

Rapsöl als Treibstoffalternative in der Landwirtschaft

(Pflanzenöltraktoren)



2. Zwischenbericht

September 2006

KURZFASSUNG

Dieses Dokument wurde erstellt von



AGRAR PLUS GesmbH
Bräuhausgasse 3
A-3100 St. Pölten

Tel.: +43 (0)2742 352234 - 0
Fax: +43 (0)2742 352234 - 4
Mail: office@agrارplus.at
Web: www.agrarplus.at

Bearbeiter:
Mag. (FH) Anna Maria Ammerer
Ing. Josef Breinesberger



HBLuFA Francisco Josephinum
BLT - Biomass • Logistics • Technology
Rottenhauserstr. 1
A- 3250 Wieselburg

Tel.: +43 (0)7416 52175 - 0
Fax: +43 (0)7416 52175 - 45

Mail: blt@josephinum.at
Web: <http://blt.josephinum.at>

Bearbeiter:
DI Josef Rathbauer
Ing. Kurt Krammer
Ing. Rudolf Zeller
Ing. Hermann Schaufler
DI Heinrich Prankl

Impressum

Titel: Rapsöl als Treibstoffalternative für die Landwirtschaft
BMLFUW-LE.1.3.2/0037-II/1/2006

Forschungsprojekt Nr. 1337

Zeitraum Oktober 2003 bis September 2006
Projektverlängerung bis Mai 2008

Beteiligte Institutionen

Projektmanagement: AGRAR PLUS
Bräuhausgasse 3
A- 3100 St. Pölten
Tel.: +43 (0)2742 352234 - 0
www.pflanzenoel.agrarplus.at

| | |
|--------------------------------------|--|
| <i>Wissenschaftliche Begleitung:</i> | FJ-BLT Wieselburg Rottenhauserstr. 1 A- 3250 Wieselburg Tel.: +43 (0)7416 52175 - 0 http://blt.josephinum.at |
| <i>Motoröllogistik und -analytik</i> | Fuchs Europe Schmierstoffe GmbH Friesenheimer Straße 17 D-68169 Mannheim Tel.: +49 0)621 3701-0 www.fuchs-europe.de |
| <i>Regionalpartner:</i> | NÖ Waldland VWP A- 3533 Oberwaltenreith 10, info@pflanzenoel-motor.at |
| | OÖ Innöl CoKG (Maschinenring Braunau u. Umgebung) Hofmark 5 A- 4962 Mining |
| | Bgld. Landwirtschaftskammer Landw. Bildungsstätte Oberwart Prinz Eugen Straße 7 A-7400 Oberwart |

Dieses Projekt wird unterstützt von:

- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft
- Niederösterreichische Landesregierung
- Oberösterreichische Landesregierung
- Burgenländische Landesregierung

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| 1 Einleitung..... | 2 |
| 2 „35-Traktoren-Projekt“ | 3 |
| 2.1 Projektrahmendaten..... | 3 |
| 2.1.1 Ziel | 3 |
| 2.1.2 Versuchsflotte – Stand September 2006 | 3 |
| 2.1.3 Umrüstsysteme im Projekt..... | 6 |
| 2.2 Zwischenergebnisse | 7 |
| 2.2.1 Rapsölqualität..... | 7 |
| 2.2.2 Motorölqualität | 12 |
| 2.2.3 Leistungs- und Emissionsmessungen | 17 |
| 2.2.4 Datenlogger..... | 23 |
| 2.3 Öffentlichkeitsarbeit..... | 25 |
| 2.3.1 Website..... | 25 |
| 2.3.2 Vorträge | 25 |
| 2.3.3 Broschüre | 25 |
| 3 Zusammenfassung 09/2006..... | 26 |

1 *Einleitung*

In der Landwirtschaft ist es attraktiv im Sinne der Kreislaufwirtschaft Pflanzenöl als Kraftstoff zu verwenden. Neben Umweltvorteilen bringt die Nutzung dieses Kraftstoffes auch eine gewisse Unabhängigkeit.

In den letzten Jahren haben einige großteils deutsche Unternehmen Umrüstsysteme für herkömmliche Dieselmotoren entwickelt. In Österreich werden diese Systeme vor allem von innovativen und umweltbewussten Landwirten verwendet. Durch die steigenden Dieselpreise wird eine solche Lösung wirtschaftlich interessant und auch immer mehr nachgefragt.

Mit diesem Projekt soll eine seriöse, wissenschaftlich abgesicherte Bewertung der Praxistauglichkeit einer derartigen Treibstoffnutzung erhalten werden.

Im Folgenden werden die im Projekt teilnehmenden Traktoren- bzw. Motorentypen und deren Umrüster vorgestellt sowie eine verkürzte Darstellung der bisherigen Messergebnisse geboten. Eine detaillierte Aufschlüsselung der einzelnen Traktoren ist in dieser Zusammenfassung nicht beinhaltet, ferner wird auch aufgrund der Kürze dieses Berichtes die rege Öffentlichkeitsarbeit nur zusammenfassend erwähnt. Abgerundet wird der Bericht durch eine schlussfolgernde Conclusio mit einem allgemeinen Zukunftsausblick sowie einem Resümee der getätigten Messergebnisse.

2 „35-Traktoren-Projekt“

2.1 Projektrahmendaten

Am 8. Oktober 2003 wurde das Projekt „Pflanzenöl als Treibstoffalternative in der Landwirtschaft“ offiziell gestartet. Während der Projektlaufzeit von drei Jahren sollen 35 Traktoren auf Pflanzenölbetrieb umgerüstet und dabei wissenschaftlich untersucht werden. Um höhere Laufzeiten der Traktoren und somit aussagekräftigere Ergebnisse zu bekommen, wurde das Projekt bis Mai 2008 verlängert. Als Kraftstoff wird Rapsöl laut österreichischer Kraftstoffverordnung verwendet. Die technischen Rahmenbedingungen, die eine derartige Verwendung von Pflanzenöl erfordern, werden im breiten Echtbetrieb unter herkömmlichen Einsatzbedingungen auf Bauernhöfen erarbeitet.

2.1.1 Ziel

Mit diesem Flottenversuch soll eine seriöse, wissenschaftlich abgesicherte Beurteilung einer derartigen Treibstoffnutzung erhalten werden. Konkret soll das Ergebnis aufzeigen, unter welchen Rahmenbedingungen die Verwendung von Pflanzenöl als Traktorentreibstoff bei umgerüsteten Serientraktoren möglich erscheint bzw. wo allfällige Risikofelder zu beachten sind.

Durch die begleitende wissenschaftliche Betreuung besteht für die Fahrzeughalter, der an der Flotte teilnehmenden Pflanzenöltraktoren, eine höchstmögliche Sicherheit. Dies passiert innerhalb der wissenschaftlichen Begleitforschung durch die Betrachtung über die gesamte Kette, das heißt von der Auswahl des Umrüstkongzeptes bis zur ständigen Kontrolle von Motoröl und Kraftstoff sowie der technischen Untersuchungen an den Traktoren.

2.1.2 Versuchsflotte – Stand September 2006

Derzeit werden im Rahmen dieses Projektes 31 Traktoren, zwei Hoftracs und ein Bewässerungsaggregat mit Pflanzenöl betrieben. Davon sind 18 Zweitanksysteme in Anwendung und 16 Eintanksysteme. Im nachfolgenden Diagramm sind die Traktortypen angeführt.

Traktortypen umgerüstet im Pflanzenöltraktorenprojekt Stand September 2006

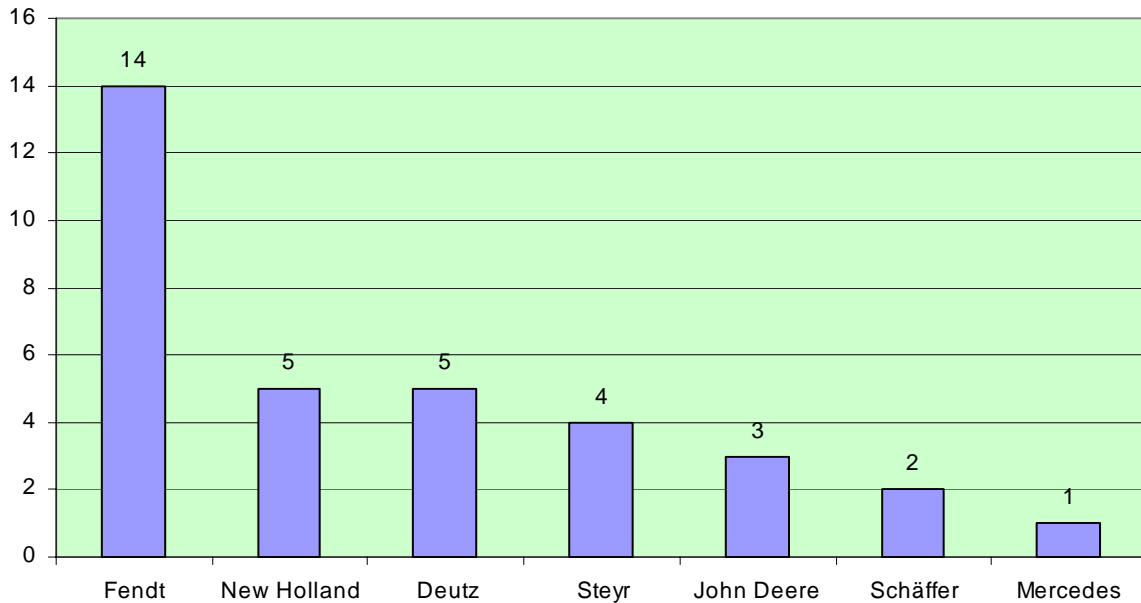


Abbildung 1: umgerüstete Traktortypen

Wie man im Diagramm erkennen kann, sind fast alle gängigen Traktormarken im Projekt vertreten, jedoch die Fendt-Traktoren in der Überzahl. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass es derzeit seriöse Umrüster für Eintanksysteme im Traktorenbereich hauptsächlich für Fendt- und Deutztraktoren gibt. Außerdem war dieser Umrüstanbieter schon vor dem Projektstart am österreichischen Markt aktiv.

Bei den Motortypen sind aus gleichem Grund die Deutz-Motoren mit 53% im Überhang. Diese werden serienmäßig in fast allen Fendt- und Deutztraktoren eingebaut.

In der nachfolgenden Tabelle finden sich die Auflistungen der im Projekt umgerüsteten Traktoren sowie der verwendeten Motoren.

Tabelle 1: Auflistung der verwendeten Traktor- und Motortypen im Pflanzenöltraktorenprojekt

| 35-Traktoren-Projekt, Stand September 2006 | | | |
|---|---------------|-------------------------|-----------------------------|
| Traktormarke | Anzahl | Traktortypen | Motortypen |
| FENDT | 4 | Fendt Vario 714 | Deutz BF6M 2013 C |
| | 2 | Fendt Vario 818 | Deutz BF6M 2013 C |
| | 1 | Fendt Vario 818 | Deutz BF4M 2013 C |
| | 1 | Fendt Farmer 309 | Deutz BF4M 1012 EC |
| | 1 | Fendt Farmer 309 | Deutz BF4M 2012 C |
| | 1 | Fendt 930 Vario TMS | MAN D0836LE510 |
| | 1 | Fendt Vario 410 | Deutz BF4M 2013 C |
| | 1 | Fendt Vario 411 | Deutz BF4M 2013 C |
| | 1 | Fendt Vario 412 | Deutz BM4M 2013 EC |
| | 1 | Fendt Farmer 308 C | Deutz BM4M 2012 C |
| | NEW HOLLAND | 1 | New Holland T8 135 A |
| 1 | | New Holland TL 80 | IVECO 8045.05 R |
| 1 | | New Holland TM 150 | CNH 675 T-WW |
| 1 | | New Holland TM 165 | CNH 675 T-WV |
| 1 | | New Holland TM 190 | CNH FA055334 |
| DEUTZ | 1 | Deutz Agrotron 118 | Deutz BF6M 2012 C |
| | 1 | Deutz Agrotron 130 | Deutz BF6M 1013 EC |
| | 1 | Deutz Agrotron 135 | BF6M 1013 E |
| | 1 | Deutz Agrotron 100 | Deutz BF4M 2012 (TT2) |
| | 1 | Deutz Agrotron TTV 1145 | Deutz BF6M 1013 E |
| STEYR | 1 | Steyr CVT 6190 | SISU WD 620.99 |
| | 1 | Steyr CVT 6155 | SISU WD 620.99 |
| | 1 | Steyr 9145 | SISU WD 620.83 |
| | 1 | Steyr 9125 | SISU WD 620.82 |
| JOHN DEERE | 1 | John Deere 6410 | John Deere 4045TL053 |
| | 1 | John Deere 6420 S | John Deere 4045HLA73 |
| | 1 | John Deere 7720 | John Deere 6068 HR W 54 |
| SCHÄFFER | 1 | Schäffer 3045 | Kubota V 1505 T |
| | 1 | Schäffer 870 T | Kubota TD V 3300 TE |
| MERCEDES | 1 | Aggregat | Mercedes 615.912-10-110.032 |

Teilt man die Traktore in Leistungsklassen ein, so ist ein Großteil – 35% - im kW Bereich von 101-125. Rund 18% weisen sogar eine Leistung >125 kW auf. Dass sich so viele leistungsstarke Traktore im Projekt befinden, liegt hauptsächlich daran, dass „größere“ Traktore einen höheren Kraftstoffverbrauch haben und sich somit eine Umrüstung schneller amortisiert. 24% liegen im Nennleistungsbereich von 76 – 100 kW, die restlichen 23% liegen bei einer Leistung bis 75 kW.

2.1.3 Umrüstsysteme im Projekt

Insgesamt 12 Traktoren besitzen eine Umrüslösung der Firma Graml, wobei zwei Traktoren von der Firma Bergauer als Vertragspartner umgerüstet wurden. Zu diesen zwei Traktoren, ist zu sagen, dass diese vorher dem mit System BBT betrieben worden sind. Jedoch hat dieses System als einziges im Projekt nicht funktioniert, darum wurden die zwei Traktoren mit dem Graml-System nachgerüstet. 11 Traktoren wurden von Waldland-VWP umgerüstet. Fünf Traktoren laufen mit dem Hausmann System, hiervon hat die Firma Hausmann selber zwei Traktoren umgerüstet, die anderen drei wurden je von den Firmen Deschberger, Jedinger und der Baywa umgerüstet. Drei Traktoren werden mit dem Elsbett System gefahren, die allesamt vom Lagerhaus Hollabrunn eingebaut wurden. Ein Traktor wurde mit dem Rapstruck-System und einer mit dem System Jedinger umgerüstet. Das Bewässerungsaggregat wurde vom Landwirt selbst mit einem Wärmetauscher ausgestattet.

Nachfolgende Tabelle gibt die genannten Umrüstsysteme anteilmäßig bezogen auf die jeweiligen Umrüster wider.

Tabelle 2 Umrüstsysteme anteilmäßig bezogen auf die jeweiligen Umrüster

| Umrüstsystem | Umrüster |
|--------------------|-------------------------------|
| Graml 12 | Graml 10 |
| | Bergauer 2 |
| Waldland 11 | Waldland 11 |
| Hausmann 5 | Hausmann 2 |
| | Deschberger A. 1 |
| | Baywa 1 |
| | Jedinger 1 |
| Elsbett 3 | Lagerhaus Hollabrunn 3 |
| Rapstruck 1 | Deschberger K. 1 |
| Jedinger 1 | Jedinger 1 |
| Peck 1 | Peck 1 |

2.2 Zwischenergebnisse

Nachfolgend wird der bisherige Verlauf der Rapsölqualität, des Motoröls, der Leistungs- und Emissionsmessungen sowie Erfahrungen aus den Datenloggeraufzeichnungen dargestellt. Erfahrungen aus dem Traktortagebuch werden hier aufgrund der verkürzten Fassung nicht dargestellt, hierzu wäre eine Repräsentation aller 33 Traktore bzw. eines Bewässerungsaggregates nötig.

2.2.1 Rapsölqualität

Von folgenden Ölmühlen wurden im Rahmen des Projektes regelmäßig Analysen der Rapsölproben durchgeführt.

- Innöl Co KG, Mining
- Waldland, Kautzen
- BAG Güssing
- AÖM GmbH, Neuhofen/Ybbs
- Winkler Mühle, Marbach/Donau
- Kammerberger, Wolfsbach
- Eigenbedarfspresse eines beteiligten Landwirts

Bis dato wurden im Projekt über 440 Rapsölproben gezogen und untersucht. Dabei wurden bereits über 2.500 Einzelanalysen im Labor des FJ-BLT durchgeführt. Nachfolgend werden die analysierten Parameter sowie deren Ergebnisse genauer erläutert.

Gesamtverschmutzung

Die Gesamtverschmutzung wird ermittelt, indem die Probe über einen Membranfilter mit einer Maschenweite von 0,8 µm filtriert und danach die Massendifferenz ermittelt wird. Der Hauptanteil der Gesamtverschmutzung stammt aus Rapskornbestandteilen, die bei der Pressung in das Öl gelangen und durch die Reinigung nicht abgetrennt wurden. Die Gesamtverschmutzung stellt ein sehr wichtiges Kriterium in Bezug auf die Nutzung des Rapsöles als Kraftstoff dar.

Im Rahmen des Projektes gibt es in Bezug auf die Rapsölqualität die meisten Grenzwertüberschreitungen bei der „Gesamtverschmutzung“. Im nachfolgenden Diagramm sind die jährlichen Mittelwerte der Proben aus den Ölmühlen, den Lagertanks und den Traktortanks dargestellt.

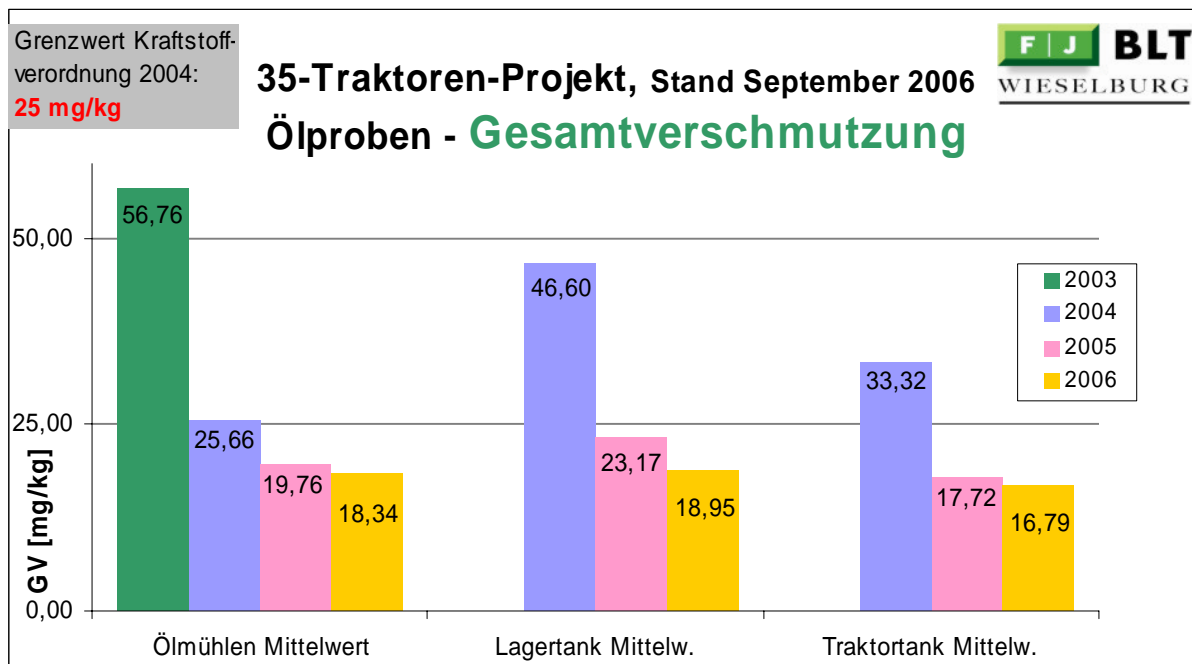


Abbildung 2: Mittelwerte Gesamtverschmutzung

Die Analysenwerte der Gesamtverschmutzung haben sich über die Jahre verbessert. Dies liegt vor allem daran, dass zu Beginn des Projektes, Ölmühlen dabei waren, die erst begonnen haben, Öl zu produzieren und am Anfang nicht die notwendige Qualität erreicht haben.

In den letzten zwei Jahren liegen die Proben aus den Ölmühlen und den Lager- und Traktortanks im Mittel unter dem Grenzwert von 25 mg/kg. Die geringeren Werte in den Traktortanks sind vor allem darauf zurückzuführen, dass sich gerade bei den Zweitanksystemen durch die Rückspülung eine Rapsöl-Diesel-Mischung in den Tanks befindet.

Neutralisationszahl

Die Neutralisationszahl ist ein Maß für den Anteil an freien Fettsäuren und lässt Rückschlüsse auf den Alterungsfortgang im Öl zu. Im nachfolgenden Diagramm sind die Mittelwerte der Neutralisationszahl dargestellt.

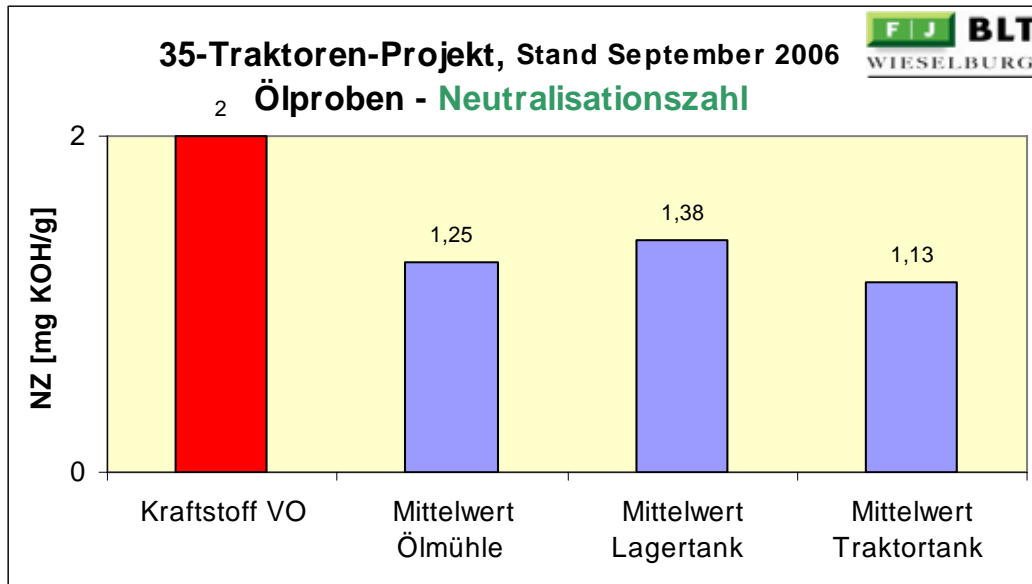


Abbildung 3: Mittelwerte der Neutralisationszahl

Bei der Neutralisationszahl gab es so gut wie keine Grenzwertüberschreitungen. Die Mittelwerte der Ölmühlen-, Lagertank- und Traktortankproben liegen weit unter dem Grenzwert. Von den gesamten untersuchten Proben gab es hierbei nur vereinzelte Überschreitungen des Grenzwertes. Wie bei der Gesamtverschmutzung ist eine Verschlechterung des Wertes von der Ölmühle zum Lagertank und wiederum ein besserer Wert im Traktortank festzustellen.

Oxidationsstabilität

Die Oxidationsstabilität ist ein Maß für die Voralterung des Rapsöles. Öle mit einem hohen Anteil an ungesättigten Fettsäuren sind oxidationsanfälliger. Durch die Lagerung der Rapssaat und des Öles bei hohen Temperaturen, durch die Lichteinwirkung auf das Öl, durch Wasser und durch katalytisch wirkende Metalle, z.B. Kupfer, kann die Oxidationsstabilität negativ beeinflusst werden.

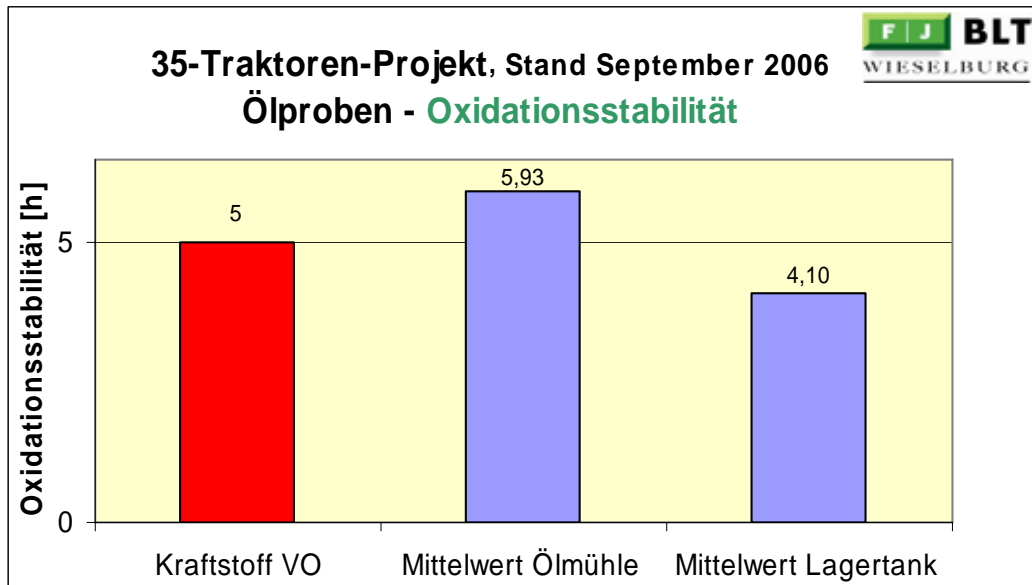


Abbildung 4: Mittelwerte Oxidationsstabilität

Die meisten Proben, die direkt bei den Ölmühlen genommen wurden, haben die Anforderungen bei der Oxidationsstabilität erfüllt. Bei nachgelagerten Proben aus den Lagertanks erfüllten diese bei der Analyse nicht immer die Qualitätsanforderungen.

Wassergehalt

Mit zunehmendem Wassergehalt steigt die Aktivität der Mikroorganismen. So kann durch das Wasser beim Vorhandensein von Mikroorganismen oder Enzymen eine Hydrolyse einsetzen und Oxidationsvorgänge können beschleunigt ablaufen. Der Zustand der verarbeiteten Saat und Lager- und Transportbedingungen können den Wassergehalt beeinflussen.

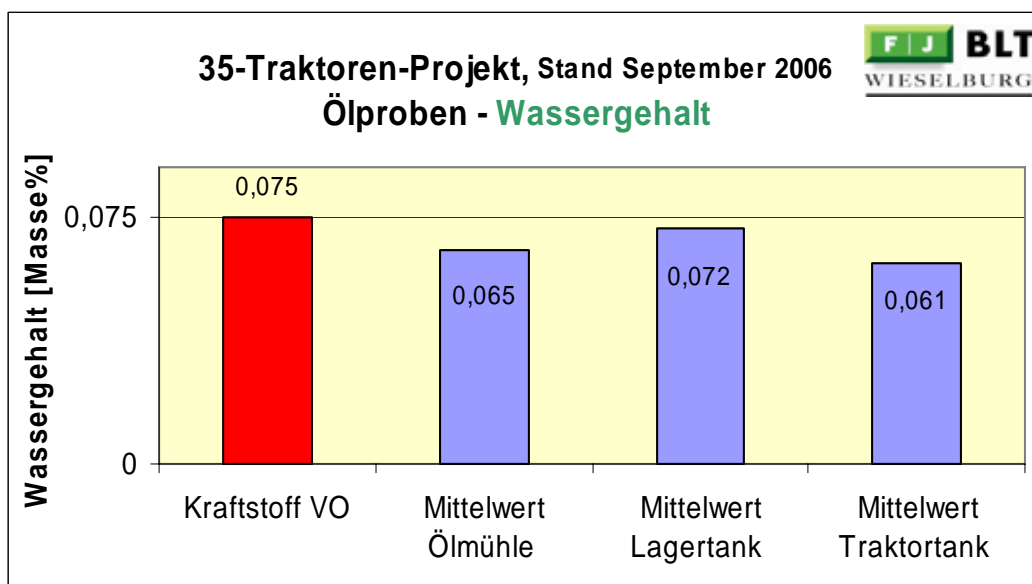


Abbildung 5: Mittelwerte Wassergehalt

Im Mittel liegen die Ergebnisse alle unter dem Grenzwert von 0,075 Masseprozent. Bei den Ölmühlen gab es so gut wie keine Überschreitungen bei diesem Parameter. Bei den

Lagertankproben gab es einige geringfügige Überschreitungen, was vor allem auf mangelhafte Lagerbedingungen am Hof zurückzuführen ist.

Phosphorgehalt

Ein hoher Phosphorgehalt im Rapsöl hat negative Auswirkungen auf die motorische Verbrennung, da dieser die Bildung von Ablagerungen begünstigt. Der Phosphorgehalt wird vor allem durch die Prozessparameter bei der Ölgewinnung beeinflusst.

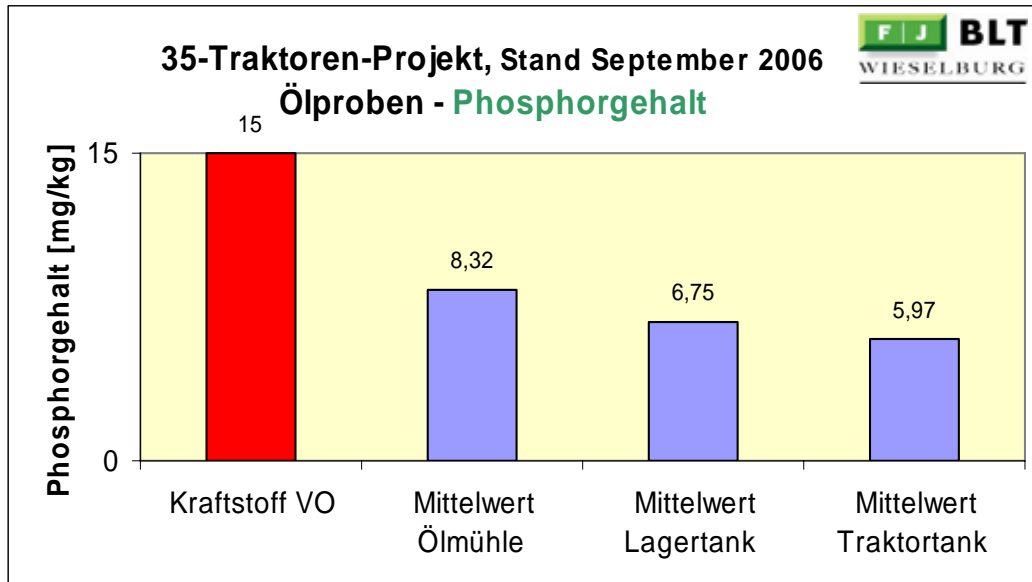


Abbildung 6: Mittelwerte Phosphorgehalt

Im Rahmen des Projektes gab es keine Probleme mit dem Phosphorgehalt. Alle Mittelwerte liegen weit unter dem Grenzwert.

Ferner wurden Dichtemessungen sowie Messungen der kinematischen Viskosität (V40) durchgeführt. Mittels der Dichtemessung können Vermischungen mit anderen Kraftstoffen festgestellt werden. Die im Projekt untersuchten reinen Pflanzenölproben liegen im angegebenen Bereich der Österreichischen Kraftstoffverordnung.

2.2.2 Motorölqualität

Untersuchungsumfang

Das Motoröl wird einerseits durch die laufende Ölstandskontrolle durch den Betreiber und andererseits durch Schmierölanalysen im FJ-BLT und bei der Firma Fuchs durchgeführt. Motorölproben werden vom Altöl, Frischöl, nach 5 Minuten Einsatz und dann jeweils alle 50 Betriebsstunden vom Traktorbetreiber genommen und sofort an FJ-BLT gesandt. Die 100-h-Proben sowie die Ölwechselproben werden an die Firma Fuchs geschickt, wo zusätzlich Russgehalt, Rapsölgehalt und Verschleißmetallgehalte bestimmt werden.

Blotter Spot Test

Beim Blotter Spot Test, auch Tüpfeltest genannt, wird ein Öltropfen auf ein Filterpapier aufgebracht. Aus der Fläche, dem gleichmäßigen Aussehen und der Schwarzfärbung des aufgetragenen Motoröls wird auf das Schmutztragevermögen (Dispergierfähigkeit) und den Russgehalt von Motorenölen geschlossen. Das Schmutztragevermögen von Motorenölen, das Hinweise auf die Motorsauberkeit zulässt, verschlechtert sich durch Additivabbau, Oxidation und saure Reaktionsprodukte aus der Kraftstoff-Verbrennung. Durch eine gleichmäßige Verteilung der Russpartikel erkennt man, ob das Öl noch in der Lage ist, Verunreinigungen so in Schwebelage zu halten, dass sie zum Ölfilter transportiert und ausgefiltert werden. Die Intensität der Dunkelfärbung zeigt den Russgehalt. Ein transparenter Außenring zeigt den Kraftstoffeintrag. Nachfolgend werden beispielsweise Blotter-Spot-Test-Blättchen des Fahrzeuges 07, welches mit Plantomot befüllt ist, angeführt.



Abbildung 7: Blotter Spot Test

Das Plantomot-Öl zeigt beim Blotter Spot Test generell einen hellen Rand. Deutlich merkt man, dass die Tests mit Zunahme der Betriebsstunden im Intervall dunkler werden. Das heißt, dass der Rußeintrag steigt. Jedoch ist der Ölzusatz auch beim letzten Test noch im Normalbereich.

Viskosität & Viskositätsindex

Unter Viskosität wird die Dickflüssigkeit einer Flüssigkeit oder eines Gases bei einer bestimmten Temperatur verstanden. Grundsätzlich gilt, je höher die Viskosität desto dickflüssiger ist die Substanz. Für die Beurteilung des Öles kann gesagt werden, dass die Schwankungen im Viskositätsverlauf bei 40 °C +/- 25 % der Viskosität des Frischöls nicht über- oder unterschreiten dürfen.

Die Viskosität eines Schmieröls ist kein konstanter Wert. Sie verändert sich vor allem in Abhängigkeit zur Temperatur. Das heißt, mit zunehmender Temperatur sinkt die Viskosität. Der Viskositätsindex beschreibt nun die temperaturbedingte kinematische Viskositätsänderung eines Öles. Öle mit hohem Viskositätsindex weisen eine (beim motorischen Betrieb erwünschte) geringere temperaturabhängige Viskositätsänderung auf als Öle mit niedrigem Viskositätsindex. Mit Hilfe des Viskositätsindex lässt sich das Temperaturverhalten unterschiedlicher Öle miteinander vergleichen.

Stellvertretend werden hier die Viskositätsverläufe bei 40 °C und die Viskositätsindizes des Traktors 16 angeführt.

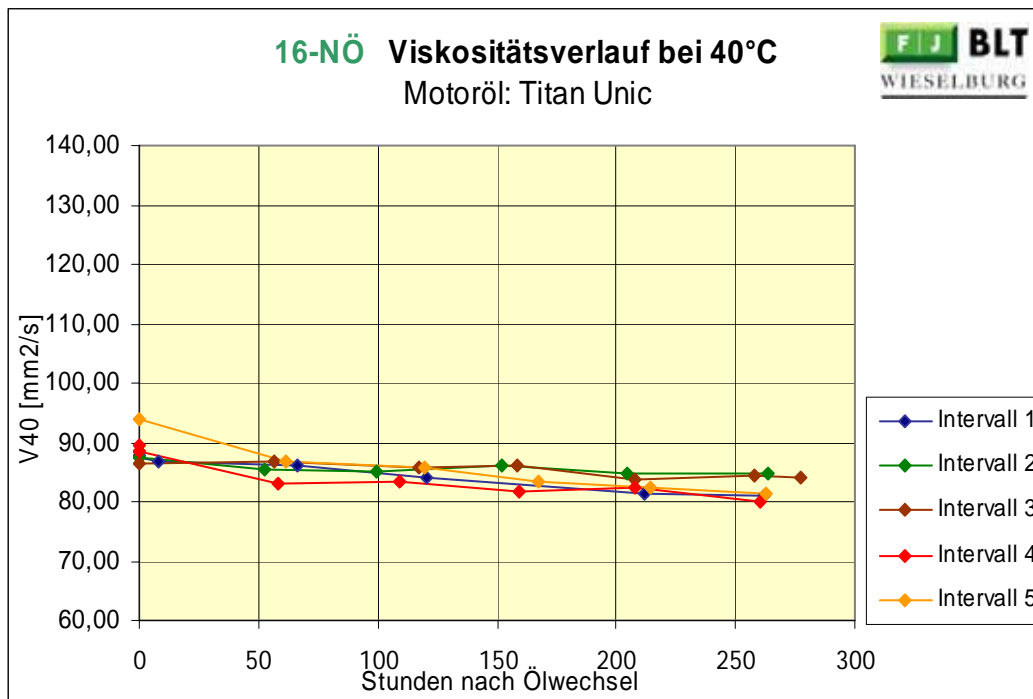


Abbildung 8: Viskositätsverlauf bei 40°C

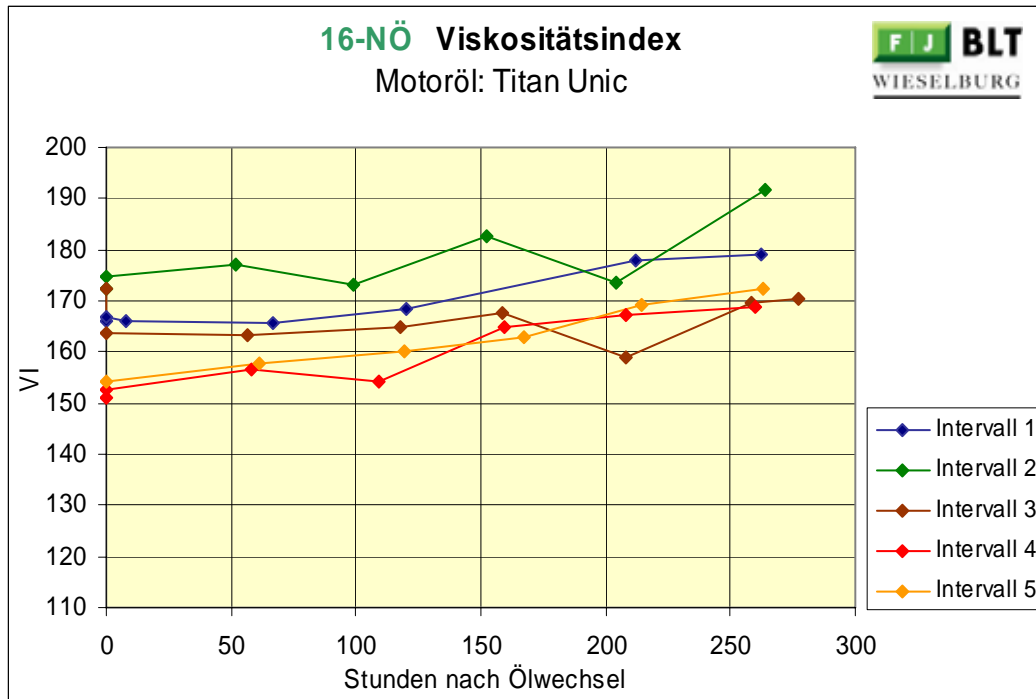


Abbildung 9: Viskositätsindex Traktor 16

TBN

Die TBN (Total Base Number) beschreibt die alkalische Reserve eines Motoröls und somit die Aufnahmekapazität des Öles für die durch den Verbrennungsvorgang anfallenden sauren Anteile aus den Verbrennungsgasen. Ein Motoröl ist umso „schlechter“, je niedriger die TBN im Vergleich zum Frischöl geworden ist. Aber erst unter 50 % des Ausgangswertes (Frischölprobe) besteht die Gefahr, dass das Öl den Motor nicht mehr von Verbrennungsrückständen und Oxidationsprodukten schützen bzw. saure Reaktionsprodukte neutralisieren kann.

Nachfolgend wird die durchschnittliche Entwicklung der TBN dargestellt. Hierin ist ein deutlicher Unterschied zwischen den Zweitank- und Eintanksystemen zu sehen. Die TBN fällt bei Eintanksystemen über die Einsatzdauer stärker ab. Weiters ist bei Eintanksystemen ein gleichmäßigerer Abfall der TBN zu bemerken. Das könnte darauf zurückzuführen sein, dass bei Eintanksystemen so gut wie nie Motoröl nachgefüllt wird, da ein höherer Rapsöleintrag vorliegt und somit das Motoröl verdünnt wird.

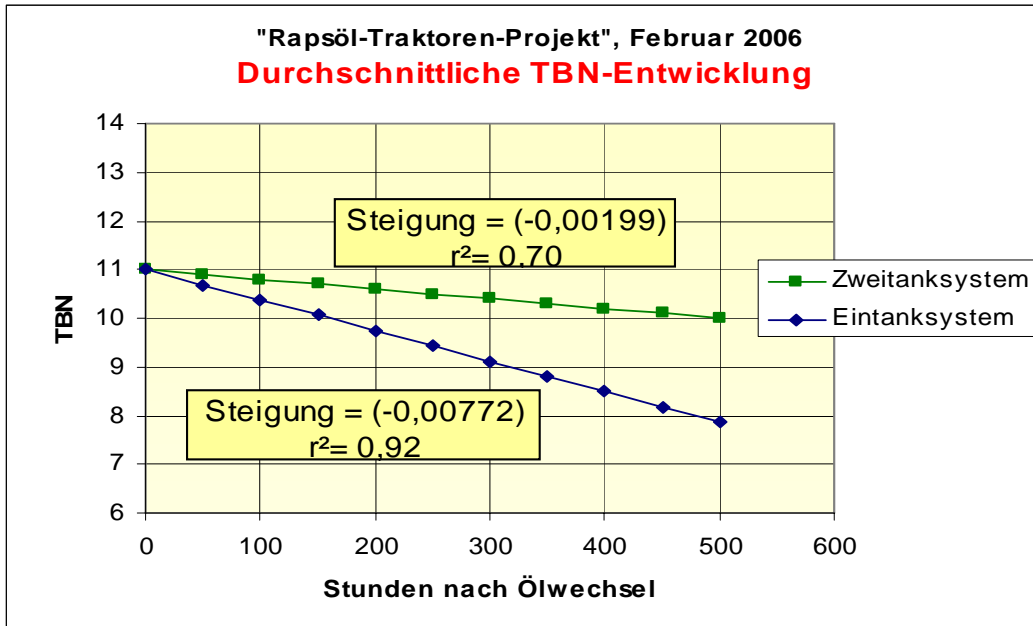


Abbildung 10: TBN Entwicklung eines Motorölintervalls

Rapsölgehalt im Motoröl

Auch beim Rapsölgehalt im Motoröl lässt sich ein Unterschied zwischen Eintank- und Zweitanksystemen feststellen. Der Median des Rapsölgehaltes der Ölwechselproben aus dem Projekt mit Stand Februar 2006 liegt bei Zweitanksystemen bei unter 5% und bei Eintanksystemen bei ca. 13 %.

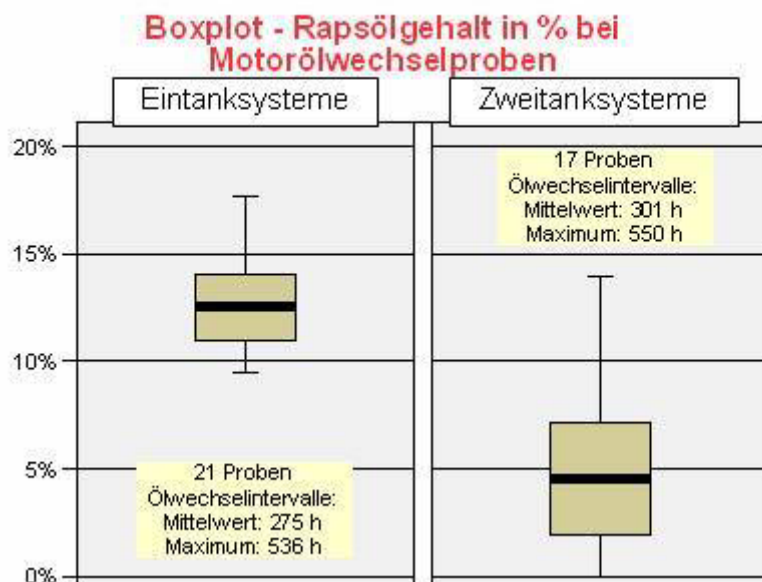


Abbildung 11: Rapsölgehalt bei Motorölwechselproben

Zusammenfassung Motoröl

Bis September 2006 wurden bereits über 650 Motorölproben innerhalb des Projektes gezogen. Dies bedeutete für FJ-BLT, rund 2600 Motorölanalysen durchzuführen. Zusätzlich wurden bei der Firma Fuchs rund 500 Analysen gemacht.

Die Analyseergebnisse der Motorölproben liegen zum überwiegenden Teil im Normalbereich. Es konnten die vom Fahrzeughersteller empfohlenen Wechselintervalle beibehalten werden. Unterschiede zeigten sich bei den verschiedenen Umrüstvarianten. So weisen Motorölwechselproben von Eintanksystemen einen höheren Eintrag von Ruß- und Kraftstoffgehalt auf. Die verwendeten Motoröle haben sich aber alle auch beim Einsatz von Rapsöl als Kraftstoff bewährt.

2.2.3 Leistungs- und Emissionsmessungen

Versuchsdurchführung

Die Versuchstraktoren wurden bei der Umrüstung der Traktoren, direkt beim Umrüstbetrieb, auf ihren Motorzustand hin untersucht, um einen guten Ausgangszustand der Motoren sicherzustellen.

Nach der Umrüstung auf Pflanzenölbetrieb wurden die Traktoren am Prüfstand des FJ-BLT hinsichtlich der Leistung und der Emissionen vermessen. Um einen Vergleich des Motorverhaltens zwischen Dieselmotorbetrieb und Pflanzenölbetrieb zu ermöglichen, wurden die Leistungs- u. Emissionsmessungen zuerst mit fossilem Dieselmotor und danach mit Rapsöl durchgeführt.

Nachfolgende Tabelle zeigt den Untersuchungsumfang der im Flottenversuch beteiligten Versuchsfahrzeuge.

Tabelle 3: Untersuchungsumfang der Versuchsfahrzeuge

| | |
|---|--|
| Allgemeines | Dokumentation des techn. Umrüst-Konzeptes |
| Dokumentation des Motorzustandes | Kompression, Druckverlust, Düsenöffnungsdruck, Spritzbild, Brennraumuntersuchung (falls möglich) |
| Leistungsmessung | Vollastkurve, C1 Zyklus nach ISO 8178 (8 Punkte), 5 Betriebspunkte nach Welchhof |
| Emissionsmessung | CO, CO ₂ , OGC, NO _x , HC; Abgastrübung mit Hartridge Smoke-Meter (80%/ 100%); Blow By (falls möglich) |

Am Motorenprüfstand wurden die tatsächlich gemessenen Leistungsdaten der Traktoren mit den Herstellerangaben verglichen und falls notwendig, durch den Umrüstbetrieb korrigiert.

Bei Traktoren mit Zweitanksystem musste fallweise das Steuergerät außer Funktion gestellt bzw. manche Parameter verändert werden, da die Vermessung von Leistungspunkten mit geringer Leistungsabgabe mit Pflanzenöl nicht möglich war.

Die Leistungsabnahme erfolgte jeweils über die Zapfwelle des Traktors. Das Messgerät, eine Schenk Wirbelstrom Leistungsbremse, ermöglichte mit einer gleichfalls durchgeführten Kraftstoff-Verbrauchsmessung die Einstellung normierter Lastpunkte.

Die Messung der Emissionen erfolgten am Prüfstand vom FJ-BLT mit einer Messausrüstung der Fa. Horiba Typ MEXA7170D. Die Messeinheit besteht im Wesentlichen aus Geräteträger, Kontrolleinheit, Energieversorgung und den nachfolgend angeführten Analysatoren:

- AIA-721/722 NDIR: ein nicht dispersiver infrarot retrospektiver Analysator zum Detektieren von Kohlenmonoxid (CO) und Kohlendioxid (CO₂) Emissionen
- CLA-756: ein beheizter Vakuum-Chemilumineszenzdetektor (CLD) zur Bestimmung der Stickoxid Emissionen

- FIA: ein beheizter Flammenionisationsdetektor (FID) zum Detektieren der Kohlenwasserstoff Emissionen

Die Emissionsmessungen wurden nach den Richtlinien des C1 Zyklus der Norm ISO 8178 durchgeführt.

Auswertung

Bei fast allen umgerüsteten Traktoren wurden die Leistungs- und Emissionsmessungen bereits durchgeführt. Im Bereich der Emissionen werden die CO-, HC- und NOx-Emissionen jeweils in g/kWh dargestellt.

Im Vergleich zu den Diesel-Emissionen sinken die CO-Werte bei Rapsöl um knapp 20 % und die HC-Werte liegen unter 50 %. Bei den NOx-Emissionen gibt es eine Steigerung bei Pflanzenölbetrieb im Vergleich zu Dieselbetrieb.

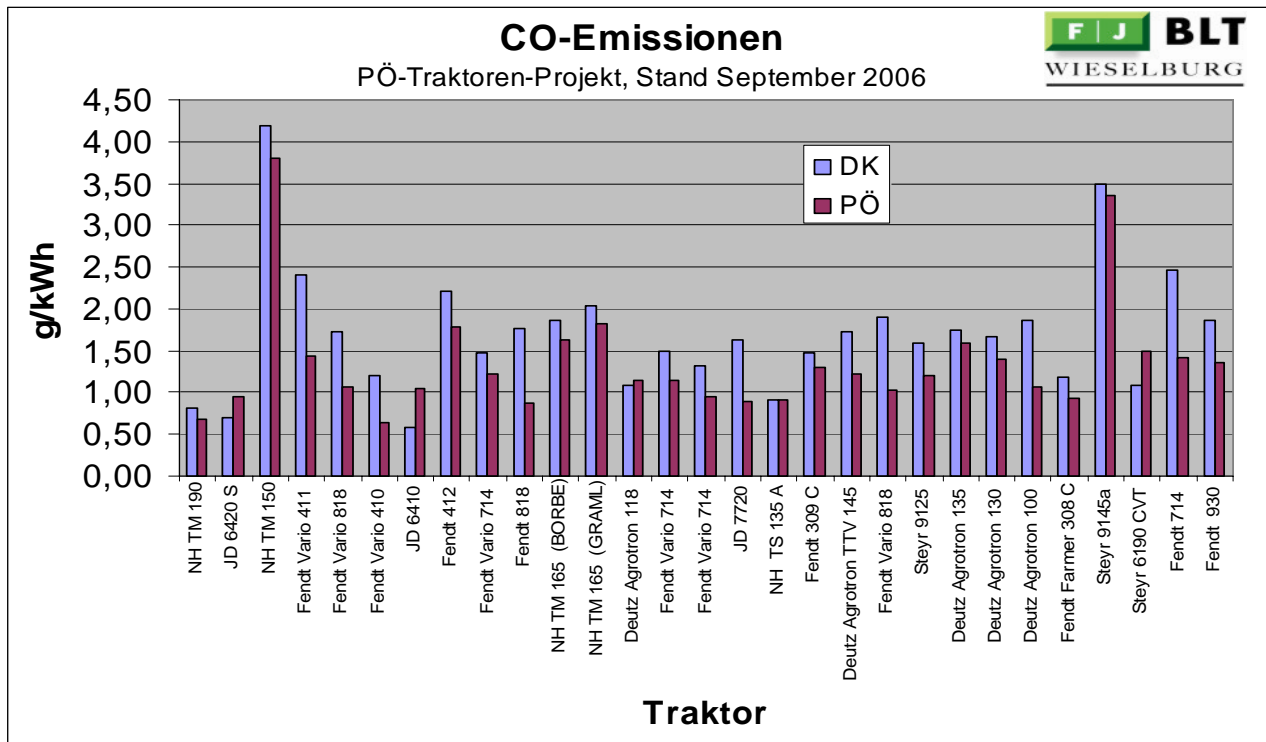


Abbildung 12: CO Emissionen

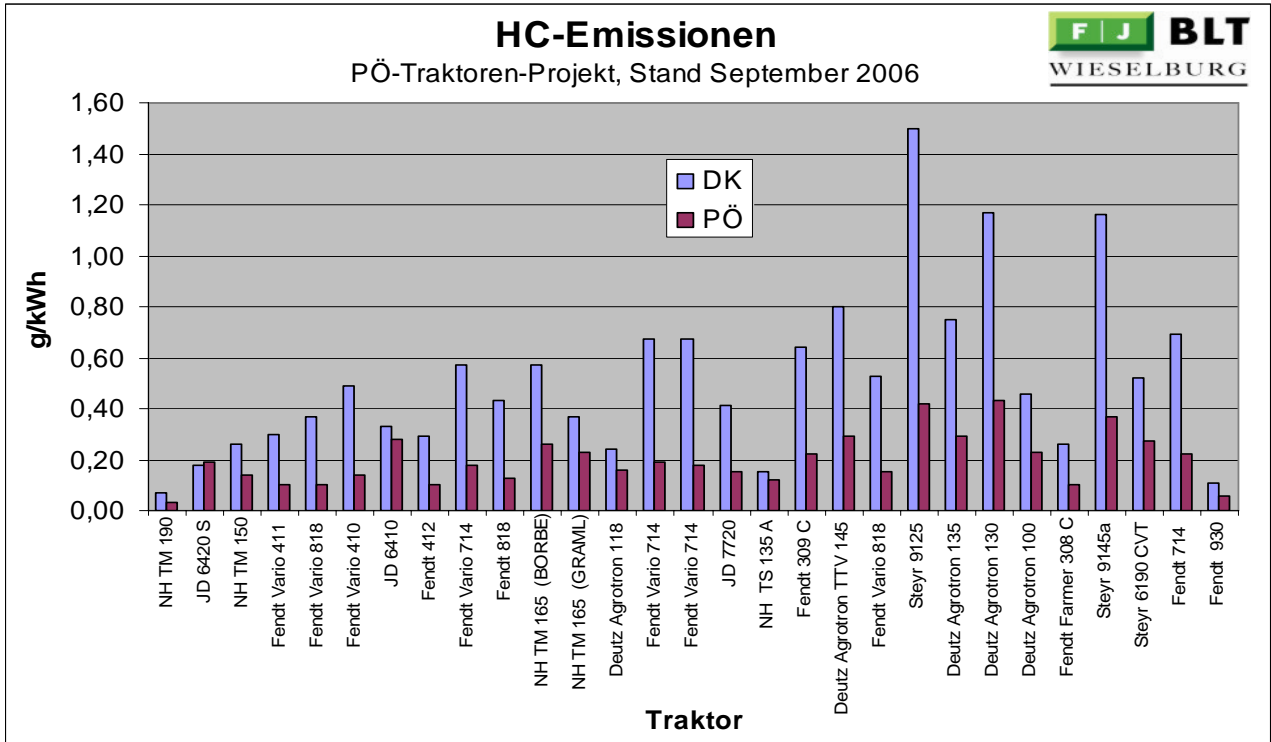


Abbildung 13: HC Emissionen

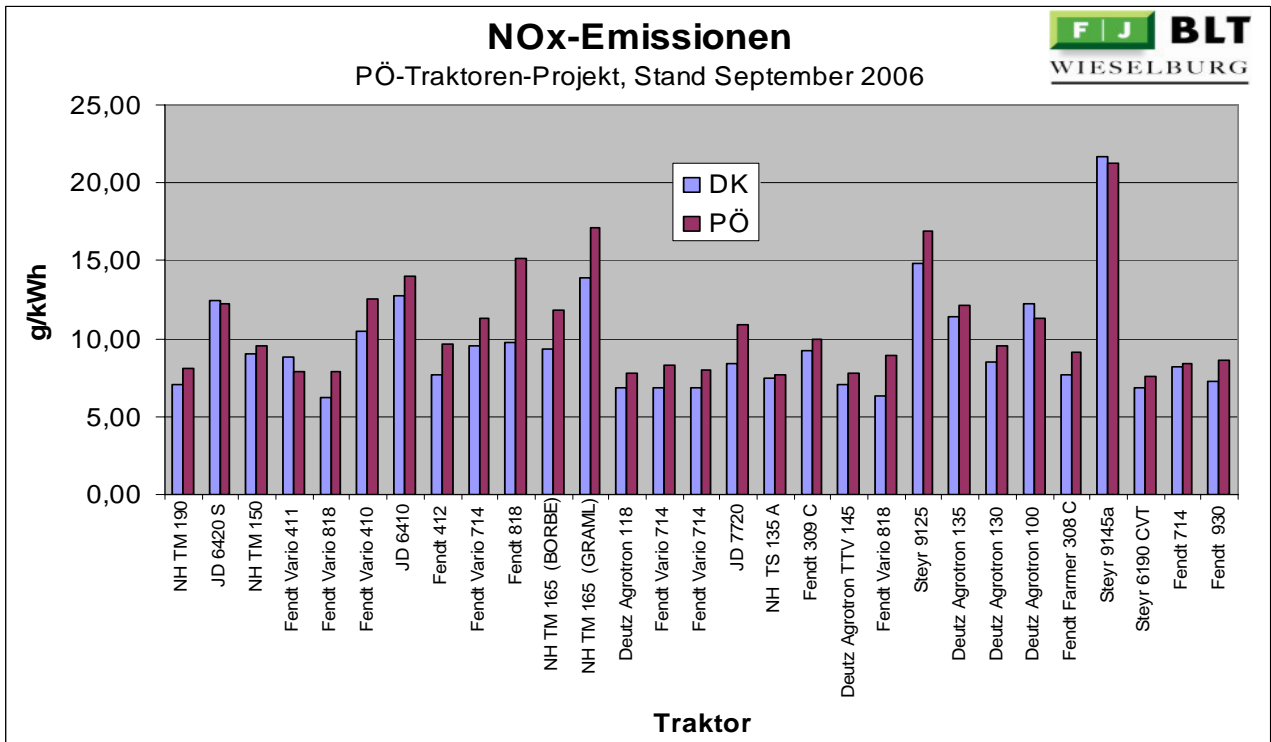


Abbildung 14: NOx Emissionen

Die Leistung und der Verbrauch werden am Beispiel des Traktors 16 dargestellt.

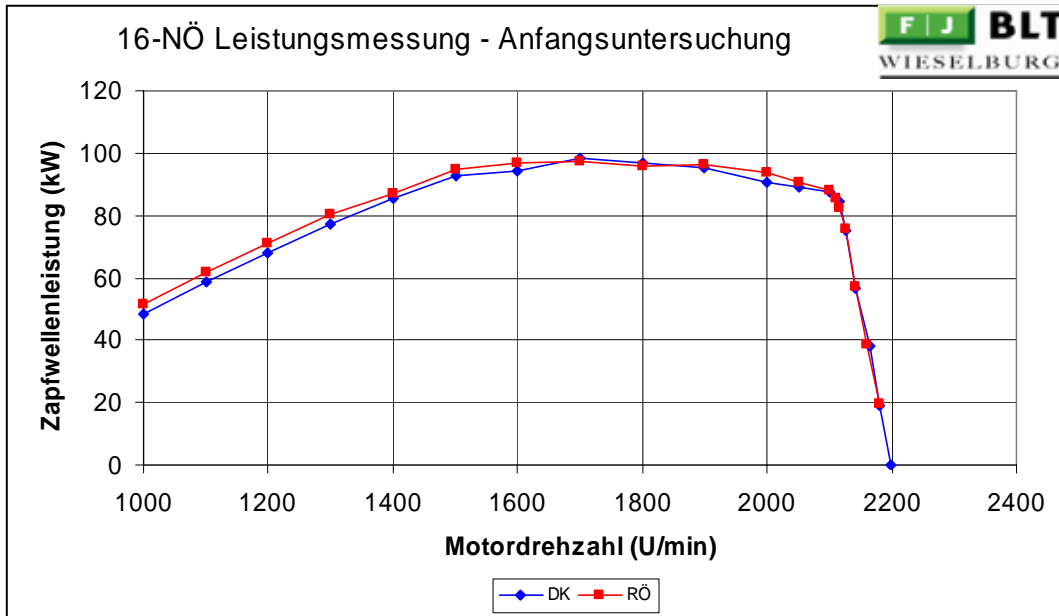


Abbildung 15: Leistungsmessung Traktor 16

Bei diesem Traktor ist die Leistungskurve mit Diesel und mit Pflanzenöl sehr ähnlich. Dies spiegelt die grundsätzliche Tendenz wider, das heißt die Leistungsmessungen ergaben ähnliche Werte bei nahezu allen Traktoren.

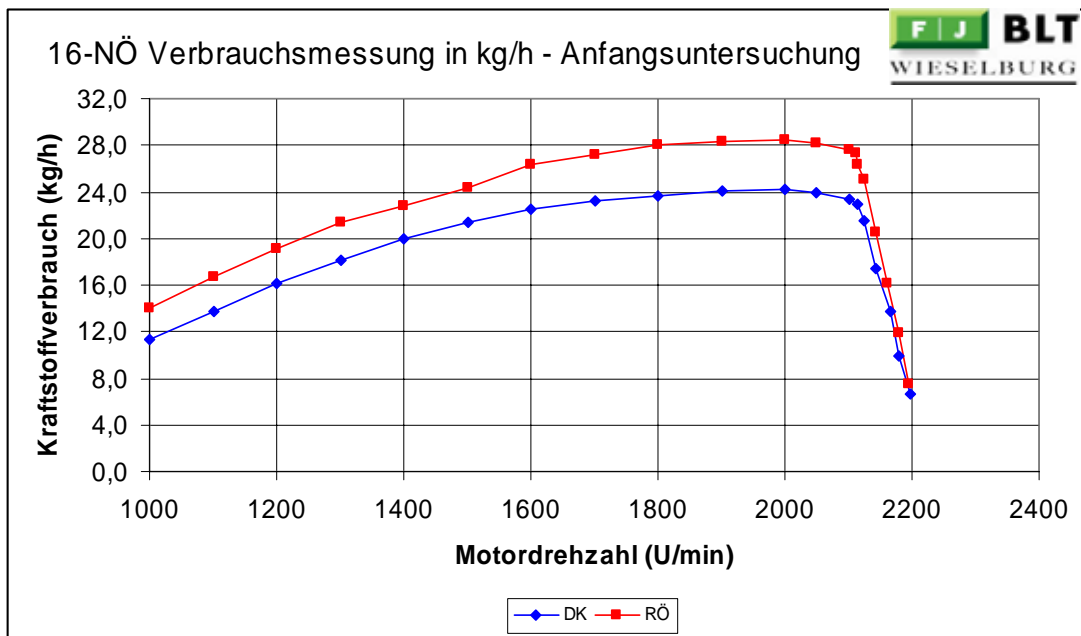


Abbildung 16: Verbrauchskurve in kg/h Traktor 16

Bedingt durch einen geringeren Energieinhalt von Rapsöl steigt bei gleicher Zapfwellenleistung der Kraftstoffverbrauch im Vergleich zu Dieselbetrieb an.

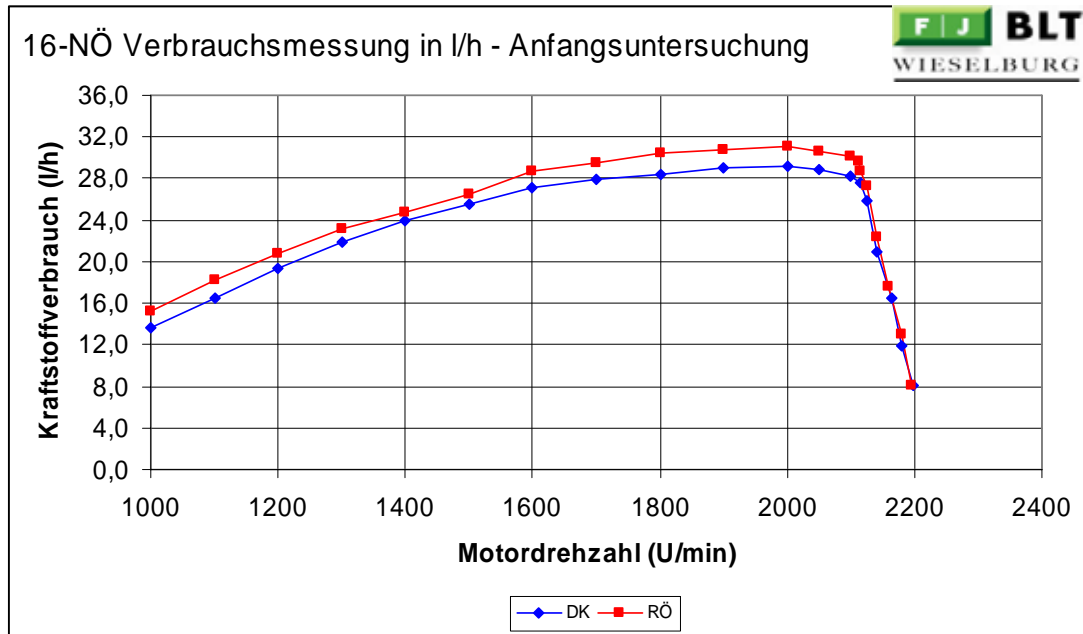


Abbildung 17: Verbrauchskurve in l/h Traktor 16

Bei allen Traktoren ergibt sich ein geringer Mehrverbrauch von Pflanzenöl im Vergleich zu Diesel. Die Differenz des Mehrverbrauchs verringert sich naturgemäß in der Darstellung in Liter pro Stunde. Dies beruht auf der höheren Dichte von Pflanzenöl.

2.2.4 Datenlogger

An zehn ausgewählten Traktoren wurde eine spezielle Messausrüstung installiert. Dabei wurde jeweils ein Datenlogger Mikromec Multisens MLM824n auf dem Traktor integriert. Dieses Messsystem liefert alle zwei Minuten einen Messwert an die nachfolgend angeführten Messstellen. Mittels eines GSM Modems kann der Datenlogger fernbedient bzw. können die Daten übertragen werden.

Tabelle 4: Kanalbelegung Mikromec Multisens MLM824n

| Kanal | Sensor | Messstelle |
|-------|----------|------------------|
| 1 | U_10V | Zündspannung |
| 2 | Pt 100 | Ansaugluft |
| 3 | Pt 100 | Motoröl |
| 4 | Pt 100 | Kühlflüssigkeit |
| 5 | Pt 100 | Kraftstofffilter |
| 6 | PT 100 | Kraftstofftank |
| 7 | TK1 1300 | Abgas |
| 8 | Drehzahl | |

Nachfolgend werden einige Histogramme des Traktors 02 beispielhaft angeführt.

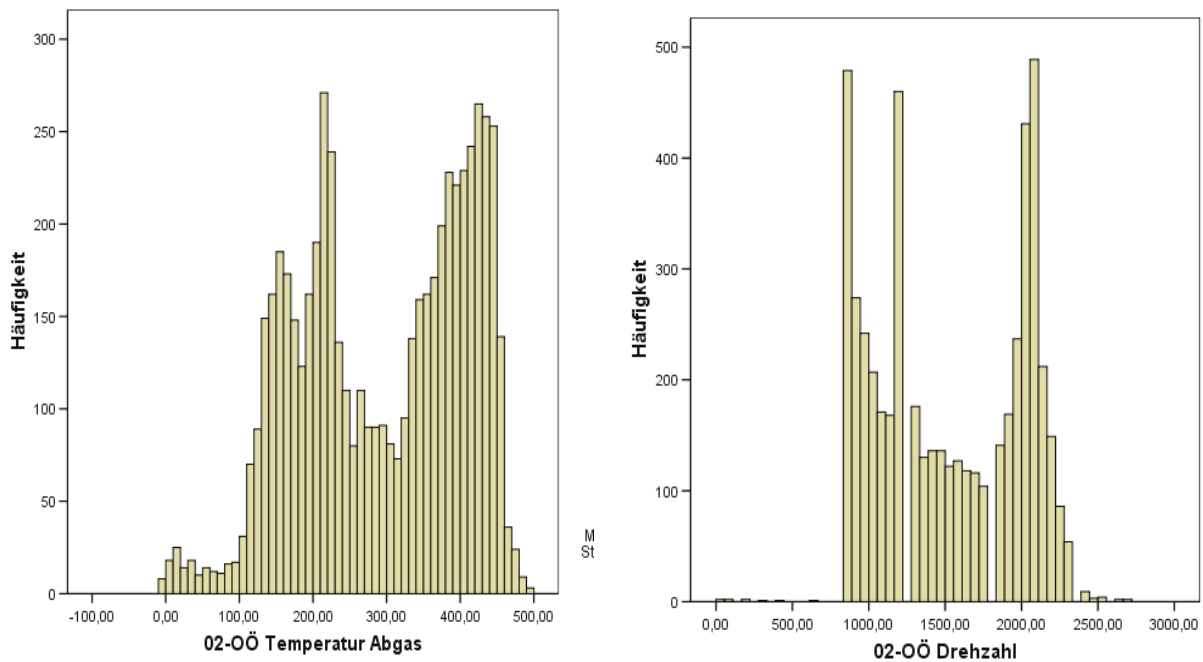


Abbildung 18: Histogramme Abgastemperatur und Drehzahl Traktor 02

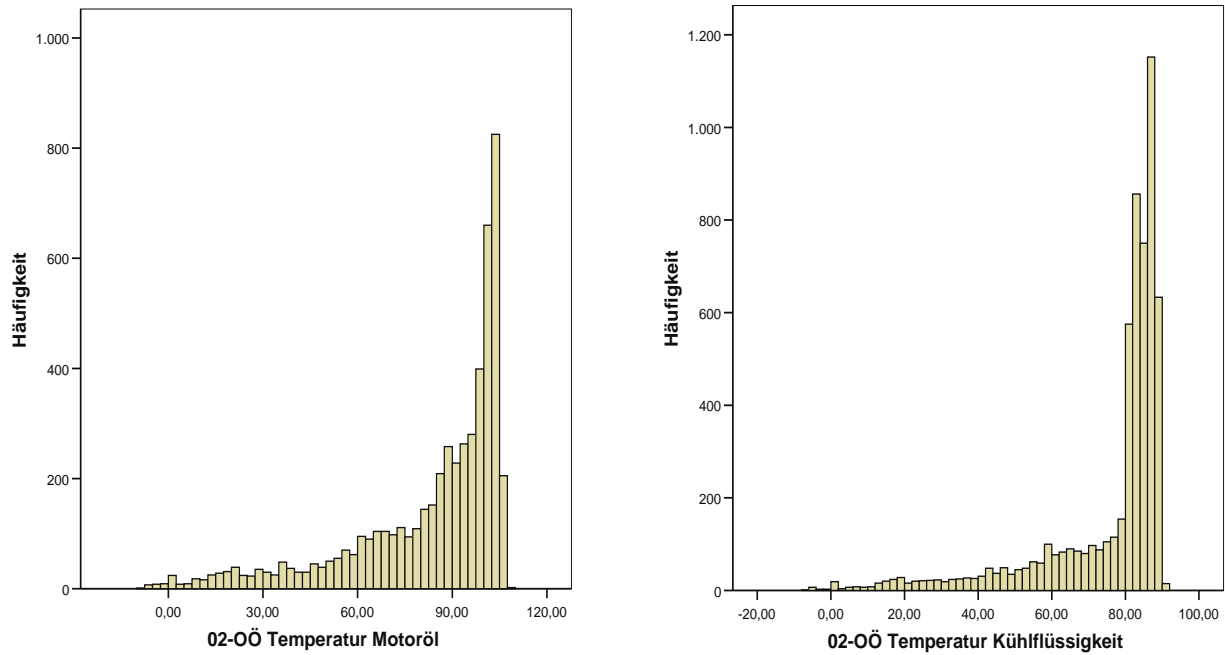


Abbildung 19: Histogramme Motoröltemperatur und Kühlflüssigkeitstemperatur Traktor 02

Die Häufigkeitsverteilungen zeigen wie oft welche Werte in welchem Temperaturbereich aufgezeichnet wurden. Die Maximaltemperaturbereiche beim Motoröl des Traktors 02 lagen z.B bei rund 110°C.

2.3 Öffentlichkeitsarbeit

2.3.1 Website

Für die Traktor- und PKW-Pflanzenölprojekte wurde von AGRAR PLUS eine eigene Website eingerichtet:

www.pflanzenoel.agrarplus.at

Nachfolgender Link führt direkt auf die Seite des Pflanzenöl-Traktoren-Projektes:

<http://pflanzenoel.agrarplus.at/traktor.php>

Seit Projektbeginn bis September 2006 konnten 150.000 Anfragen, die eindeutig der Pflanzenöl-Website zugeordnet werden können, verzeichnet werden.

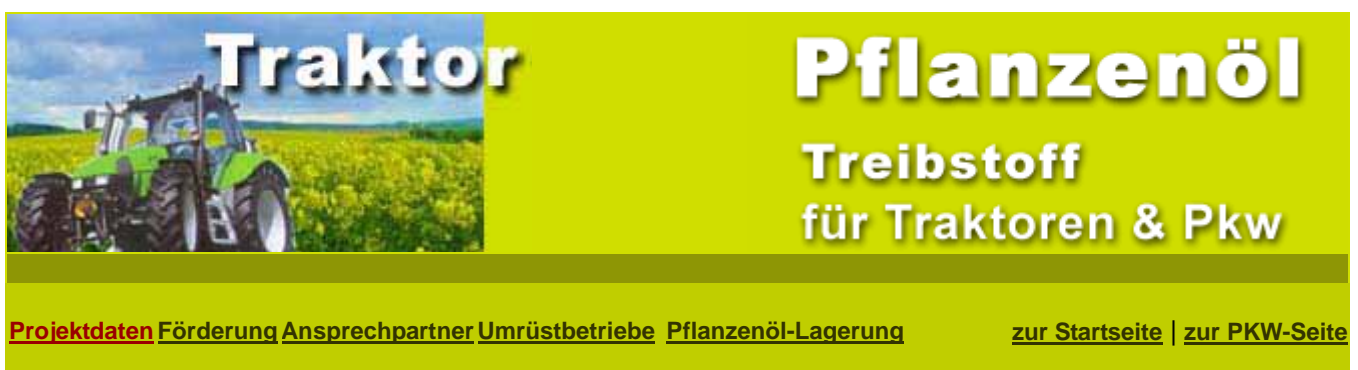


Abbildung 20: Startseite der Pflanzenöltraktoren-Website

2.3.2 Vorträge

Bis September 2006 wurden im Rahmen des Projektes 65 Vorträge im In- und Ausland (Deutschland, Italien, Ungarn) gehalten. Dabei konnten einige Tausend interessierte Landwirte, Landmaschinenmechaniker, Händler usw. erreicht werden.

2.3.3 Broschüre

Ein voller Erfolg wurde die Pflanzenölbroschüre, die erstmals im September 2005 mit 3.300 Stück aufgelegt wurde. In dieser Broschüre sind alle Bereiche rund um Pflanzenöl als Treibstoff enthalten. Bereits im Juni 2006 wurde eine Neuauflage mit 10.000 Stück notwendig. Auf unserer Projekthomepage ist die elektronische Version der Broschüre unter folgendem Link zu finden und herunter zu laden:

www.pflanzenoel.agrarplus.at/pdf/broschuere_pflanzenoel_treibstoff_2auflage.pdf

Neben den erwähnten Bestandteilen der Öffentlichkeitsarbeit, sind zusätzlich diverse Veröffentlichungen in Zeitungen, Beratungen via Telefon und e – mail, sowie Meetings innerhalb des Projektes zu nennen. Um Doppelarbeiten zu vermeiden und Synergieeffekte zu nutzen, wird weiters ein reger Informationsaustausch mit anderen Pflanzenölinitiativen gepflegt.

3 Zusammenfassung 09/2006

Der Einsatz von Pflanzenölen als Ersatz für fossile Energie erscheint in vielerlei Hinsicht wünschenswert. Gerade für die Landwirtschaft ist es im Sinne der Kreislaufwirtschaft attraktiv, da Produktion und Verbrauch dezentral erfolgen können. Neben Umweltvorteilen bringt die Nutzung von Pflanzenölkraftstoffen auch eine gewisse Unabhängigkeit von fossilen Produkten.

Da biogenes Pflanzenöl und fossiler Diesel unterschiedliche Eigenschaften aufweisen, ist eine Verwendung von Pflanzenöl als Kraftstoff ohne Umrüstung herkömmlicher Seriidieselmotoren nicht empfehlenswert. In den letzten Jahren entstanden immer mehr Firmen, die solche Umrüttlösungen von Serienfahrzeugen anbieten. Generell lassen sich diese Umrüstvarianten in Eintank- und Zweitanksysteme einteilen. Grundsätzlich wird bei fast allen Umrüstvarianten aufgrund der hohen Viskosität des Pflanzenölkraftstoffes vorgewärmt. Beim Zweitanksystem sind sowohl ein Rapsöl- als auch ein Dieseltank am Fahrzeug vorhanden. Meist schaltet ein Steuergerät je nach Auslastung und Temperatur zwischen Rapsöl- und Dieselbetrieb um. Ungünstige Betriebsbedingungen sowie Start und Abstellvorgang erfolgen mit fossilem Dieselmotorkraftstoff.

Mit dem Projekt „Rapsöl als Treibstoffalternative in der Landwirtschaft“, welches von Oktober 2003 bis Mai 2008 läuft, soll die Praxistauglichkeit solcher „Pflanzenöltraktoren“ in einem Flottenversuch mit 35 Traktoren festgestellt werden.

Hierzu wird die Flotte über die gesamte Kette der Pflanzenölnutzung über drei Jahre wissenschaftlich betreut und dokumentiert. Dazu werden Anfangs- und Enduntersuchungen mit Leistungs- und Emissionsmessungen an den Traktoren durchgeführt. Weiters wird das Motoröl alle 50 Betriebsstunden beprobt und analysiert. Zusätzlich werden regelmäßig Kraftstoffproben sowohl von der Ölmühle als auch von den Lager- und Fahrzeugtanks gezogen.

Bis jetzt wurden innerhalb des Projektes 31 Traktoren, zwei Hoftracs und ein Bewässerungsaggregat auf Pflanzenölbetrieb umgerüstet. Hierbei wurde achtzehn Mal ein Zweitanksystem und sechzehn Mal ein Eintanksystem verwendet. Die Traktoren haben innerhalb des Projektes bis September 2006 bei einem Pflanzenölverbrauch von rund 300.000 Litern 27.500 Betriebsstunden absolviert, wobei fünf Traktoren bereits mehr als 1.500 Betriebsstunden mit Pflanzenöl gefahren sind.

Bei den umgerüsteten Traktoren wurden Leistungs- und Emissionsmessungen durchgeführt. Die Leistungskurve von Pflanzenöl unterscheidet sich nicht wesentlich von der Dieselleistungskurve, jedoch wurde ein Mehrverbrauch beim Rapsölbetrieb festgestellt. Bei den Emissionen liegen die Werte von CO und HC bei Rapsölbetrieb im Durchschnitt unter den entsprechenden Werten bei Dieselbetrieb. Bei den NO_x-Emissionen sind die Werte bei Rapsölbetrieb jedoch höher als bei Dieselbetrieb.

Insgesamt wurden im Rahmen des Projektes bis September 2006 über 700 Motorölproben gezogen und analysiert. Die Analysenergebnisse der Motorölproben liegen zum überwiegenden Teil im Normalbereich. Es konnten die vom Fahrzeughersteller empfohlenen Wechselintervalle beibehalten werden. Unterschiede zeigten sich bei den

verschiedenen Umrüstvarianten. So weisen Motorölwechselproben von Eintanksystemen tendenziell einen höheren Eintrag von Ruß- und Kraftstoffgehalt auf.

Als Flottentreibstoff wird Rapsöl nach den Spezifikationen der Österreichischen Kraftstoffverordnung verwendet. Die Vornorm DIN V51605 „Kraftstoffe für Pflanzenöлтаugliche Motoren Rapsölkraftstoff – Anforderungen und Prüfverfahren“ wurde mit 1. Juli 2006 veröffentlicht. Rund 400 Rapsölproben wurden im Rahmen des Projektes bereits analysiert. Hierbei sind die häufigsten Grenzwertüberschreitungen bei der Gesamtverschmutzung zu finden, obwohl sich die Werte im Schnitt über die Projektlaufzeit verbessert haben und jetzt im Schnitt unter dem Grenzwert von 25 mg/kg liegen. Bei der Neutralisationszahl und dem Phosphorgehalt traten innerhalb des Projekts keine Probleme auf. Die Analysen des Wassergehalts weisen vor allem in den Lagertankproben viele Werte nahe am Grenzwert auf. Bei der Oxidationsstabilität liegen die Mittelwerte der Ölmühlen gerade noch über dem Grenzwert, bei den Lagertankproben jedoch klar darunter.

Grundsätzlich laufen die Traktoren zufrieden stellend, verbindliche Aussagen über die Eignung der Umrüstsysteme können erst mit Projektende nach Öffnung der Motoren gemacht werden.