Technologie- und Förderzentrum
im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe

TFZ-KOMPAKT 8

TRAKTOREN
FÜR RAPSÖLKRAFTSTOFF

TFZ

Nachhaltige Landwirtschaft mit Rapsölkraftstoff

Die Verwendung von Rapsöl als Kraftstoff in landwirtschaftlichen Arbeitsmaschinen reduziert die Treibhausgasemissionen und verkleinert den CO_2-Fußabdruck landwirtschaftlicher Produkte im Vergleich zu Diesel. Die positiven Effekte auf Klima und Umwelt werden unter anderem durch die Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung garantiert.

Die regionale Verarbeitung von Ölpflanzen, wie Raps, Sonnenblume oder Leindotter in dezentralen Ölmühlen erhöht die Wertschöpfung im ländlichen Raum und trägt zur Versorgung mit kostbaren Speiseölen, gentechnikfreiem Eiweißfutter, nützlichen Rohstoffen und hochwertigen Energieträgern bei.

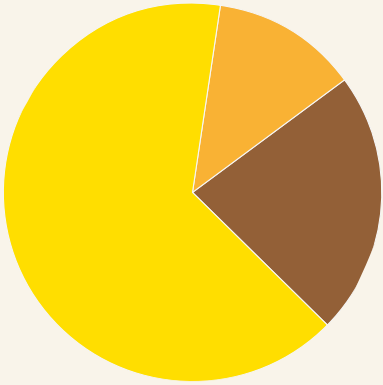
Rapsölkraftstoff aus der Landwirtschaft für die Landwirtschaft kann einen bedeutenden Beitrag zum Klima-, Boden- und Gewässerschutz sowie zur Ressourcenschonung und zu mehr Unabhängigkeit von Mineralölimporten leisten:

- mindestens 57 % Treibhausgas-Minderung im Vergleich zu Diesel
- Einsparung von 1,9 kg CO_2-Äquivalenten je Liter Rapsöl
- biologisch schnell abbaubar
- keine Wassergefährdung
- mehr Unabhängigkeit von fossilen Rohstoffen

Ein Hektar Raps liefert bei dezentraler Verarbeitung etwa 1,3 t oder 1400 l Rapsöl, 2,3 t Eiweißfutter und 6,7 t Stroh. Damit werden gleichzeitig Teller, Trog und Tank gefüllt. Es erscheint daher logisch, dass die Aufwendungen für den Anbau auf alle Produkte umgelegt werden müssen. Dies wird aber bei der Bewertung von Rapsölkraftstoff oft nicht berücksichtigt.

Mit 1,2 Mio. ha Rapsanbaufläche kann der gesamte jährliche Dieselkraftstoffbedarf der deutschen Landwirtschaft gedeckt werden. Gleichzeitig werden 2,8 Mio. t Eiweißfutter und 8 Mio. t Rapsstroh erzeugt, wodurch Sojaimporte vermindert und die Bodenfruchtbarkeit durch Humusaufbau gefördert werden.

Die gesamte Ackerfläche in Deutschland beträgt 11,9 Mio. ha, die maximal mögliche jährliche Raps-Anbaufläche beträgt ca. 2,0 Mio. ha. Eine Raps-Monokultur ist daher ausgeschlossen.



Flächennutzung in Deutschland	Jahr 2011	Potenzial (2020)
Bioenergie gesamt	2,0 Mio. ha	3,7 Mio. ha
Raps für Kraftstoff	0,9 Mio. ha	1,5 Mio. ha

Quelle: Potenzialatlas Bioenergie AEE, FNR, BMELV

Rapsölkraftstoff von bester Qualität

Rapsölkraftstoff kann sowohl in industriellen Ölmühlen durch Heißpressung, Lösungsmittelextraktion und Raffination als sogenanntes Rapsölvollraffinat als auch in dezentralen Ölmühlen durch schonende Rapssaatverarbeitung (ohne Lösungsmittelextraktion) als sogenanntes kaltgepresstes Rapsöl hergestellt werden.

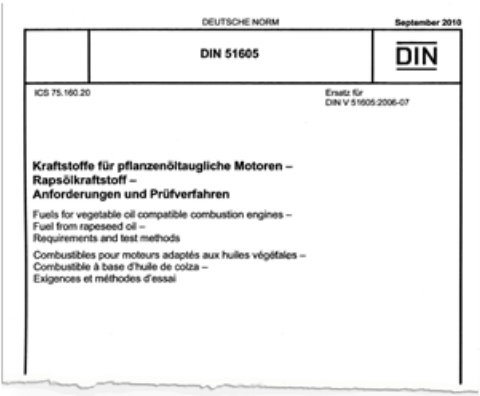
Dezentrale Ölmühle in Mühlhausen, Bayern

Dezentrale Ölmühlen

- sind regionale Bezugsquellen für Rapsöl und Presskuchen,
- erhöhen die Wertschöpfung in der Region,
- garantieren eine nachhaltige Herstellung,
- müssen zunehmend schließen wegen eingebrochenem Rapsölkraftstoffmarkt

Um pflanzenöltaugliche Motoren störungsfrei und emissionsarm betreiben zu können, muss Rapsölkraftstoff bestimmte Anforderungen erfüllen. Diese sind seit September 2010 in der Norm DIN 51605 festgelegt. Seit Januar 2012 gelten stark herabgesetzte Grenzwerte für den Gehalt an Phosphor, Calcium und Magnesium. Damit wird dem vermehrten Einsatz von Abgasnachbehandlungssystemen (z. B. Rußfilter) Rechnung getragen, die aschearmen Kraftstoff benötigen.

Pflanzenölkraftstoff darf gemäß 10. BImSchV nur in den geschäftlichen Verkehr gebracht werden, wenn die Anforderungen der darin festgelegten Kraftstoff-Norm erfüllt sind. Auch vergünstigte Energiesteuersätze und die Anrechnung auf die Biokraftstoff-Quote sind an die Einhaltung der Norm geknüpft. Dezentrale Ölmühlen


DEUTSCHE NORM September 2010

DIN 51605

DIN

ICS 75.160.20

Ersatz für DIN V 51605:2006-07

Kraftstoffe für pflanzenöltaugliche 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

sind daher unabhängig von ihrer Größe verpflichtet, nur hochwertigen Pflanzenölkraftstoff anzubieten.

Hinweise zur Erzeugung und Qualitätssicherung erhalten Sie im Handbuch „Herstellung von Rapsölkraftstoff in dezentralen Ölgewinnungsanlagen" unter
www.tfz.bayern.de
www.fnr.de

Präsentation rapsölkraftstofftauglicher Traktoren der Abgasstufe IIIA vor der Bayerischen Vertretung in Brüssel

Pflanzenöl-Traktoren

Die Nutzung von Rapsölkraftstoff in Fahrzeugen und Maschinen bedarf einer technischen Anpassung von Motor und Peripherie (insbesondere Kraftstoff- und Einspritzsystem), die entweder direkt vom Hersteller oder nachträglich von einer Umrüstwerkstätte durchgeführt wird.

Abgasstufe IIIA Traktoren der Marken Fendt und Deutz-Fahr mit einer Hersteller-Freigabe für die Verwendung von Rapsölkraftstoff wurden ab 2008 angeboten. John Deere testet seit mehreren Jahren pflanzenölbetriebene Traktoren und erprobt seit dem Jahr 2012 gemeinsam mit der Universität Kaiserslautern sowie dem TFZ einen Pflanzenöl-Traktor der Abgasstufe IV.

Mit gutem Beispiel voran – Pflanzenöl-Traktoren auf staatlichen Versuchsgütern

Auf Versuchsbetrieben der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft werden seit vielen Jahren rapsölbetriebene Traktoren unterschiedlicher Hersteller (mittlerweile bereits neun Traktoren) eingesetzt.
Die Erfahrungen im Feldeinsatz sowie die Leistungs-, Verbrauchs- und Emissionsdaten werden unter wissenschaftlicher Begleitung des TFZ erhoben und ausgewertet. Die Förderung erfolgt durch das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.

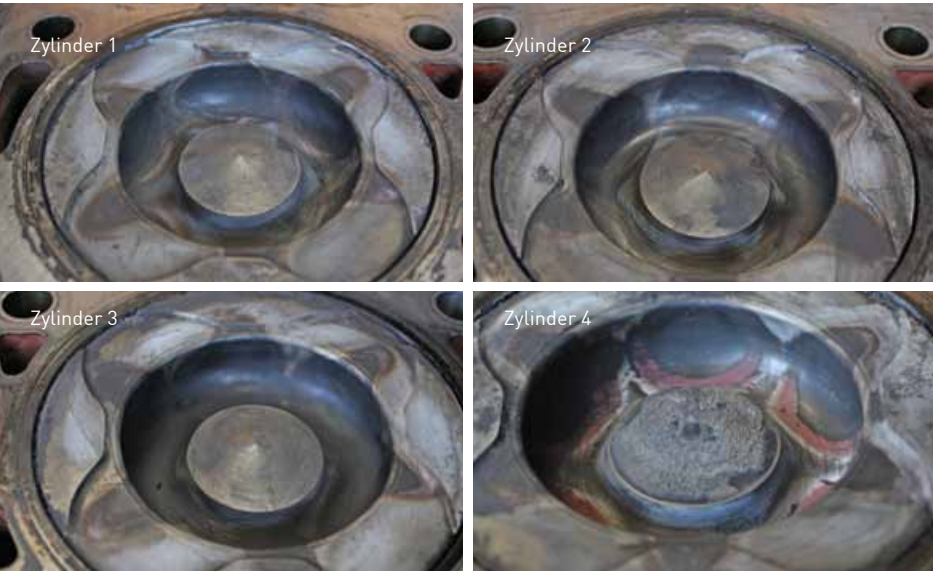
Pflanzenöl-Traktoren (Auswahl)	Einsatzort	Abgas-stufe	Baujahr
Fendt 412 Vario	LVFZ Kringell	I	2003
Deutz-Fahr Agrotron TTV 1160	LVFZ Kringell	II	2005
John Deere 6930 Premium	LVFZ Kringell	IIIA	2008
John Deere 6930 Premium	Versuchsstation Grub	IIIA	2009
Fendt 820 Vario greentec	LVFZ Achselschwang	IIIA	2009

Abgasstufe I und II Traktoren – Ergebnisse

Die Traktoren im Bild, ein Fendt Farmer Vario 412 (Abgasstufe I) und ein Deutz-Fahr Agrotron TTV 1160 (Abgasstufe II), werden am LVFZ Kringell mit Ausnahme der Wintermonate ausschließlich mit Rapsölkraftstoff betrieben.

Beide Traktoren konnten über ca. 5000 h (Fendt) bzw. 3300 h (Deutz-Fahr) die volle Alltagstauglichkeit nachweisen. Es waren abgesehen von einer defekten Kraftstoff-Förderpumpe keine Störungen oder Schäden festzustellen, die auf den Betrieb mit Pflanzenöl zurückzuführen sind. Die Motorölunterschungen bestätigen die Notwendigkeit des vorgegebenen verkürzten Motorölwechselintervalls von 250 h aufgrund des bei diesen Traktoren typischen Eintrags von Rapsöl in das Motoröl. Hinsichtlich des Leistungsverhaltens war bei beiden Traktoren mit Rapsölkraftstoff keine signifikante Veränderung über die Betriebsdauer erkennbar. In Übereinstimmung mit früheren Ergebnissen konnte im Vergleich zu Dieselkraftstoff mit dem Fendt Traktor eine geringfügig höhere Leistung erzielt werden. Beim Deutz-Fahr Traktor waren keine Unterschiede zwischen Diesel- und Rapsölkraftstoff feststellbar.

Die Motorbefundung bestätigte den guten Zustand beider Traktoren. Kolben und Zylinder waren vollkommen frei von Ablagerungen mit Ausnahme von unbedenklichen rötlichen Rückständen an einem Kolben (Zylinder 4) des Fendt Farmer Vario 412. Die Abbildungen zeigen die Kolben des Fendt Traktors. Die Anlassfarben zeigen das symmetrische Abbild der Einspritzstrahlen. Eine Kompressionsdruckprüfung ergab gleichmäßig hohe Werte, was auf gut abdichtende Kolbenringe schließen lässt.



Kolben des Fendt Farmer Vario 412 nach ca. 4900 Betriebsstunden mit Rapsölkraftstoff

Die limitierten Abgaskomponenten veränderten sich über den Untersuchungszeitraum kaum. Lediglich beim Fendt Farmer Vario 412 zeigte sich ein Anstieg der Partikelmasse, wenngleich diese mit Rapsölkraftstoff im Vergleich zu Diesel immer noch auf einem für diesen Traktor sehr niedrigem Wert lag (ca. 0,19 g/kWh bezogen auf die Zapfwellenarbeit).

Abgasstufe IIIA Traktoren – Ergebnisse

John Deere 6930 Premium bei der Feldarbeit

Begleitende Untersuchungen zum Feldeinsatz von Traktoren der Abgasstufe IIIA wurden mit zwei pflanzenöltauglichen Prototypen 6930 Premium des Herstellers John Deere und einem Fendt 820 Vario^{greentec} Traktor durchgeführt. Die Traktoren werden am LVFZ Kringell, am LVFZ Achselschwang und auf der Versuchsstation Grub eingesetzt.

Über den Beobachtungszeitraum absolvierten die drei Traktoren insgesamt ca. 4000 h im Feldeinsatz und benötigten dabei etwa 48 000 l Pflanzenölkraftstoff.
Gegenüber Dieselbetrieb entspricht dies einer Treibhausgaseinsparung von ca. 91 t CO_2-Äquivalenten.
Die Pflanzenöl-Traktoren der Abgasstufe IIIA haben sich im Praxiseinsatz bewährt, bedeutende Störungen oder gar Motorschäden waren nicht zu verzeichnen. Beide John Deere Traktoren ermöglichten, auch mit der nachträglich integrierten Abgasnachbehandlung, einen zuverlässigen Betrieb.

Bei Leistung und Kraftstoffverbrauch zeigten sich kaum Veränderungen über die Betriebsdauer. Dies lässt auf gute Verbrennungseigenschaften im Pflanzenölbetrieb schließen. Mit Rapsölkraftstoff wurde bei allen Traktoren der Abgasstufe IIIA mit Common-Rail Einspritzsystem (im Gegensatz zu den Traktoren der Abgasstufen I und II) eine geringere Zapfwellenleistung als mit Dieselkraftstoff festgestellt. Gründe hierfür sind im Heizwertunterschied zwischen Rapsöl- und Dieselkraftstoff sowie in der Art, Ausführung und Regelung des Einspritzsystems zu sehen. Allgemeingültige Aussagen, ob es zur Zu- oder Abnahme der Leistung beim Betrieb mit Pflanzenölkraftstoff kommt, können daher nicht getroffen werden. Die Abgaskomponenten Stickstoffoxide (NO_X), Kohlenstoffmonoxid (CO), Kohlenwasserstoffe (HC) und Partikelmasse (PM) wurden am Traktorenprüfstand des TFZ unter Anwendung des 8-Phasen Zyklus (C1-Zyklus nach ISO 8178) bestimmt. Bei zwei Traktoren blieben die limitierten Abgasemissionen über 1000 Betriebsstunden auf etwa gleichem Niveau. Bei einem Traktor war ein leichter Rückgang hinsichtlich CO und Partikelmasse festzustellen, während sich die NO_X Emissionen nicht änderten.

Der Einsatz von Rapsölkraftstoff bei den beiden Traktortypen der Abgasstufe IIIA führte im bisherigen Beobachtungszeitraum zu keiner Änderung im Emissionsverhalten.

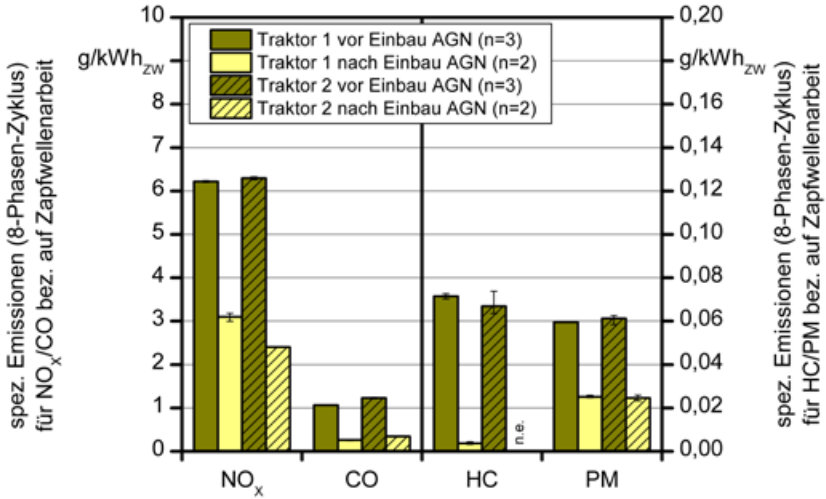
Fendt Vario^{greentec} am Motorprüfstand des TFZ

Abgasnachbehandlung

An zwei Traktoren wurden Abgasnachbehandlungssysteme, bestehend aus Oxidationskatalysator, Partikelfilter und SCR-Katalysator installiert. Vor und nach dem Einbau der Abgasnachbehandlung (AGN) wurden Emissionsmessungen im Betrieb mit Rapsölkraftstoff durchgeführt.

Dabei zeigt sich, dass bei beiden Traktoren die Emissionen von NO_x, CO, HC und Partikelmasse deutlich reduziert werden können. In folgender Abbildung sind die spezifischen Emissionen beider Traktoren vor und nach dem Einbau der AGN im 8-Phasen-Zyklus dargestellt. Anhand der spezifischen Emissionen über den stationären Prüfzyklus kann gezeigt werden, dass durch den Einbau der AGN bei beiden Abgasstufe IIIA Traktoren auch die Vorgaben der Abgasstufe IIIB für diesen Prüfzyklus (NO_x = 3,3 g/kWh; CO = 5,0 g/kWh; HC = 0,19 g/kWh; PM = 0,025 g/kWh) erfüllt werden können.

Durch weitere Optimierungsmaßnahmen am AGN System können nach derzeitigem Kenntnisstand auch die zukünftigen Grenzwerte der Abgasstufe IV eingehalten werden. Erfahrungen zum Langzeitverhalten in der Praxis fehlen jedoch noch. Weitere Untersuchungen sind daher notwendig.



n.e.: nicht ermittelt

Spezifische Emissionen von Stickstoffoxiden, Kohlenstoffmonoxid, Kohlenwasserstoffen und Partikelmasse vor und nach Einbau von Abgasnachbehandlungssystemen (AGN) in zwei John Deere Traktoren im Betrieb mit Rapsöl

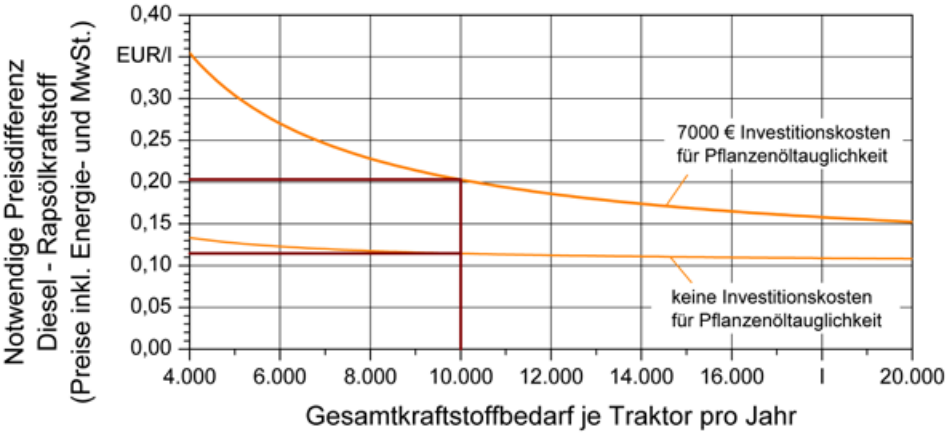
Wirtschaftlichkeit von Rapsöl- und Dieselbetrieb

Aufgrund von fehlenden wirtschaftlichen Anreizen (zu geringe Preisdifferenz zwischen Agrardiesel- und Rapsölkraftstoff), insbesondere seit Wegfall der Mengenbegrenzung für fossilen Agrardieselkraftstoff im Jahr 2008, werden pflanzenöltaugliche Traktoren derzeit kaum nachgefragt.

Nach § 57 Energiesteuergesetz „Steuerentlastung für Betriebe der Land- und Forstwirtschaft" erhalten Betriebe der Land- und Forstwirtschaft auch zukünftig die Energiesteuer von Rapsölkraftstoff auf Antrag vollständig erstattet.

Die zukünftige Wirtschaftlichkeit pflanzenöltauglicher Traktoren hängt in hohem Maße von der Preisentwicklung für Diesel- und Rapsölkraftstoff ab.

Je nach Höhe der Investitionskosten für die Pflanzenöltauglichkeit ist der Betrieb mit Rapsöl im Vergleich zu Diesel kostenneutral, wenn beim Einkauf die Preisdifferenz zwischen Diesel und Rapsöl inklusive Energie- und Mehrwertsteuer mindestens 0,11 bis 0,20 €/l beträgt. Derzeit sind Rapsöl- und Dieselkraftstoffpreise für die Landwirtschaft etwa gleich.



Notwendige Preisdifferenz zwischen Diesel- und Rapsölkraftstoff (inkl. Energie- und MwSt.) für Kostengleichheit in Abhängigkeit vom jährlichen Kraftstoffbedarf und den Investitionskosten für die Pflanzenöltauglichkeit des Traktors

Was steht an?

Durch strengere Anforderungen hinsichtlich Schadstoffausstoß und Effizienzsteigerung finden kontinuierlich Weiterentwicklungen im Bereich der Motorentechnologie für Traktoren statt. Aufgrund der hohen Leistungsanforderungen von Traktoren, werden Verbrennungsmotoren (ggf. in Kombination mit elektrischen Funktions- und Fahrantrieben) in absehbarer Zeit der wichtigste Antrieb bleiben. In aktuellen und zukünftigen Arbeiten ist zu prüfen, welche Anpassungsmaßnahmen bei neuen Motorengenerationen zu treffen sind, damit diese zuverlässig und sauber mit Pflanzenökraftstoffen betrieben werden können.

Aktuelle Aufgaben:

- Entwicklung und Erprobung von pflanzenöltauglichen Traktoren der Abgasstufe IV
- Erprobung und Optimierung von Abgasnachbehandlungssystemen
- Untersuchung des Langzeitverhaltens bei Pflanzenölbetrieb (Emissionen, Verbrauch, Leistung, Verschleiß...)
- Ausweitung des Spektrums an einsetzbaren Pflanzenölkraftstoffen (Sonnenblumenöl, Leindotteröl...)
- Bewertung ökonomischer und ökologischer Effekte beim Einsatz von pflanzenöltauglichen Traktoren
- Öffentlichkeitsarbeit zur Verbesserung des Images
- Schaffung von mehr Planungssicherheit für Anbieter und Betreiber!

Weitere Informationen

www.tfz.bayern.de
www.lfl.bayern.de/lvfz
www.stmelf.bayern.de
www.fnr.de
www.unendlich-viel-energie.de
www.beuth.de

Impressum:

Autoren:
Klaus Thuneke
Peter Emberger
Edgar Remmele

Hrsg.:
Technologie- und Förderzentrum (TFZ)
Leiter: Dr. Bernhard Widmann
Schulgasse 18
94315 Straubing

Gestaltung:
Ulrich Eidenschink
Klaus Thuneke

Fotos: Technologie- und Förderzentrum
Erscheinungsjahr: 2012
Erscheinungsort: Straubing
Verlag: Eigenverlag
Technologie- und Förderzentrum

© Alle Rechte vorbehalten

TFZ

Auf unserer Webseite finden Sie viele weitere interessante Informationen.

www.tfz.bayern.de