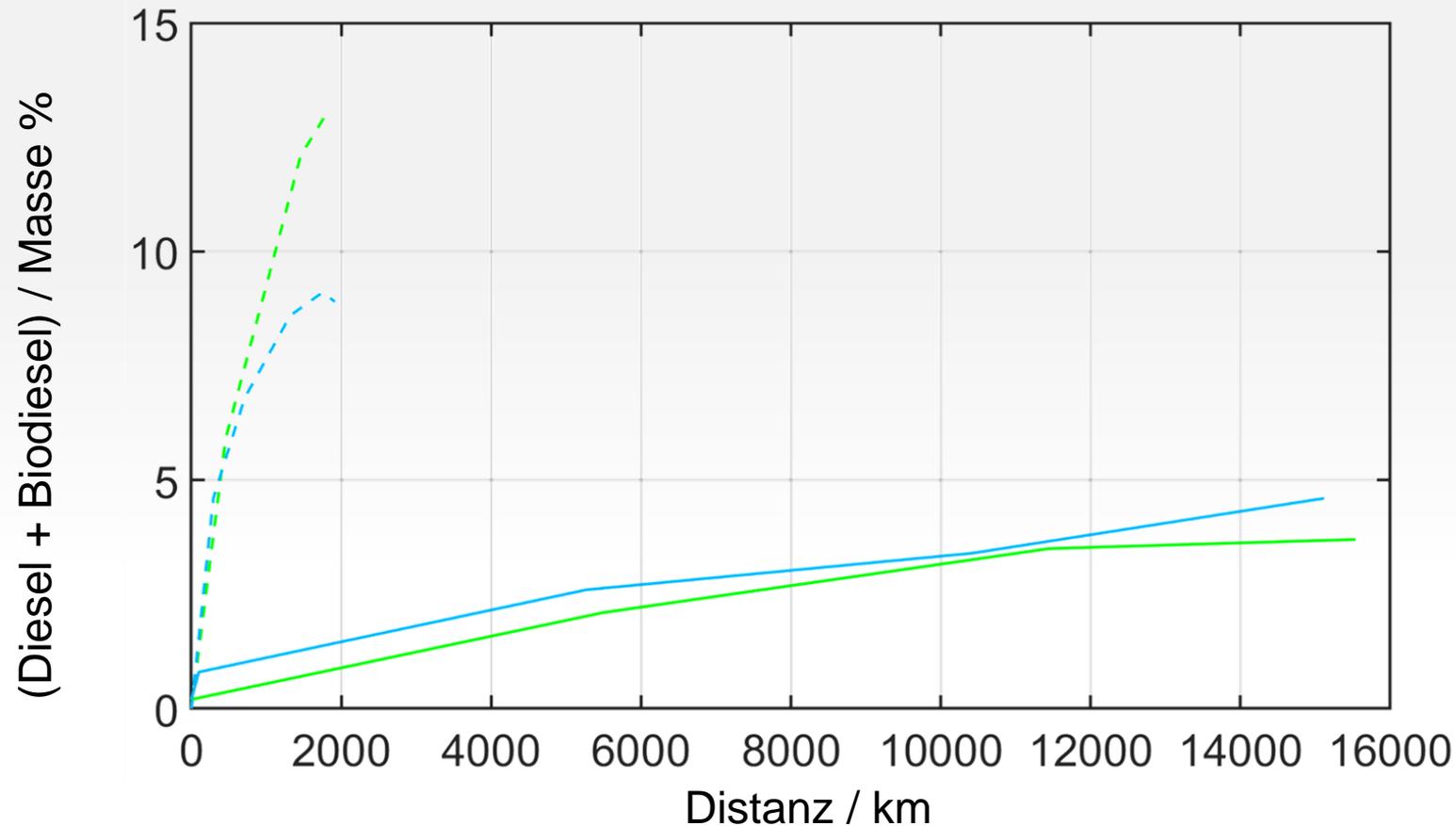
- Getriebe: DQ381 (DSG/4WD)
- Abgasnorm: Euro 6d (EA288 EVO)
- Motor: 2.0l TDI SCR
  - 400 Nm @ 1750 - 3500 rpm
  - 147 kW @ 3500 - 4000 rpm
- Zertifizierter Verbrauch:
  - 4,7 l/100 km
  - 124 g/km
- Genutzt in Teil E

In Summe zeigt Fahrzeug C im Langstreckenbetrieb mit B7 eine leicht niedrigere Ölverdünnung als mit B10.

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pflagedienst)	Langstreckenfahrten
Fz A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fz B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fz B1		B0 R33 B10 R51 B30		
Fz B2		R33 B10		
Fz C				R33 B10

## AP-E1: Langstreckenbetrieb von Fahrzeug C durch VW

Abbildung



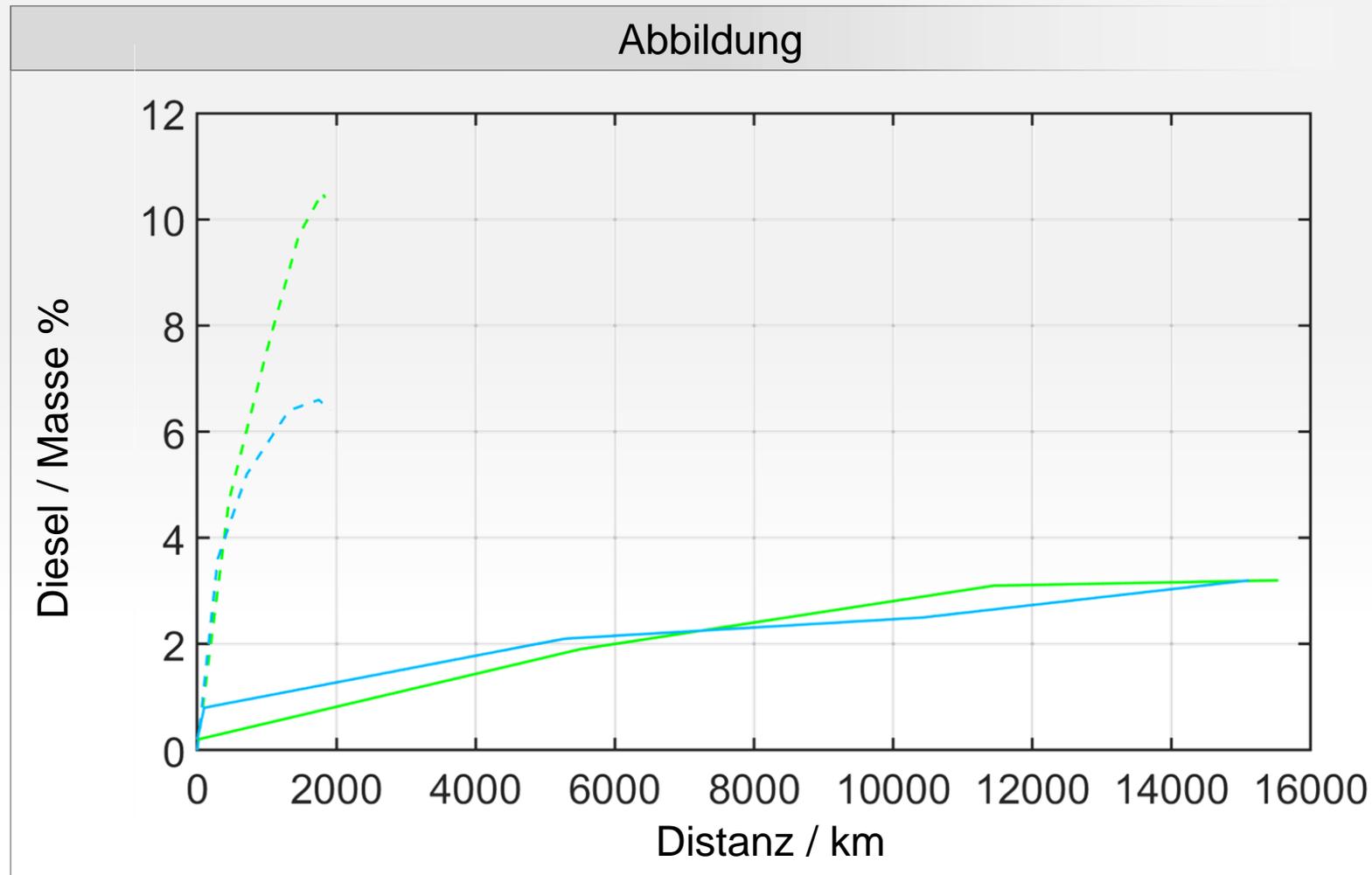
Beschreibung

- Der Langstreckenbetrieb von Fahrzeug C bei VW umfasst den Betrieb mit R33 von öffentlichen Tankstellen und B10 mit jeweils 15.000 km.
- Die gesamte Kraftstoffmasse im Motoröl kann durch die Anreicherung von Biodiesel beeinflusst sein, wenn die Betriebstemperaturen für die Biodieselausdampfung zu niedrig sind.

- - A\_sd\_B7      - - C\_Id\_R33  
 - - A\_sd\_B10    - - C\_Id\_B10

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pflagedienst)	Langstreckenfahrten
Fz A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fz A		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fz B		B0 R33 B10 R51 B30		
Fz B		R33 B10		
Fz C				R33 B10

## AP-E1: Langstreckenbetrieb von Fahrzeug C durch VW



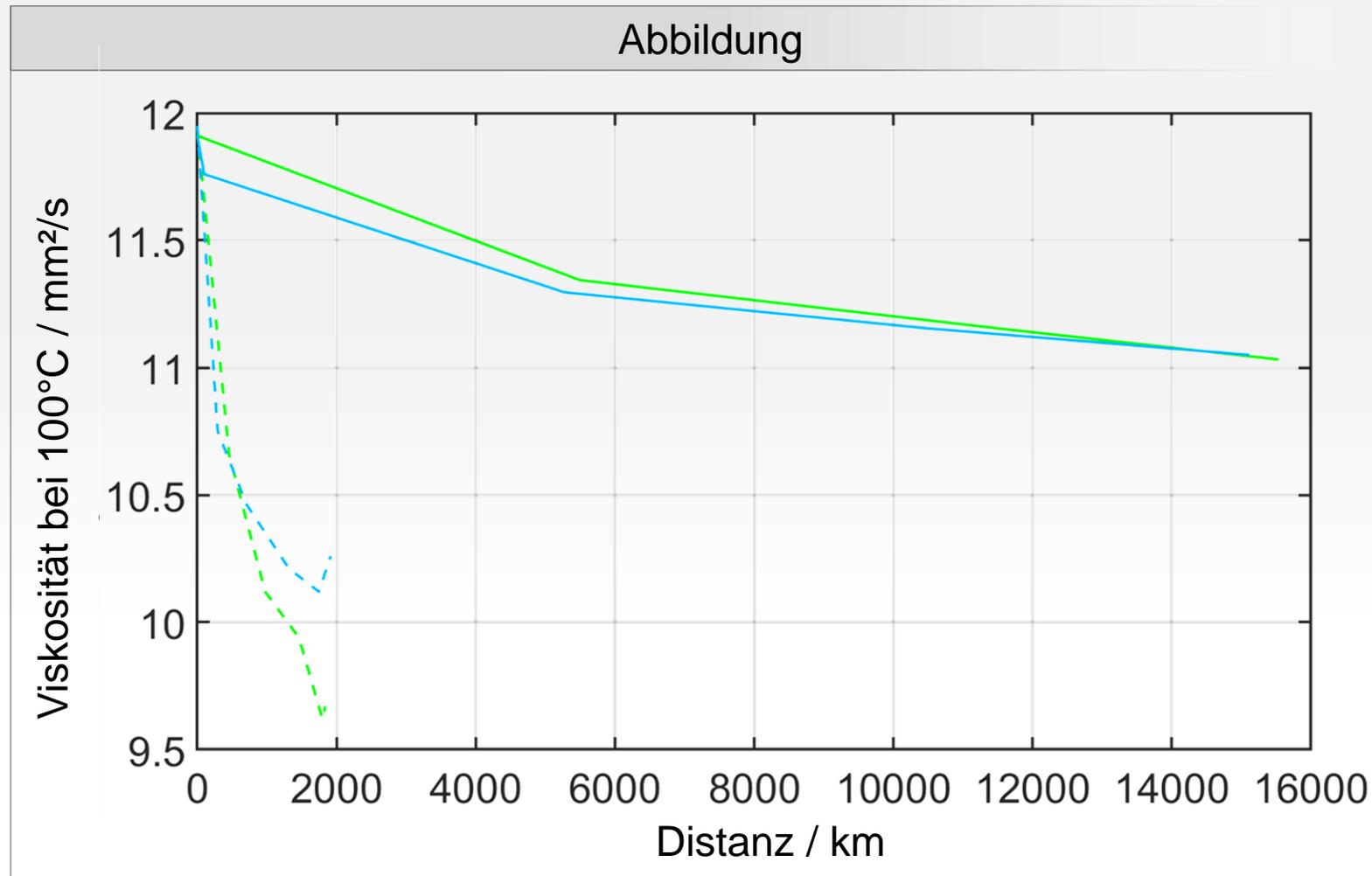
### Beschreibung

- Der Langstreckenbetrieb von Fahrzeug C bei VW umfasst den Betrieb mit R33 von öffentlichen Tankstellen und B10 mit jeweils 15.000 km.
- Diese Daten sind vergleichbar mit den Ergebnissen von AP-D2. In beiden Projektteilen können die Ergebnisse durch Unterschiede im Fossilanteil der Kraftstoffe beeinflusst sein.

- - A\_sd\_B7      - - C\_Id\_R33  
 - - A\_sd\_B10    - - C\_Id\_B10

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pfliegedienst)	Langstreckenfahrten
Fz A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fz B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fz B'		B0 R33 B10 R51 B30		
Fz B''		R33 B10		
Fz C				R33 B10

## AP-E1: Langstreckenbetrieb von Fahrzeug C durch VW



### Beschreibung

- Der Langstreckenbetrieb von Fahrzeug C bei VW umfasst den Betrieb mit R33 von öffentlichen Tankstellen und B10 mit jeweils 15.000 km.
- Die Ölverdünnung führt auch bei den Langstreckentests zu einer Abnahme der Viskosität. Die Viskositätsabnahme ist allerdings niedriger als bei den Kurzstreckentests.

- - - A\_sd\_B7      - - - C\_Id\_R33  
 - - - A\_sd\_B10    - - - C\_Id\_B10

## Agenda:

Zusammenfassung

Theoretische Grundlagen

Methoden und Materialien

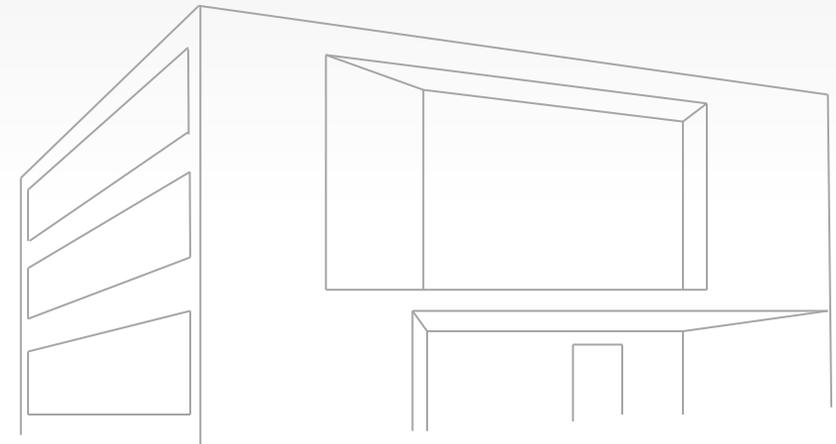
Experimentelle Ergebnisse

- Arbeitspaket A: Chemische Analyse der Kraftstoffe und Öle
- Arbeitspaket B: Empfang der Versuchsfahrzeuge
- Arbeitspaket C: WLTC Emissionsmessungen
- Arbeitspaket D: WLTC Ölverdünnungsmessungen
- Arbeitspaket E: Ölverdünnungsmessungen im Realbetrieb
- Arbeitspaket X: Rohemissionsmessungen

Zusammenfassung und Ausblick

Danksagung

Kontaktdaten



# Zusammenfassung

## Zusammenfassung (1/8) - Überblick

In diesem Projekt sollen die Eigenschaften und die Tendenzen der Motoröl-Verdünnung von drop-in fähigen und teil-regenerativen Dieselkraftstoffen mit unterschiedlichen Anteilen an Fettsäuremethylestern (FAME oder Biodiesel) und paraffinischem Diesel untersucht werden (hier: hydrotreated vegetable oil - HVO).

Hierfür werden die die unten aufgeführten Kraftstoffmischungen getestet.



**B10**

- B10**
- 10 % FAME
  - 90 % fossiler Kraftstoff



**R51**

- Diesel R51**
- 10 % FAME
  - 41 % HVO
  - 49 % fossiler Kraftstoff



**R33**

- Diesel R33**
- 7 % FAME
  - 26 % HVO
  - 67 % fossiler Kraftstoff



**B30**

- B30**
- 30 % FAME
  - 70 % fossiler Kraftstoff



**B7**

- B7 Tankstelle**
- 7 % FAME
  - 93 % fossiler Kraftstoff



**B0**

- B0**
- fossiler Kraftstoff als Referenz

## Zusammenfassung

### Zusammenfassung (2/8) – Kraftstoffanalyse und -alterung

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchung des Kraftstoffs zeigen:

- Die Mischung von 10 vol% FAME und 41 vol% HVO (als R51 bezeichnet) hält weiterhin die Dichte von  $\rho = 815 \text{ kg/m}^3$  ein und erfüllt damit die DIN EN 16734. Der R51 ist damit die Kraftstoffmischung mit dem höchsten regenerativen Anteil innerhalb dieses Projekts.
- Alle getesteten Kraftstoffe erzielen bei der thermooxidativen Alterung Induktionszeiten von mehr als 40 Stunden, was die Anforderungen der Kraftstoffstandards deutlich übertrifft.
- Darüber hinaus zeigen die gealterten Proben von B10 und R51 im FTIR vergleichbare C=O Absorptionsbande, was zeigt, dass die HVO-Beimischung keinen erkennbaren Einfluss auf die Lagerungsstabilität hat.
- Allerdings zeigen die Alterungsergebnisse auch, dass Diesel R33 nach 80 Stunden Alterung eine geringere Ablagerungsneigung als B10 und R51 vorweist. Die Messdaten können damit bei stark thermo-oxidativ gealterten Proben einen Unterschied der Alterungsprodukte nachweisen.

## Zusammenfassung

### Zusammenfassung (3/8) – Kraftstoff-Motoröl-Analyse

Die Untersuchungen der Kraftstoff-Motoröl-Alterungen basieren ebenfalls auf thermo-oxidativen Experimenten. Dabei sind die Proben mit einem festen Mischungsverhältnis von 20 vol% Kraftstoff zu 80 vol% Motoröl angesetzt und enthalten eine Variation der 0W20 Motoröle von Shell und Castrol.

Die Ergebnisse der Kraftstoff-Motoröl-Alterungen zeigen:

- Alle Kraftstoff-Öl-Mischungen zeigen über die Dauer der Alterung eine Erhöhung der Dichte und der kinematischen Viskosität. Im Gegensatz dazu sind die reinen Motoröle während der Alterung vergleichsweise stabil, was auf eine Alterungswechselwirkung zwischen den Kraftstoffen und Ölen hindeutet.
- Der Vergleich zwischen verschiedenen Kraftstoffen im Öl zeigt im Alterungsverhalten keine großen Unterschiede. Dieses Ergebnis legt damit nahe, dass die Kraftstoff-Ölalterung auf vergleichbarem Niveau sein kann, solange die Konzentration der Kraftstoffe im Motoröl auf vergleichbarem Niveau ist.
- Darüber hinaus zeigen die GPC Ergebnisse über die Dauer der Alterung eine Abnahme von kleineren Molekülen und Zunahme von größeren Molekülen. Hierbei muss angemerkt werden, dass die Alterungsapparatur kontinuierlich mit Luft durchströmt wird, was flüchtige Bestandteile austragen kann.
- Die GCMS Daten erlauben eine Unterscheidung der Grundöle von Shell und Castrol.

## Zusammenfassung

### Zusammenfassung (4/8) – Rollenprüfstandstests

Die Untersuchungen des Emissionsverhaltens und der Motorölverdünnung basieren auf Tests mit drei Serienfahrzeugen in unterschiedlichen Testbedingungen.

- Fahrzeug A ist ein nicht instrumentierter 2.0l TDI Passat (FWD) durch die AGQM zur Verfügung gestellt.
  - Fahrzeug B ist ein instrumentierter 2.0l TDI Passat (FWD) durch VW zur Verfügung gestellt.
  - Fahrzeug C ist ein nicht instrumentierter 2.0l TDI Passat (AWD) durch VW betrieben.
- 
- Die Tests mit Fahrzeug A umfassen WLTC Abgas-Tests und Kurzstreckentests mit jeweils 2 Kraftstoffen.
  - Die Tests mit Fahrzeug B umfassen WLTC Abgas-Tests mit 5 Kraftstoffen und Tests mit angepasster ECU für dauerhafte Partikelfilterregeneration mit 2 Kraftstoffen im WLTC Fahrprofil.
  - Die Tests mit Fahrzeug C umfassen den Langstreckenbetrieb mit 2 Kraftstoffen durch VW.

# Zusammenfassung

## Zusammenfassung (5/8) – Emissionen

Die Untersuchungen des Emissionsverhaltens und der Motorölverdünnung basieren auf Tests mit drei Serienfahrzeugen in unterschiedlichen Testbedingungen.

Die Ergebnisse des WLTC-Emissionstests zeigen:

- Die Emissionsergebnisse der Fahrzeuge A und B zeigen mit B10 und R33 sehr vergleichbare Messwerte, die die Euro 6 Grenzwerte erfüllen und im Hinblick auf  $\text{CH}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$  oder  $\text{N}_2\text{O}$  keine Auffälligkeiten zeigen. Der einzige nennenswerte Unterschied zwischen den Fahrzeugen ist, dass Fahrzeug A gute Partikelanzahlemissionen und Fahrzeug B sehr gute Partikelanzahlemissionen aufweist.
- Die Emissionsergebnisse von Fahrzeug B mit B10, R33, B0, R51 und B30 zeigen, dass keiner der getesteten Kraftstoffe, Probleme bei den Emissionen oder der Betriebsstabilität verursacht. Keiner der getesteten Kraftstoffe wird als kritisch hinsichtlich der Euro 6-Emissionen angesehen. Darüber hinaus zeigt keiner der getesteten Kraftstoffe auffällige Emissionskonzentrationen mit Blick auf  $\text{CH}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$  oder  $\text{N}_2\text{O}$ . Daher ist davon auszugehen, dass die getesteten Kraftstoffe auch für die kommende Euro 7-Gesetzgebung geeignet sind.

## Zusammenfassung

### Zusammenfassung (6/8) – Motorölverdünnung

Die Untersuchungen des Emissionsverhaltens und der Motorölverdünnung basieren auf Tests mit drei Serienfahrzeugen in unterschiedlichen Testbedingungen.

Die verschiedenen Ölverdünnungstests zeigen leicht unterschiedliche Ergebnisse:

- Die Ölverdünnungstests mit Fahrzeug A basieren auf dem Kurzstreckenbetrieb eines Pflegedienstes. Die Ergebnisse zeigen, dass B7 im Kurzstreckenbetrieb leicht höhere Ölverdünnung als B10 verursacht.
- Die Ölverdünnungstests mit Fahrzeug B basieren auf dem Rollentests mit angepasstem Steuergerät. Die Ergebnisse zeigen, dass R33 (B7) in den Tests leicht höhere Ölverdünnung als B10 verursacht.
- Die Ölverdünnungstests mit Fahrzeug C basieren auf einem Langstreckenbetrieb von VW mit jeweils 15000 km. Die Ergebnisse zeigen, dass B10 leicht höhere Ölverdünnung als B7 verursacht.
- Die unterschiedlichen Ergebnisse können einerseits durch die unterschiedlichen Betriebsarten, insbesondere hinsichtlich der erzielbaren Motoröltemperaturen und Ausdampfen der Kraftstoffe sowie die eingesetzten Kraftstoffe, die sich in der Zusammensetzung des Fossilanteils unterscheiden, erklärt werden.
- Die eingesetzten Kraftstoffe zeigen insgesamt ähnliche Ölverdünnungen und damit eine ähnlich Motorölbeanspruchungen, da die chemischen Analysen ähnliche Ölalterung bei ähnlicher Ölverdünnung zeigen.

# Zusammenfassung

## Zusammenfassung (7/8) – Thermodynamische Motorentests

Abschließend enthält der Bericht auch die Ergebnisse thermodynamischer Parametervariationen am Heavy-Duty Motorenprüfstand der Hochschule Coburg. Hierbei umfassen die Tests die AGR-Variation bei festgelegtem MFB50 und der Einzeleinspritzung mit R33, R51, HVO und B100.

Die Ergebnisse der thermodynamischen Parametervariationen zeigen:

- Die Roh-Emissionen von R51 liegen zwischen den Rohemissionen von R33 und HVO. Diese Validierung ist wichtig, um zu belegen, dass der R51 Kraftstoff keine unüblichen Emissionstendenzen hat.
- Darüber hinaus zeigen alle Kraftstoffe ansteigende Partikel- und CO-Emissionen, während die NO<sub>x</sub>-Emissionen durch die Abgasrückführung sinken.
- Allerdings zeigt eine ansteigende Abgasrückführung auch vorteilhafte Ergebnisse im Hinblick auf sinkende NH<sub>3</sub> und N<sub>2</sub>O Emissionen als Resultat sinkender Flammenspritzentemperaturen und verringerter Stickstoffreaktionen.
- Darüber hinaus zeigte eine ansteigende Abgasrückführung auch Vorteile im Hinblick auf reduzierte Lärmpegel der Verbrennung als Resultat verringerter Druckgradienten während der Verbrennung.

# Zusammenfassung

## Zusammenfassung (8/8)

Die Ergebnisse dieses Forschungsprojekts zeigen, dass teil-regenerative Kraftstoffmischungen wie der Diesel R51 große Potentiale zur Defossilisierung der Bestandsflotte haben.

- Alle getesteten Kraftstoffe weisen Induktionszeiten von mehr als 40 Stunden vor.
- Alle getesteten Kraftstoffe sind bezüglich der Euro 6 Limits sowie  $\text{CH}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$  und  $\text{N}_2\text{O}$  unauffällig.
- Die B7 und B10 Kraftstoffe zeigen bei den Ölverdünnungstests ähnliche Öl-Verdünnungsniveaus.
- Und die chemischen Analysen der Kraftstoff-Ölalterung zeigen, dass bei unterschiedlichen Kraftstoffen die Ölalterung auf vergleichbarem Niveau ist, solange die Menge der Ölverdünnung auf vergleichbarem Niveau ist.
  
- Die Projektergebnisse zeigen damit, dass B10 und R51 sehr vielversprechende Kraftstoffmischungen für den Einsatz erhöhter Regenerativanteile im Serienbetrieb sind.

## Zusammenfassung und Ausblick

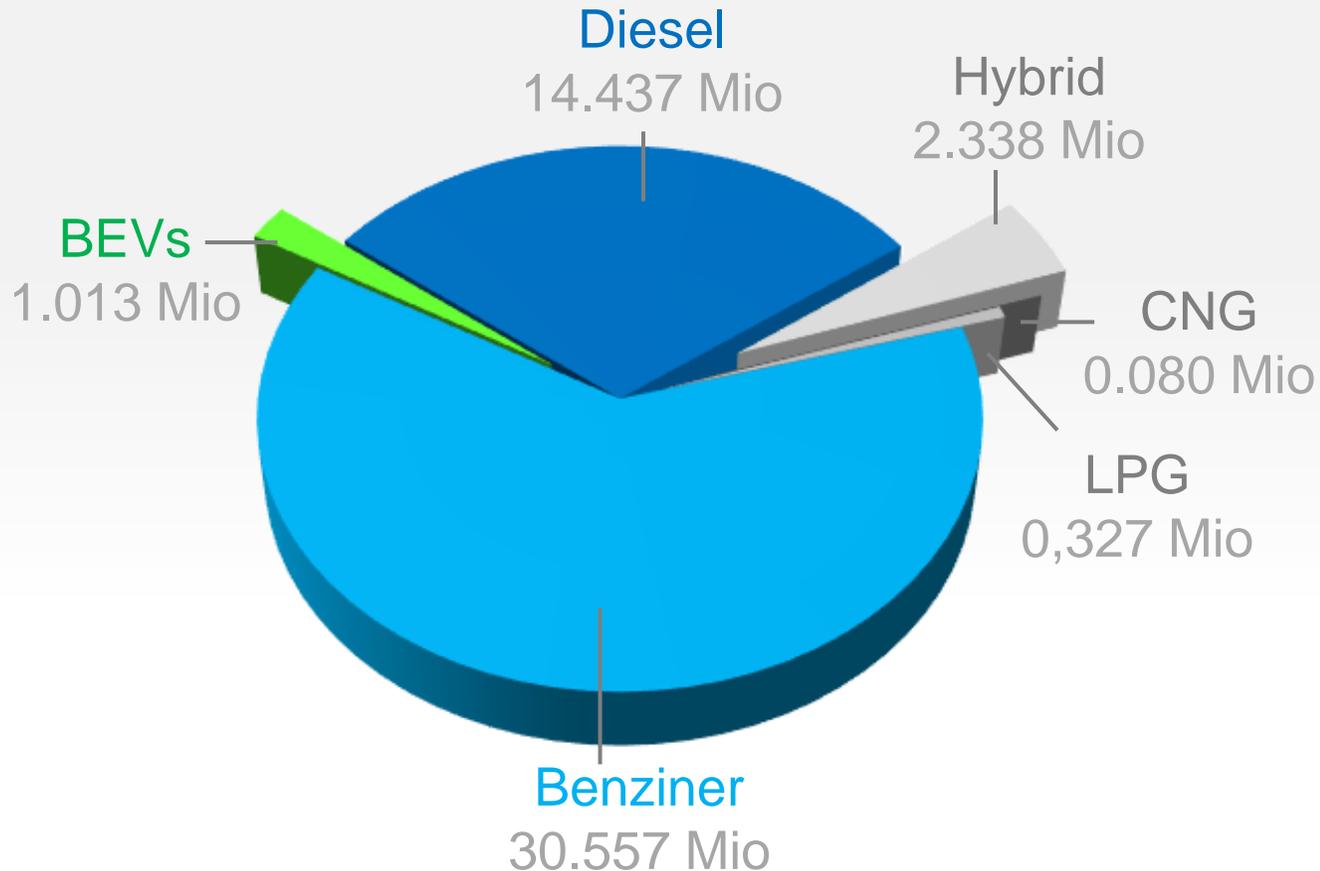
### Ausblick

Die nachfolgenden Diagramme zeigen, dass durch den flächendeckenden Einsatz von R51 in der deutschen Fahrzeugflotte von 2023 ein Äquivalent von 4.812 Mio nachhaltig betriebenen PKWs erzielt werden kann.

	Chemische Analysen	Rollenprüf- standstests	Kurzstreckentests (Pflegedienst)	Langstrecken- fahrten
	B0 R33 B10 R51 B30			
		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
		B0 R33 B10 R51 B30		
		R33 B10		
				R33 B10

## Potential des Diesel R51 für deutsche PKW in 2023

Deutsche PKW Fahrzeugflotte 2023



Gesamte Fahrzeugflotte

- 48.752 Mio PKWs in Summe
- 1.013 Mio BEVs  
→ 2.08 % BEVs

Nachhaltig betriebene Fahrzeugflotte

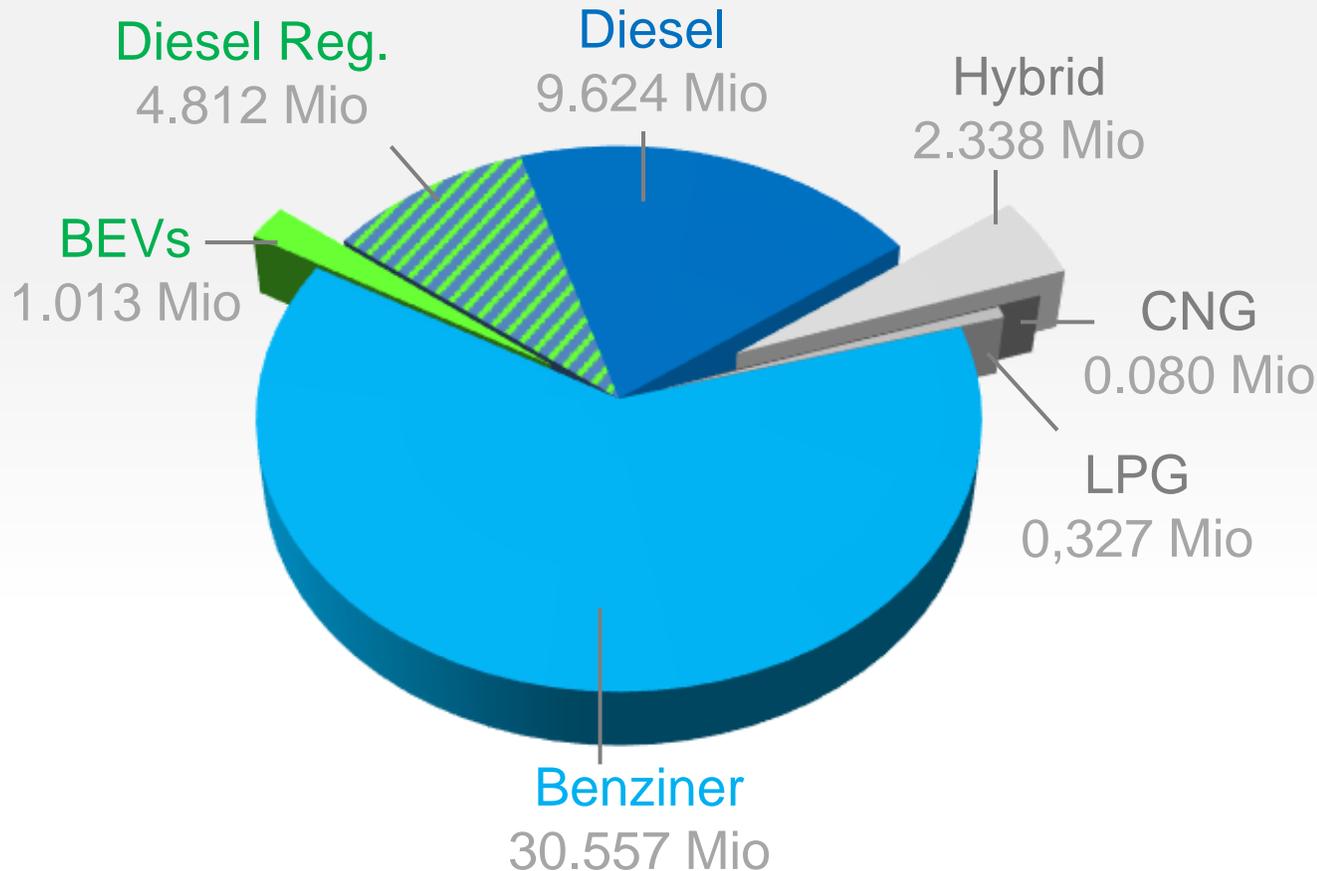
1.013 Mio nachhaltige BEVs

1.013 Mio nachhaltige PKWs  
→ 2.08 % nachhaltige PKWs

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pflegetests)	Langstreckenfahrten
Fz A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fz B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fz C		B0 R33 B10 R51 B30		
Fz D		R33 B10		
Fz E				R33 B10

## Potential des Diesel R51 für deutsche PKW in 2023

Deutsche PKW Fahrzeugflotte 2023



Gesamte Fahrzeugflotte

- 48.752 Mio PKWs in Summe
  - 1.013 Mio BEVs
- 2.08 % BEVs

Nachhaltig betriebene Fahrzeugflotte

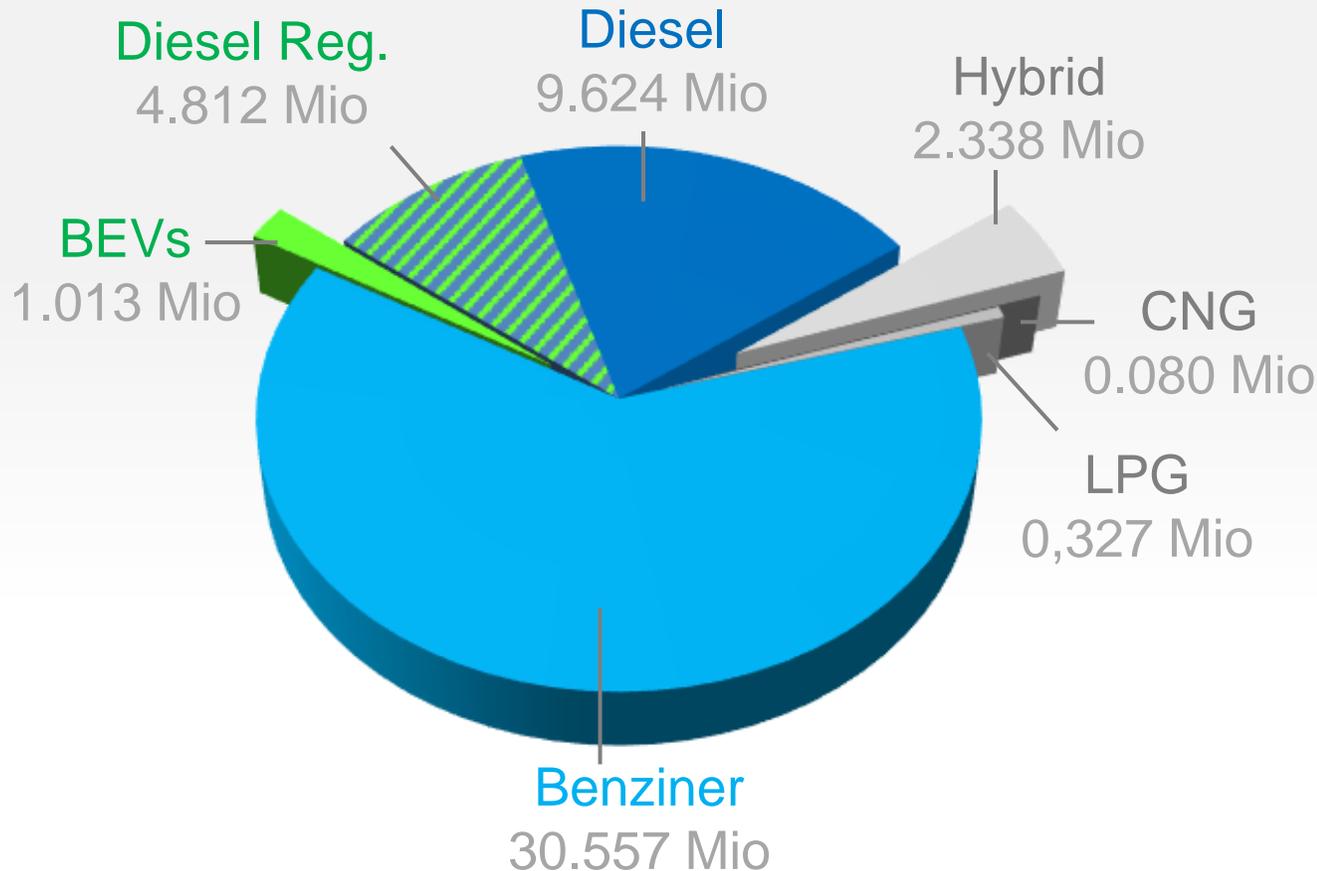
1.013 Mio nachhaltige BEVs

1.013 Mio nachhaltige PKWs  
→ 2.08 % nachhaltige PKWs

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pflegedienst)	Langstreckenfahrten
Fz A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fz B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fz B1		B0 R33 B10 R51 B30		
Fz B2		R33 B10		
Fz C				R33 B10

## Potential des Diesel R51 für deutsche PKW in 2023

Deutsche PKW Fahrzeugflotte 2023



Gesamte Fahrzeugflotte

- 48.752 Mio PKWs in Summe
  - 1.013 Mio BEVs
- 2.08 % BEVs

Nachhaltig betriebene Fahrzeugflotte

- 1.013 Mio nachhaltige BEVs  
+ 4.812 Mio nachhaltige Diesel PKWs

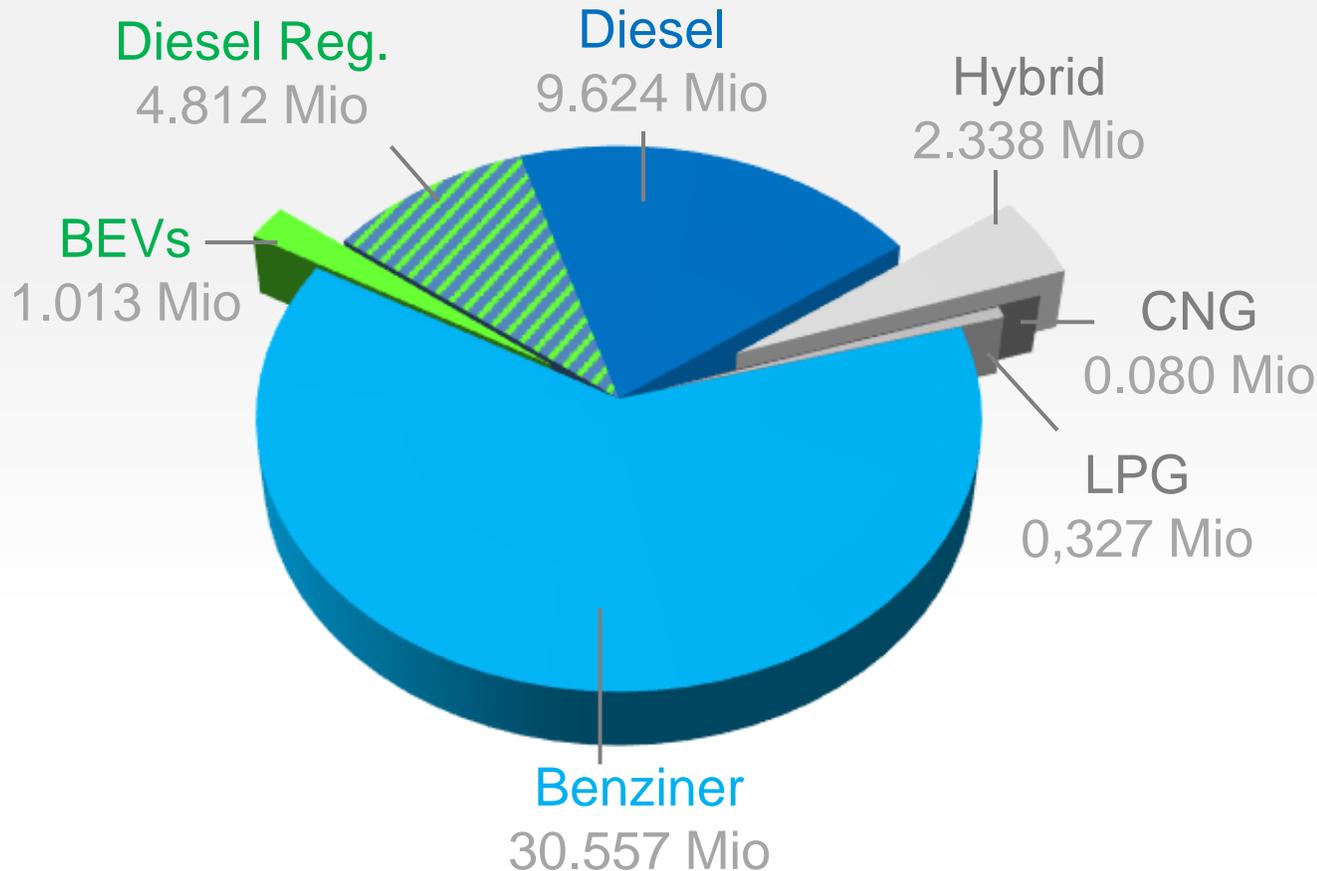
**5.825 Mio nachhaltige PKWs**  
→ **11.95 % nachhaltige PKWs**

R51 könnte im deutschen PKW Bestand von 2023 eine Äquivalent von 4.812 Mio nachhaltig betriebenen PKWs erzielen

	Chemische Analysen	Rollenprüfstandstests	Kurzstreckentests (Pflegetests)	Langstreckenfahrten
Fz A	B0 R33 B10 R51 B30			
Fz B		R33 B10	B10 B7 Tankstelle	
Fz B1		B0 R33 B10 R51 B30		
Fz B2		R33 B10		
Fz C				R33 B10

## Potential des Diesel R51 für deutsche PKW in 2023

Deutsche PKW Fahrzeugflotte 2023



Gesamte Fahrzeugflotte

- 48.752 Mio PKWs in Summe
  - 1.013 Mio BEVs
- 2.08 % BEVs

Nachhaltig betriebene Fahrzeugflotte

- 1.013 Mio nachhaltige BEVs  
+ 4.812 Mio nachhaltige Diesel PKWs

**5.825 Mio nachhaltige PKWs**  
→ **11.95 % nachhaltige PKWs**

## Agenda:

Zusammenfassung

Theoretische Grundlagen

Methoden und Materialien

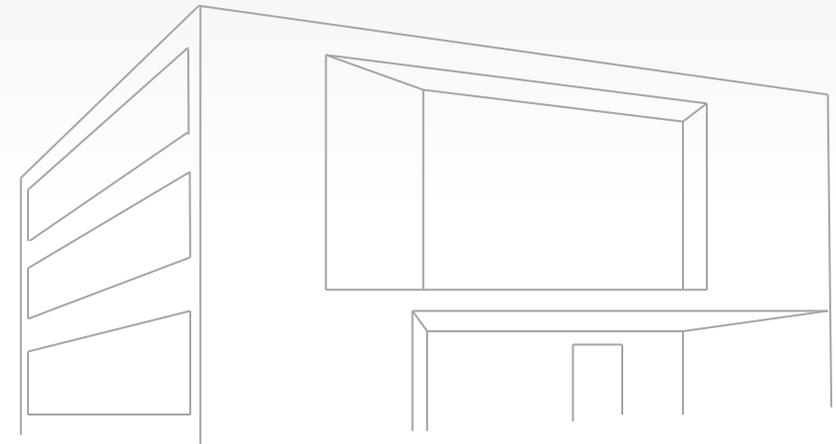
Experimentelle Ergebnisse

- Arbeitspaket A: Chemische Analyse der Kraftstoffe und Öle
- Arbeitspaket B: Empfang der Versuchsfahrzeuge
- Arbeitspaket C: WLTC Emissionsmessungen
- Arbeitspaket D: WLTC Ölverdünnungsmessungen
- Arbeitspaket E: Ölverdünnungsmessungen im Realbetrieb
- Arbeitspaket X: Rohemissionsmessungen

Zusammenfassung und Ausblick

Danksagung

Kontakt



## Die Autoren danken

- a) Unseren Kooperationspartnern für Förderung dieses Forschungsprojekts
  
- b) Der deutschen Forschungsgemeinschaft für die Forschungsförderung an der Hochschule für angewandte Wissenschaften in Coburg



## Agenda:

Zusammenfassung

Theoretische Grundlagen

Methoden und Materialien

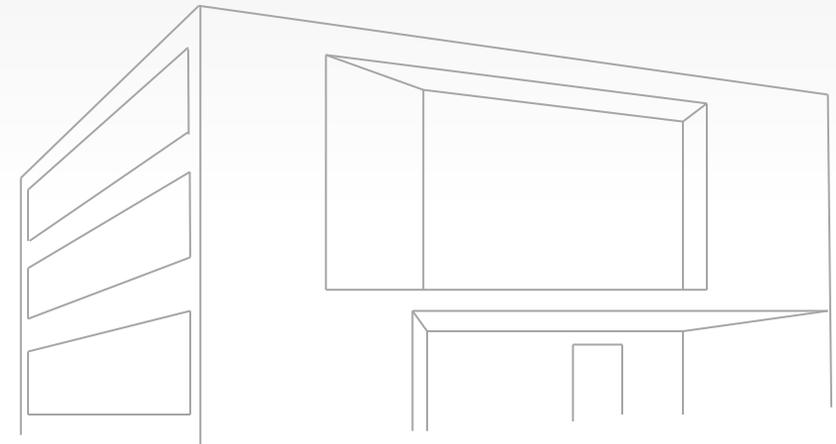
Experimentelle Ergebnisse

- Arbeitspaket A: Chemische Analyse der Kraftstoffe und Öle
- Arbeitspaket B: Empfang der Versuchsfahrzeuge
- Arbeitspaket C: WLTC Emissionsmessungen
- Arbeitspaket D: WLTC Ölverdünnungsmessungen
- Arbeitspaket E: Ölverdünnungsmessungen im Realbetrieb
- Arbeitspaket X: Rohemissionsmessungen

Zusammenfassung und Ausblick

Danksagung

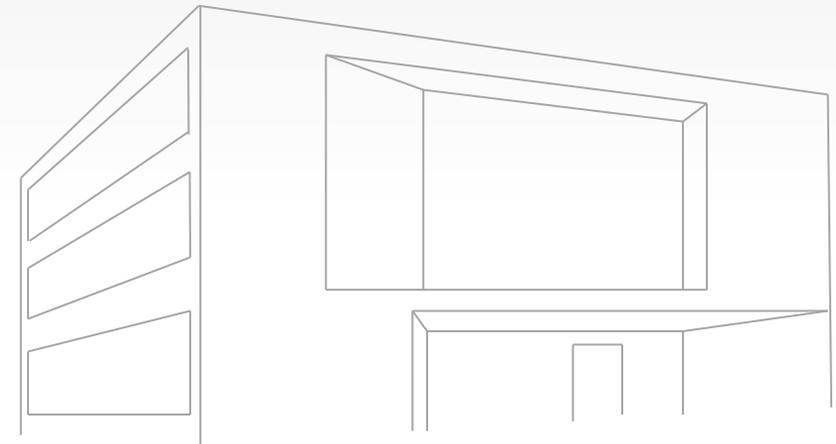
Kontakt Daten



## Kontakt Daten:



Prof. Dr.-Ing. Markus Jakob  
Leiter der Kraftstoffforschung  
Friedrich-Streib-Straße 2  
D-96450 Coburg  
Tel.: +49(0)9561 317-8084  
E-Mail: [Markus.Jakob@hs-coburg.de](mailto:Markus.Jakob@hs-coburg.de)



<http://fuels.hs-coburg.de>