

# **Pflanzenöl – Landwirtschaft – Zukunft**

## Ergebnisse aktueller Forschungsprojekte in Bayern

**22. November 2017 in Oberwaltenreith**

**Dr. Edgar Remmele**

## KoNaRo Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe



**Technische Universität  
München**

**Campus Straubing  
für Biotechnologie  
und Nachhaltigkeit**

Träger:  
Bayerisches Staatsministerium für Bildung und  
Kultur, Wissenschaft und Kunst



**Technologie- und  
Förderzentrum (TFZ)**

Träger:  
Bayerisches Staatsministerium für Ernährung,  
Landwirtschaft und Forsten



**C.A.R.M.E.N.**

Träger: etwa 70 Mitglieder

# Technologie- und Förderzentrum TFZ

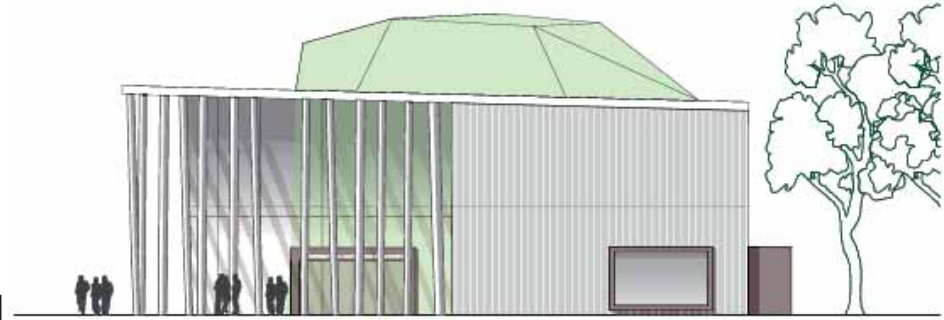
- **Anwendungsorientierte Forschung**
  - Energie- und Rohstoffpflanzen
  - Biogene Festbrennstoffe
  - Biogene Kraft-, Schmier- und Verfahrensstoffe
- **Vollzug der Projektförderung in Bayern**  
(Gesamtkonzept Nachwachsende Rohstoffe)
- **Technologie- und Wissenstransfer**  
u.a. Beraternetzwerk „LandSchafftEnergie“



# Das NAWAREUM – Natürlich erneuerbar!

## Informations- und Erlebnisort zum Energie- und Rohstoffwandel

- Investition von 20 + 5 Millionen Euro durch Freistaat Bayern (StMELF und StMWi)
- Hauptnutzfläche: ca. 2.500 m<sup>2</sup>  
1.235 m<sup>2</sup> Dauer-, 275 m<sup>2</sup> Wechselausstellung  
zzgl. Seminar-, Beratungs-, Pädagogikräume, Büros, Bistro, Shop
- Zielgruppen: breite Öffentlichkeit, Umsetzungswillige, Familien, Kinder, Schulen
- Träger: TFZ (inhaltliche Kooperation mit C.A.R.M.E.N. e.V.)
- vorbildlicher Bau aus Holz/ökologischen Baustoffen in Passivhaus-Standard  
→ Gebäude ist Teil der Ausstellung
- Nachhaltige Zukunft erlebbar machen  
→ interaktiv (Hands-On, Exponate und Mitmachstationen)
- Eröffnung 2020



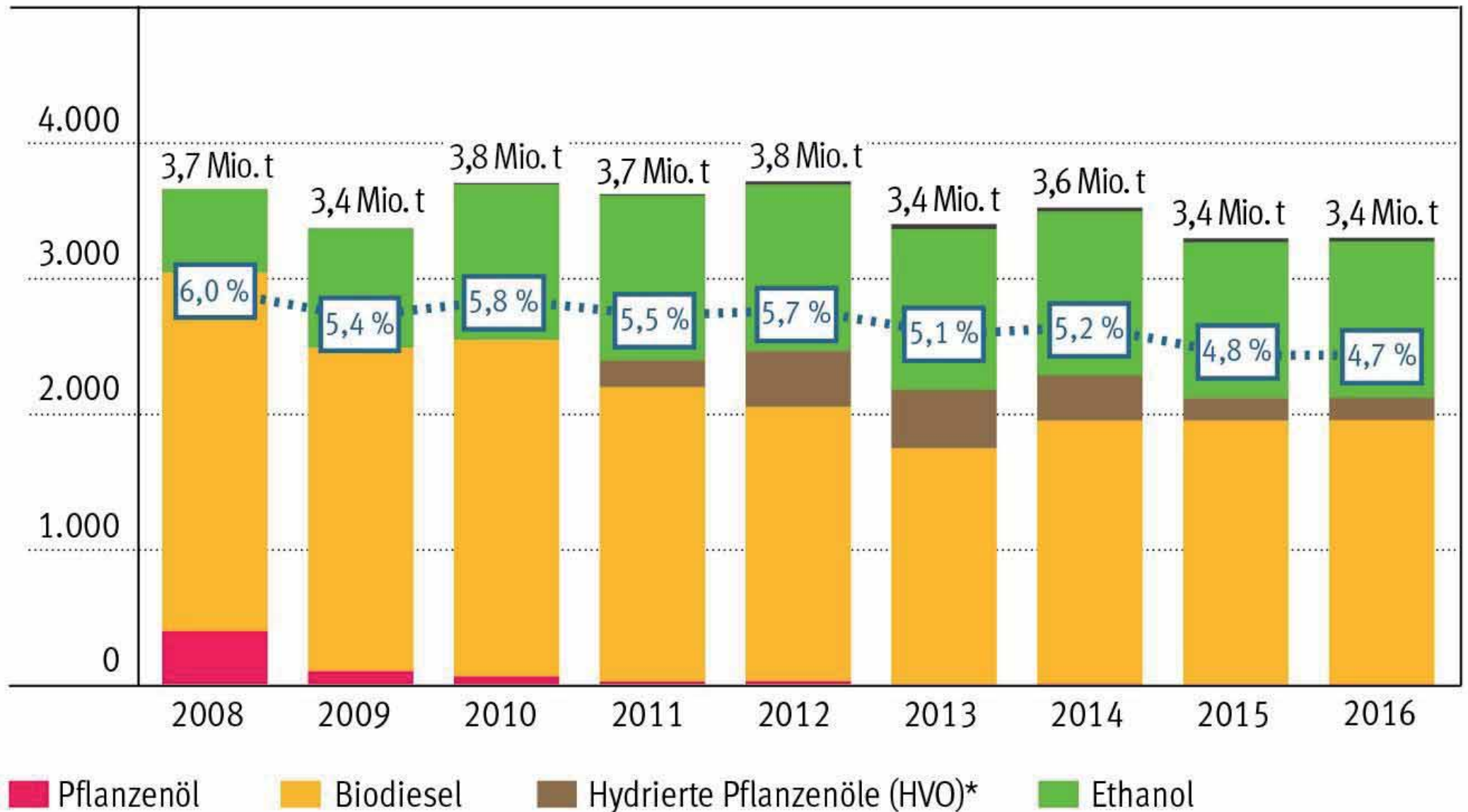
# Pflanzenöl - Ergebnisse aktueller Forschungsprojekte in Bayern

1. Ziele und Herausforderungen einer Biokraftstoffpolitik
2. Aktuelle Forschungsvorhaben zu Biokraftstoffen am TFZ
  - Qualität
  - Betriebs- und Emissionsverhalten
  - Methodenentwicklung
  - Umweltwirkungen, Einordnung, Bewertung, Kommunikation
3. Branchenplattform Biokraftstoffe in der Land- und Forstwirtschaft
4. Fazit und Handlungsbedarf

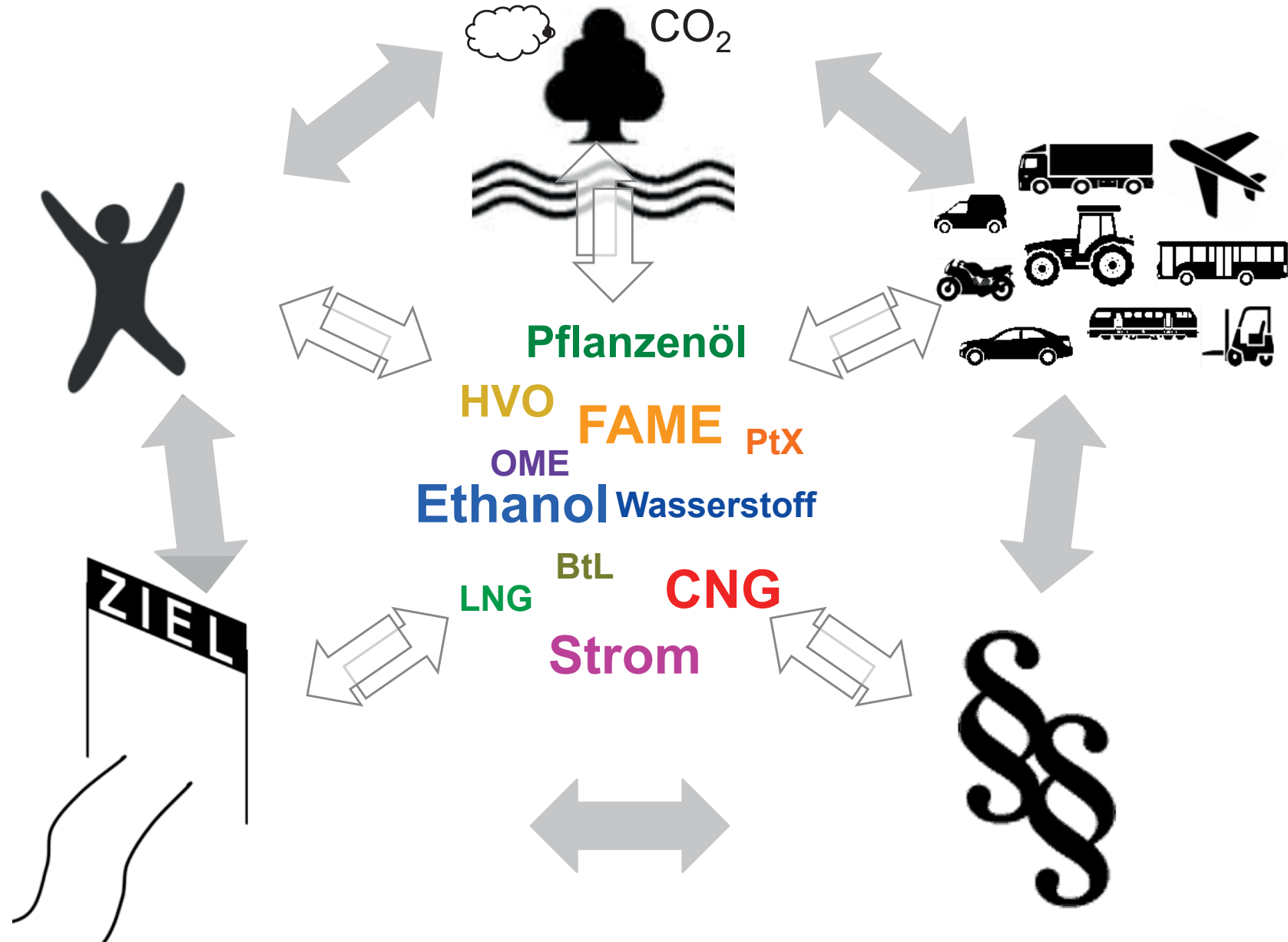


# Biokraftstoffabsatz in Deutschland

in 1.000 t



# Ziele und Herausforderungen einer (Bio)Kraftstoffpolitik



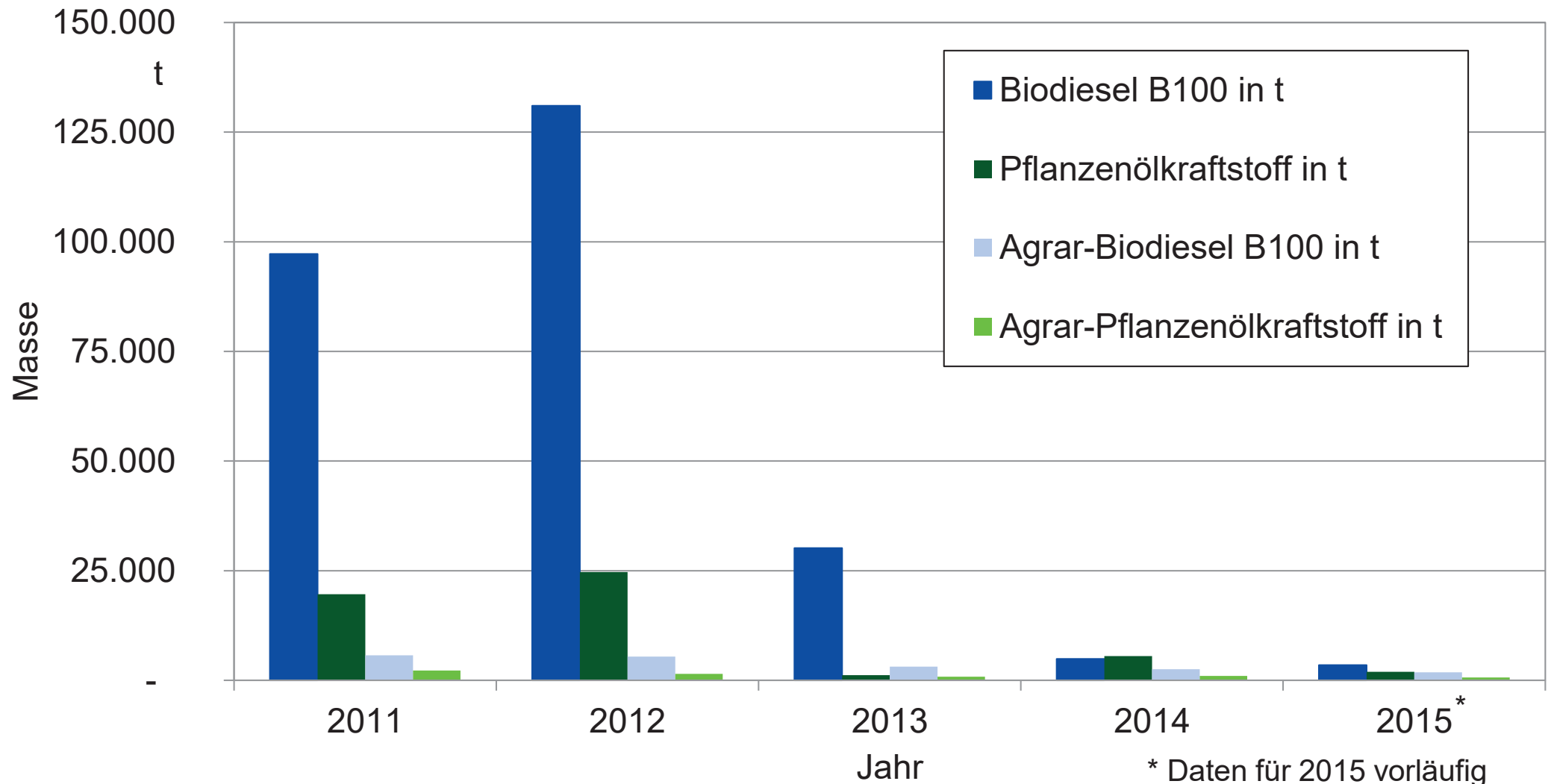
# Anforderungsgerechter Einsatz von Energieträgern und Antriebssystemen in Verkehrsmitteln

Bio/EE Kraftstoffoptionen	Motorisierte Zweiräder	Personenkraftwagen	Schwere Lastkraftwagen ( $\geq 7,5$ t)	Leichte Lastkraftwagen und Nutzfahrzeuge ( $< 7,5$ t)	Busse (regional- und überregional)	Fahrzeuge für Off-road-Einsatz mit hoher Leistungsanforderung	Fahrzeuge für Off-road-Einsatz mit geringer Leistungsanforderung	Schienefahrzeuge	Schiffe für Übersee- und Binnenschifffahrt	Flugzeuge
Pflanzenöl PPO										
Biodiesel FAME										
HVO/HEFA										
FT-Benzin BtL FT-Diesel PtL FT-Kerosin Dest.Sumpf										
Ethanol EtOH AtJ										
CNG										
LNG										
Wasserstoff										
Strom										

technisch machbar und sinnvoll   
  technisch machbar   
  technisch machbar, aber weniger sinnvoll



# Absatz von B100 und Pflanzenölkraftstoff in Deutschland und anteilig im Segment Land- und Forstwirtschaft („Agrar-“)



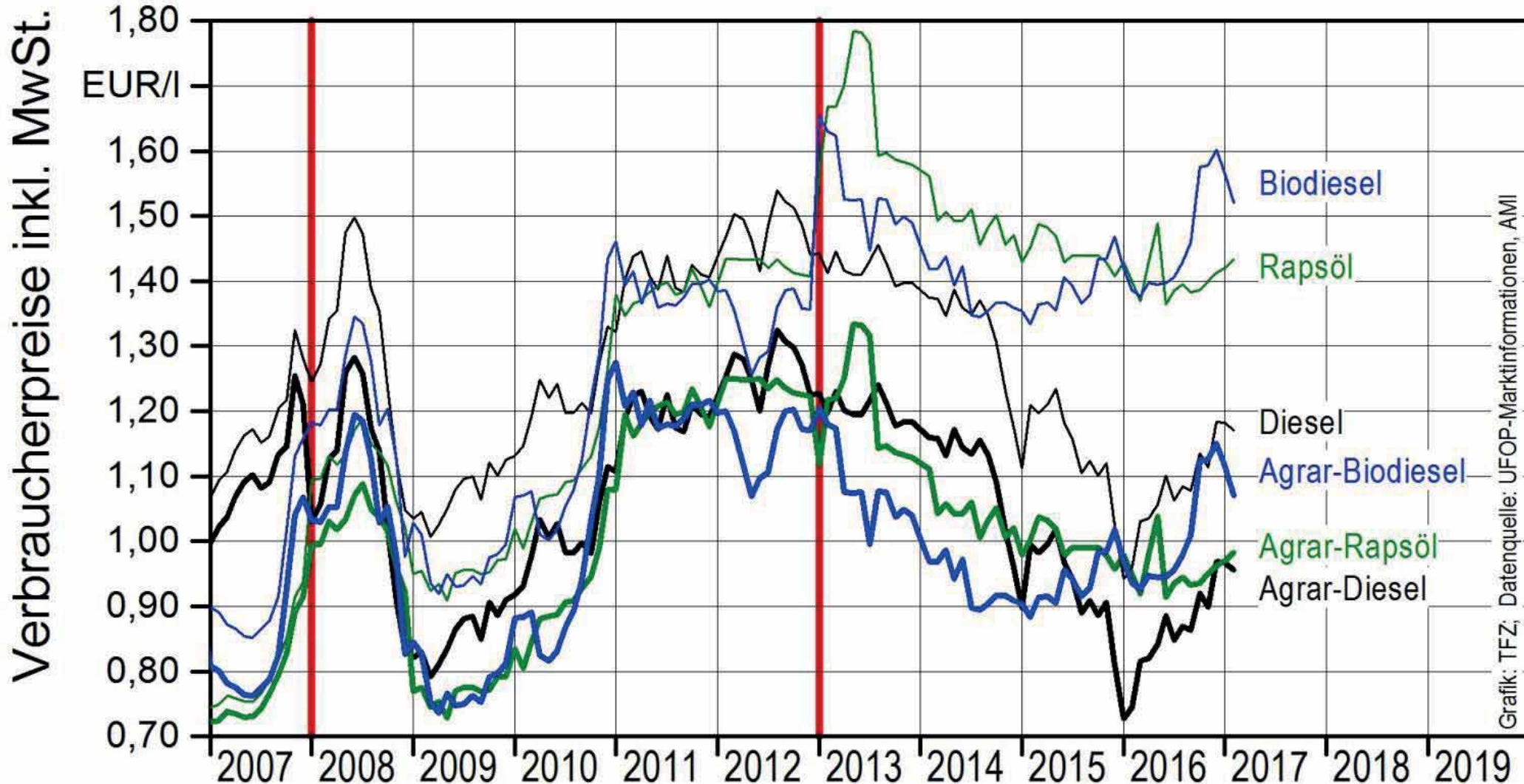
Quelle: Amtlichen Mineralöl- und Biokraftstoffdaten der BAFA und Statistiken der Generalzolldirektion Dresden über die verwendeten steuerbegünstigten Mengen von Biokraftstoffen (Steuerentlastung nach § 57 EnergieStG)

# Tankstellenpreise sowie Kosten der Kraftstoffe für Land- und Forstwirte nach gewährter Energiesteuer-Rückerstattung

Wegfall Mengenbegrenzung u. Selbstbehalt    Wegfall der Steuerentlastung Rapsöl

bei Agrar-Diesel am 01.01.2008

am 01.01.2013



# Pflanzenöl - Ergebnisse aktueller Forschungsprojekte in Bayern

1. Ziele und Herausforderungen einer Biokraftstoffpolitik
2. Aktuelle Forschungsvorhaben zu Biokraftstoffen am TFZ
  - Qualität
  - Betriebs- und Emissionsverhalten
  - Methodenentwicklung
  - Umweltwirkungen, Einordnung, Bewertung, Kommunikation
3. Ausblick
  - künftiger Forschungsbedarf
  - Branchenplattform Biokraftstoffe in der Land- und Forstwirtschaft
4. Fazit und Handlungsbedarf

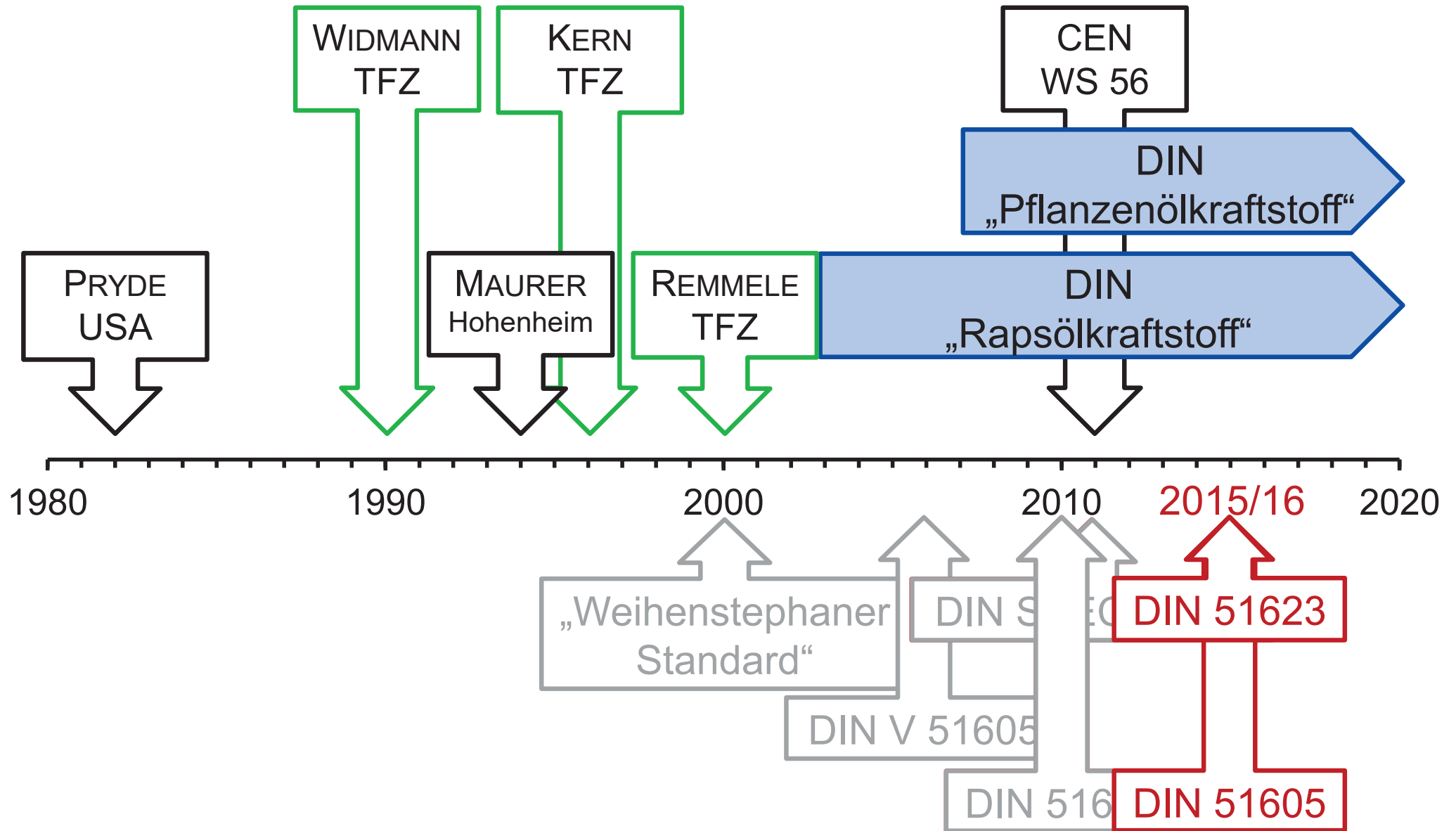


# Biokraftstoffe • Qualität

- Normung – Rapsölkraftstoff (DIN 51605) und Pflanzenölkraftstoff (DIN 51623)

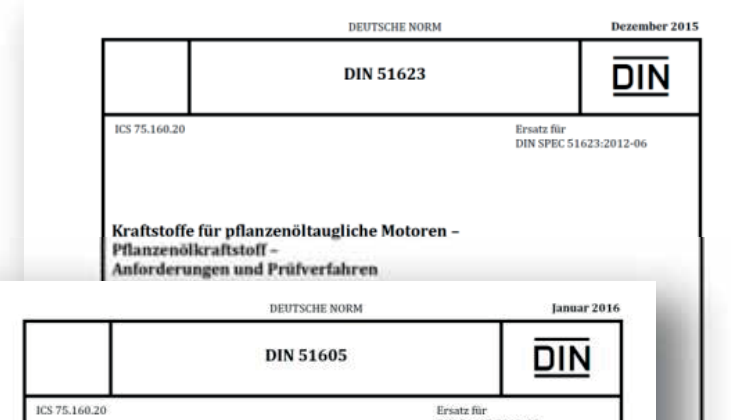


# Rapsölkraftstoff • Normung



# DIN 51605 „Rapsölkraftstoff“ • DIN 51623 „Pflanzenölkraftstoff“

- Eine genormte Kraftstoffqualität ist die Grundvoraussetzung für einen sicheren motorischen Betrieb und die Einhaltung von Emissionsgrenzwerten
- Seit 1996 wird kontinuierlich an der Anpassung der Kraftstoffqualität an die Anforderungen moderner Motoren und Abgasnachbehandlungssystem gearbeitet
- Rapsölkraftstoff nach DIN 51605 und Pflanzenölkraftstoff nach DIN 51623 ist für den Einsatz in Pflanzenöлтаuglichen Motoren mit Common-Rail-Einspritzung, katalytischer Abgasnachbehandlung und Partikelfiltration geeignet
- Rapsölkraftstoff kann sowohl in industriellen als auch in dezentralen Ölmühlen produziert werden



# Biokraftstoffe • Qualität

- Normung – Rapsölkraftstoff (DIN 51605) und Pflanzenölkraftstoff (DIN 51623)
- ZündKraft – Zünd- und Verbrennungsverhalten alternativer Dieselkraftstoffe (abgeschlossen)



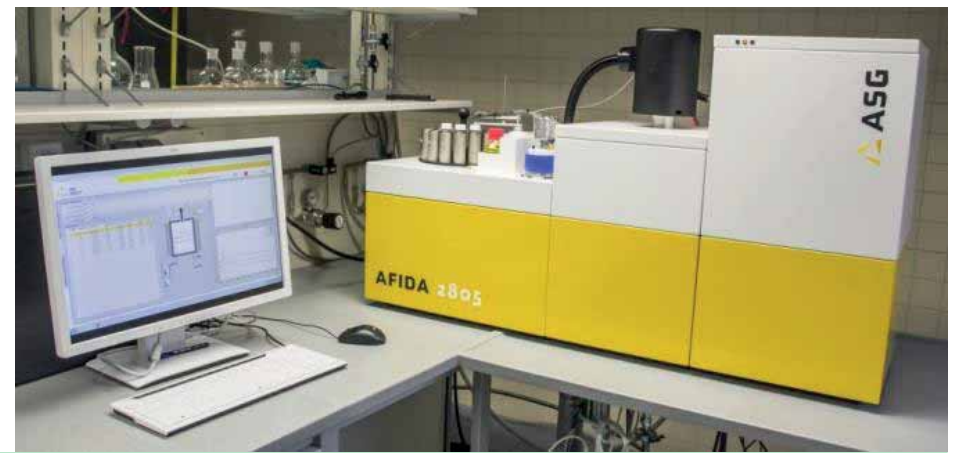
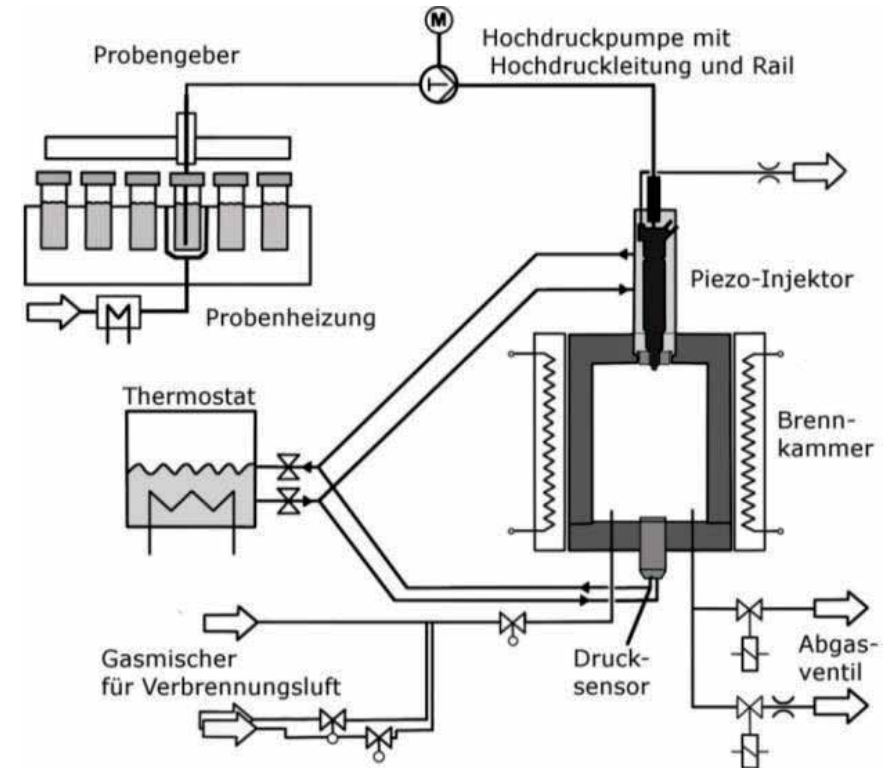
# Zünd- und Verbrennungsverhalten alternativer Kraftstoffe

## Untersuchungen mit Messgerät AFIDA

- Variation von Brennkammerdruck und Brennkammertemperatur
- Charakterisierung der Kraftstoffe anhand von Verbrennungskenngrößen

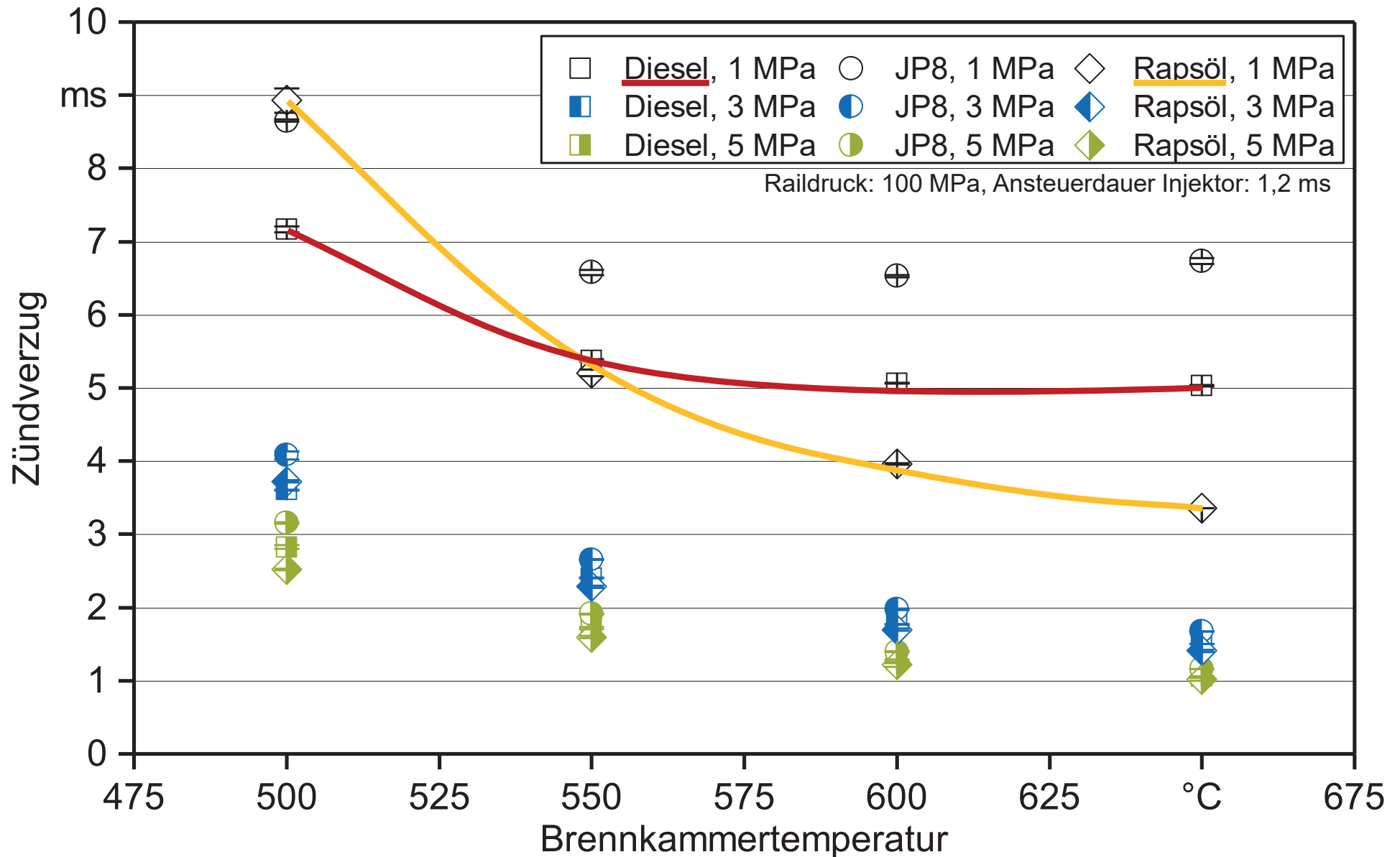
Bewerten des Zünd- und Verbrennungsverhaltens alternativer Kraftstoffe gegenüber Referenzkraftstoffen

- Definition eines Referenzsystems
- Bewerten der Versuchskraftstoffe anhand des Referenzsystems

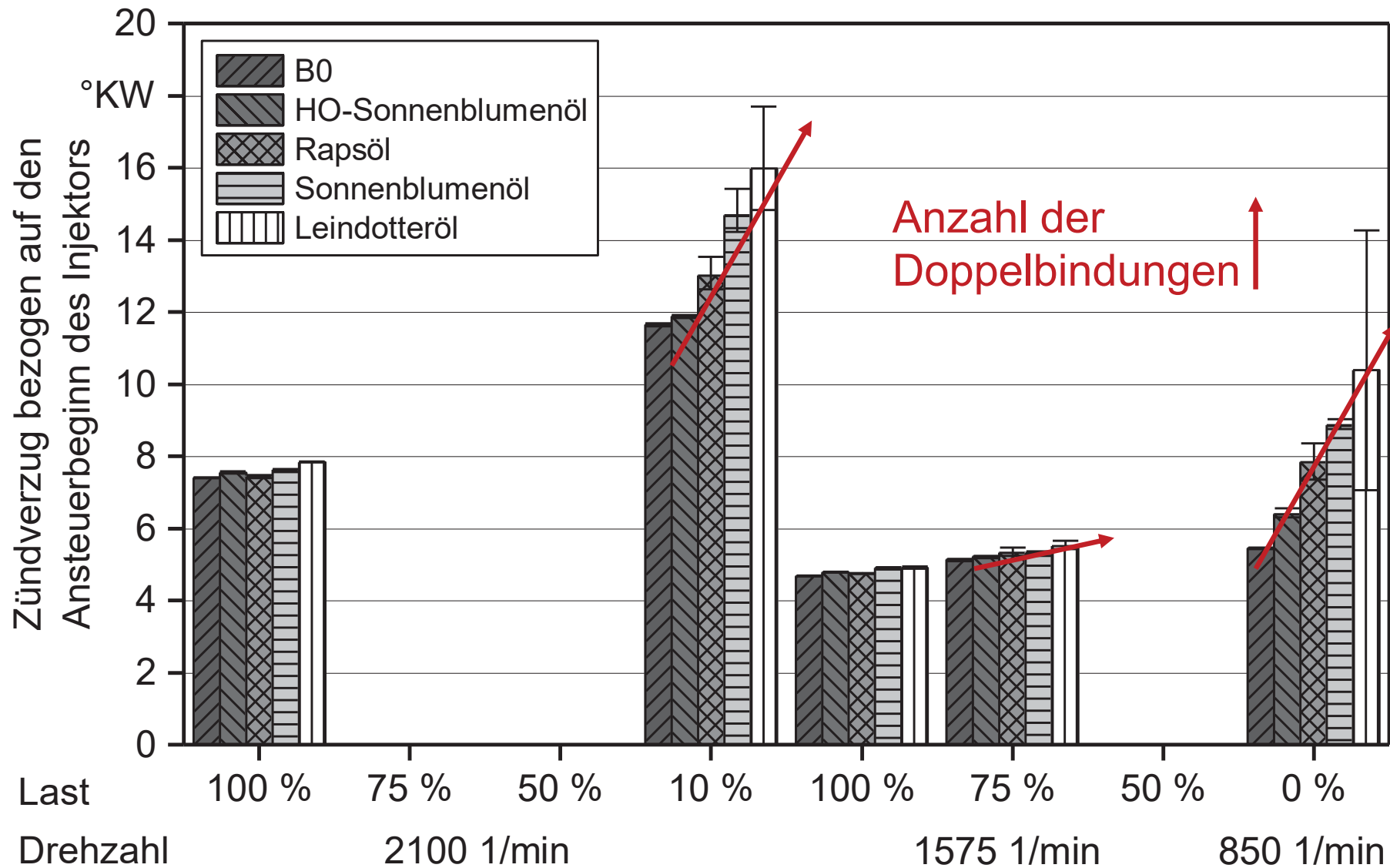




# Zündverhalten in Abhängigkeit von Brennkammertemperatur und -druck



# Zündverzögerung in Abhängigkeit des Betriebspunktes



# Biokraftstoffe • Qualität

- Normung – Rapsölkraftstoff (DIN 51605) und Pflanzenölkraftstoff (DIN 51623)
- ZündKraft – Zünd- und Verbrennungsverhalten alternativer Dieselkraftstoffe (abgeschlossen)
- MetOZ – Bestimmung der Oktanzahlen alternativer biogener Ottokraftstoffe in einer Konstantvolumen-Brennkammer



# Biokraftstoffe • Betriebs- und Emissionsverhalten

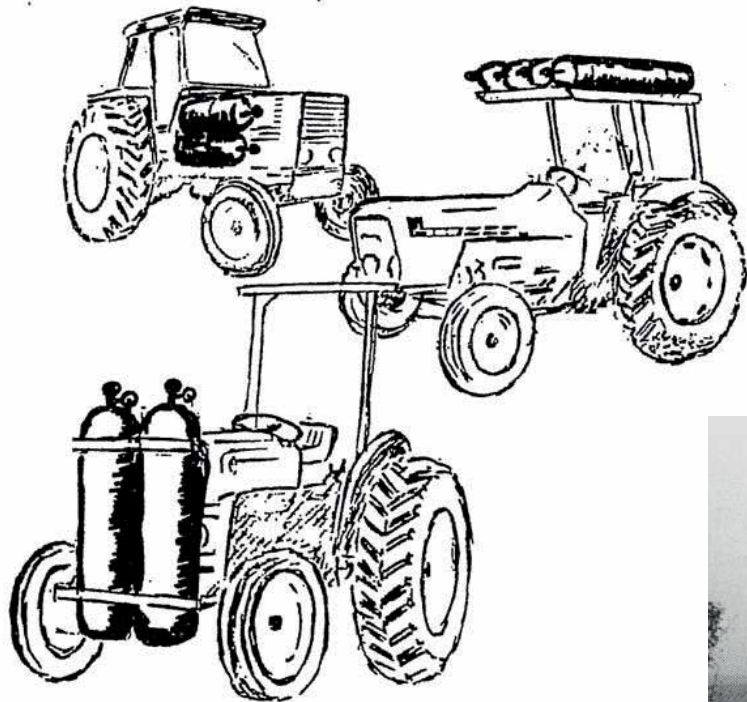
---

- BiomeTrak – Emissions- und Betriebsverhalten eines Biomethan („CNG“)-Traktors mit Zündstrahlmotor (abgeschl.)



# Gasbevorratung am Traktor

## Konzepte und Überlegungen aus den 1980ern



# Gasbevorratung am Traktor

## Konzepte und Überlegungen aus den 2010ern



# Versuchsträger – Valtra N101 HiTech Biogas (Dual Fuel)

- Motortyp: AGCO Sisu Power 44CTA
- Anzahl Zylinder: 4
- Einspritzsystem: Common-Rail
- Nennleistung: 110 PS (81 kW)
- Maximalleistung: 121 PS (89 kW)
- Baujahr 2013
- Abgasstufe IIIA (Abgasrückführung)



## Besonderheiten des Dual Fuel Traktors

- Methan-Speicher (192 l @ 200 bar  $\approx$  35 l Diesel)
- Gas-Energie-Verhältnis (GEV max. 83 % energetisch)
- Drosselklappe im Ansaugkanal
- Oxidationskatalysator
- zusätzliches Motorsteuergerät

# Zusammenfassung – Biomethan in Traktoren

---

- Herausforderung Kraftstoffverfügbarkeit
- Herausforderung Energiedichte – Bauraum an der Maschine
- Betriebsverhalten der Traktoren in der Praxis noch weitgehend unbekannt, bezüglich des Valtra Dual-Fuel Traktors lässt sich feststellen:
  - bisher keine Schäden
  - Betreiber sind mit der Maschine sehr zufrieden
  - Reichweite mit Biomethan ist eingeschränkt, führt durch das Dual-Fuel-Konzept jedoch zu keinen Nutzungseinschränkungen
- Emissionsverhalten der Traktoren noch weitgehend unbekannt
  - Erste Messungen zeigen, dass weitere Optimierungen notwendig sind
- Mögliche Einsatzfelder sind kommunale oder landwirtschaftliche Anwendungen in räumlicher Nähe zu einer Tankstelle mit moderaten Anforderungen an die Maximalleistung (z. B. Hofschlepper)



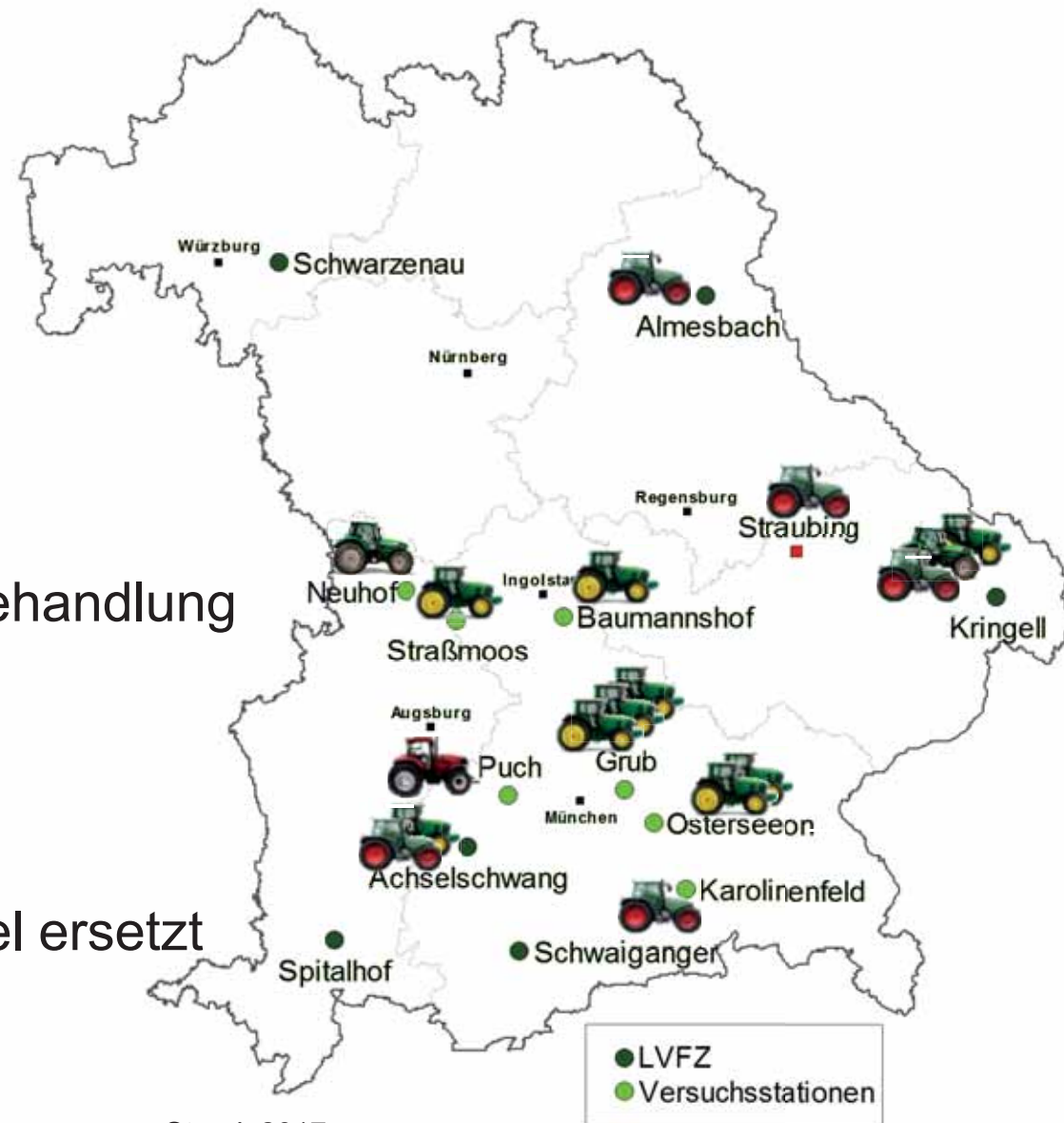
# Biokraftstoffe • Betriebs- und Emissionsverhalten

- BiomeTrak – Emissions- und Betriebsverhalten eines Biomethan („CNG“)-Traktors mit Zündstrahlmotor (abgeschl.)
- MoniTrak – Langzeitmonitoring von Abgasemissionen, Effizienz und Betriebssicherheit pflanzenöltauglicher Traktoren auf den bayerischen staatlichen Versuchsbetrieben





















# Pflanzenöltraktoren-Flotte auf den LfL-Versuchsbetrieben

- 19 Pflanzenöltraktoren
- an 11 Standorten
- LfL-Versuchsbetriebe plus TFZ
- Abgasstufen I bis IV
- über 57.000 Betriebsstunden (Bh)
  - ein Traktor über 7.500 Bh
  - vier Traktoren über 5.000 Bh
  - über 12.000 Bh mit Abgasnachbehandlung
- ca. 558.000 l fossilen Diesel ersetzt
- ca. 970.000 kg THG vermieden
- ca. 850.000 kg importierte Futtermittel ersetzt

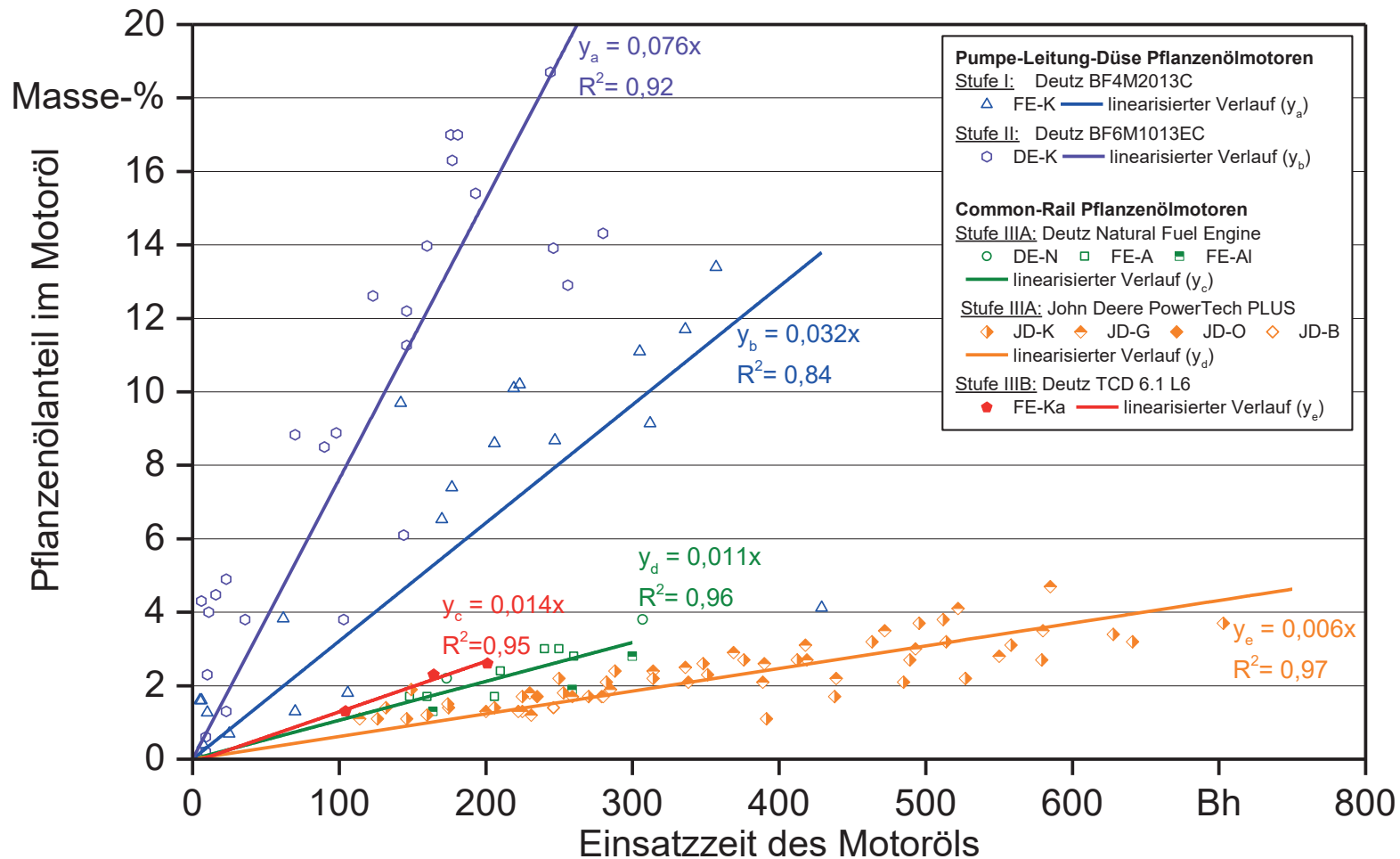


Stand: 2017

# Pflanzenöltraktoren auf den staatlichen LfL-Versuchsgütern

Pflanzenöltraktoren	Abgasstufe	Stunden	Baujahr	Tanks	Leistung (kW)	Motorkomponenten	
 Fendt Farmer Vario 412	I	7500	2003	1	94	4 Zylinder, PLD -	
 Deutz-Fahr Agrottron TTV 1160	II	6000	2005	1	119	6 Zylinder, PLD -	
 Fendt 820 Vario <sup>greentec</sup>	IIIA	6300	2009	2	152	6 Zylinder, CR -	
 Fendt 820 Vario <sup>greentec</sup>	IIIA	5500	2009	2	152	6 Zylinder, CR -	
 John Deere 6930 (Prototyp)	IIIA	4600	2008	1	134	6 Zylinder, CR -	
 John Deere 6630	IIIA	1800	2012	1	96	6 Zylinder, CR -	
 John Deere 7830	IIIA	2600	2010	1	173	6 Zylinder, CR -	
 John Deere 6930 (Prototyp)	IIIA	4300	2008	1	134	6 Zylinder, CR -	
 Deutz-Fahr Agrottron 650 M	IIIA	2700	2010	2	136	6 Zylinder, CR -	
 John Deere 6630	IIIA	2800	2010	1	96	6 Zylinder, CR -	
 John Deere 5080R	IIIA	900	2013	1	66	4 Zylinder, CR -	
 John Deere 6210R (Prototyp)	IIIB	3000	2012	1	154	6 Zylinder, CR	DOC, DPF
 Fendt Vario 718 SCR	IIIB	1200	2012	2	133	6 Zylinder, CR	DOC, SCR
 John Deere 6125R (Prototyp)	IIIB	2300	2012	1	92	4 Zylinder, CR	DOC, DPF
 John Deere 6115R	IIIB	500	2015	1	85	4 Zylinder, CR	DOC, DPF
 John Deere 6100RC	IIIB	1200	2015	1	74	4 Zylinder, CR	DOC, DPF
 John Deere 6210R (Prototyp)	IV	3000	2012	1	154	6 Zylinder, CR	DOC, DPF, SCR
 Fendt 724 Vario S4	IV	1400	2015	2	174	6 Zylinder, CR	DOC, DPF, SCR

# Pflanzenöleintrag in das Motorenöl



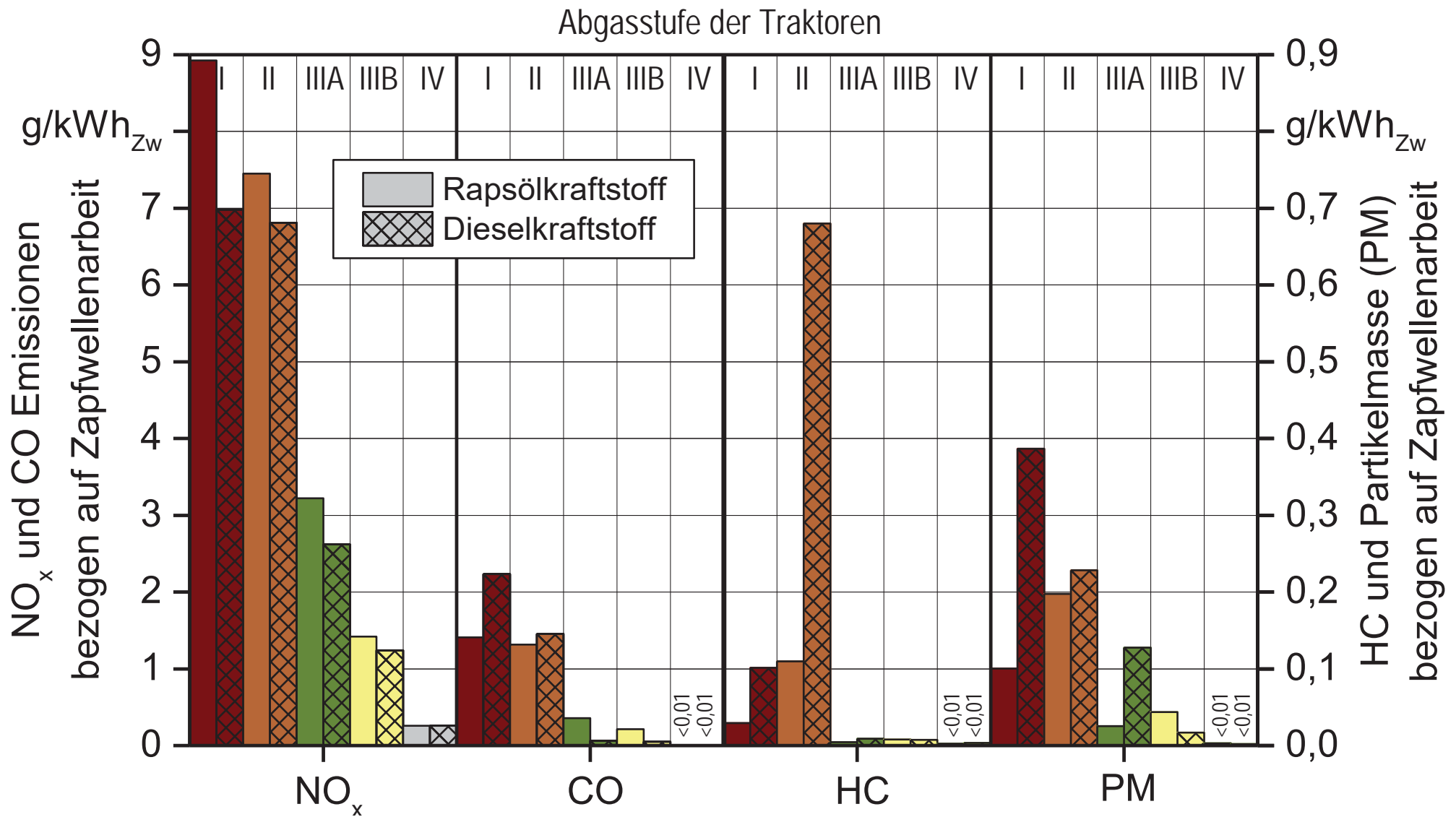
- Motorölwechselintervall von 500 Bh bei Common-Rail Motoren möglich
- Verkürzte Serviceintervalle beim Motorenöl voraussichtlich nicht notwendig

# Leistungs- und Emissionsmessung am TFZ-Prüfstand

- 1 Bestimmung von Drehzahl und Drehmoment an der Zapfwelle
- 2 Gravimetrische Kraftstoffverbrauchsmessung
- 3 Gesetzlich limitierte und nicht limitierte gasförmige Abgasemissionen
- 4 Partikelmasse-Messung



# Spezifische Emissionen (bezogen auf Zapfwellenarbeit) von Traktoren beim Betrieb mit Rapsöl- und Dieselkraftstoff



# Pflanzenöltraktoren der Abgasstufe IV



DOC

DPF

SCR

**John Deere 6210R Prototyp**  
**154 kW**  
**6 Zylinder**  
**Common-Rail**

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Ernährung  
und Landwirtschaft



[www.praxtrak.de](http://www.praxtrak.de)



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

**Fendt Vario 724 S4**  
**174 kW**  
**6 Zylinder**  
**Common-Rail**

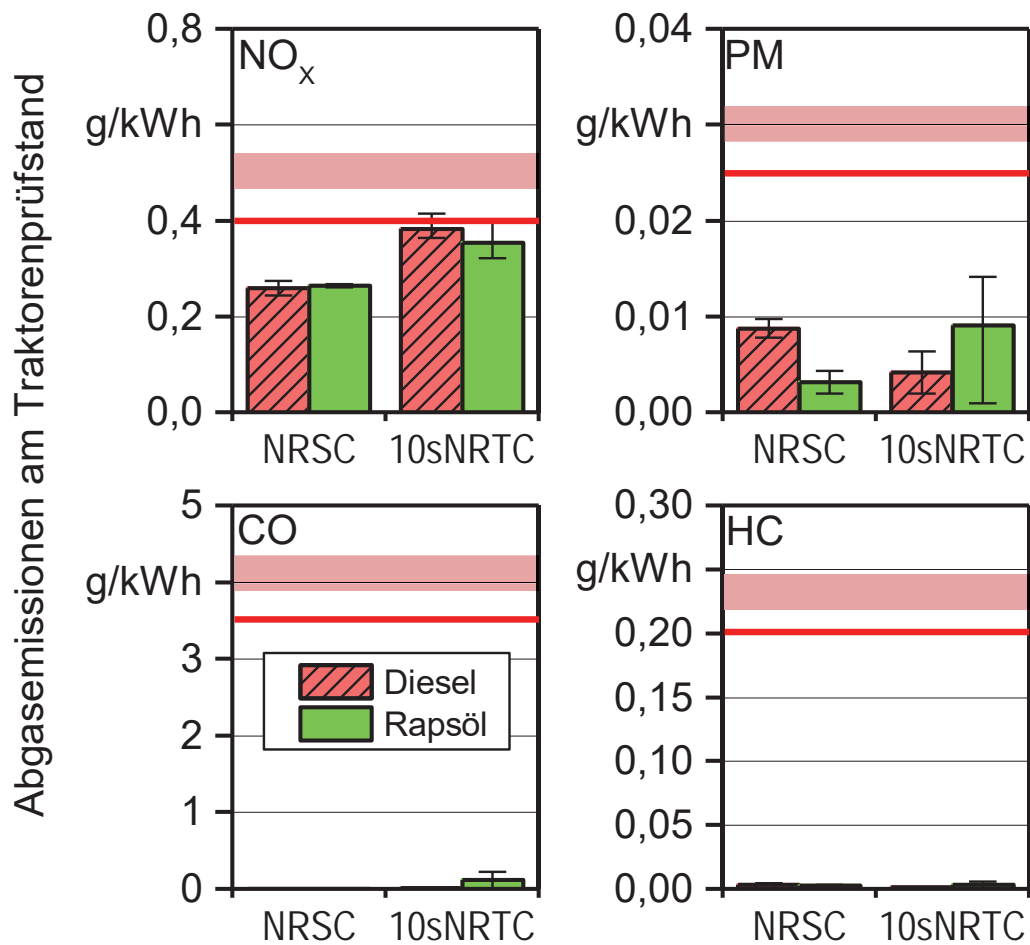


DOC

DPF

SCR

# Limitierte Emissionen des Fendt Vario 724 S4 – Abgasstufe IV



**DOC** | **DPF** | **SCR**

- NO<sub>x</sub>, CO, HC und PM Emissionen erfüllen Grenzwerte der Abgasstufe IV mit Rapsöl und Diesel
- Gleiche NO<sub>x</sub> und niedrigere PM Emissionen mit Rapsöl im Vergleich zu Diesel



# Portables Emissions-Messsysteme (PEMS)



# Portables Emissions-Messsystem (PEMS)



Remmele

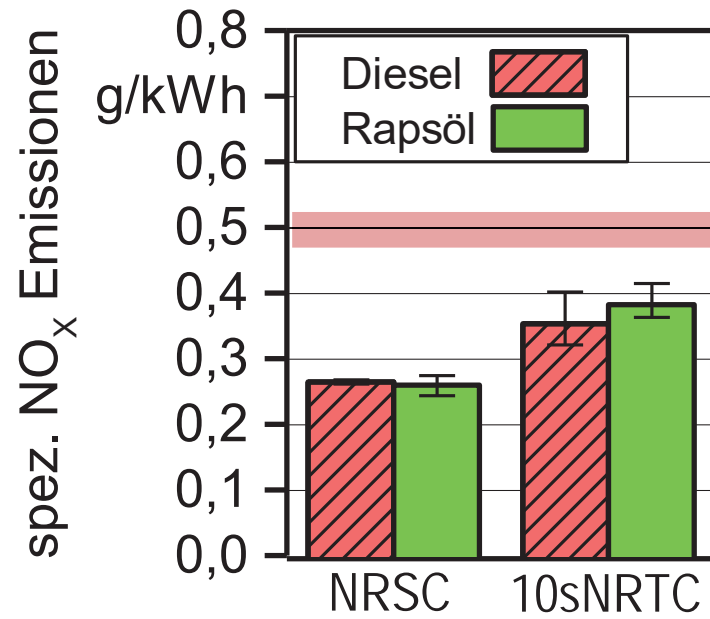
P 17 K Re 020  
16 K Re 072

Folie 34

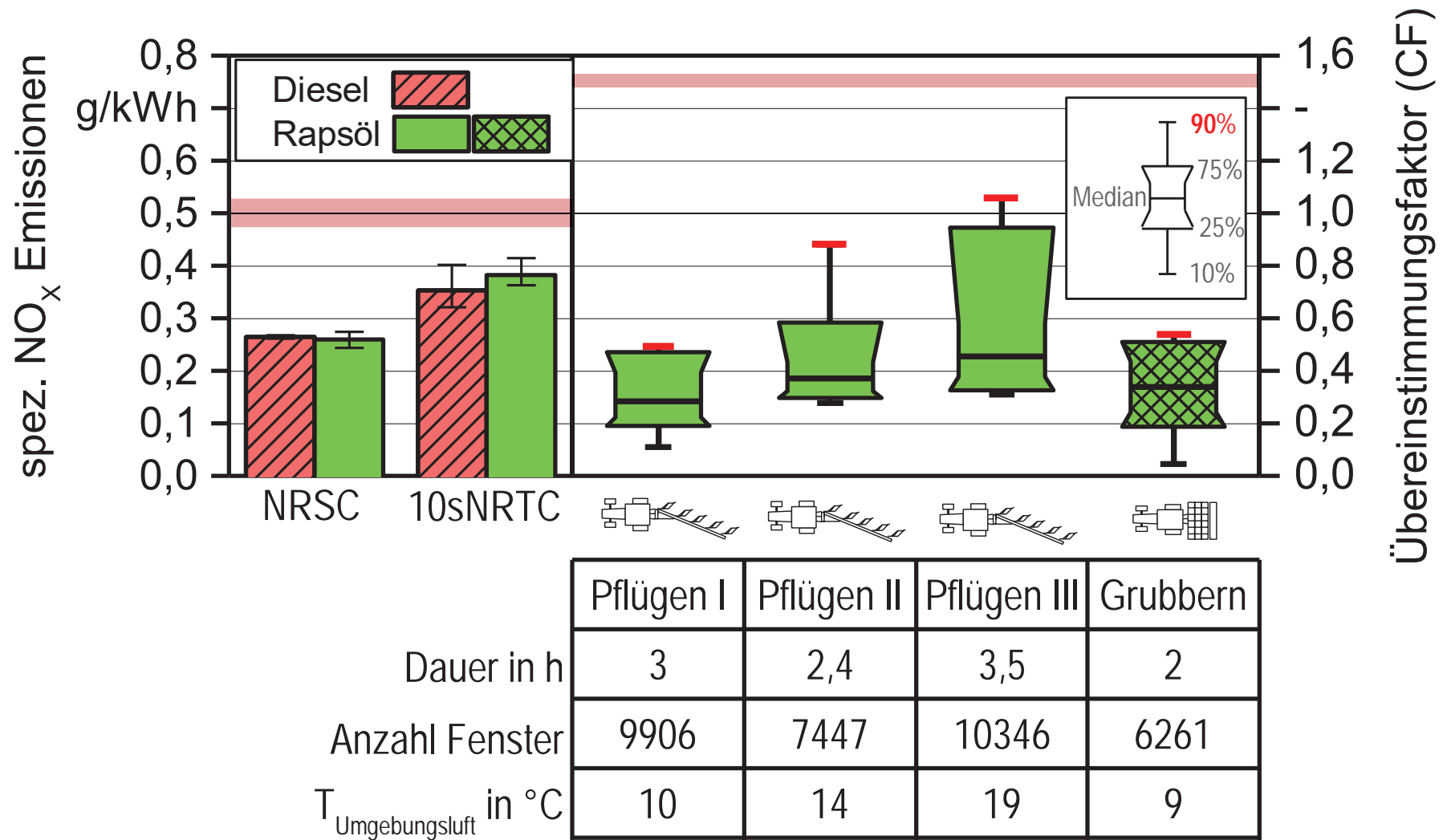
Foto: TFZ



# RDE des Fendt Vario 724 S4 – Abgasstufe IV



# RDE des Fendt Vario 724 S4 – Abgasstufe IV



- CO, HC und PM Emissionen nahe der Nachweisgrenze

# Biokraftstoffe • Betriebs- und Emissionsverhalten

- BiomeTrak – Emissions- und Betriebsverhalten eines Biomethan („CNG“)-Traktors mit Zündstrahlmotor (abgeschl.)
- MoniTrak – Langzeitmonitoring von Abgasemissionen, Effizienz und Betriebssicherheit pflanzenöltauglicher Traktoren auf den bayerischen staatlichen Versuchsbetrieben
- Rapster – Rapsölkraftstoff als Energieträger für den Betrieb eines forstwirtschaftlichen Vollernters (Harvester)



# Technische Daten - Motor



6-Zylinder PowerTechPlus Motor

9,0 l Hubraum

200 kW @ 1600 – 1900 min<sup>-1</sup>

SCR-System mit Partikelfilter

Abgasstufe IV / Tier 4final

# Ziel des Forschungs- und Entwicklungsprojektes „Rapster“

---

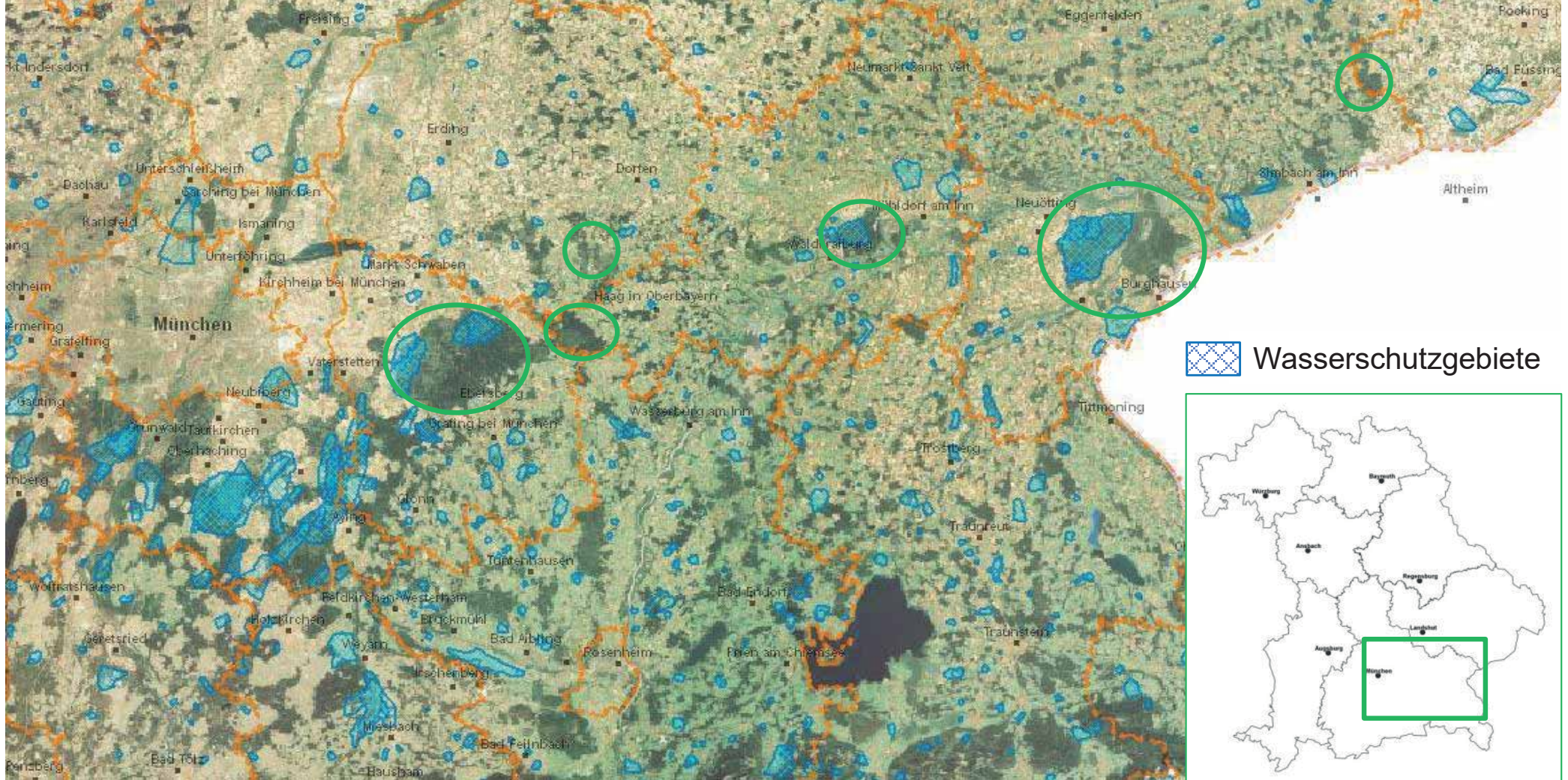
## Adaption eines forstwirtschaftlichen Vollernters (Harvester) auf den Betrieb mit Rapsölkraftstoff und Prüfung der Praxistauglichkeit

### Vorgehen:

- Untersuchungsobjekt: John Deere 1470G der BaySF
- Entwicklung eines Nachrüstkonzepts für den Betrieb mit Rapsölkraftstoff
- Konzept für Kraftstofflogistik und –betankung
- Umbau des Harvesters
- Feldtest des Harvesters bei den BaySF
- Begutachtung des Harvesters am Projektende

# Forstbetrieb Wasserburg – Haupteinsatzgebiete

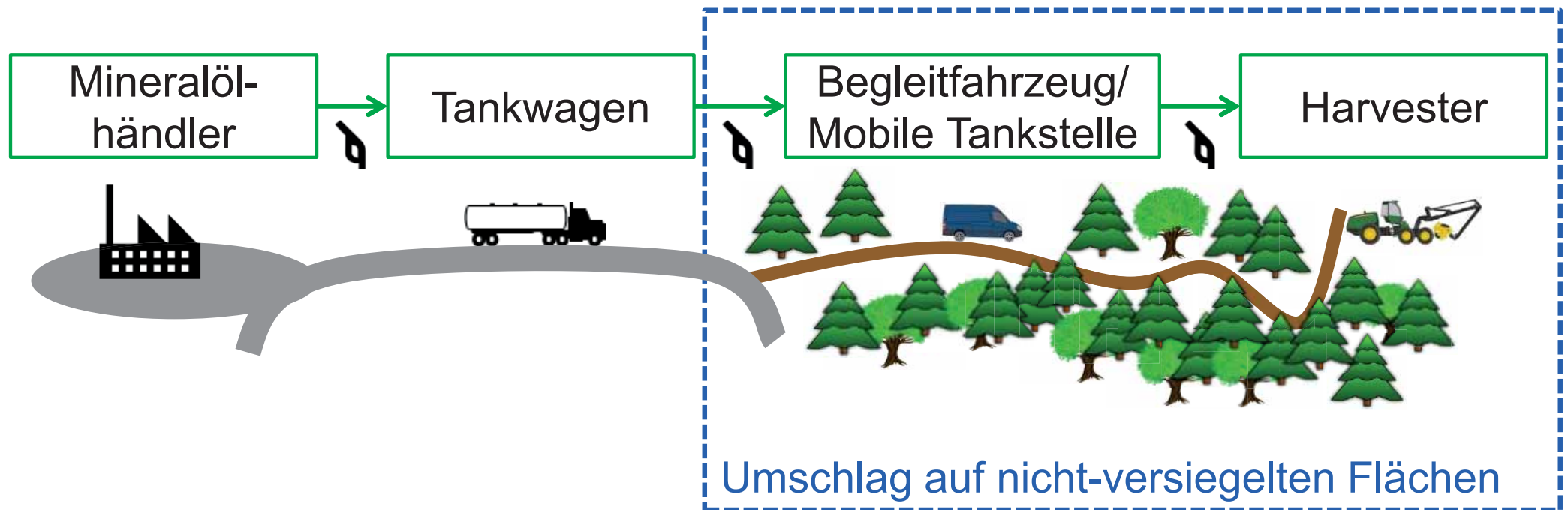
## Herausforderung wechselnde Einsatzgebiete des Harvesters





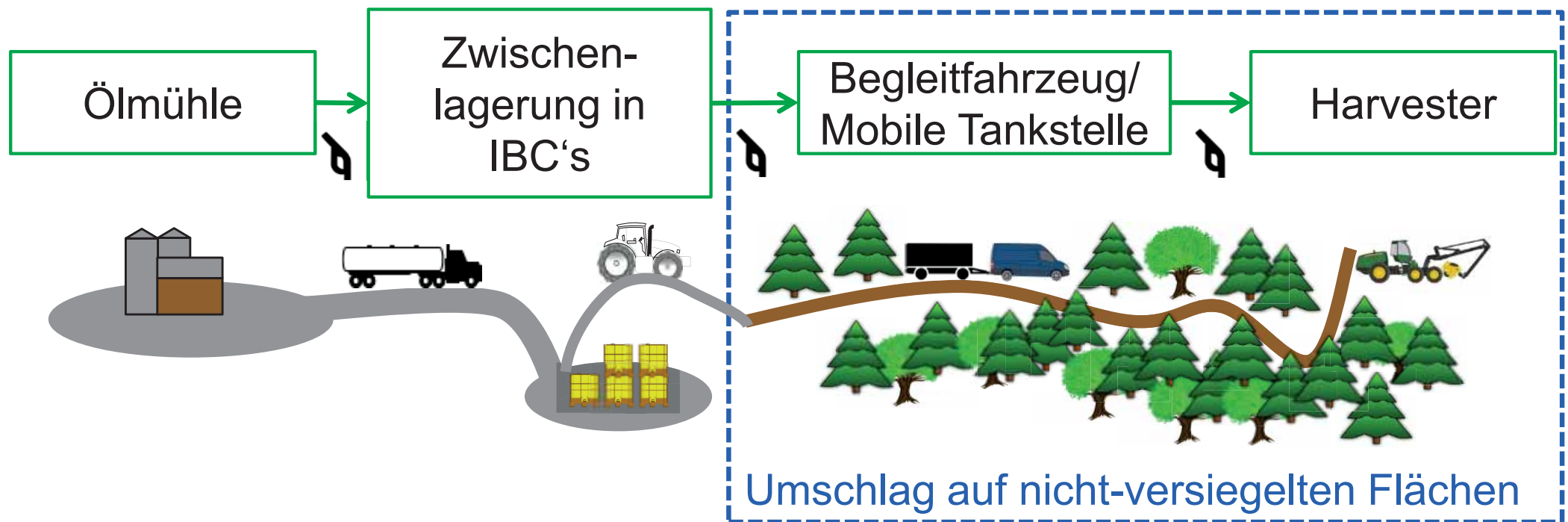
# Kraftstoffversorgung – derzeit mit Dieselkraftstoff

- Kraftstoffverbrauch 40.000 – 50.000 l pro Jahr
  - Kraftstoffverbrauch ca. 0,8-1,0 l/fm
  - Geplante Einschlagleistung 40.000 – 60.000 fm pro Jahr
- Begrenzte Lagermöglichkeit im Wald → max. Liefermenge ca. 1.000 l



# Kraftstoffversorgung – Rapsölkraftstoff

- Kraftstoffverbrauch 40.000 – 50.000 l pro Jahr
- Begrenzte Lagermöglichkeit im Wald → max. Liefermenge ca. 1.000 l → Wöchentliche Versorgung notwendig
- Wechselnde Standorte



# Mobile Rapsölkraftstofftankanlage



# Ausstattung der mobilen Tankanlage

- 2,5 t Koffieranhänger mit isoliertem Boden
- Doppelwandiger Stahltank mit 980 l
- Belüftungstrockner (zur Kondensatvermeidung beim Betanken)
- Impellerpumpe mit einem Durchsatz von ca. 35 l/min für Rapsöl bei Raumtemperatur
- Zählwerk
- Automatisch abschaltende Zapfpistole
- Standheizung
- Stromerzeuger (1,6 kVA Leistung) und Batterie
- Batterieladegeräte und Lagerregal für Batterien
- Sicherheitsvorrichtungen
- Sensoren und Datenlogger zur Dokumentation



# Emissionsmessungen mit PEMS

- Erste Messungen mit Dieselkraftstoff und Rapsölkraftstoff abgeschlossen



# Biokraftstoffe • Betriebs- und Emissionsverhalten

- BiomeTrak – Emissions- und Betriebsverhalten eines Biomethan („CNG“)-Traktors mit Zündstrahlmotor (abgeschl.)
- MoniTrak – Langzeitmonitoring von Abgasemissionen, Effizienz und Betriebssicherheit pflanzenöлтаuglicher Traktoren auf den bayerischen staatlichen Versuchsbetrieben
- Rapster – Rapsölkraftstoff als Energieträger für den Betrieb eines forstwirtschaftlichen Vollernters (Harvester)
- Evolum – Einspritz- und Verbrennungsverhalten von Pflanzenölkraftstoff und Übertragung auf ein Motorsystem Stufe IV/V
- SAVEbio – Strategien zur Ablagerungsvermeidung an Einspritzdüsen beim Multi-Fuel Einsatz biogener Kraftstoffe



# Biokraftstoffe • Methodenentwicklung

---

- PEMS – Reale Abgasemissionen (RDE) von (Non-Road-) Fahrzeugen – Inbetriebnahme eines Portablen Emissions-Messsystems und Methodenevaluierung



# Einfluss der Ethanol-Konzentration auf die „Realen Emissionen“



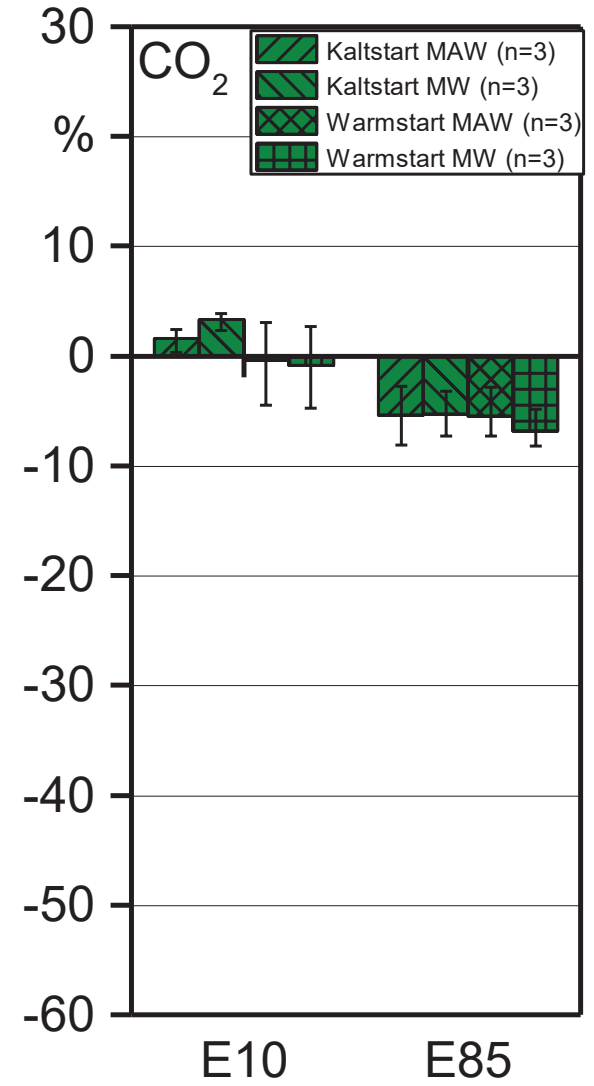
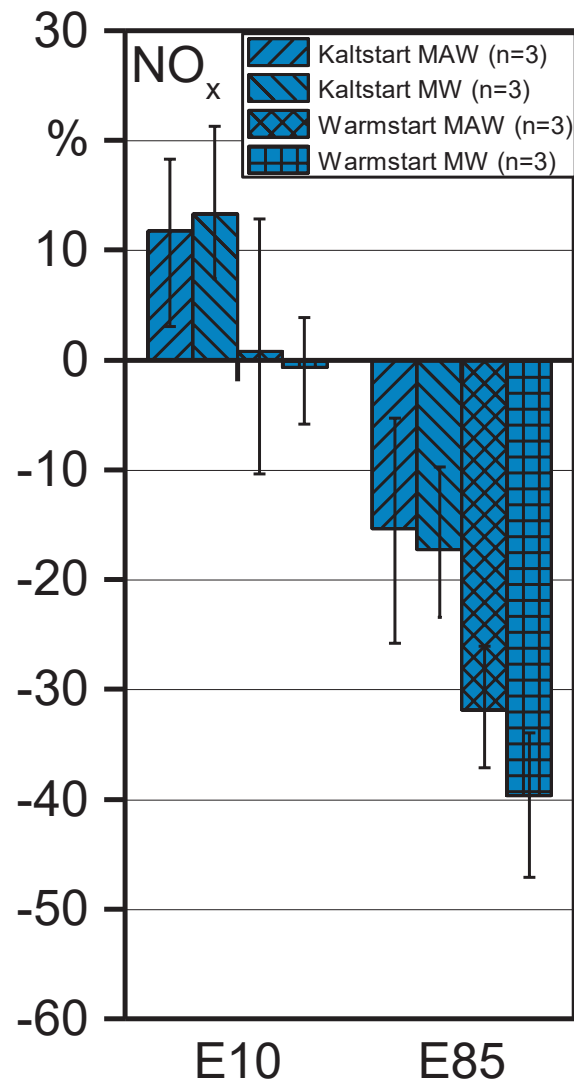
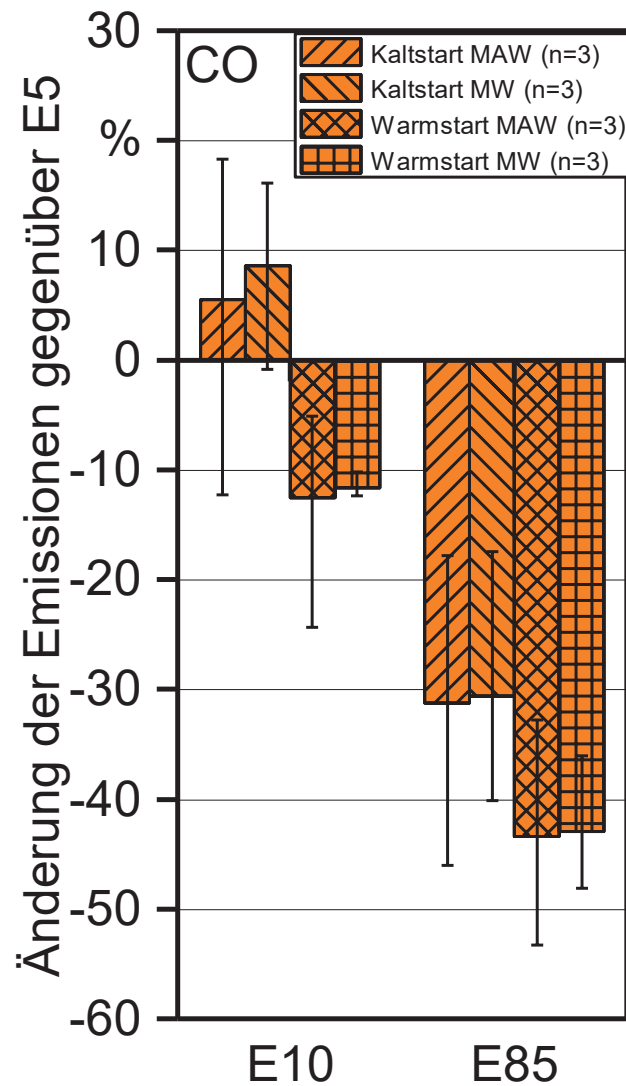
Messaufbau am Fahrzeugheck



Messaufbau im Fahrzeuginnenraum



# Emissionen von E10 und E85 relativ zu E5



# Ergebnisse – Feldarbeiten – Pflanzenöltraktor



Fendt 724 Vario S4  
2-Tank-System BayWa/ATG



Ackerflächen:  
Gutsbetrieb Mainkofen  
Fahrer: H. Putz, Verwalter

# Ergebnisse - Straßenfahrten



# Zusammenfassung

---

- Auch bei Pflanzenöltraktoren müssen zukünftig Real-Emissionen bestimmt werden
- Mit dem TFZ-PEMS können RDE-Messungen nach der neuesten EU-Gesetzgebung durchgeführt werden
- Ein Pflanzenöltraktor konnte die Anforderungen beim Pflügen und Grubbern bereits einhalten
- Beim hinsichtlich der Emissionen anspruchsvollsten Arbeitsvorgang „Straßentransport“ sind die Stickoxidemissionen im Rapsölbetrieb zwar höher aber auch im Bereich des Grenzwertes
- Bestimmung der Leistung in der Realität problematisch, nur über ungenaues CAN-Signal möglich

# Biokraftstoffe • Umweltwirkungen, Bewertung, Kommunikation

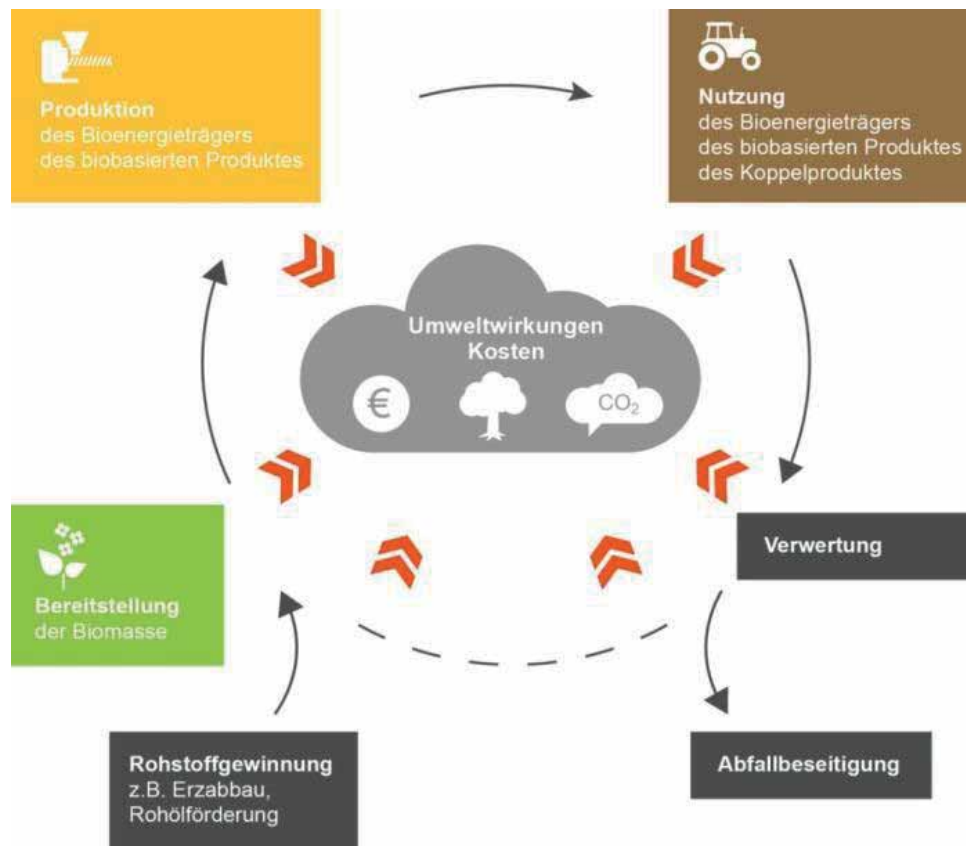
- ExpResBio – Expertengruppe Ressourcenmanagement Bioenergie in Bayern (Phase I abgeschlossen)
- Regionalspezifische Treibhausgasemissionen der Rapserzeugung in Bayern



# Systematische Vorgehensweise: “ExpResBio-Methoden”

## Harmonisierte Analysen entlang des Lebenszyklus

Methoden zur Analyse und Bewertung ausgewählter ökologischer und ökonomischer Wirkungen von Produktsystemen aus land- und forstwirtschaftlichen Rohstoffen



- Funktionelle Einheit  
1 MJ Rapsölkraftstoff
- Allokation nach Heizwert (Basisvariante)
- Berechnung der N<sub>2</sub>O-Feldemissionen nach IPCC 2006
- Substitutionsmethode mit Gutschrift für den Rapspresskuchen (Szenario Analyse)
- Gutschrift für Vorfruchteffekte (Szenario Analyse)

# Harmonisierungsbereiche ExpResBio

## Harmonisierung der Analyse und Bewertung ökologischer und ökonomischer Wirkungen



### System

- Systemgrenzen (räumlich, zeitlich,...)
- Abschneidekriterien
- Vollständigkeit und Transparenz

### Annahmen, Festlegungen

- Datengrundlage
- Emissionsfaktoren
- Allokation
- Gutschriften
- Bezugsgröße und funktionelle Einheit
- Referenzsysteme
- physik. und chem. Kenngrößen

### Ergebnisdarstellung, Dokumentation

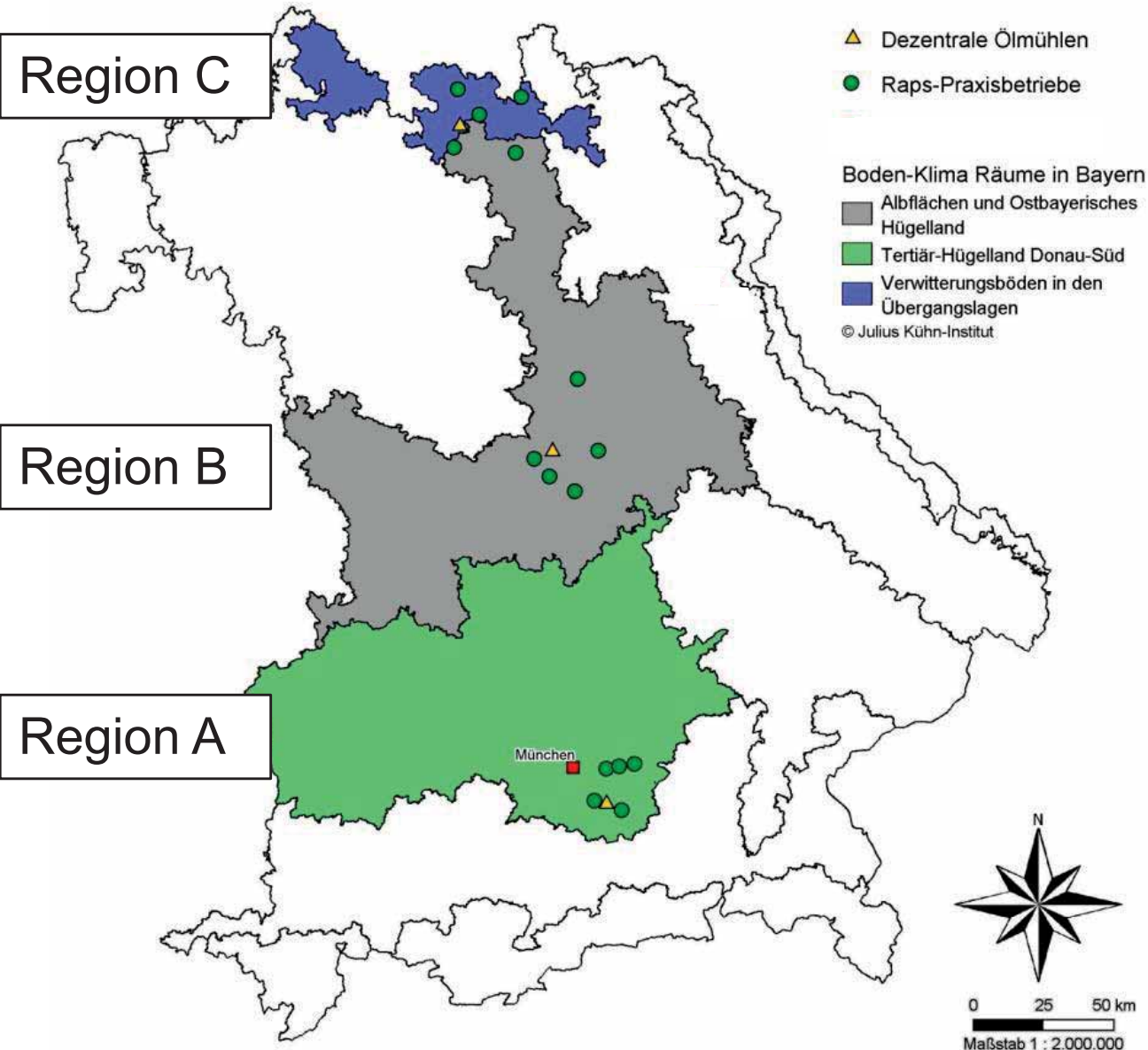
- Wirkungsabschätzung
- Grafiken, Tabellen
- Datenbank

# Darstellung des Produktsystems

Bezeichnung Produktsystem:				Ergänzende Informationen:				
Rohstoffgewinnung		Produktion	Anwendung		Reststoff- und Abfallbehandlung			
<input type="checkbox"/> <b>[A] Erzeugung und Bereitstellung von Biomasse</b>		<input type="checkbox"/> <b>[B] Transformation</b>	<input type="checkbox"/> <b>[C] Konversion</b>	<input type="checkbox"/> <b>[D] Nutzung</b>	<input type="checkbox"/> <b>[E] Abfallbewirtschaftung</b>			
<input type="checkbox"/> [A1] Bestandesbegründung <input type="checkbox"/> [A1.1] Bodenaufbereitung <input type="checkbox"/> [A1.2] Pflanzen/Ausaat <input type="checkbox"/> [A1.3] sonstige Flächenvorbereitung	<input type="checkbox"/> [A2] Bestandesführung <input type="checkbox"/> [A2.1] Pflege Pflanzung/Bestand <input type="checkbox"/> [A2.2] Zaunbau <input type="checkbox"/> [A2.3] Düngung <input type="checkbox"/> [A2.4] Kalkung <input type="checkbox"/> [A2.5] Pflanzenschutz und Unkrautregulierung <input type="checkbox"/> [A2.6] Bau/Instandhaltung von Wegen	<input type="checkbox"/> [A3] Ernte <input type="checkbox"/> [A3.1] Ernte Biomasse <input type="checkbox"/> [A3.2] Vorliefern zur Straße <input type="checkbox"/> [A3.3] Aufarbeitungsprozesse nach Ernte <input type="checkbox"/> [A3.4] Aufladen auf LKW/Traktor	<input type="checkbox"/> [A4] nicht-zuordenbar <input type="checkbox"/> [A4.1] C-Speicher Fläche <input type="checkbox"/> [A4.2] N <sub>2</sub> O-Feldemissionen <input type="checkbox"/> [A4.3] andere Feldemissionen <input type="checkbox"/> [A4.4] Unterbringung von Personal	<input type="checkbox"/> [B1] Lagerung <input type="checkbox"/> [B1.1] Biomasselagerung <input type="checkbox"/> [B1.2] Produktlagerung <input type="checkbox"/> [B1.3] Ent- und Beladung <input type="checkbox"/> [B1.4] Verpacken <input type="checkbox"/> [B2] Vorbehandlung <input type="checkbox"/> [B2.1] Reinigung <input type="checkbox"/> [B2.2] Zerkleinerung <input type="checkbox"/> [B2.3] Trocknung <input type="checkbox"/> [B3] Umwandlung <input type="checkbox"/> [B3.1] chemische Transformation <input type="checkbox"/> [B3.2] mechanische Transformation <input type="checkbox"/> [B3.3] biologische Transformation	<input type="checkbox"/> [C1] Stromerzeugung <input type="checkbox"/> [C2] Wärmeerzeugung <input type="checkbox"/> [C3] Kombinierte Strom und Wärmeerzeugung <input type="checkbox"/> [C4] Bereitstellung Antriebsenergie (z. B. für Mobilität) <input type="checkbox"/> [C5] Abgasreinigung	<input type="checkbox"/> [D1] C-Speicher Produkt <input type="checkbox"/> [D2] Energiespeicherung	<input type="checkbox"/> [E1] Vorbereitung zur Wiederverwendung <input type="checkbox"/> [E2] stoffliche Verwertung <input type="checkbox"/> [E3] energetische Verwertung <input type="checkbox"/> [E4] Beseitigung	<input type="checkbox"/> <b>[F] Effekte außerhalb der Systemgrenze</b> <input type="checkbox"/> [F1] Gutschriften für vermiedene Lasten <input type="checkbox"/> [F2] Direkte Landnutzungsänderung <input type="checkbox"/> [F3] Indirekte Landnutzungsänderung <input type="checkbox"/> [F4] Gutschriften für vermiedenes Referenzsystem Koppelprodukte  <input type="checkbox"/> [F5] Gutschriften für vermiedene Roh- und Brennstoffe durch Abfallbewirtschaftung
<input type="checkbox"/> <b>[L] Betriebliche Logistik</b>		<input type="checkbox"/> <b>[T] Transporte</b>						
<input type="checkbox"/> [L1] außerbetrieblicher Transport	<input type="checkbox"/> [L2] innerbetrieblicher Transport	<input type="checkbox"/> [T1] Transport Biomasse	<input type="checkbox"/> [T2] Transport Zwischenprodukte	<input type="checkbox"/> [T3] Transport Endprodukte	<input type="checkbox"/> [T4] Transport Koppelprodukte und Abfälle			
<input type="checkbox"/> <b>[V] Vorleistungen</b>								
<input type="checkbox"/> [V1] Herstellung/Instandhaltung von Maschinen und Geräten <input type="checkbox"/> [V4] Bereitstellung von Kraft- und Brennstoffen <input type="checkbox"/> [V7] Bereitstellung von Pflanzenschutzmitteln	<input type="checkbox"/> [V2] Bau/Instandhaltung von Gebäuden und Infrastruktur <input type="checkbox"/> [V5] Bereitstellung von Prozess- und Hilfsenergien <input type="checkbox"/> [V8] Bereitstellung von Betriebsstoffen und Verbrauchsmaterialien	<input type="checkbox"/> [V3] Produktion von Pflanzmaterial und Saatgut <input type="checkbox"/> [V6] Bereitstellung von Mineral- und Kalkdüngern						
Geographische Repräsentativität:	Zeitliche Repräsentativität:		Anmerkungen:					
				<input type="checkbox"/> <b>[G] Substitution von Produkten eines Referenzsystems</b> <input type="checkbox"/> [G1] Referenzsystem Hauptprodukt  ----- ----- -----				



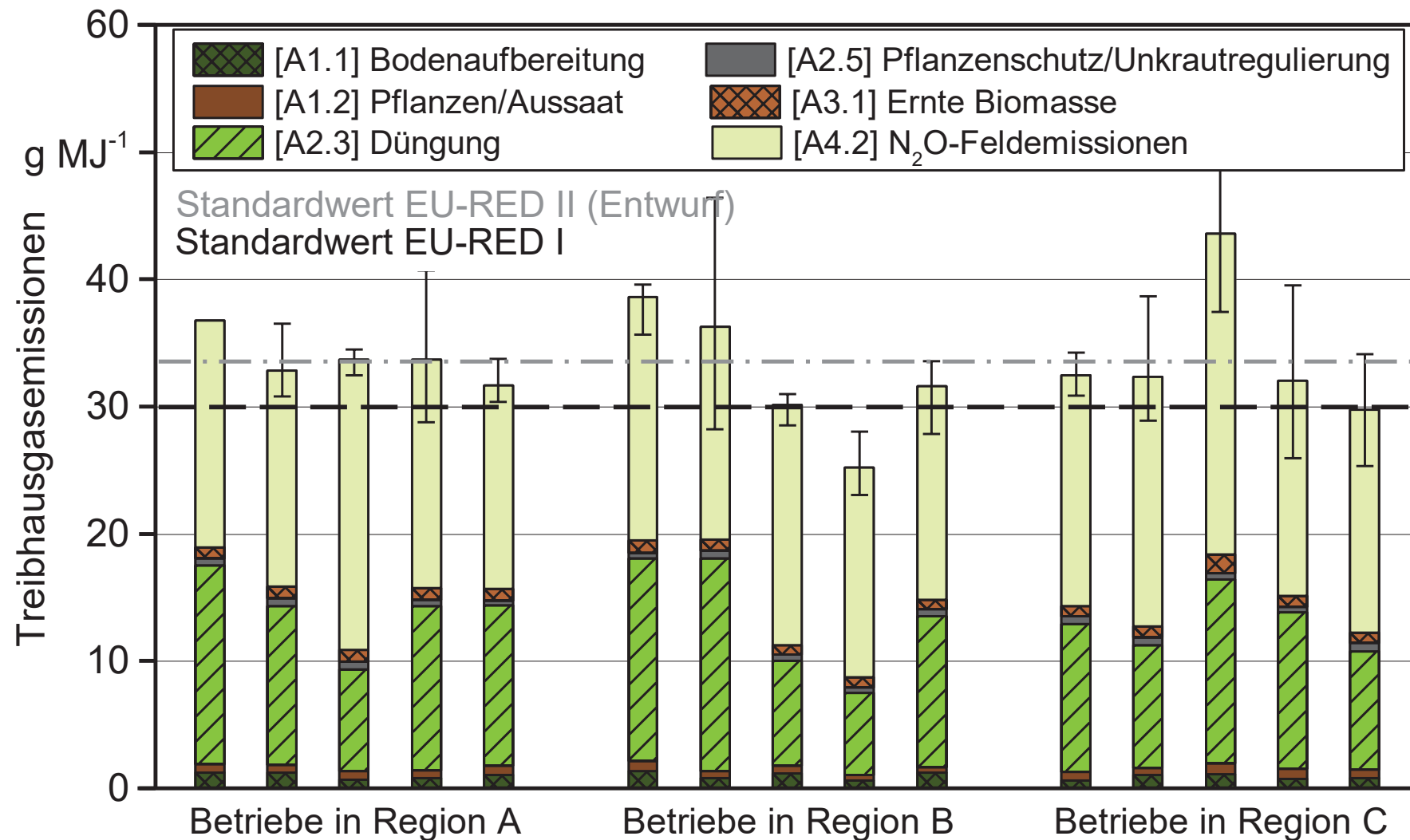
# Regional- und betriebsspezifische Datenerhebung



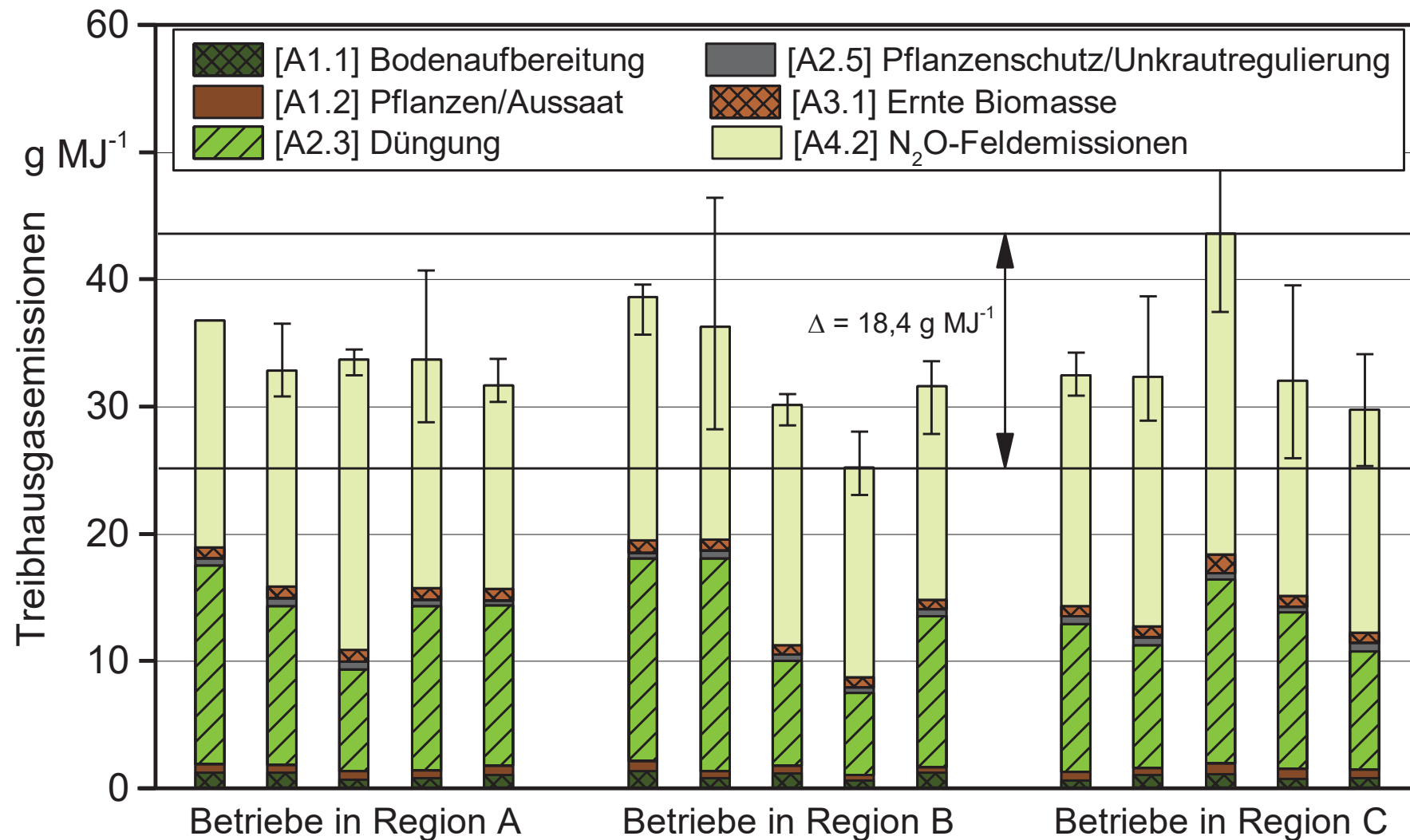
## Datenerhebung in:

- 15 landwirtschaftlichen Praxisbetrieben
- drei dezentralen Ölmöhlen

# Einzelbetriebliche THG-Emissionen der Rapserzeugung für die Rapsölkraftstoffproduktion (Mittelwerte 2013 – 2015)



# Einzelbetriebliche THG-Emissionen der Rapserzeugung für die Rapsölkraftstoffproduktion (Mittelwerte 2013 – 2015)



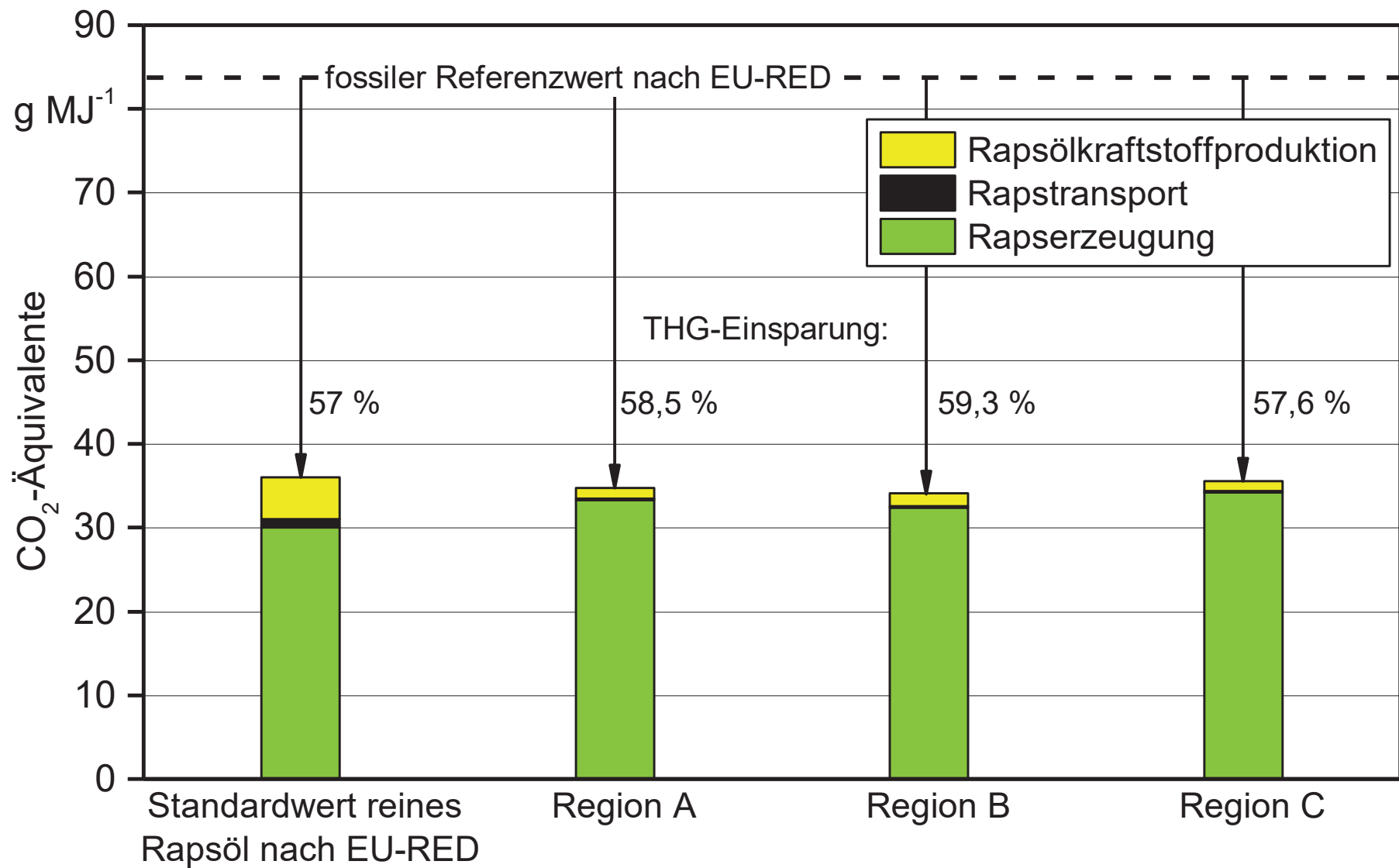
# Fazit aus der THG-Bilanz der Rapserzeugung

---

THG-Bilanz der regional- und betriebsspezifischen Rapserzeugung in Bayern zeigt:

- Ergebnisse der spezifischen Bilanzierung sind überwiegend **höher als der Standardwert** nach EU-RED I  
(RED I: 30 g MJ<sup>-1</sup> ; RED II (Entwurf): 33,4 g MJ<sup>-1</sup>)
- große **einzelbetriebliche Unterschiede**: THG-Emissionen variieren von 25,2 bis 43,6 g MJ<sup>-1</sup> Rapsölkraftstoff
- **Düngemittelmanagement** für die Rapserzeugung ist wesentliche Einflussgröße (Düngeeffizienz und Düngerart)  
(Vgl. Untersuchungen von Prof. Dr. Hülsbergen (TUM), Dr. Mohr (HS Kiel) und Prof. Dr. Flessa (TI))

# Regionale THG-Emissionen von Rapsölkraftstoff (Mittelwerte 2013 – 2015)



# Festlegungen für die Substitutionsmethode

---

- Substitution von importiertem Sojaschrot auf Basis des nutzbaren Rohproteingehaltes (nXP)
  - Rapspresskuchen aus dezentraler Ölgewinnung: 208<sup>1</sup> g nXP kg<sup>-1</sup> TM
  - Sojaextraktionsschrot<sup>1</sup>: 319 g nXP kg<sup>-1</sup> TM
  - **1,53 kg Rapspresskuchen können 1 kg Sojaextraktionsschrot in der Rinderfütterung ersetzen**
  
- Herkunftszusammensetzung des substituierten Sojaschrotes
  - 50 % des Sojaschrotes wird direkt importiert und stammt zu 95 % aus Südamerika
  - 50 % des Sojaschrotes wird aus importierten Sojabohnen gewonnen. Die Bohnen stammen zu 55 % aus Nordamerika und zu 45 % aus Südamerika
  - **75 % des substituierten Sojaschrotes stammt aus Südamerika**  
**25 % des substituierten Sojaschrotes stammt aus Nordamerika**

<sup>1</sup>Preissinger et al. (2004)

# Festlegungen für die Substitutionsmethode

---

- Anbau der Sojabohnen in Nord- und Südamerika
  - **Systemgrenze 1:** keine Berücksichtigung direkter Landnutzungsänderungen (LUC)
  - **Systemgrenze 2:** Berücksichtigung von direkten Landnutzungsänderungen aufgrund des Flächenanstiegs um durchschnittlich 1,7 Mio. Hektar pro Jahr (Betrachtungszeitraum 2000 – 2004, Brasilien)
    - **anteilige Landnutzungsänderung (LUC) von 8,4 %**<sup>2</sup>

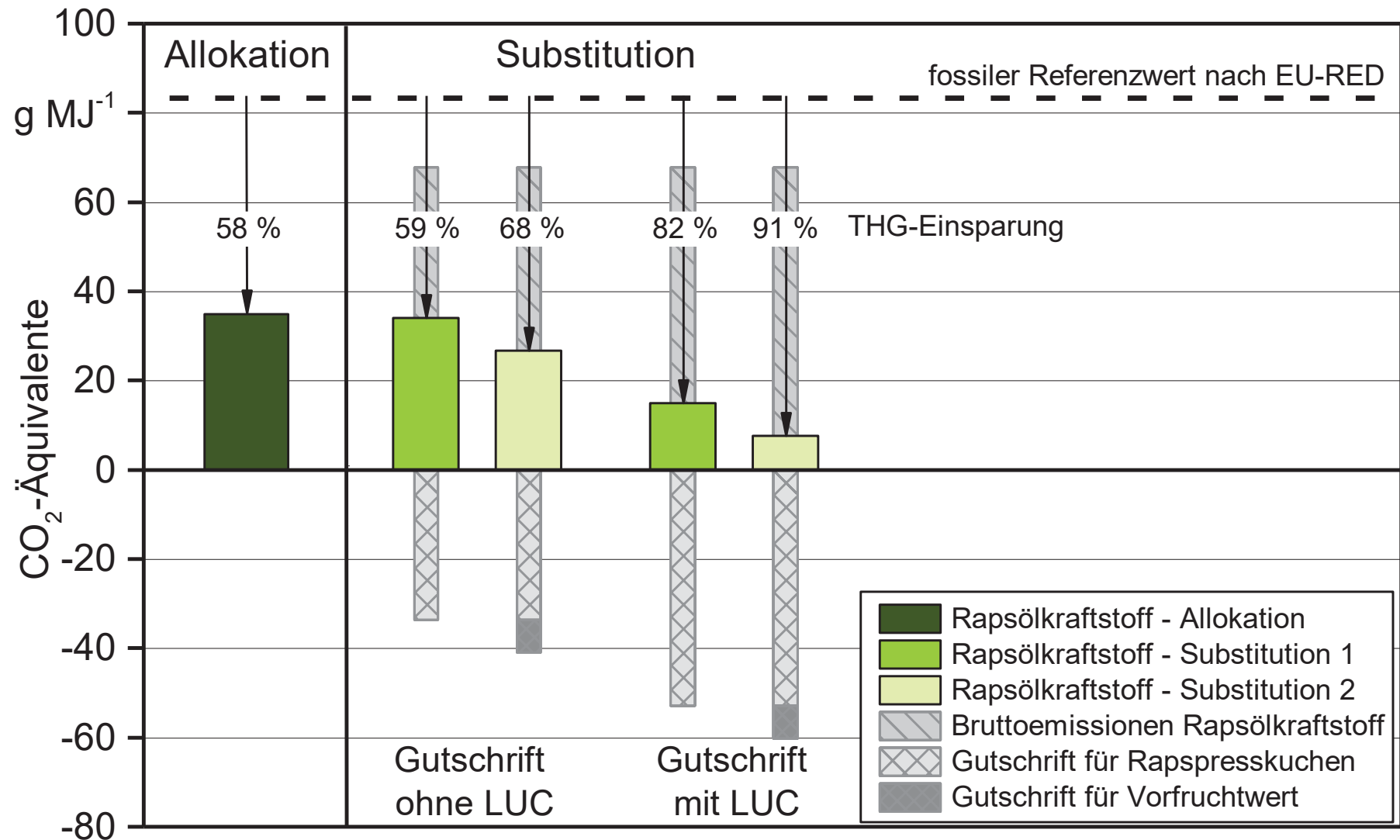
keine Berücksichtigung von Landnutzungsänderungen beim Rapsanbau in Deutschland

  - **geltende Biokraftstoffnachhaltigkeitsverordnung schließt den Rapsanbau zur Kraftstoffproduktion auf Flächen mit Landnutzungsänderungen aus**
- **Vorfruchtwert von Raps** für Weizen auf Basis von Feldversuchsdaten der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel<sup>3</sup>
  - **spezifische CO<sub>2</sub>-Äquivalente von Ethanol aus „Rapsweizen“ im Vergleich zu Ethanol aus Stoppelweizen um 7,3 g MJ<sup>-1</sup> geringer**

<sup>2</sup> Sutter (2006)

<sup>3</sup> Kage & Pahlmann (2013)

# THG-Emissionen der dezentralen Rapsölkraftstoffproduktion: Vergleich Allokation und Substitution





- (79) Die Förderung multilateraler und bilateraler Übereinkünfte sowie freiwilliger internationaler oder nationaler Regelungen, in denen Standards für die nachhaltige Herstellung Folge wären, sollte die Verwendung von Standardwerten für den Anbau auf Gebiete begrenzt werden, wo eine solche Wirkung zuverlässig ausgeschlossen werden kann. Um

- (80) Bei der Berechnung der durch die Herstellung und Verwendung von Kraft- und Brennstoffen verursachten Treibhausgasemissionen sollten Nebenerzeugnisse berücksichtigt werden. Die Substitutionsmethode ist für politische Analysen geeignet, für die Regulierung in Bezug auf einzelne Wirtschaftsakteure und einzelne Kraftstofflieferungen jedoch nicht. Für Regulierungszwecke eignet sich die Energieallokationsmethode am besten, da sie leicht anzuwenden und im Zeitablauf vorhersehbar ist, kontraproduktive Anreize auf ein Mindestmaß begrenzt und Ergebnisse hervorbringt, die in der Regel mit den Ergebnissen der Substitutionsmethode vergleichbar sind. Für politische Analysen sollte die Kommission in ihrer Berichterstattung auch die Ergebnisse der Substitutionsmethode heranziehen.

# Pflanzenöl - Ergebnisse aktueller Forschungsprojekte in Bayern

1. Ziele und Herausforderungen einer Biokraftstoffpolitik
2. Aktuelle Forschungsvorhaben zu Biokraftstoffen am TFZ
  - Qualität
  - Betriebs- und Emissionsverhalten
  - Methodenentwicklung
  - Umweltwirkungen, Einordnung, Bewertung, Kommunikation
3. Branchenplattform Biokraftstoffe in der Land- und Forstwirtschaft
4. Fazit und Handlungsbedarf



# Branchenplattform Biokraftstoffe in der Land- und Forstwirtschaft

„Runder Tisch“ mit

- Deutscher Bauernverband
- Bundesverband der Maschinenringe
- Landmaschinenindustrie
- Verband der deutschen Biokraftstoffindustrie
- Bundesverband Dezentraler Ölmühlen und Pflanzenöltechnik
- Bundesverband Bioenergie
- Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen
- ...



Ziel der Branchenplattform ist eine umfassende und neutrale Information zu den Vorteilen und technischen Aspekten des Einsatzes unterschiedlicher Biokraftstoffe in der Land- und Forstwirtschaft.

<http://www.biokraftstoffe-tanken.de/>



# Pflanzenöl - Ergebnisse aktueller Forschungsprojekte in Bayern

1. Ziele und Herausforderungen einer Biokraftstoffpolitik
2. Aktuelle Forschungsvorhaben zu Biokraftstoffen am TFZ
  - Qualität
  - Betriebs- und Emissionsverhalten
  - Methodenentwicklung
  - Umweltwirkungen, Einordnung, Bewertung, Kommunikation
3. Branchenplattform Biokraftstoffe in der Land- und Forstwirtschaft
4. Fazit und Handlungsbedarf



# Weshalb Biokraftstoffe für die Land- und Forstwirtschaft? I

---

- Klima- und Ressourcenschutz sind gesellschaftliche Aufgaben – **WIR ALLE** tragen die Verantwortung
  - weniger Treibhausgase auszustoßen
  - den Verbrauch an fossilem Kraftstoff zu reduzieren
- **Herausforderungen und Chancen für die Land- und Forstwirtschaft**
  - Sicherstellung der Nahrungsmittelproduktion durch Verringerung der Abhängigkeit von erdöl- und erdgasfördernden Staaten
  - Erfüllung von Treibhausgas-Einsparungszielen im Sektor Land- und Forstwirtschaft
  - Verkleinerung des Carbon-Footprint von Agrarrohstoffen
  - Erhöhung der regionalen Wertschöpfung durch das Wirtschaften in kleinräumigen Stoffkreisläufen
  - In Deutschland: Vorbeugung der Folgen einer Streichung oder Kürzung der Energiesteuer-Rückvergütung auf Agrardiesel



# Weshalb Biokraftstoffe für die Land- und Forstwirtschaft? II

---



- Wertschätzung des „eigenen“ Kraftstoffs, bevor dies andere tun und ihn „wepschnappen“
  - Produktion von mehr heimischem Eiweißfuttermittel – Rapsöl steht als Koppelprodukt zur Verfügung
  - Boden- und Gewässerschutz durch Einsatz eines biologisch schnell abbaubaren und nicht wassergefährdenden Kraftstoffs
  - Imagegewinn in der gesellschaftlichen Diskussion um den Beitrag der Landwirtschaft zum Klimaschutz
- 
- **Herausforderungen und Chancen für die Landmaschinenindustrie**
    - Erfüllung von Treibhausgas-Einsparungszielen für Landmaschinen-Flotten
    - begrenzter Bauraum an land- und forstwirtschaftlichen Maschinen erfordert einen regenerativen Kraftstoff mit hoher Energiedichte

## Die Zeit ist reif, packen wir's an!



**Vielen Dank für die Forschungsförderung!**



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

gefördert durch:

Bayerisches Staatsministerium für  
Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie



Bayerisches Staatsministerium für  
Ernährung, Landwirtschaft und Forsten



# Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Dr. Edgar Remmele  
Technologie- und Förderzentrum  
im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ)  
Schulgasse 18 • 94315 Straubing  
E-Mail: [poststelle@tfz.bayern.de](mailto:poststelle@tfz.bayern.de)  
Internet: <http://www.tfz.bayern.de>