



DEUTZ Motoren für den Rapsölbetrieb

DEUTZ
NATURAL FUEL ENGINE®

Die DEUTZ AG, Köln, ist einer der führenden unabhängigen Hersteller von kompakten Dieselmotoren im Leistungsbereich von 10 bis 500 kW für Off- und Onroad-Anwendungen. Ein wesentlicher Schwerpunkt ist dabei seit Jahren die Entwicklung von serienreifen Dieselmotoren, die mit alternativen Kraftstoffen betrieben werden können.

Auf der Agritechnica 2007 in Hannover hat DEUTZ die ersten serienmäßigen Industriemotoren für den Betrieb mit kaltgepresstem Rapsöl nach DIN V 51605 vorgestellt. Aus einem Kreis von 330 Mitbewerbern zeichnete die Neuheiten-Kommission der DLG die „DEUTZ Natural Fuel Engine®“ dabei für die herausragende Innovation mit einer Silbermedaille aus.

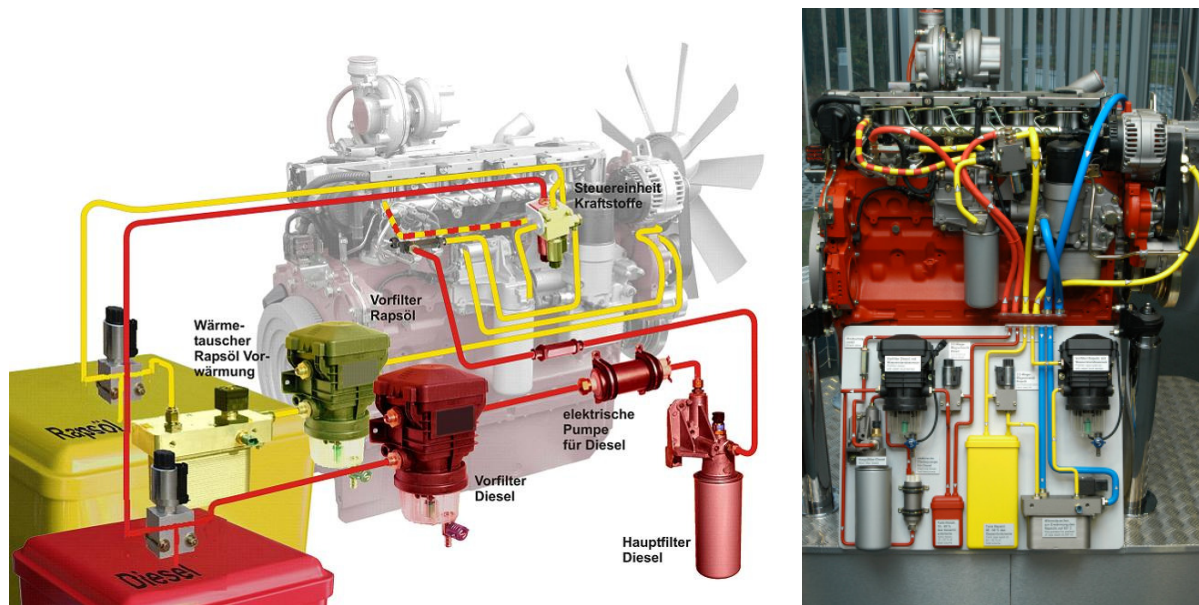


Das Produkt

Die DEUTZ Natural Fuel Engine® ist eine Weiterentwicklung auf Basis der bewährten flüssigkeitsgekühlten DEUTZ Motorbaureihen TCD2012 und TCD2013 und besteht im wesentlichen aus einem DEUTZ Common Rail-System DCR® für eine optimale Zerstäubung und Verbrennung des Rapsölkraftstoffs, einem 2-Tank-System mit automatischer Umschaltung von Diesel auf Rapsöl sowie dem patentierten DEUTZ Fuel Management DFM®. Die 4- und 6-Zylinder-Reihenmotoren arbeiten mit 2- und 4-Ventiltechnik und haben einen Hubraum von 1,01 Liter pro Zylinder bei der Baureihe TCD2012 sowie 1,2 Liter pro Zylinder bei der Baureihe TCD2013.

Das DEUTZ Fuel Management® ist ein voll elektronisches, kennfeldgesteuertes Kraftstoff-Management-System. Es erkennt den Betriebszustand des Motors und regelt mit einem Zwei-Tank-System effizient die Umschaltung zwischen Rapsöl (Haupttank) und Dieselmotorkraftstoff

(Zusatztank für Start und Niedriglast). Bei dem Umschaltvorgang ist kein Leistungseinbruch spürbar. Eine eventuelle Vermischung der beiden Kraftstoffe im Dieseltank wird durch die Steuerung des Kraftstoffrücklaufsystems während des Spülvorgangs verhindert, somit gibt es auch keinen negativen Einfluss auf die Oxidationsbeständigkeit des Rapsöls im Tank. Die optimale Rapsöltemperatur von 60-65°C wird durch eine elektronische Regelung sichergestellt. Sämtliche nicht rapsölbeständige Leitungen und Bauteile aus Buntmetallen wurden durch verträgliche Materialien ersetzt. Das System verfügt zudem über eine volle Diagnosefähigkeit.

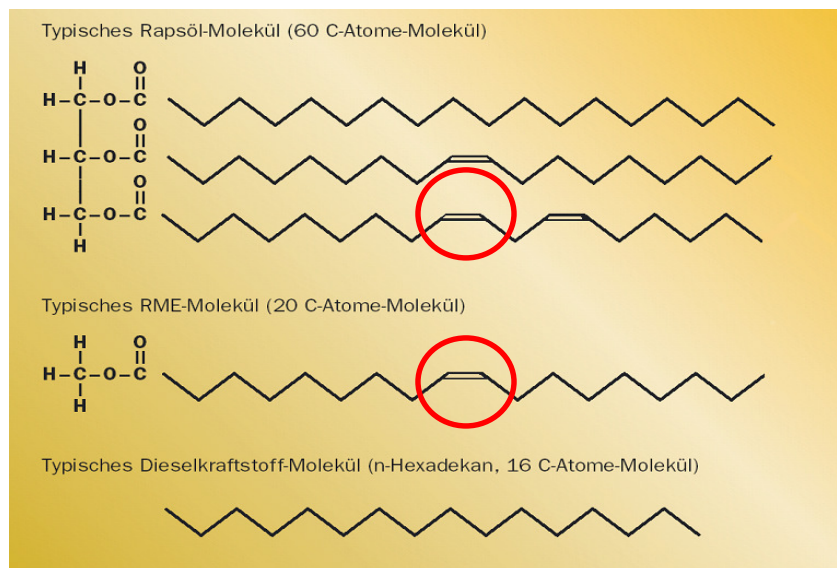


Durch das umfangreiche Know How aus Forschung und Entwicklung, die Erfahrung aus mehreren tausend Betriebsstunden auf dem Prüfstand und im Feldtest konnte ein DEUTZ Qualitätsprodukt mit voller Gewährleistung entwickelt werden. Wichtig war dabei, für den Betrieb mit Rapsölkraftstoff die gleiche Zuverlässigkeit, Dauerhaltbarkeit und Betriebssicherheit bieten zu können, wie für die Seriidieselmotoren.

Besonderheiten von Pflanzenölkraftstoff

Aufgrund des chemischen Aufbaus verhalten sich Pflanzenöle im dieselmotorischen Einsatz anders als normaler Dieselmotorkraftstoff oder Biodiesel.

Pflanzenöle sind Ester, in denen drei langkettige Fettsäuren an einen dreiwertigen Alkohol (Glycerin) gebunden sind (sogenannte "Triglyceride"). Reine Pflanzenöle weisen für den dieselmotorischen Betrieb problematische Eigenschaften auf, die hauptsächlich durch die sehr großen Moleküle mit ca. 60-C-Atomen bedingt sind. Durch eine Umesterung mit Methanol kann man aus den großen Glycerinestern mit jeweils drei Fettsäuren Pflanzenölmethylester mit nur noch einem Fettsäurerest pro Molekül herstellen, welcher eine ähnliche Molekülgröße hat wie Dieselmotorkraftstoff und somit Dieselmotorkraftstoff weitgehend unproblematisch substituieren kann. Hier spricht man dann von Fettsäuremethylester oder Biodiesel, z.B. Rapsölmethylester (RME) [1].



Es gibt eine Vielzahl problematischer Kraftstoffeigenschaften, die einen direkten Einfluss auf die motorische Verbrennung haben:

		Diesel	RME	Rapsöl
Dichte bei 15°C	kg/m ³	820 - 845	860 - 890	900 - 930
Viskosität bei 40°C	mm ² /s	2,0 - 4,5	3,5 - 5	34 - 36
Heizwert	kJ/kg	42860	37200	37500
Cetanzahl		51 - 55	54 - 58	40 - 42
Verkokungsneigung	Gew.- %	0,01	0,05	0,15 - 0,4
Siedebeginn	°C	180	300	verdampft nicht

Die fehlende Verdampfbarkeit aller Pflanzenöle kann zu einem erhöhten Pflanzenöleintrag in das Motorenöl führen. Ist die Menge des eingetragenen Pflanzenöls zu hoch, kann es zu einer Polymerisation, anschließender Verschlammung des Motors und nachfolgendem Ausfall der Motorschmierung und gravierenden Motorschäden kommen. Gerade im Niedriglastbereich ist der Rapsöleintrag besonders kritisch. In umfangreichen Prüfstanduntersuchungen wurde der Rapsöleintrag in das Motorenöl in den verschiedensten Lastkollektiven durch Ölanalysen (Bestimmung des Pflanzenölanteils mittels Fourier-Transform-Infrarotspektrometrie) im Motorkennfeld untersucht. Das DEUTZ Fuel Management[®] vermindert den Rapsöleintrag in das Motorenöl durch Umschaltung im Niedriglastbetrieb auf Diesel auf ein Minimum. Gegenüber 1-Tanksystemen und Umrüslösungen, die nicht auf das Motormanagement zugreifen können, ist dies ein entscheidender Vorteil.

Die weitgehend vollständige Verbrennung im gesamten Kennfeld erfolgt durch die optimale Zerstäubung mit dem DEUTZ Common Rail[®] -Einspritzsystem. Somit sind die Mengen unverbrannten Rapsöls, welche in den Kolbenringnuten zu Verkokung und im Schmieröl zu Ablagerungen führen können, gering.

Die gegenüber Dieselkraftstoff ca. 20fach höhere Viskosität erschwert die Zerstäubung und Gemischbildung. Daher wird im DEUTZ Fuel Management[®]-System über eine elektronische Regelung am Wärmetauscher das Rapsöl auf 60-65°C vorgewärmt. Mit dieser Aufheizung wird die hohe Viskosität des Rapsöls stark reduziert, so dass eine genügende Fließfähigkeit im Einspritzsystem gewährleistet ist.

Probleme mit der geringen Cetanzahl des Pflanzenöls von 40-42 (Maß für die Zündwilligkeit) beim Kaltstart sowie mit seinen schlechten Kälteeigenschaften werden durch Starten des Motors im Dieselmotorbetrieb vermieden.

Eine besondere Bedeutung hat auch die Fettsäureverteilung und die Anzahl an ungesättigten Verbindungen (sogenannte Doppelbindungen zwischen den einzelnen Kohlenstoffatomen). Je höher die Anzahl an einfach, zweifach oder dreifach ungesättigten Verbindungen im Fettsäurerest ist, umso eher besteht die Möglichkeit, dass chemische Reaktionen zu Ablagerungen und Verkokungen im Brennraum zu führen. Diesbezüglich besonders ungünstige Pflanzenöle sind z.B. Sojaöl oder Sonnenblumenöl, Rapsöl und Palmöl sind hier wesentlich unproblematischer. Allerdings hat Palmöl aufgrund des hohen Anteils an gesättigten Verbindungen ein sehr schlechtes Kälteverhalten und kann bei mobilen Motoranwendungen praktisch nicht eingesetzt werden. Ein direktes Maß für den Gehalt eines Pflanzenöls an ungesättigten Verbindungen ist die Jodzahl.

Grenzwerte anderer wichtiger Kraftstoffeigenschaften, wie z.B. Wassergehalt, Oxidationsstabilität, Calcium-, Magnesium und Phosphorgehalt und die Gesamtverschmutzung, sind in der DIN-Vornorm DIN V 51605 [2] beschrieben und werden insbesondere durch den Erntezeitpunkt, den Pressvorgang in der Ölmühle, die Lagerung des Rapsöls und die weitere Logistikkette beeinflusst.

Hier ist der Ölmüller und der Anwender gefragt, auf die Qualität des Rapsöls und die Sauberkeit der Tankanlagen zu achten. Umfangreiche Arbeiten zum Thema Qualität sind durch das Technologie und Förderzentrum in Straubing in der Arbeitsgruppe um Herrn Dr. Remmele veröffentlicht [3,4].

Viele sehr nützliche Informationen können auf der Internetseite www.tfz.bayern.de >> Publikationen >> Biogene Kraft-, Schmier- und Verfahrensstoffe heruntergeladen werden.

Freigabe und Einschränkungen

Die Freigabe für die DEUTZ Natural Fuel Engine[®] beschränkt sich auf Rapsöl gemäß DIN V 51605. Die in dieser Norm definierten Grenzwerte können sowohl von Raffinaten wie auch von kaltgepressten Rapsölen eingehalten werden. Andere Pflanzenöle dürfen nicht verwendet werden (auch nicht als Beimischungen). Statt mit normalem Diesel nach DIN EN 590 kann auch mit Biodiesel (RME) nach DIN EN 14214 [5] gefahren werden.

Mit Rapsöl ist ein Leistungsverlust von 5-10% möglich. Dieser darf nicht durch Aufblockieren kompensiert werden. Aufgrund des 12 % niedrigeren Heizwertes ergibt sich ein Kraftstoffmehrverbrauch von ca. 4-5 %. Beim Betrieb mit Rapsöl sinkt der Ausstoß an Partikeln deutlich um ca. 20-30%, der Ausstoß an Stickoxiden (NO_x) steigt dagegen leicht um ca. 5%. Dennoch bleiben die Stickoxide der zur Zeit an unsere Kunden gelieferten Aggregate der Motorenfamilie TCD 2012 4V unterhalb der gesetzlichen Grenzwerte und erfüllen somit auch im Rapsölbetrieb weiterhin die Grenzwerte der EU Stufe IIIA.

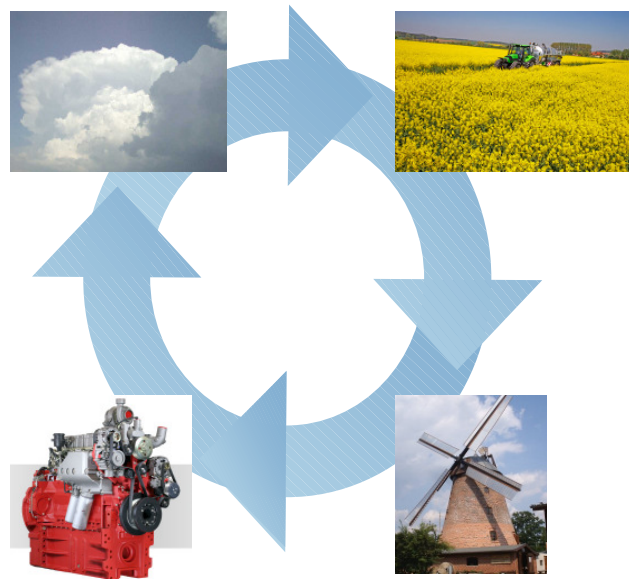
Das Schmierölwechselintervall ist gegenüber dem Betrieb mit Dieselmotorkraftstoff von 500h auf 250h zu halbieren.

Vor dem Abstellen des Motors ist manuell von Rapsöl auf Dieselmotorkraftstoff umzustellen, damit der nächste Motorstart mit Dieselmotorkraftstoff erfolgen kann.

Aufgrund mangelnder Fließfähigkeit kann unterhalb von 5°C kein Rapsöl verwendet werden. Um den Motor trotzdem betreiben zu können, ist auch der Rapsöltank mit Dieselmotorkraftstoff oder Biodiesel zu befüllen. Bei Stillstandszeiten größer als 4-6 Wochen ist der Rapsöltank zu leeren und mit Dieselmotorkraftstoff zu befüllen.

Aufgrund der hohen Dieselpreis und der gesunkenen Agrardieselsubventionierung ist rohes Rapsöl aus dezentraler Herstellung für viele Anwender trotz gestiegener Preise gerade im landwirtschaftlichen Bereich immer noch sehr attraktiv. Die zunehmende Besteuerung von Biokraftstoffen ist für die landwirtschaftliche Nutzung ausgenommen, die Wertschöpfung liegt in der Hand des Kunden.

Mit der Entwicklung der DEUTZ Natural Fuel Engine[®] unterstreicht DEUTZ seine führende Stellung im Bereich biogener Kraftstoffe und unterstützt somit direkt die Vermarktung und den Absatz von Biokraftstoffen, um einen Beitrag für den in der Zukunft immer mehr zunehmenden Ersatz fossiler Kraftstoffe durch regenerative Kraftstoffe sowie für die sich daraus ergebenden Minderungen des Treibhauseffekts zu leisten [6].



Die DEUTZ Natural Fuel Engine[®] wird in den Traktoren der Firmen AGCO Fendt (FENDT 820 Vario Greentec) und DEUTZ-Fahr (DEUTZ-Fahr Agrotron Natural Power) erhältlich sein. Seitens DEUTZ, FENDT und DEUTZ-Fahr ist keine Nachrüstlösung für vorhandene Traktoren vorgesehen, da umfangreiche Änderungen am Aufbau Motor/Motorsteuergerät und Traktor durchgeführt werden müssten.



DEUTZ-Fahr Agrotron Natural Power (TCD 2012 L06-4V 133,5 kW / 2100 min⁻¹)



FENDT 820 Vario Greentec (TCD 2012 L06-4V 152 kW / 2100 min⁻¹)

- [1] H.W. Knuth:
Alternative Kraftstoffe – Biodiesel und Rapsöl, eine Standortbestimmung.
VDBUM Information (Nr. 06/2000, Aktualisierung 11/2007)
- [2] DIN V 51605:
Kraftstoffe für pflanzenöltaugliche Motoren – Rapsölkraftstoff – Anforderungen und Prüfverfahren.
Beuth Verlag (Ausgabe 03/2006), Berlin
- [3] E. Remmele:
Handbuch – Herstellung von Rapsölkraftstoff in dezentralen Ölgewinnungsanlagen
Hrsg. FNR, 1. Ausgabe (11/2007)
- [4] E. Remmele et al:
Qualitätssicherung bei der dezentralen Pflanzenölerzeugung für den Nicht-Nahrungsbereich -
Technologische Untersuchungen und Erarbeitung von Qualitätssicherungsmaßnahmen (Band 12)
Hrsg. TFZ, Straubing (2007)
- [5] DIN EN 14214:
Kraftstoffe für Kraftfahrzeuge – Fettsäure-Methylester (FAME) für Dieselmotoren – Anforderungen
und Prüfverfahren.
Beuth Verlag (Ausgabe 11/2003), Berlin
- [6] M. Winkler:
Pflanzenöl- und Biodieseleinsatz in DEUTZ Motoren.
Vortrag, Workshop regionale Beratungsgruppen „Biokraftstoffe“ am 11.03.2008 in Hannover

® Bezeichnungen sind eingetragene Marken und Patente der DEUTZ AG

Dipl.-Ing. Markus Winkler
DEUTZ AG (Abgas und Betriebsstoffe), Köln
www.deutz.com