



Pflanzenöl- und Biodieseinsatz in in DEUTZ Motoren

Dipl.-Ing. Markus Winkler
Abgas und Betriebsstoffe, Betriebsstofffreigaben
DEUTZ AG
Forschung und Entwicklung
www.deutz.com
winkler.m@deutz.com

Landwirtschaftszentrum Haus Düsse, 22. November 2007



Pflanzenöl und Biodieseleinsatz in DEUTZ Motoren

- Das Unternehmen DEUTZ AG
- Biogene Kraftstoffe – Definitionen
- Biodiesel
- Rapsöl
 - DEUTZ Natural Fuel Engine[®]
- Ausblick
- Fragen zum Rapsölmotor

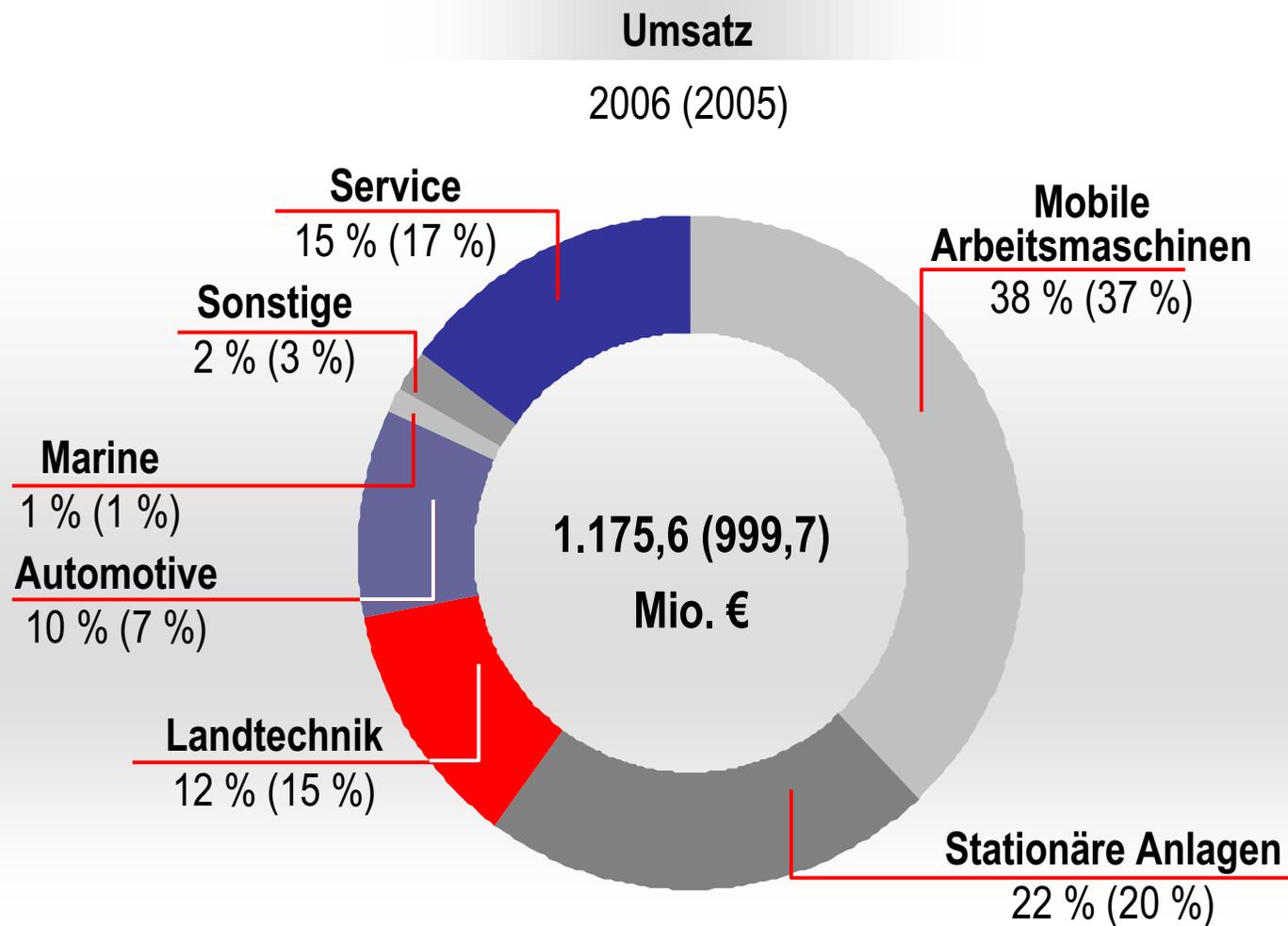


DEUTZ AG - Kennzahlen

- Die DEUTZ AG ist ein unabhängiger, weltweit führender Hersteller von Dieselmotoren im Bereich von 5 bis 500 kW.
- Umsatz 2006: ~ 1,5 Milliarden € (einschl. DEUTZ Power Systems)
- Mitarbeiter 2006: ca. 5900
- Produktionskapazität 2006: ~ 235000 Motoren
- Hauptstandorte
 - Köln: Hauptverwaltung, F&E, Service, Produktion, Vertrieb, Komponentenfertigung
 - Herschbach: Komponentenfertigung
 - Ulm: Produktion Motoren > 8 Liter und luftgekühlte Motoren
 - China: DEUTZ DALIAN (50:50 Joint Venture mit First Automotive Works - FAW)
- Aktionärsstruktur (Okt. 2007): Same-Deutz-Fahr 40,4%, Volvo 6,8%, Streubesitz 52,8%



Umsatz Kompaktmotoren nach Anwendungen





Geschichtliche Entwicklung

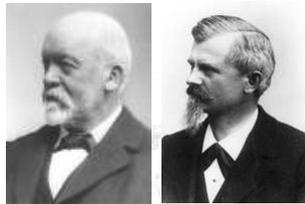
1864

N. A. Otto und E. Langen gründen die erste Motorenfabrik der Welt



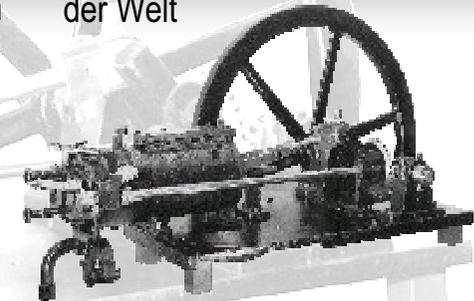
1872

Gottlieb Daimler, Technischer Direktor
Wilhelm Maybach, Leiter der Motorenkonstruktion



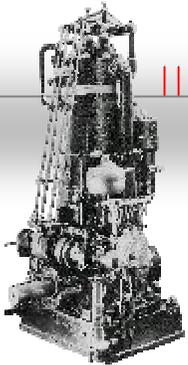
1876

Der erste Viertaktmotor der Welt



1898

Der erste DEUTZ Dieselmotor



1907

Ettore Bugatti, Direktor der Automobil-Produktion



1936

Übernahme der Fahrzeugfabrik C.D. Magirus AG in Ulm



1985

Übernahme der Motoren-Werke Mannheim AG



2001

125 Jahre Viertaktmotoren aus Köln-Deutz



2004

140 Jahre DEUTZ – the engine company



2006

Der neue Nutzfahrzeugmotor TCD 2013 4V





The engine company.



Anwendungen Kompaktmotoren





The engine company.

DEUTZ Kunden – führend in ihren Märkten



SAME DEUTZ-FAHR



ALSTOM

SAME

LIEBHERR



JLG



Pinguely - Haulotte



中國第一汽車集團公司



ABB



BOMAG



GEHL



Linde





Biogene Kraftstoffe - Definitionen

■ Biodiesel

- Methylester des Pflanzenöls: Fettsäuremethylester (Fatty Acid Methyl Ester - „FAME“)
- Herstellung: Umsetzung von Pflanzenöl und Methanol zu Glycerin und Fettsäuremethylester
- Verschiedene Fettsäuremethylester möglich, z.B. aus Rapsöl, Palmöl, Sonnenblumenöl, Sojaöl, (Altspeiseöl, Tierfette)
- Gültige Normen: **DIN EN 14214 (FAME)**, ASTM D 6751-07a (Sojaölmethylester)
Anmerkung: Vornorm DIN V 51606 (RME) wurde zurückgezogen

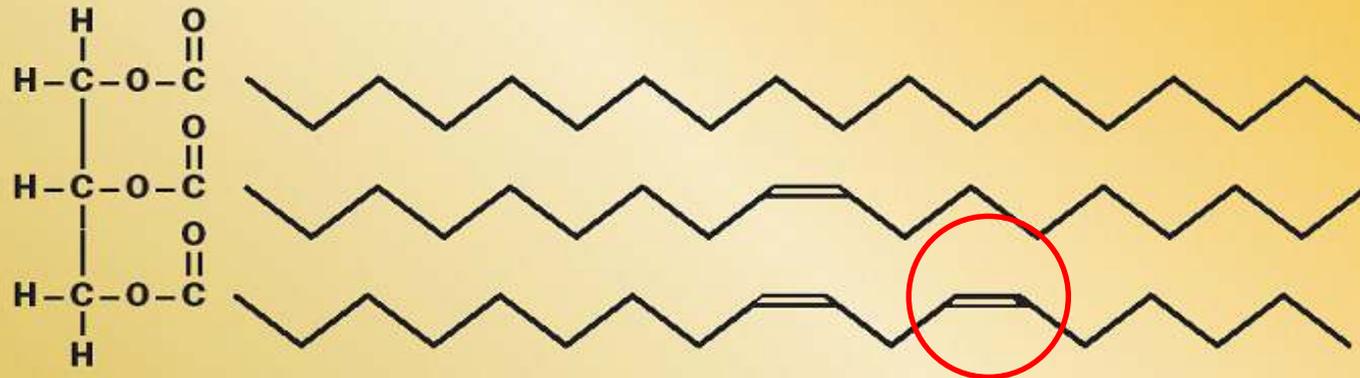
■ Pflanzenöl

- Öl, das durch Auspressen, Extraktion oder vergleichbare Verfahren aus Ölsaaten gewonnen wird (roh – kaltgepresst oder Raffinat)
- Einsatz verschiedenster Pflanzenöle, z.B. Rapsöl, Sonnenblumenöl, Palmöl, Sojaöl, Jatropha
- Gültige Norm: **Vornorm DIN V 51605** (Gültigkeit nur für Rapsöl)

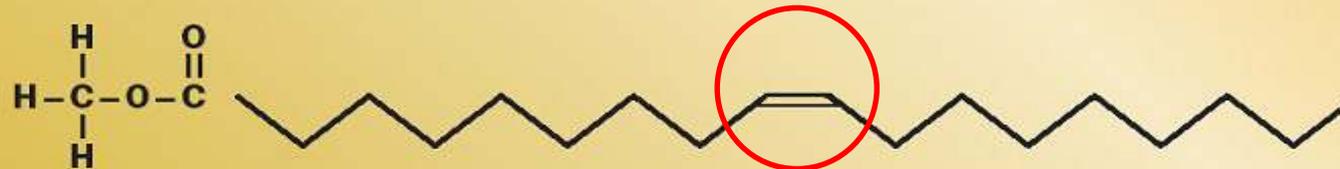


Chemischer Aufbau von Rapsöl und RME im Vergleich mit DK

Typisches Rapsöl-Molekül (60 C-Atome-Molekül)



Typisches RME-Molekül (20 C-Atome-Molekül)



Typisches Dieselkraftstoff-Molekül (n-Hexadekan, 16 C-Atome-Molekül)





Physikalisch-chemische Eigenschaften von Biodiesel und Rapsöl im Vergleich zu Dieselkraftstoff



		Diesel	RME	Rapsöl
Dichte bei 15°C	kg/dm ³	0,834	0,89	0,92
Viskosität bei 20°C	cSt	3,7	6 .. 8	68 .. 75
Heizwert	kJ/kg	42860	37200	37500
Cetanzahl		50 .. 54	54 .. 58	40 .. 42
Verkokungsneigung	Gew.- %	0,01	0,05	0,15 .. 0,4
Siedebeginn	°C	180	300	verdampft nicht



Biogene Kraftstoffe – Anteil am Gesamtenergieverbrauch

■ Nachwachsende Rohstoffe als Anteil des Gesamtenergieverbrauchs

- Ist-Stand 2005: 6 %
- EU-Ziel 2010: 12 %
- EU-Ziel 2020: 20 %

■ EU-Ziele für Anteil von Biokraftstoffen im Verkehrs-Sektor

- EU-Ziel 2005: 2 %
- Ist-Stand EU-25 2005: 1,4 % (Ziel nicht erreicht)
- Ist-Stand Deutschland 2006: 6,4 % **gesamt** (Quelle D. Kemnitz, FNR - 2007)
 - Dieselkraftstoff 28,1 Mio.t (52,1 %)
 - Ottokraftstoff 22,1 Mio.t (41,5 %)
 - Pflanzenöl 1,08 Mio.t (1,8 %)
 - Biodiesel 2,5 Mio.t (4,1 %)
 - Bioethanol 0,5 Mio.t (0,6 %)

(%-Werte beziehen sich auf den Energiegehalt)

- EU-Ziel 2010: 5,75 %
- EU-Ziel 2015: 8 %
- EU-Ziel 2020: 10 %



Biogene Kraftstoffe – steuerliche Situation

- Einführung Biokraftstoffquotengesetz (BioKraftQuG) zum 01.01.2007
 - Reiner Biodiesel:
 - ▶ 9 ct/L Steuer seit 01.08.2006
 - ▶ Ab 2008 jährliche Anhebung der Steuer um 6 ct / l auf einen Endsteuersatz von 45 ct/L im Jahr 2012 (Dieselkraftstoff-Steuer: 47 ct/L)
 - Biodiesel als Beimischung zu Dieselkraftstoff:
 - ▶ Voller Steuersatz von 45 ct/L ab 01.01.2007
 - ▶ Beimischungspflicht von 5 % FAME nach DIN EN 14214
 - ▶ Geplant: Erhöhung der Beimischungspflicht auf 7% (DIN 51628)
 - Pflanzenöl:
 - ▶ Steuerfrei bis Ende 2007
 - ▶ 10 ct/L Steuer ab 01.01. 2008
 - ▶ Anschließend lineare Erhöhung auf einen Endsteuersatz von 45 ct/L im Jahr 2012
 - **Die Landwirtschaft bleibt vorerst von der Biodiesel- wie auch von der Rapsöl-Steuer ausgenommen.**



Biodiesel: Freigabestatus für DEUTZ-Motoren

- Freigabe der Baureihen 1011, 2011, 1012, 2012, 1013, 2013, 413, 513, 912, 913, 914
 - Basis ist das Technische Rundschreiben TR 0199-99-3005
 - Freigabe für für 100 % Biodiesel nach EN 14214 (Basis: Rapsölmethylester)
 - Freigabe für 20 % US-Biodiesel nach ASTM D 6751-07a (Basis: Sojaölmethylester)

- Seit Juli 2007 sind auch die DEUTZ-Common-Rail-Motoren TCD 2012 2V/4V und TCD 2013 2V/4V für mobile Arbeitsmaschinen freigegeben.

- Kunden in Deutschland wird empfohlen, auf die Absicherung der FAME-Qualität durch ein Zertifikat der Arbeitsgemeinschaft Qualitätsmanagement Biodiesel e.V. – AGQM zu achten.





Vor- und Nachteile von Rapsölmethylester im Vergleich zu Dieselkraftstoff

■ Vorteile:

- Nachwachsender Rohstoff, weniger CO₂
- Niedrigere Rußemission (Absenkung 40–70%) infolge des im Kraftstoff enthaltenen Sauerstoffs
- Niedrigere Partikelemission (Absenkung 20–50%)
- Geringerer Preis (aber nur solange noch Steuervorteil vorhanden)

■ Nachteile:

- Leistungsreduktion (5–10%).
- 12 % niedrigerer Heizwert, Mehrverbrauch (in Liter/h: 7–8%).
- Halbierte Ölwechselzeiten
- Jährlicher Wechsel von Kraftstoff-Schläuchen
- Erhöhte Stickoxid-Emissionen (ca. 10%)
- Mögliche Kraftstoff-Filter-Verstopfung nach der Umstellung von Dieselkraftstoff auf Biodiesel



Pflanzenöle: Freigabestatus für DEUTZ-Motoren

■ Bisher: Keine Freigaben

- Ausnahme: 2-Tanklösung der Fa. Henkelhausen auf Basis der Baureihen
 - ▶ 912W, 913W, 413FW, 413W
 - ▶ Rapsöl nach Vornorm DIN V 51605

■ Neuentwicklung:

- DEUTZ Natural Fuel Engine®
- Freigabe für 100% Rapsöl (Raffinat oder kaltgepresst) nach DIN V 51605
- DEUTZ-Common-Rail-Motoren TCD 2012 2V/4V und TCD 2013 2V/4V

DEUTZ
NATURAL FUEL ENGINE®



The engine company.

DEUTZ
NATURAL FUEL ENGINE®



Prämiert mit einer Silbermedaille von der Neuheitenkommission der DLG



Produkt-Vorstellung im Rahmen der Agritechnica 2007



Vor- und Nachteile von Rapsöl im Vergleich zu Dieselkraftstoff

■ Vorteile:

- Nachwachsender Rohstoff, weniger CO₂
- Niedrigere Rußemission (Absenkung 40–60%) infolge des im Kraftstoff enthaltenen Sauerstoffs
- Niedrigere Partikelemission (Absenkung 20–30%)
- Geringerer Preis (aber nur solange noch Steuervorteil vorhanden)

■ Nachteile:

- Leistungsreduktion (5–10%)
- 12 % niedrigerer Heizwert, Mehrverbrauch (in Liter/h: 4–5%)
- Halbierte Ölwechselzeiten
- Mögliche Kraftstoff-Filter-Verstopfung aufgrund häufig mangelhafter Lieferqualität



Das Produkt

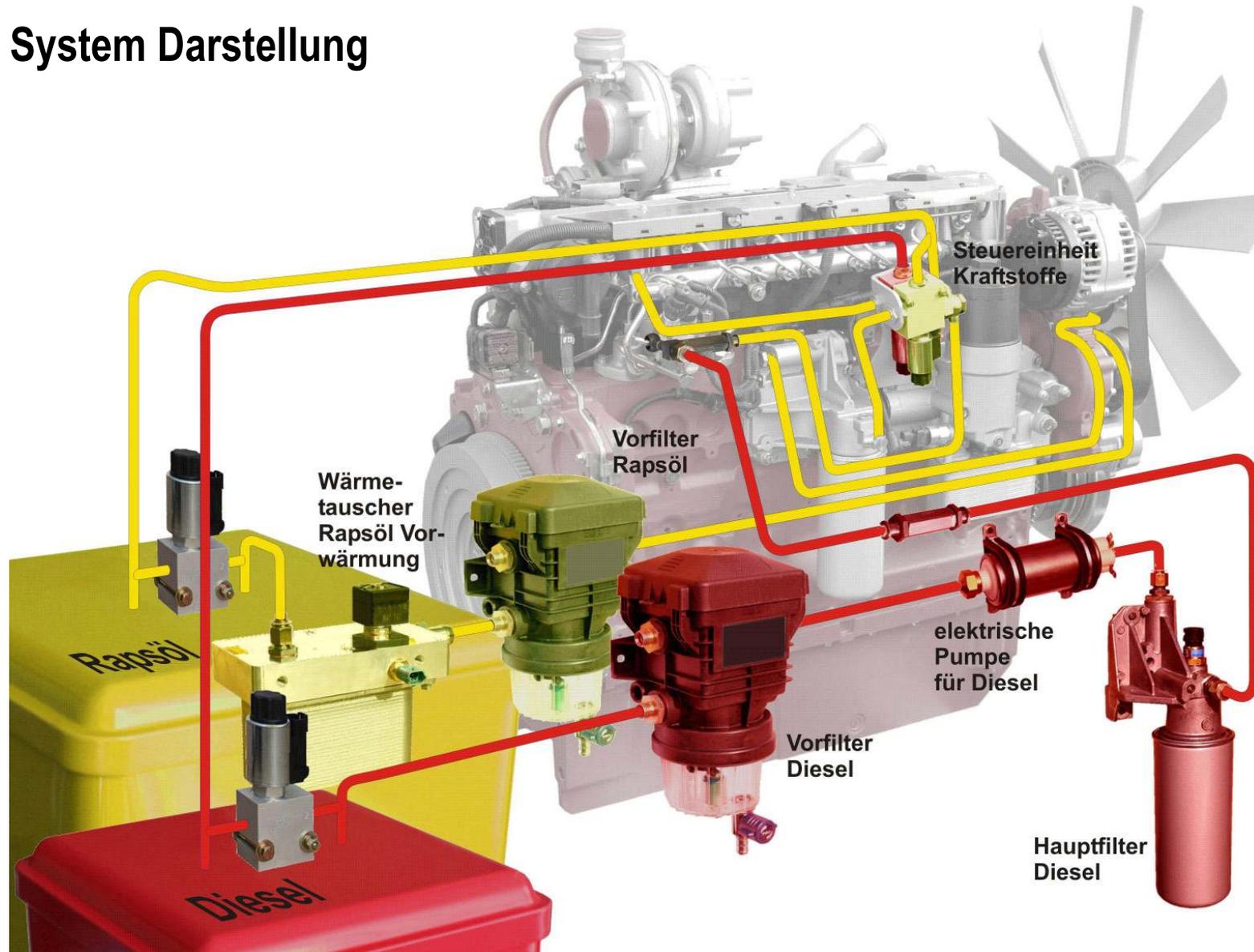
- DEUTZ Natural Fuel Engine®
 - Weiterentwicklung der DEUTZ Motorbaureihen TCD2012 und TCD2013 mit DEUTZ Common Rail® für den Betrieb mit Rapsölkraftstoff mit einem Maximum an Zuverlässigkeit, Dauerhaltbarkeit und Betriebssicherheit
 - 100% Know How aus F&E des Motorherstellers und Erfahrung aus mehreren tausend Betriebsstunden auf dem Prüfstand und im Feldtest
 - für den Einsatz von 100% Rapsölkraftstoff nach DIN V 51605
 - DEUTZ Qualitätsprodukt mit voller Gewährleistung auf den Motor

- DEUTZ Fuel Management®
 - voll in das Motormanagement integriert – kennfeldgesteuerte Kraftstoffregelung
 - elektronisch gesteuertes Zwei-Tank-System mit automatischer Umschaltung von Diesel auf Rapsöl
 - Motorstart und Niedriglastbetrieb mit Dieselmotorkraftstoff
 - kurze Spülzeiten, keine Vermischung der Kraftstoffe im Dieseltank
 - Optimale elektronische Regelung der Rapsöltemperatur am Wärmetauscher (60°C – 65°C)
 - Steuert die optimale Umschaltung des Kraftstoffs – kein spürbarer Leistungseinbruch
 - hohe Betriebssicherheit, volle Systemdiagnosefähigkeit

® Bezeichnungen sind Marken der DEUTZ AG



System Darstellung





Problematische Eigenschaften von Pflanzenöl als Kraftstoff (1)

- Pflanzenöleintrag ins Motorenöl aufgrund unvollständiger Verbrennung
 - Pflanzenöl kann mit dem Motorenöl chemisch reagieren (Polymerisation).
 - Verschlammung des Motoröls und Ausfall der Motorschmierung mit nachfolgendem Motorschaden
 - ▶ DEUTZ-Lösung: DEUTZ Fuel Management® vermindert den Rapsöleintrag in das Motorenöl auf ein Minimum, weitgehend vollständiger Verbrennung mit dem DEUTZ Common Rail® -Einspritzsystem

- Hohe Verkokungsneigung
 - bedingt durch die Doppelbindungen und die schlechte Verdampfbarkeit sowie dem Gehalt von Erdalkalielelementen Calcium und Magnesium sowie Phosphor
 - Mögliche Folgen: Festsitzende Kolbenringe bis hin zum Kolbenfresser
 - ▶ DEUTZ-Lösung: DEUTZ Fuel Management® minimiert den Rapsöleintrag und verringert Verkokung im Kolbenringbereich

- Niedrige Cetanzahl
 - Bedingt durch die schlechte Verdampfbarkeit
 - Folgen: Schlechter Kaltstart
 - ▶ DEUTZ-Lösung: Start mit Dieselkraftstoff



Problematische Eigenschaften von Pflanzenöl als Kraftstoff (2)

■ Hohe Viskosität

- ca. 20 mal so hoch wie bei Dieselkraftstoff
- Mögliche Folgen: Fehlfunktion und Schäden im Einspritzsystem
 - ▶ DEUTZ-Lösung: Elektronische Regelung der Rapsöltemperatur am Wärmetauscher (60°C – 65°C)

■ Schlechte Kälteeigenschaften

- verhindern Einsatz unter ca. – 5 Grad Celsius
 - ▶ DEUTZ-Lösung: Fahren mit Dieselkraftstoff

■ Wassergehalt

- Grenzwert: max. 0,075 %(m/m)
- Pflanzenöle sind hygroskopisch



Problematische Eigenschaften von Pflanzenöl als Kraftstoff (3)

- Oxidationsstabilität
 - Ein Maß für die Stabilität von Ölen gegenüber Reaktion mit Sauerstoff (Ranzigkeit).
 - Reaktionsprodukte sind z.T. in Rapsöl unlöslich und können sich im Einspritzsystem ablagern.
 - Hohe Temperatur und Fettsäurezusammensetzung beeinflussen diese Reaktionen.

- Häufig hoher Schmutzanteil im Rapsöl, Zusetzen von Kraftstoff-Filtern
 - Gesamtverschmutzung: max. 24 mg/kg
 - Der Hauptanteil der Gesamtverschmutzung von Rapsöl stammt aus Rapskornbestandteilen, die bei der Pressung in das Öl gelangen und nicht herausfiltriert wurden.

DEUTZ-Lösung: Beschränkung der Freigabe ausschließlich auf Rapsöl nach DIN V 51605

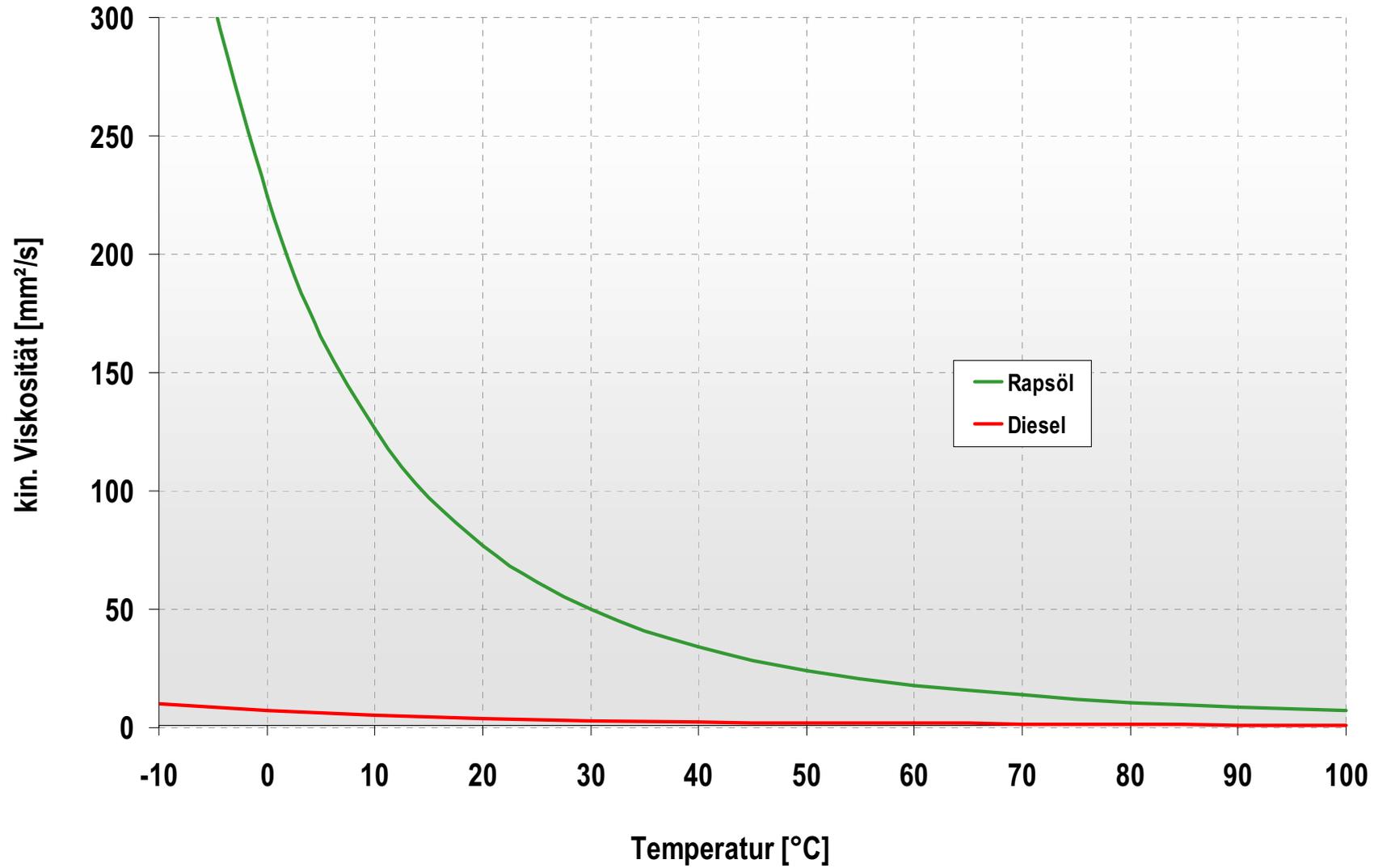


DIN V 51605: Kraftstoffe für pflanzenöлтаugliche Motoren - Rapsölkraftstoff - Anforderungen und Prüfverfahren

Eigenschaft	Einheit	Grenzwert		Prüfverfahren
		min	max	
Visuelle Begutachtung		Frei von sichtbaren Verunreinigungen und Sedimenten sowie freiem Wasser		
Dichte bei 15°C	kg/m ³	900	930	DIN EN ISO 3675 oder DIN EN ISO 12185
Flammpunkt nach Pensky-Martens	oC	220	-	DIN EN ISO 2719
Kinematische Viskosität bei 40°C	mm ² /s	-	36.0	DIN EN ISO 3104
Heizwert	kJ/kg	36000	-	DIN 51900-1, -2, -3
Zündwilligkeit		39	-	
Koksrückstand	% (m/m)	-	0.40	DIN EN ISO 10370
Iodzahl	g Iod / 100 g	95	125	DIN EN 14111
Schwefelgehalt	mg/kg		10	DIN EN ISO 20884 oder DIN EN ISO 20846
Gesamtverschmutzung	mg/kg		24	DIN EN 12662
Säurezahl	mg KOH / g		2.0	DIN EN 14104
Oxidationsstabilität bei 110°C	h	6.0		DIN EN 14112
Phosphorgehalt	mg/kg		12	DIN EN 14107
Summengehalt an Magnesium und Calcium	mg/kg		20	DIN EN 14538
Aschegehalt (Oxidasche)	% (m/m)		0.01	DIN EN 6245
Wassergehalt	% (m/m)		0.075	DIN EN ISO 12937



Viskosität von Rapsöl im Vergleich zu Diesel





Gesamtverschmutzung von Rapsölkraftstoff verschiedener Herkunft aus dezentralen Ölmühlen

Quelle: Dr. Remmele, TFZ Straubing 2007

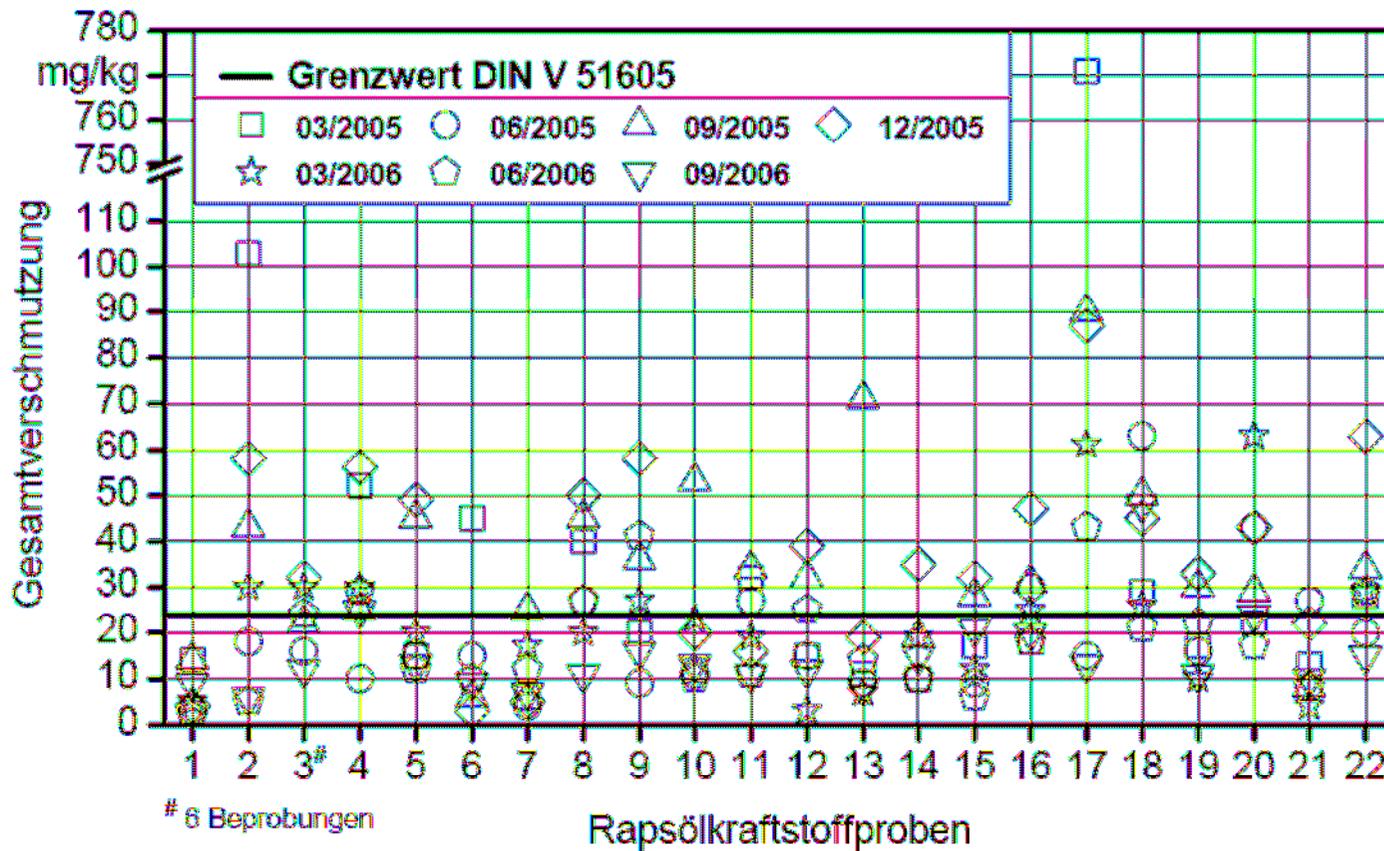


Abbildung 27: Gesamtverschmutzung (DIN EN ISO 12662) der Rapsölkraftstoffproben



Öllagerung

- Rapsöl als Kraftstoff reagiert aufgrund seiner chemischen Struktur (Doppelbindungen, Ester) stärker auf äußere Einflüsse als mineralische Kraftstoffe
- Gefahr von Oxidation, Hydrolyse, Polymerisation, Bakterienwachstum und enzymatischem Abbau
 - Säurezahl steigt
 - Oxidationsstabilität sinkt
- deshalb gilt für die Lagerung:
 - Dunkel und bei gleichbleibend niedrigen Temperaturen (5 – 10°C) → Erdtanks
 - Minimierung von Kontakt mit (Luft-)Sauerstoff
 - Zutritt von Wasser vermeiden
 - ▶ Behälter müssen dicht verschlossen gehalten werden
 - ▶ Vermeidung der Bildung von Kondenswasser bei Abfüllung und Lagerung
 - Kontakt zu katalytisch wirkenden Metallen (z.B. Kupfer) unbedingt vermeiden
 - Mitnahme von Sedimenten vermeiden durch Entnahme min. 10 cm über Tankboden
 - Tanks regelmäßig reinigen
- viele weiterführende Informationen zum Thema Rapsölqualität, Lagerung von Pflanzenölen, Herstellung, Ernte usw. → www.tfz.bayern.de >> Biokraftstoffe (Herr Dr. Remmele)



Zusammenfassung



- Weltweit erster Serienmotor für den Einsatz von Rapsöl
- 100% Know How aus F&E des Motorherstellers und Erfahrung aus mehreren tausend Betriebsstunden auf dem Prüfstand und im Feldtest
- 2-Tank-System
- DEUTZ Qualitätsprodukt mit voller Gewährleistung auf den Motor
- voll in das Motormanagement integrierte, kennfeldgesteuerte Kraftstoffregelung (DEUTZ Fuel Management®)
- Einsatz der DEUTZ Common Rail®-Einspritzsystems für die optimale Verbrennung
- Freigabe für Rapsöl nach DIN V 51605 (Raffinat und kaltgepresst)
- Freigabe vorerst für den Landtechnikbereich (Fendt und DEUTZ-Fahr)



Ausblick

■ Biogene Kraftstoffe der 1.Generation

- RME – Rapsölmethylester
- FAME – Fettsäuremethylester
- Rapsöl
- Pflanzenöle
- Bioethanol
- Einsatz von hydrierten Pflanzenölen in der Raffinerie

■ Biogene Kraftstoffe der 2.Generation

- BTL-Kraftstoff (Biomass to liquid)
 - ▶ Vergasung von Biomasse mit anschließender Fischer-Tropsch-Synthese (Umwandlung von Synthesegas (CO/H₂) in flüssige Kohlenwasserstoffe)
 - ▶ Sehr definierter Kraftstoff mit hervorragenden Eigenschaften (hohe Cetanzahl, keine Aromaten, kein Schwefel)
 - ▶ Zur Zeit laufen nur Pilotanlagen („Choren“)
 - ▶ Markteinführung und hohe Marktdurchdringung nicht vor 2015 zu erwarten



The engine company.

DEUTZ hat die Lösung



DEUTZ
NATURAL FUEL ENGINE®

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!



Was tun wenn?



- Diesel in den Rapsöltank getankt wurde –
 - keine Maßnahmen erforderlich

- Rapsöl in den Dieseltank getankt wurde –
 - Rapsöl sofort absaugen, neu mit Diesel befüllen

- Abgestellt wurde ohne zu spülen –
 - wenn es direkt bemerkt wird, noch einmal starten und den Spülvorgang durchführen
 - Nach längerem Stillstand (z.B. über Nacht) ist eine Schädigung des Systems möglich. Um negative Auswirkungen zu begrenzen, hilft eine Aufheizung auf $>25^{\circ}\text{C}$ vor dem Motorstart.

- Fahrzeug längere Zeit stillgelegt wird –
 - Darauf achten, dass Spülvorgang durchgeführt wurde
 - Rapsöltank leer fahren / entleeren



sonstige Fragen (1)



- Kann Sojaöl, Sonnenblumenöl, Olivenöl, Palmöl, Kokosöl verwendet werden?
 - Nein, nur Rapsöl nach DIN V 51605, keine Mischungen aus irgendwelchen anderen Kraftstoffen, sog. Blends.

- Kann Biodiesel getankt werden?
 - Nein, RME / FAME nach DIN EN 14214 kann bei dem DEUTZ Natural Fuel Engine zur Zeit nicht verwendet werden, eine spätere Freigabe ist jedoch geplant.

- Wie riecht es, wenn der Motor mit Rapsöl betrieben wird?
 - Ähnlich wie beim Betrieb mit RME, nach verbranntem Frittieröl („Pommesbude“).

- Spüre ich die Umschaltung von Diesel auf Rapsöl?
 - Nein, der Umstellprozess des DEUTZ Fuel Managements® ist im Gegensatz zu vielen Nachrüstsystemen nicht spürbar, da stufenlos.



sonstige Fragen (2)



- Wie sieht Rapsöl aus – wie sieht gealtertes unbrauchbares Rapsöl aus?
 - Genereller gilt: Raffinat ist heller als kalt gepresstes Rapsöl.
 - Trübung und ranziger Geruch ist ein Zeichen von schlechter Qualität .

Nichts ersetzt die chem. Analyse um festzustellen, ob das Öl für den Betrieb im Motor geeignet ist, d.h. in seinen Eigenschaften der DIN V 51605 entspricht.

- Was ist bei der Handhabung allgemein zu beachten?
 - Wichtigster Aspekt ist die richtige Öllagerung.

- Kann ich für den Winterbetrieb Rapsöl mit Diesel mischen?
 - Nein, es besteht keine Freigabe.

- Wie reagiert das System, wenn Rapsöl leer ist?
 - Man kann per Hand umschalten, diese Funktionalität wird beim OEM „verwaltet“.

- Wie reagiert das System, wenn Diesel leer ist?
 - zum Schutz des Motors ist ein Umschalten generell nicht freigegeben, eine Override-Funktion wird ggf. beim OEM „verwaltet“.



sonstige Fragen (3)



- Werden denn die Abgaswerte eingehalten? Abgaswerte Rapsölbetrieb vs. Dieselbetrieb
 - Beim Betrieb mit Rapsöl sinkt der Ausstoß an Partikeln deutlich um ca. 20-30%.
 - Beim Betrieb mit Rapsöl steigt der Ausstoß von NO_x um ca 5%, bleibt aber unterhalb der gesetzlichen Grenzwerte.
 - Der Motor erreicht weiterhin die Grenzwerte der EU Stufe IIIA, sowie EPA Tier 3.

- Steigt der Verbrauch?
 - Bedingt durch den geringeren Heizwert von Rapsöl (ca. 34000 kJ/dm³) im Vergleich zu Diesel (ca. 36000 kJ/dm³) steigt der Verbrauch entsprechend um 4–5%.
 - Um im Rapsölbetrieb die gleiche Leistung wie im Dieselbetrieb zu erreichen, muss der Fahrer das Gaspedal weiter durchtreten, er verschiebt also den Motorbetriebspunkt im Kennfeld nach oben.



Einschränkungen



- Das System ist ein OEM Produkt – nicht zur Nachrüstung geeignet.
- Betrieb mit Rapsöl ist bis zur Temperaturgrenze 5°C zulässig, bei tieferen Temperaturen ist der sichere Betrieb nicht gewährleistet.
- Stillstandzeiten über 4-6 Wochen sind zu vermeiden bzw. das System ist incl. Tank vor Stilllegung mit Diesel zu spülen.
- Ölwechselintervall ist im Vergleich zum Betrieb mit Dieselmotorkraftstoff zu halbieren.
- Ebenso ist das Wechselintervall der Kraftstofffilter zu halbieren.
- Der Motor ist ein Zweistoffmotor Rapsöl – Diesel. Der Betrieb mit RME ist z.Z. nicht möglich, da FAME-Freigabe bei Teilen des Systems nicht vorliegt.