

Fachtagung • Biokraftstoffe in der Land- und Forstwirtschaft

Erfahrungen mit der Nutzung von Biokraftstoffen auf den bayerischen staatlichen Versuchsbetrieben

Vortrag am 29. November 2013 in Berlin

**Dr. Edgar Remmele • Dr. Klaus Thuneke • Dr.-Ing. Peter Emberger
Johannes Ettl • Georg Huber • Dr. Bernhard Widmann**



Technologie- und Förderzentrum

im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe

Förderung:

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
BMELV / Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.



Erfahrungen mit der Nutzung von Biokraftstoffen

Eine Zeitreise...

1. 1989/90

2. 1996

3. 2003

4. 2013

5. Fazit



Erfahrungen mit der Nutzung von Biokraftstoffen

Eine Zeitreise...

1. 1989/90
Am Anfang war...

2. 1996

3. 2003

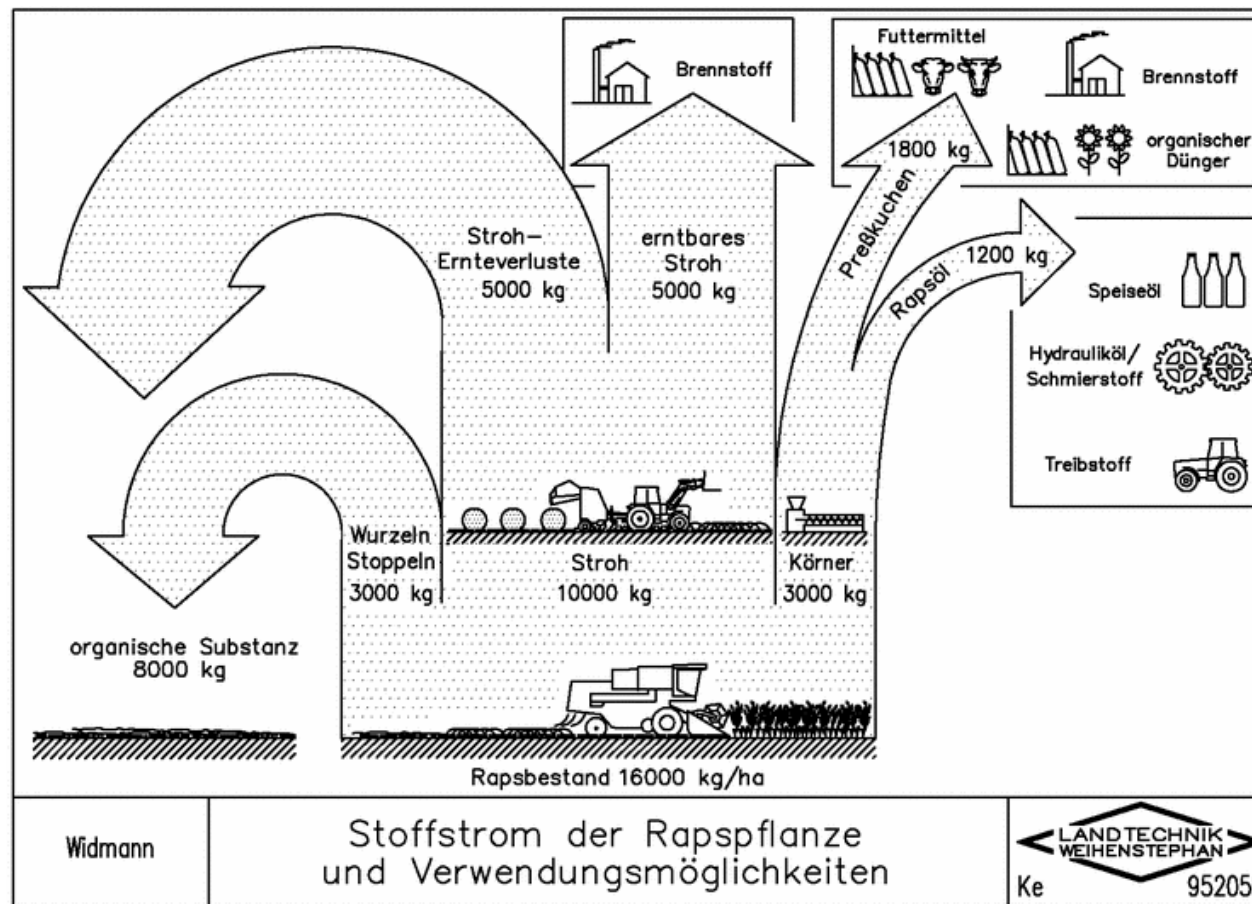
4. 2013

5. Fazit



Stoffstrom der Rapspflanze und Verwendungsmöglichkeiten

Apfelbeck, R. (1989): Raps als Energiepflanze – Verwertung von Rapsöl und Rapsstroh zur Energiegewinnung. Dissertation. TU München. Freising: Institut für Landtechnik, 171 Seiten



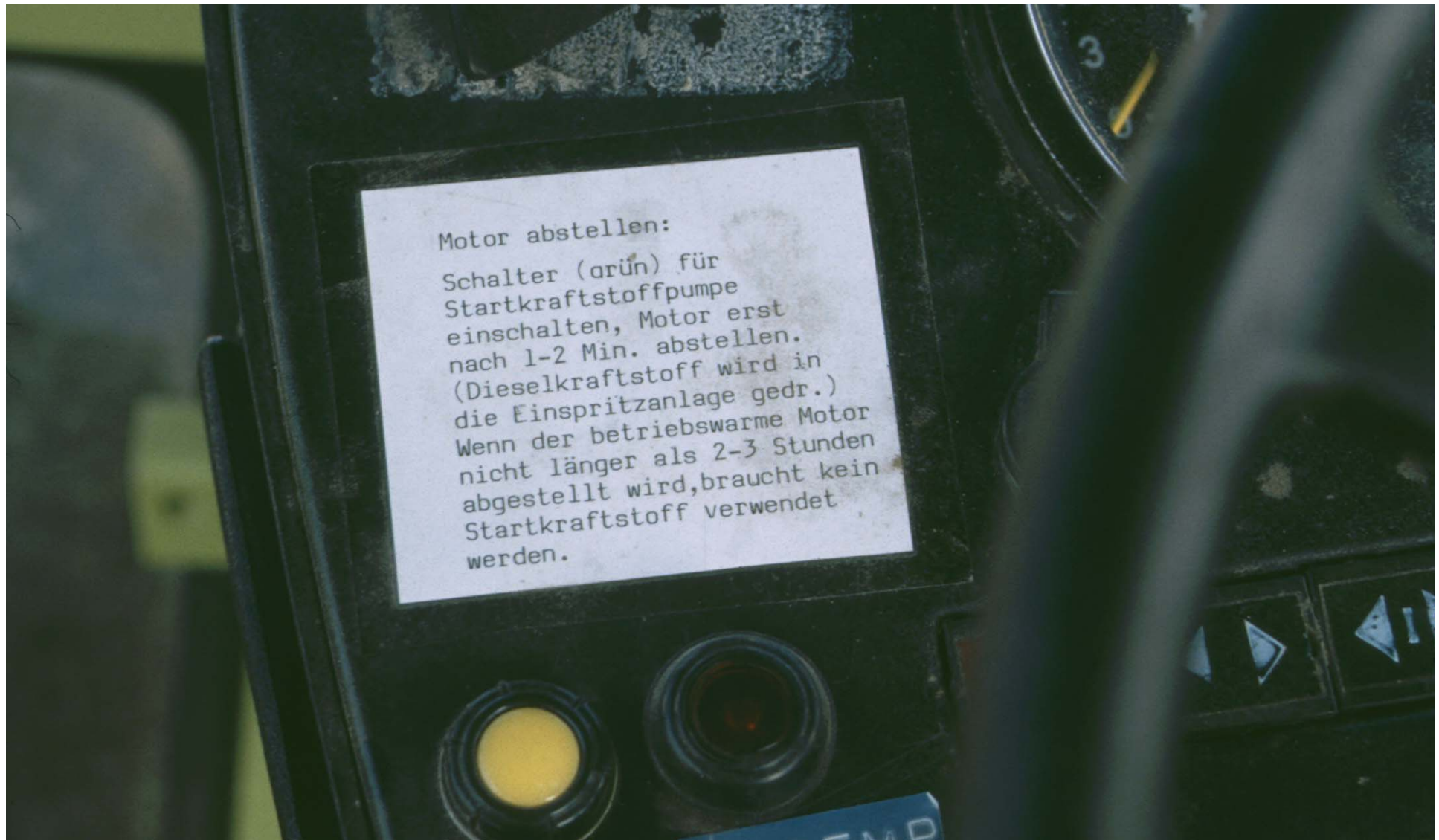
Feldtests mit Rapsölkraftstoff seit 1989 und mit RME seit 1990



| | | | | |
|--|---|-------------------------|-----------------------|------------------------------------|
| Schlepper | DB-Unimog 1200 | Fendt Favorit 615 LS | MB-trac MB 1300 | Deutz DX 6.05 |
| Baujahr | 1976 | 1980 | 1978 | 1989 |
| Leistung | 120 PS | 150 PS | 125 PS | 72 PS |
| Motorenprinzip | Elsbett- Umrüstung | Elsbett- Umrüstung | Elsbett- Umrüstung | KHD-Wirbel kammermotor |
| Zeitpunkt der Um- stellung | April 1989 | April 1989 | Juli 1990 | Originalmotor (Kauf: Juli 1989) |
| Einsatzdauer [Betriebsstd.] Stand 9/91 | 900 | 1500 | 580 | 1050 |
| Widmann | Rapsölbetriebene Schlepper staatliches Versuchsgut Grub b. München | | | |



Zwei-Kraftstoff-System • Betriebsanweisung 1991



Ergebnisse der ersten Feldtests - Zitate

- Höck, R. (1992):
„Als Fazit (...) kann festgestellt werden, daß Spezialmotoren mit reinem Rapsöl betrieben werden können. Allerdings sind noch weitere Verbesserungen an den Motoren notwendig.“
- Höck, R. (1994):
„Insgesamt haben unsere Schlepper auf den Staatsgütern Grub, Osterseeon und Karolinenfeld ca. 35.000 Betriebsstunden mit RME zurückgelegt, Straßenfahrzeuge zusätzlich etwa 500.000 km.“

„Für beide Treibstoffe (Anm.: RME und Rapsöl) sollte schnellstens eine Normung erfolgen, damit die Motorenentwicklung gezielt vorangetrieben werden kann.“



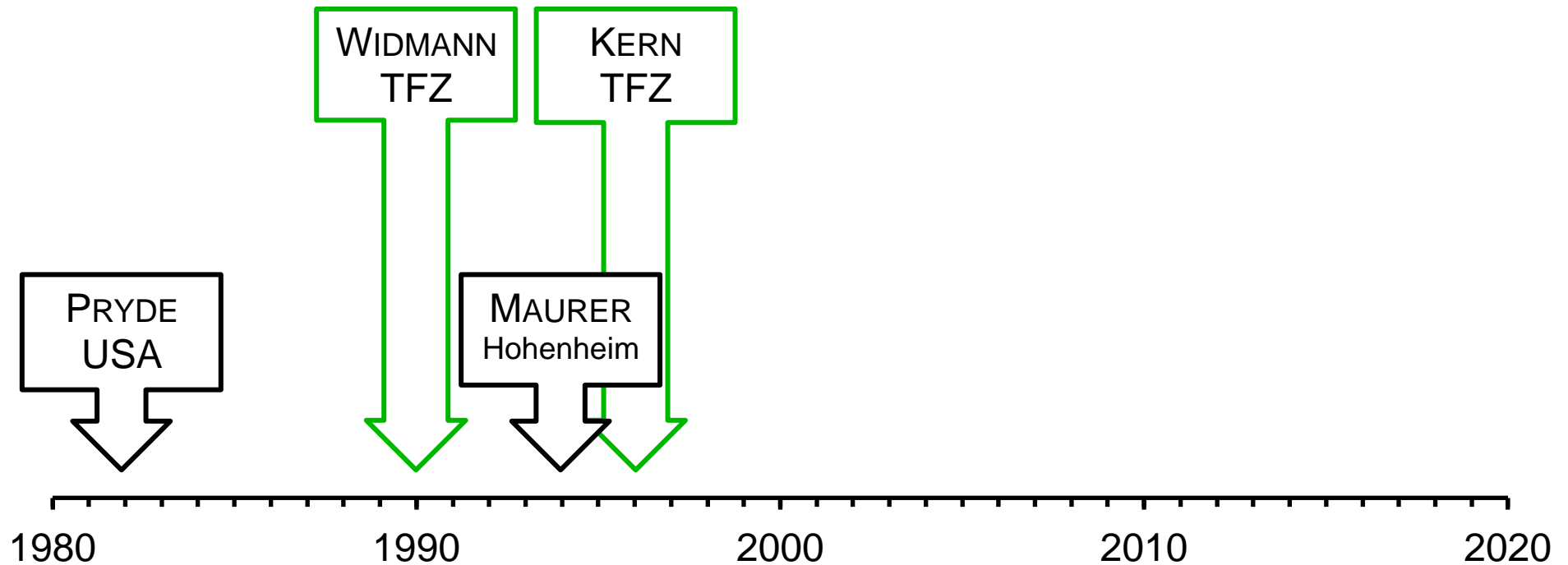
Erfahrungen mit der Nutzung von Biokraftstoffen

Eine Zeitreise...

1. 1989/90
Am Anfang war...
2. 1996
Kraftstoff-Standardisierung
3. 2003
4. 2013
5. Fazit



Qualitätsanforderungen an Pflanzenölkraftstoffe

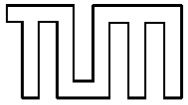





AK „Dezentrale Pflanzenölgewinnung“ in Weihenstephan

Auftakt zur Standardisierung/Normung von Rapsölkraftstoff am 29.04.1996

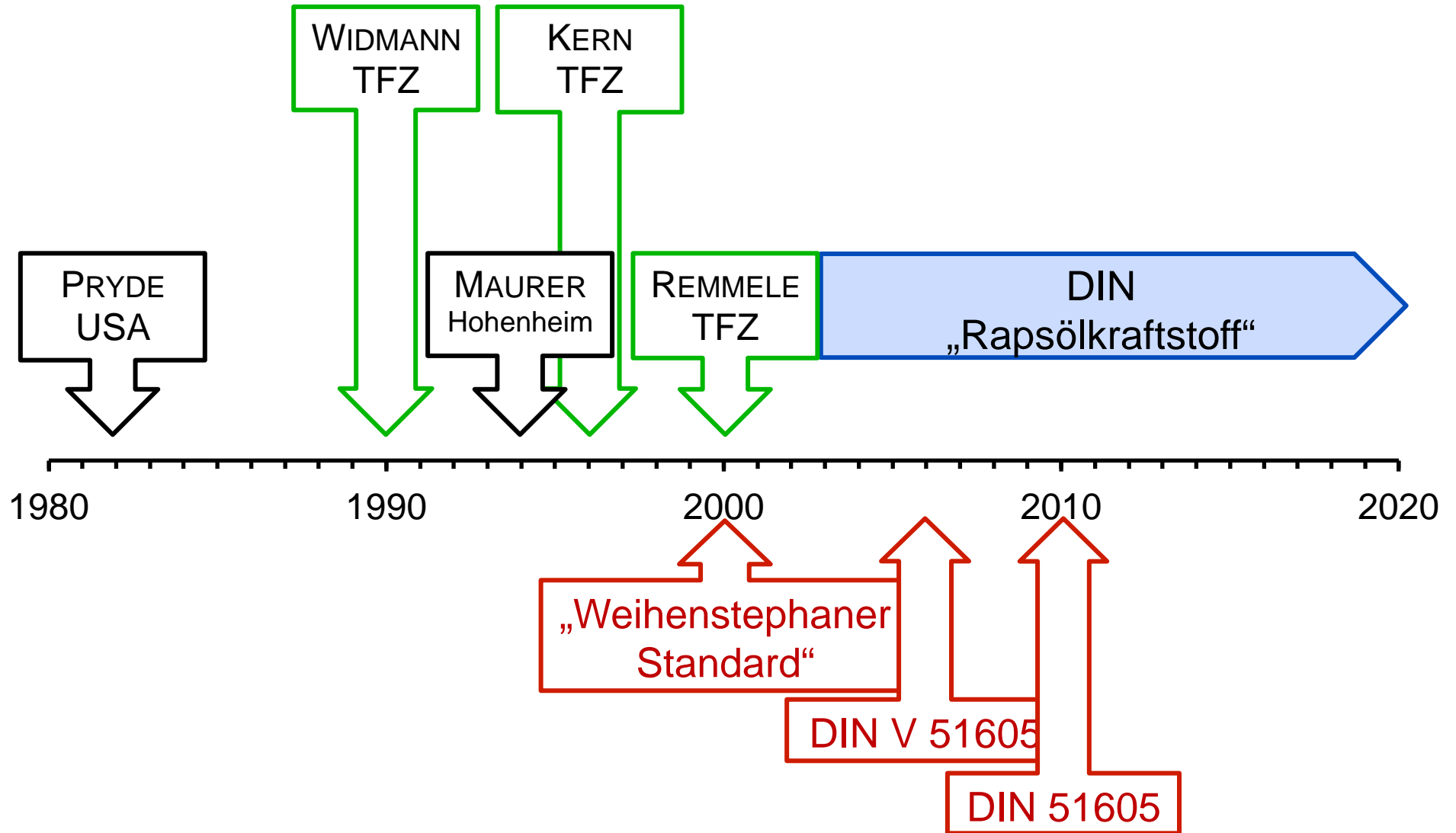


Der „Weihenstephaner Standard“

|   | LTV-Arbeitskreis Dezentrale Pflanzenölgewinnung, Weihenstephan | | in Zusammenarbeit mit: | |
|--|---|------------|---|--|
| | Qualitätsstandard für Rapsöl als Kraftstoff (RK-Qualitätsstandard) | |   | |
| 05/2000 | | | | |
| Eigenschaften / Inhaltsstoffe | Einheiten | Grenzwerte | | Prüfverfahren |
| | | min. | max. | |
| <i>für Rapsöl charakteristische Eigenschaften</i> | | | | |
| Dichte (15 °C) | kg/m ³ | 900 | 930 | DIN EN ISO 3675 DIN EN ISO 12185 |
| Flammpunkt nach P.-M. | °C | 220 | | DIN EN 22719 |
| Heizwert | kJ/kg | 35000 | | DIN 51900-3 |
| Kinematische Viskosität (40 °C) | mm ² /s | | 38 | DIN EN ISO 3104 |
| Kälteverhalten | | | | Rotationsviskosimetrie (Prüfbedingungen werden erarbeitet) |
| Zündwilligkeit (Cetanzahl) | | | | Prüfverfahren wird evaluiert |
| Koksrückstand | Masse-% | | 0,40 | DIN EN ISO 10370 |
| Iodzahl | g/100 g | 100 | 120 | DIN 53241-1 |
| Schwefelgehalt | mg/kg | | 20 | ASTM D5453-93 |
| <i>variable Eigenschaften</i> | | | | |
| Gesamtverschmutzung | mg/kg | | 25 | DIN EN 12662 |



Qualitätsanforderungen an Pflanzenölkraftstoffe



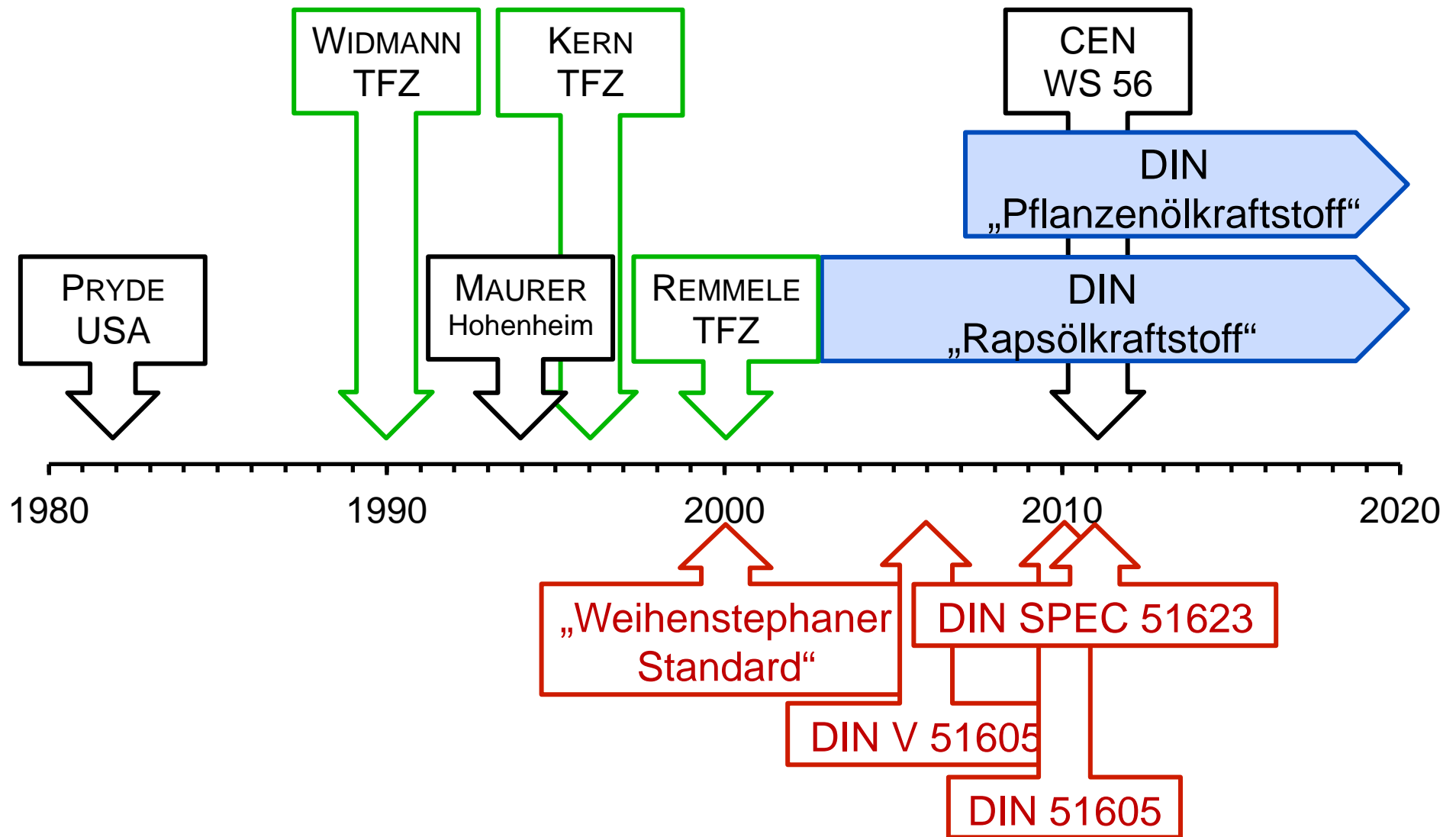
DIN 51605 „Rapsölkraftstoff“

- Beginn der Normung im Herbst 2003
- Veröffentlichung der aktuellen DIN 51605 im September 2010
 - Ersatz für DIN V 51605 vom Juli 2006
- Rohstoffbasis:
“Pflanzenöl, hergestellt aus den Samen von Raps“

| DEUTSCHE NORM | | September 2010 |
|--|------------------|-----------------------------------|
| | DIN 51605 | DIN |
| ICS 75.160.20 | | Ersatz für DIN V 51605:2006-07 |
| Kraftstoffe für pflanzenöлтаugliche Motoren – Rapsölkraftstoff – Anforderungen und Prüfverfahren | | |
| Fuels for vegetable oil compatible combustion engines – Fuel from rapeseed oil – Requirements and test methods | | |
| Combustibles pour moteurs adaptés aux huiles végétales – Combustible à base d'huile de colza – Exigences et méthodes d'essai | | |

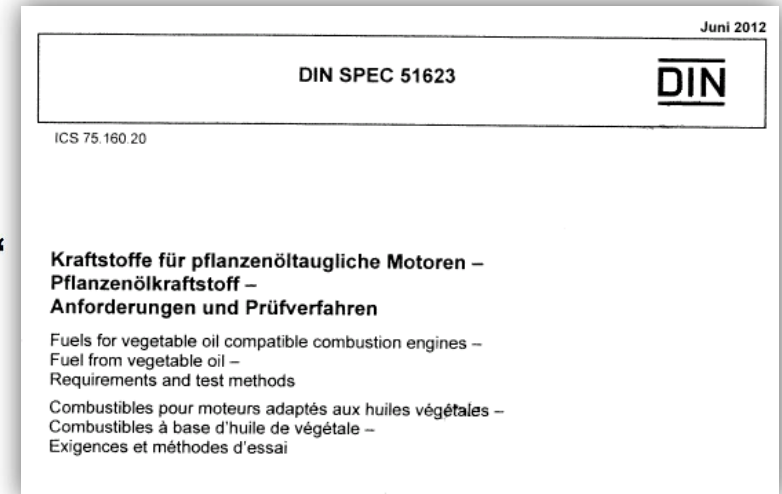


Qualitätsanforderungen an Pflanzenölkraftstoffe



„Vornorm“ DIN SPEC 51623 „Pflanzenölkraftstoff“

- Veröffentlichung im Juni 2012
- Rohstoffbasis:
“Öl, das aus ölhaltigen Pflanzenteilen stammt“
- Zusätzliche Anforderung „Wachsgehalt“
„Frei von festen Stoffen, ohne Trübung“
- Zusätzliche Anforderung „Gehalt an Linolensäure“ (12 % *m/m*)



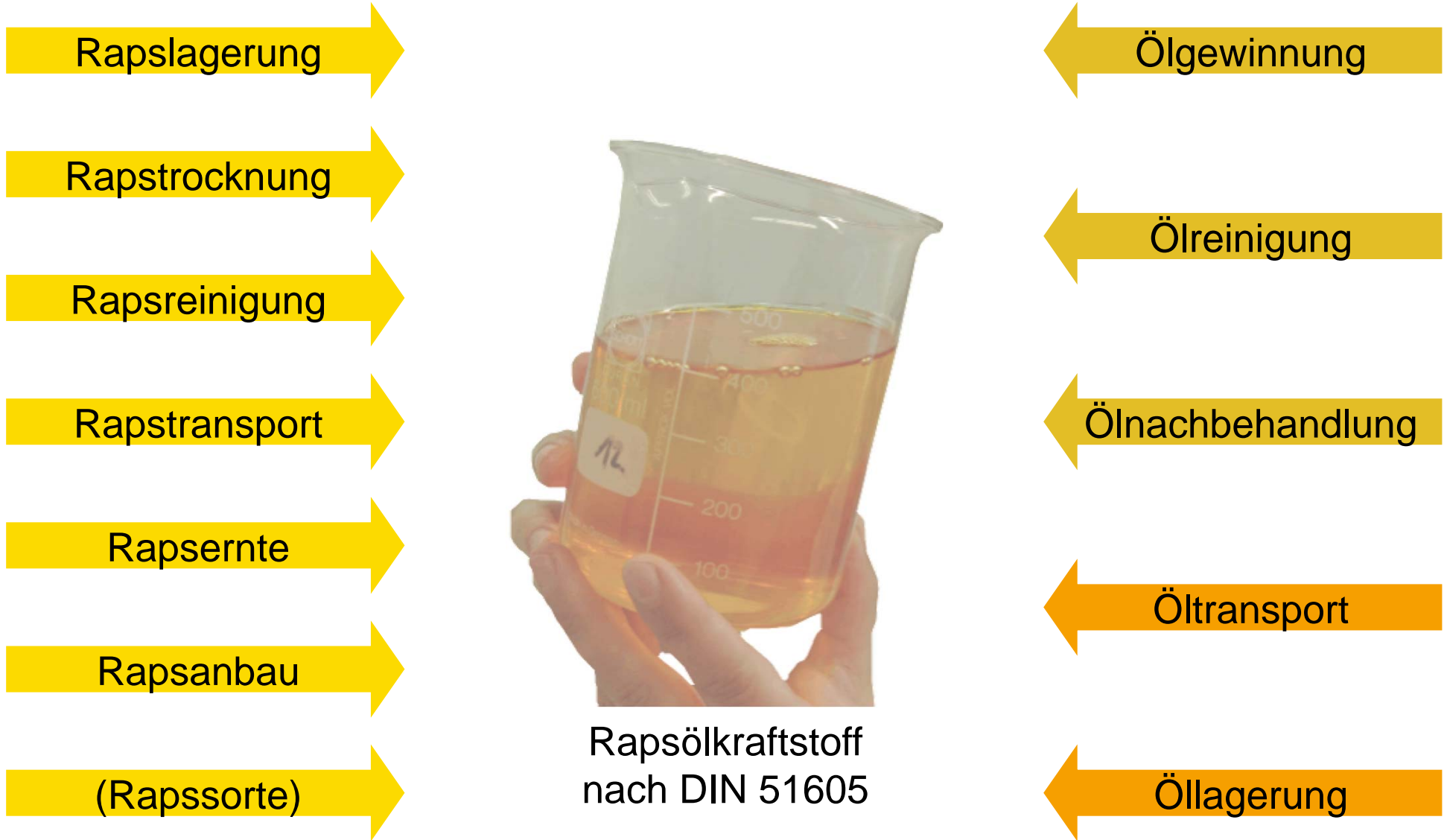
Erfahrungen mit der Nutzung von Biokraftstoffen

Eine Zeitreise...

1. 1989/90
Am Anfang war...
2. 1996
Kraftstoff-Standardisierung
3. 2003
Kraftstoff-Qualitätssicherung
4. 2013
5. Fazit



Qualitätssicherung • Einflussfaktoren auf die Kraftstoffqualität



Qualitätssicherung und Qualitätsverbesserung

















Erfahrungen mit der Nutzung von Biokraftstoffen

Eine Zeitreise...

1. 1989/90
Am Anfang war...
2. 1996
Kraftstoff-Standardisierung
3. 2003
Kraftstoff-Qualitätssicherung
4. 2013
StatusQuo Pflanzenöltraktoren
5. Fazit



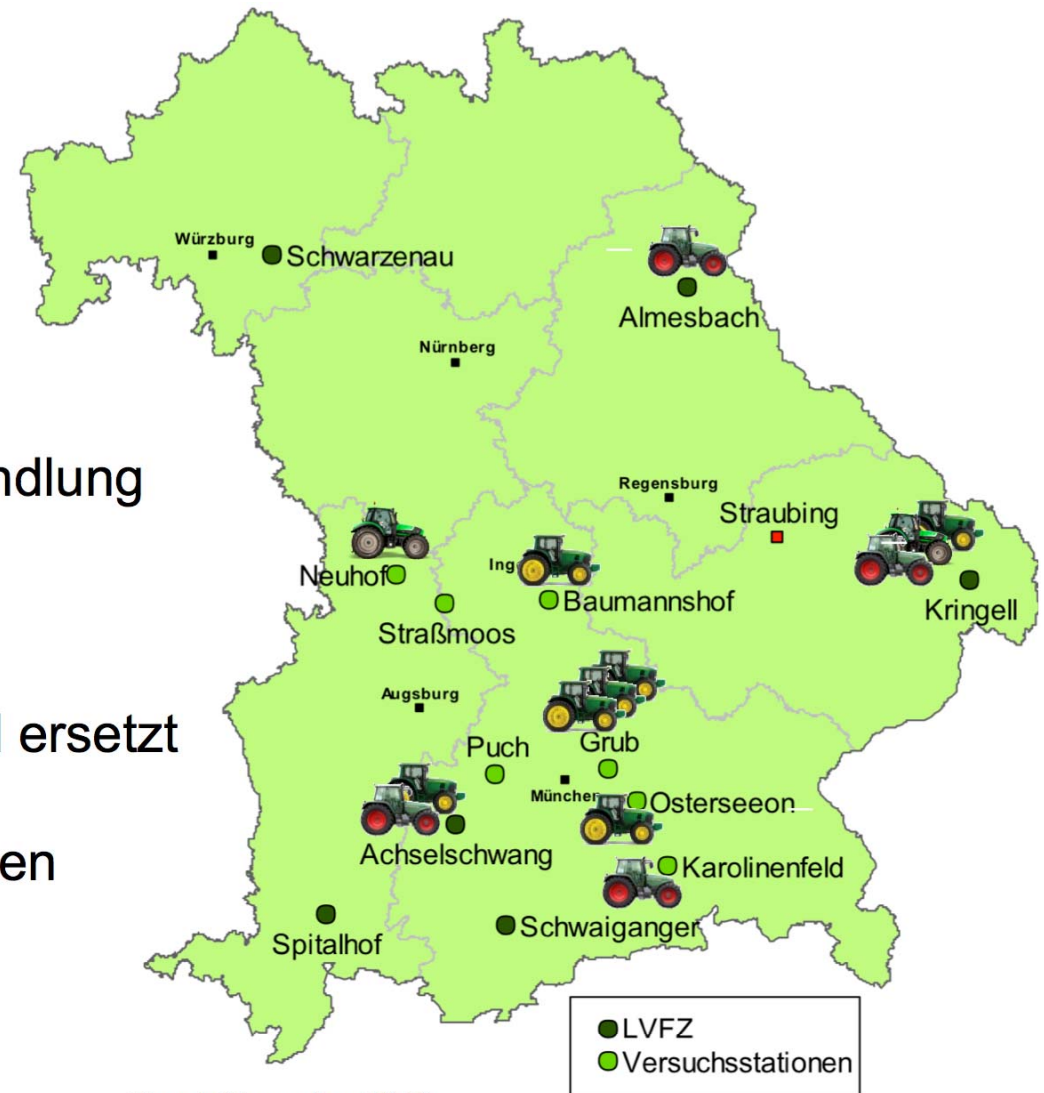
Technische Daten der Pflanzenöltraktoren-Flotte

|  | Pflanzenöltraktor | Abgas- stufe | Betriebs- stunden | Baujahr | Leistung in kW | Kraftstoff- system | Motor | LfL- Versuchsgut |
|---|-------------------------------------|-----------------|----------------------|---------|-------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------|
|  | Fendt Farmer Vario 412 | I | 6075 | 2003 | 94 | Zwei-Tank | 4 Zylinder Pump-Leitung-Düse | Kringell |
|  | Deutz-Fahr Agrotion TTV 1160 | II | 4633 | 2005 | 119 | Ein-Tank | 6 Zylinder Pump-Leitung-Düse | Kringell |
|  | Fendt 820 Vario ^{greentec} | IIIA | 2600 | 2009 | 152 | Zwei-Tank | 6 Zylinder Common-Rail | Almesbach |
|  | Fendt 820 Vario ^{greentec} | IIIA | 3186 | 2009 | 152 | Zwei-Tank | 6 Zylinder Common-Rail | Achselschwang |
|  | John Deere 6930 (Prototyp) | IIIA | 2992 | 2008 | 134 | Ein-Tank | 6 Zylinder Common-Rail | Kringell |
|  | John Deere 6630 | IIIA | 379 | 2012 | 96 | Ein-Tank | 6 Zylinder Common-Rail | Baumannshof |
|  | John Deere 7830 | IIIA | 1145 | 2010 | 173 | Ein-Tank | 6 Zylinder Common-Rail | Grub |
|  | John Deere 6930 (Prototyp) | IIIA | 2523 | 2008 | 134 | Ein-Tank | 6 Zylinder Common-Rail | Grub |
|  | Deutz-Fahr Agrotion 650 M | IIIA | 1263 | 2010 | 136 | Zwei-Tank | 6 Zylinder Common-Rail | Neuhof |
|  | John Deere 6630 | IIIA | 1376 | 2010 | 96 | Ein-Tank | 6 Zylinder Common-Rail | Osterseeon |
|  | John Deere 6210R (Prototyp) | IIIB | 614 | 2012 | 154 | Ein-Tank | 6 Zylinder Common-Rail | Achselschwang |
|  | Fendt Vario 718 SCR | IIIB | 218 | 2012 | 133 | Zwei-Tank | 6 Zylinder Common-Rail | Karonlinenfeld |
|  | John Deere 6210R (Prototyp) | IV | 753 | 2012 | 154 | Ein-Tank | 6 Zylinder Common-Rail | Grub |



Pflanzenöltraktoren-Flotte auf den LfL-Versuchsbetrieben

- 13 Pflanzenöltraktoren
- 8 LfL-Versuchsbetriebe
- Abgasstufen I bis IIIB (IV)
- ca. 28.000 Betriebsstunden (Bh)
 - 1 Traktor über 6.000 Bh
 - 6 Traktoren über 2500 Bh
 - ca. 7.000 Bh mit Abgasnachbehandlung
- ca. 260.000 l fossilen Diesel ersetzt
- ca. 500.000 kg THG vermieden
- ca. 450.000 kg importierte Futtermittel ersetzt
- Ab 2014: 2 neue Traktoren der aktuellen Abgasstufe IIIB

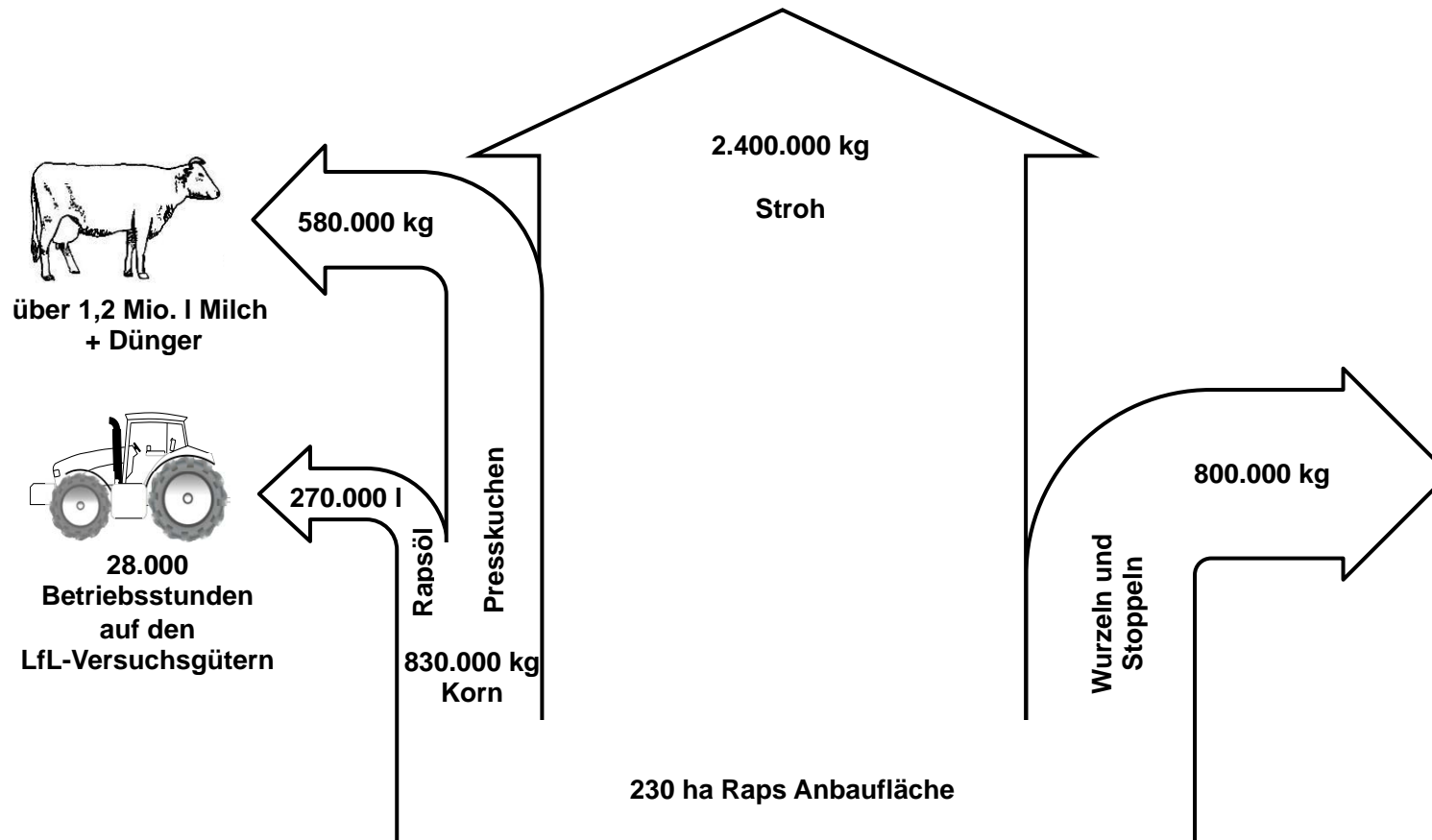


Stand: November 2013



Indirekte Wirkung der Rapsölnachfrage

Stoffströme der Rapsanbaufläche zur Gewinnung von 270.000 l Rapsölkraftstoff



Beispielrechnung, Stand November 2013



Praxiserfahrungen mit Rapsöltraktoren auf Betrieben der LfL



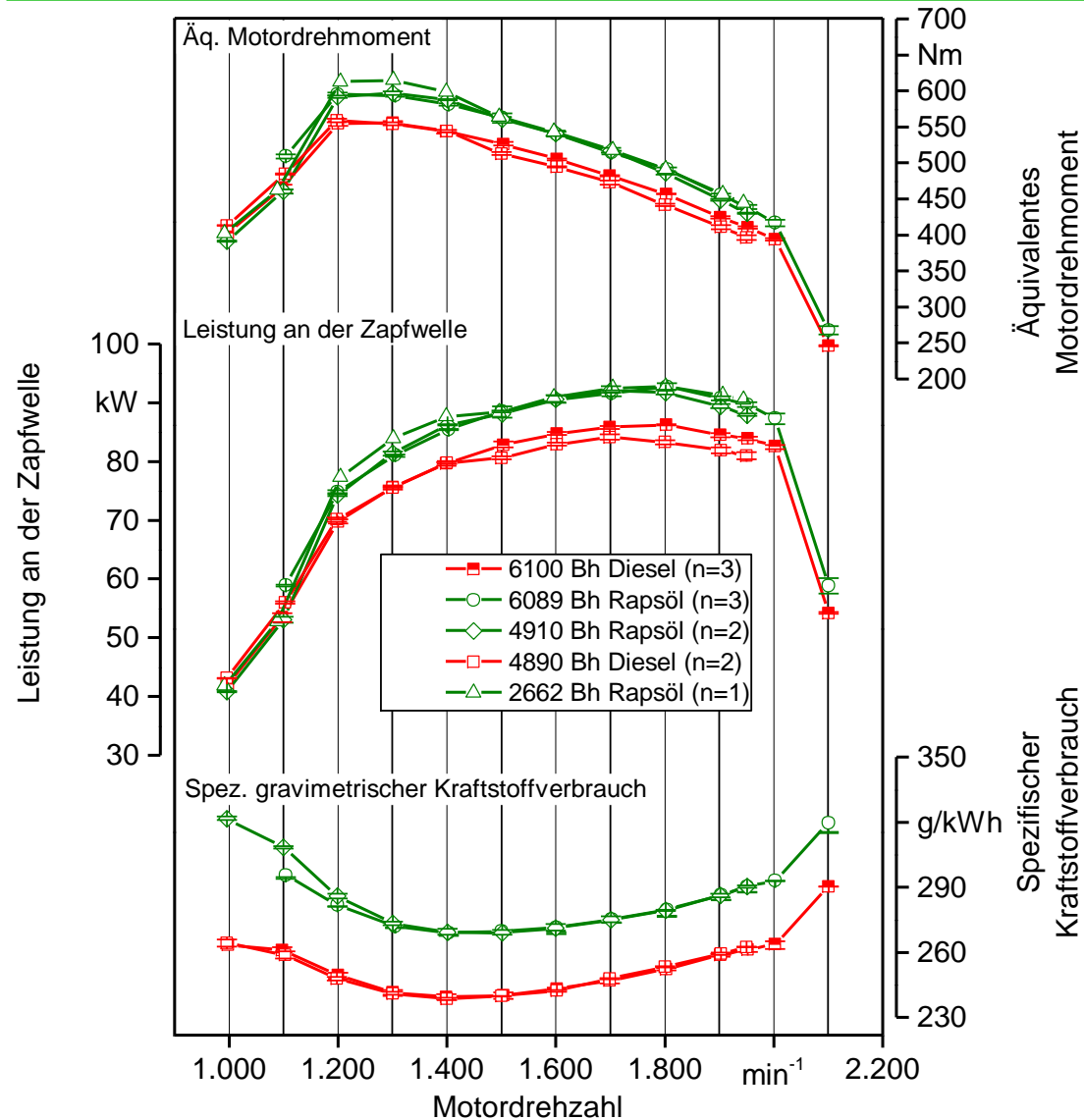
412; Baujahr 2003; ca. 6100 Bh

Fendt Traktor 412 Vario der Abgasstufe I

- Pumpe-Leitung-Düse Motor
- Ein-Tank-System (umgerüstet von der Firma VWP)
- Kein Schaden am Motor; Standzeit der Kraftstoffförderpumpe ca. 2000 bis 2500 Bh
- Motorbegutachtung nach ca. 5000 Bh zeigte sehr guten Motorzustand
- Traktor läuft zuverlässig - Betreiber sehr zufrieden



Leistung, Drehmoment, Kraftstoffverbrauch



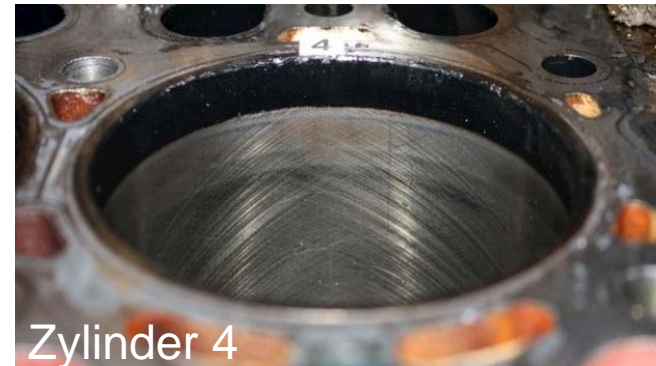
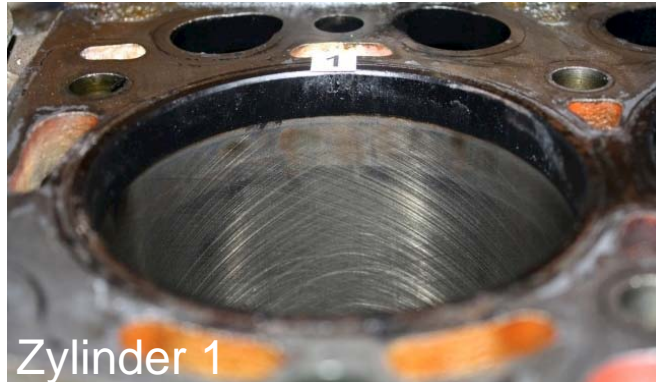
Fendt Farmer Vario 412 mit
Pumpe-Leistung-Düse

- über 6000 h kein Leistungsverlust
- mit Rapsöl ca. 10 % höhere Leistung als mit Diesel
- mit Rapsöl ca. 11 Masse-% (2 Vol.-%) höherer Verbrauch als mit Diesel



Motorbefundung Fendt Farmer Vario 412 nach ca. 5000 Bh

Zylinderbuchsen ca. 5000 Bh



- Honriefen gut erhalten, keine axialen Riefen oder Spiegelbildung zu erkennen
- Feuersteg scharf abgegrenzt → Funktion der Kolbenringe in Ordnung
- Kompressionsdruck im regulären Bereich



Motorbefundung Fendt Farmer Vario 412 nach ca. 5000 Bh

Zylinderkopf nach ca. 5000 Bh



Zylinder 1



Zylinder 2



Zylinder 3



Zylinder 4

- Zylinderkopf im Bereich von Zylinder 1 – 3 frei von Ablagerungen
- Zylinderkopf im Bereich von Zylinder 4 – Ablagerungen im Bereich der Einlassventile
- Alle Auslassventile sauber
- Einlassventile der Zylinder 1 - 3 sauber, von Zylinder 4 mit leichtem Ölkohlaufbau, der Ventilsitz ist jedoch sauber

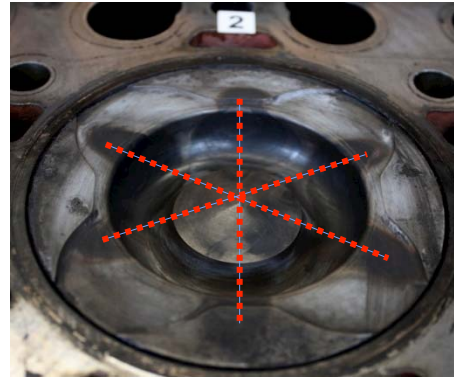


Motorbefundung Fendt Farmer Vario 412 nach ca. 5000 Bh

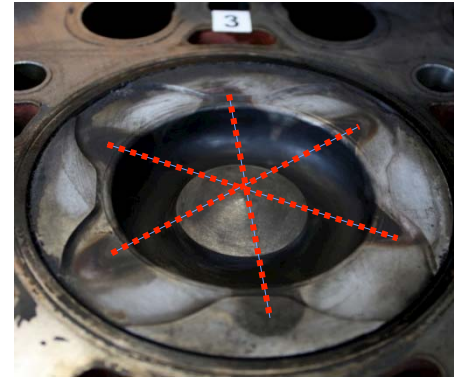
Kolben nach ca. 5000 Bh



Zylinder 1



Zylinder 2



Zylinder 3



Zylinder 4

- Symmetrisches Abbild der Einspritzstrahlen auf allen Kolben gut ersichtlich
- Kolben von Zylinder 1 – 3 frei von Ablagerungen
- Kolben von Zylinder 4 weist leichte Ablagerungen auf

Praxiserfahrungen mit Rapsöltraktoren auf Betrieben der LfL



6630; Baujahr 2012; ca. 500 Bh



7830; Baujahr 2010; ca. 1200 Bh



6630; Baujahr 2010; ca. 1400 Bh



6930; Baujahr 2008; ca. 2500 Bh



JOHN DEERE



6930; Baujahr 2008; ca. 2900 Bh



JOHN DEERE

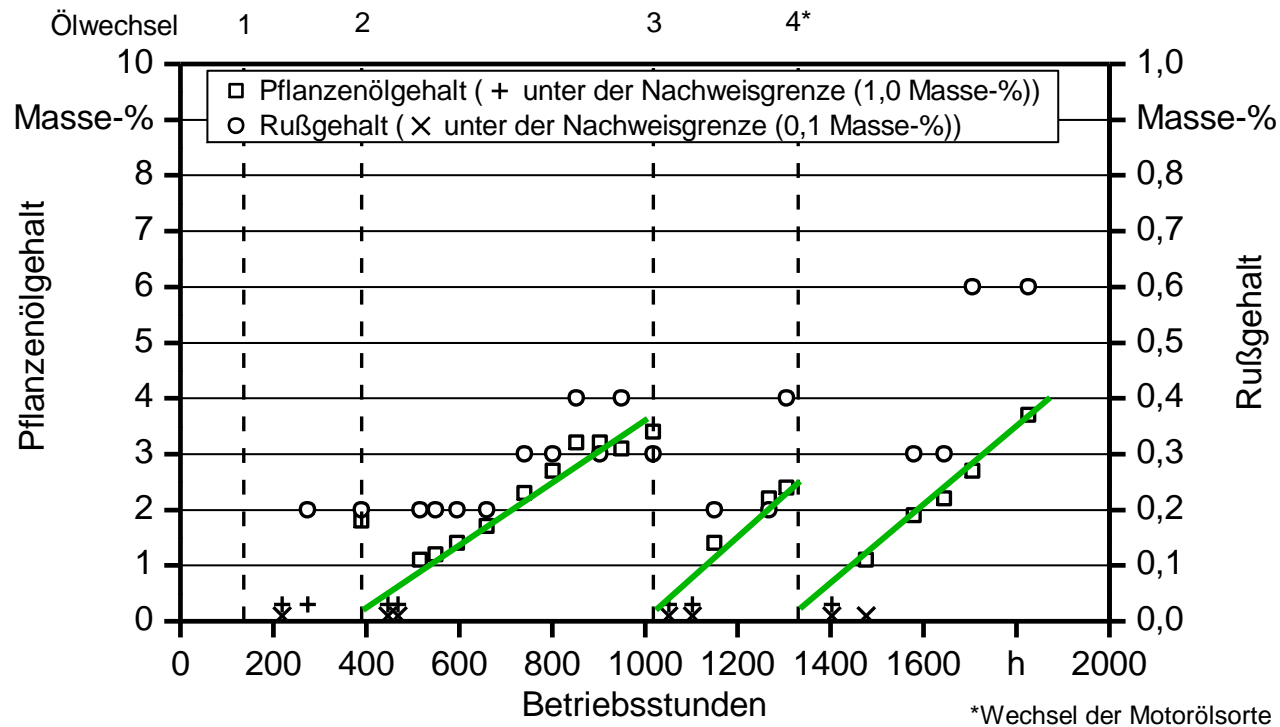
John Deere Traktoren der Baureihen 6030 und ein 7830 der Abgasstufe IIIA

- Common-Rail Motor
- Ein-Tank-System (z.T. Prototypen von John Deere und z.T. umgerüstet)
- Keine Schäden am Motor; bei zwei Traktoren Erneuerung eines Ventils im Bereich des Kraftstoffsystems
- Traktoren laufen zuverlässig - Betreiber sehr zufrieden



Pflanzenöl- und Rußgehalt im Motorenöl

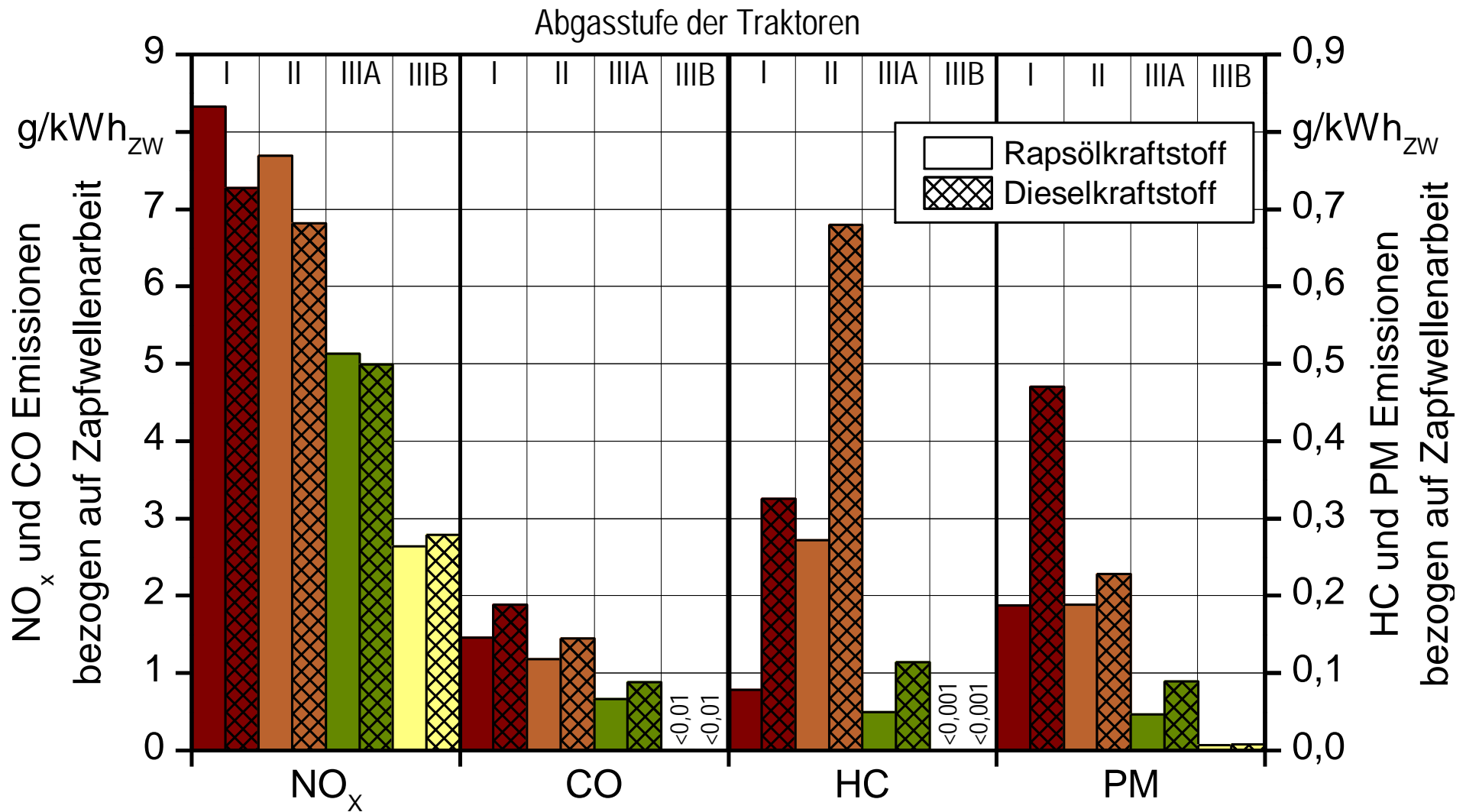
John Deere 6930 – Kringell – Baujahr 2008



- Pflanzenölgehalt beträgt nach 250 Bh weniger als 2,5 % und nach ca. 600 Bh weniger als 5 %



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



Praxiserfahrungen mit Rapsöl-Traktoren - Zusammenfassung

- Getestete Rapsölkraftstoff-Traktoren sind in vollem Umfang alltagstauglich
- Common-Rail Motoren lassen evtl. ein Motorölwechselintervall wie bei Dieselkraftstoff zu
- Leistungs- und Emissionsverhalten aller untersuchten Traktoren ist stabil
- Abgasnachbehandlung funktioniert auch mit Rapsölkraftstoff (zur Beurteilung der Dauerhaltbarkeit fehlen noch Erfahrungen)
- Motorbefundung zeigt guten Motorzustand auch nach 5000 Bh
- Bisher keine nennenswerten Schäden
- Kraftstoffqualität überwiegend sehr gut




Erfahrungen mit der Nutzung von Biokraftstoffen

Eine Zeitreise...

1. 1989/90
Am Anfang war...
2. 1996
Kraftstoff-Standardisierung
3. 2003
Kraftstoff-Qualitätssicherung
4. 2013
StatusQuo Pflanzenöltraktoren
5. Fazit



Rapsöl-Methyl-Ester Kraftstoff für die Zukunft !!!



Rapsöl-Methyl-Ester
Kraftstoff für die Zukunft



Fazit

- Vor 25 Jahren hat der Freistaat Bayern begonnen, sich mit der Frage auseinanderzusetzen, **welche regenerativen und klimaschonenden Kraftstoffe** künftig **in der Landwirtschaft** eingesetzt werden können
- Wir (und andere) haben 25 Jahre **getestet, genormt, geforscht, optimiert...**
- Wir wissen heute, das Rapsölmethylester und Rapsölkraftstoff **den fossilen Dieselkraftstoff in der Landwirtschaft ersetzen** können und damit zu
 - **Klimaschutz,**
 - **Boden- und Gewässerschutz,**
 - **Ressourcenschonung** sowie
 - **Versorgungssicherheit** beitragen können

Die Zeit ist reif, packen wir's an!

