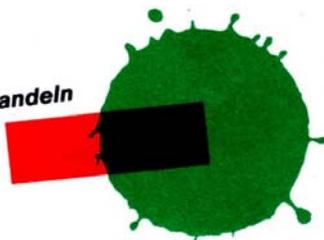


Energie vom Acker

Der Einsatz von Pflanzenölen als Treibstoff für herkömmliche Dieselfahrzeuge



Vom Wissen zum Handeln



**AG Energie, Gymnasium Bad Essen,
Arbeitsgruppe Pflanzenölautos**

Wettbewerbsbeitrag 2004 zum Bundesum-
welt-Wettbewerb VOM WISSEN ZUM
HANDELN

Ein Wettbewerb des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

Liebe Leserinnen und Leser,

wir freuen uns, Ihnen mit der vorliegenden Arbeit einen der beiden **Hauptpreise** beim **Bundesumweltwettbewerb „Vom Wissen zum Handeln“** vorstellen zu können!

Am Freitag, den 17. September 2004 wurde diese Arbeit im **Forschungszentrum Jülich**, einer der angesehensten Forschungseinrichtungen in Deutschland, mit dem Hauptpreis ausgezeichnet

Ohne uns über den grünen Klee loben zu wollen, haben wir doch eine außerordentlich positive Bilanz unserer Arbeit vorzuweisen:

5 mal haben wir uns bisher am Bundesumweltwettbewerb beteiligt und 5 mal wurden wir mit einem Preis ausgezeichnet: 2000 mit einem **Sonderpreis**, 2003 mit einem **Förderpreis** und nun, in diesem Jahr bei drei eingereichten Arbeiten mit einem **Haupt-**, einem **Sonder-** und einem **Anerkennungspreis**.

Diese Bilanz wird uns weiter darin bestärken unsere Arbeit fortzusetzen, denn trotz aller bisherigen Erfolge sind wir von unserem eigentlichen Ziel, dem Solarkreis Wittlage noch ein gutes Stück entfernt. Unter dem Arbeitstitel „Solarkreis Wittlage“ wollen wir eine vollständige Versorgung des Altkreises Wittlage mit erneuerbaren Energien erreichen. Dass dieses Ziel realistisch ist, wurde uns im vergangenen Jahr durch die Verleihung des Förderpreises für eben diese Zielsetzung bescheinigt.

Wir würden es sehr begrüßen, wenn auch Sie – als Leserinnen und Leser dieser Zeilen – uns bei unserer Arbeit unterstützen würden. Für den Fall einer aktiven Beteiligung nehmen Sie bitte über die Webseiten

www.solarkreis-wittlage.de oder **www.ag-energie.org**

Kontakt mit uns auf. Wenn Sie uns ideell unterstützen möchten, geben Sie bitte dieses eBuch an möglichst viele Bekannte weiter.

Sie unterstützen damit die ökologische Weiterentwicklung unserer ländlichen Region und stärken deren Wirtschaftskraft, weil mit jeder selbst gewonnenen Kilowattstunde Energie der Geldmittelfluss aus der Region heraus verringert wird. Jede Kilowattstunde Strom, die nicht von außen gekauft werden muss und jeder Liter Öl oder Kubikmeter Gas, der durch selbst erzeugte Energie ersetzt wird, ist ein Gewinn für die Umwelt und für den Geldbeutel unserer Altkreisbewohner.

Über obige Webseiten werden wir Sie laufend über unsere Fortschritte unterrichten.

Für den Fall einer materiellen Unterstützung können Sie einen kleinen Geldbetrag auf das Konto des Fördervereins, Gymnasium Bad Essen mit

dem Hinweis „**AG Energie**“ überweisen:

Konto 2040434 bei der Sparkasse Osnabrück, BLZ 265 501 05.

Ab einem Spendenbetrag von 25,-- Euro wird eine Spendenquittung ausgestellt.

Herzlichen Dank für Ihre Unterstützung!

Ihre AG Energie

September 2004

Inhaltsverzeichnis

Teil I WISSEN	1
Pflanzenöl statt Diesel?	1
Einleitung	1
Warum überhaupt Pflanzenöl nutzen? Es gibt doch Diesel!	1
1. Ende des Erdölzeitalters	1
2. Schutz des Klimas	2
Welche Ölpflanzen gibt es in Mitteleuropa und weltweit?	5
Was sind Öle und Fette?	6
Wie unterscheidet sich reines Pflanzenöl von Biodiesel	7
RME	7
PÖL (Pflanzenöl)	9
PÖL statt Erdöl?	9
Welche Öle sind als Treibstoff geeignet?	10
Welche Motoren sind für Pöl geeignet?	10
Unterschied Benzin-Dieselmotor	10
Möglichkeiten der Pflanzenölgewinnung im Altkreis Wittlage	12
Umbauten an Fahrzeugen für den Betrieb mit Pflanzenöl	12
Eignung von Einspritzpumpen	14
Düsentechnik	15
Wie gewinnt man Pöl?	15
Kann man auch Frittenfett verwenden?	15
Teil II HANDELN	16
Experimente mit PÖL	17
Physikalische Eigenschaften (Viskosität, Dichte)	17
Die Viskositätsmessungen	19
Was haben wir erreicht?	22
Wie kann es weiter gehen?	23
Quellenangaben:	24
Internetquellen:	24
Anhang	25
Unser Besuch bei den Vortella-Werken	25
Textvorlage des Pölvortrags, gehalten von Stefan auf dem 1. Pölertreffen im Raum Osnabrück am 05. 02. 2004	27
Viskositätsmessungen von Pöl mit dem Kugelfallviskosimeter	32
Umrüstung eines Citroen AX	43
Das erste Pölertreffen im Raum Osnabrück (05. 02. 2004)	46
Bericht über unsere Arbeit im Wittlager Kreisblatt	47
Artikel im Eichen-, Linden-, Kastanienblatt	48
Reaktionen einiger Teilnehmer unseres Pölertreffens	49

Teil I WISSEN

Pflanzenöl statt Diesel?

Einleitung

Seit einiger Zeit mehren sich die Hinweise, dass mehr und mehr Autofahrer ihre Dieselfahrzeuge auf den Betrieb von reinem Pflanzenöl umstellen. In unserer Ausarbeitung woll(t)en wir der Frage nachgehen, ob dies ein ökologisch gangbarer Weg ist, den Autoverkehr der Zukunft zu gestalten. Dazu haben wir viele im Internet verfügbare Informationen ausgewertet sowie konkrete Kontakte zu Autofahrern aufgenommen, die bereits ihre Autos mit „PÖL“ (so wird Pflanzenöl in diesen Kreisen genannt) betreiben. Außerdem haben wir geprüft, ob es möglich ist, im Rahmen unseres Energiekonzeptes für den Altkreis Wittlage (vgl. Wettbewerbsbeitrag 2003 „Erneuerbare Energien für die ländliche Region – ein Baustein moderner Energieversorgung“) einen Teil des in unserem Einzugsgebiet benötigten Treibstoffes unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit selber zu erzeugen. Dafür kommt praktisch nur die Produktion von Pflanzenöl in Frage.

Für den ländlichen Raum ist der Weg der Eigenproduktion durchaus interessant, weil angesichts hoher und möglicherweise weiter steigender Spritpreise hier eine Alternative geschaffen wird, die auch beim Verbraucher zunehmend auf Interesse stößt und dadurch Arbeitsplätze erhält oder sogar neu schaffen kann. Das könnte der Landwirtschaft zu einer neuen Einnahmequelle verhelfen. Nicht umsonst gibt es seit einiger Zeit den Begriff „Landwirt als Energiewirt“ bzw. das Schlagwort vom Bauern als „Ölscheich von morgen“.

(ar)

Warum überhaupt Pflanzenöl nutzen? Es gibt doch Diesel!

Es gibt mindestens zwei große Themenbereiche, die im Zusammenhang mit dieser Frage berücksichtigt werden müssen und auf die wir jetzt kurz (für eine ausführliche Darstellung der schwierigen Zusammenhänge fehlt hier der Platz) eingehen wollen:

1. Ende des Erdölzeitalters

Es ist sehr schwer sich einen objektiven Eindruck von der tatsächlichen Reichweite der Erdölvorkommen zu machen. Häufig wird sie auf ca. 40 Jahre geschätzt, wobei allerdings immer wieder darauf hingewiesen wird, dass neben dem reinen Öl auch noch so genannte Ölsände und Ölschiefer mit einem kleinerem Wasserstoff-Kohlenstoff-Verhältnis vorhanden seien (diese erfordern eine aufwändigere Bearbeitung), die die Reichweite des Öls bis weit ins nächste (22.) Jahrhundert hinein verlängern könnten. Skeptiker (vg. z. B. www.oelkrise.de) bezweifeln dies jedoch.

Unbestritten ist, dass heute ca. 75% des geförderten Öles aus 1% der Ölfelder stammen, so dass bei deren Erschöpfung die Förderkosten sich sehr stark ausweiten könnten.

Außerdem muss berücksichtigt werden, dass sich gerade entwickelnde Industrieländer sowie die so genannten Schwellenländer China und Indien eine immer stärker werdende Nachfrage entwickeln. In dem Buch „Grün gewinnt“ wird eindrucksvoll beschrieben, dass eine Reihe von Förderländern, die noch vor Kurzem Öl exportiert haben, wegen eines wachsenden Eigenbedarfs inzwischen zu Ölimporteuren geworden sind. Weitere Länder werden dieser Entwicklung folgen.

Die Situation bleibt also insgesamt undurchsichtig und es wäre unvorsichtig, sich auf eine gesicherte Erdölversorgung zu verlassen. In wie weit die militärischen Aktionen der USA in der jüngsten Zeit das Ziel hatten, für die USA die Ölversorgung zu sichern, können wir hier

nicht näher untersuchen, doch sollte dieser Gesichtspunkt, den Franz Alt in seinem Buch „Krieg um Öl statt Frieden durch die Sonne“ (vgl. Quellenangaben) beleuchtet, zumindest nicht unerwähnt bleiben.

2. Schutz des Klimas

Wahrscheinlich noch viel dringlicher als die Frage der zur Neige gehenden fossilen Brennstoffe ist die Klimaproblematik, die allgemein unter dem Schlagwort „Treibhauseffekt“ diskutiert wird. Weltweit herrscht unter den entsprechenden Wissenschaftlern große Übereinstimmung, dass das durch die Verbrennung kohlenstoffhaltiger Energieträger Kohle, Erdöl, -gas entstehende Kohlendioxid als Treibhausgas einen Einfluss auf das künftige Erdklima hat, wobei die zu erwartenden Auswirkungen nicht eben wünschenswert sind (Zunahme von Wetterextremen wie starken Stürmen, Dürre einerseits, Überschwemmungen andererseits (vgl. das El-Niño-Phänomen), Verschiebung von Klimazonen und damit Auswirkungen auf ganze Ökosysteme, Anstieg des Meeresspiegels, usw. (Ausführlichere Darstellungen zum Thema Klimaänderung finden sich in der Linkliste auf unserer Internetseite (www.ag-energie.org)).

Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, den Ausstoß von Kohlendioxid in die Atmosphäre zu verringern und den vom Menschen verursachten Teil davon (anthropogener Treibhauseffekt) mittelfristig – also noch in diesem Jahrhundert! – stark zurück zu fahren. Das ist aber nur durch eine vollständige Umstellung des weltweiten Energiesystems möglich, das heute noch zu mehr als 80% auf den fossilen Energieträgern beruht.

Es ergibt sich jetzt die Frage, welche Energien künftig an die Stelle der fossilen Energieträger treten sollen. Die mitunter ins Spiel gebrachte Kernfusion wird unserer Meinung nach in Zukunft keine große Bedeutung spielen, weil sie – wenn überhaupt – erst viel zu spät, nämlich erst in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts in größerem Maße genutzt werden könnte. Da die noch zu lösenden Energieprobleme so groß sind, wird das zu spät sein. Auch die Kernenergie spielt offensichtlich in Zukunftsplänen eine immer geringere Rolle. Ein weiterer Ausbau scheint nicht stattzufinden und offen ist nur, wann der weltweit letzte Reaktor abgeschaltet wird.

Der viel zitierte Wasserstoff kommt auch nicht in Betracht, da Wasserstoff zwar eine Energie liefernde Reaktion eingeht, aber keine Energiequelle darstellt, denn freien Wasserstoff gibt es auf der Erde praktisch nicht. Der gesamte Wasserstoff liegt bereits in chemisch gebundener Form vor und kann nur durch Energieeinsatz in eine nutzbare Form (H₂) überführt werden.

Ausführlichere Informationen zu den vorgenannten Themen finden sich auf unserer Internetseite, so dass wir hier auf Wiederholungen verzichten (www.ag-energie.org/energiezukunft.php).

Ausweg scheint dabei allein die Nutzung der erneuerbaren oder regenerativen Energien zu sein, die mit Ausnahme der Gezeitenenergie (geringe Bedeutung) und Erdwärme (durchaus beträchtliche Potentiale) ausschließlich Erscheinungsformen der Sonnenenergie sind (Photovoltaik, Solarthermie, Wasserkraft, Windenergie, Biomasse). Insgesamt steht über die Nutzung dieser Energieformen der Menschheit für alle Zeiten eine ausreichende Energieversorgung zur Verfügung, da einzelne dieser Energieformen mehr Energie bereit stellen können, als die gesamte Menschheit heute beansprucht. Überschlägig gerechnet kann man sagen, dass die Sonne ca. 10.000 Mal so viel Energie auf die Erde einstrahlt, wie die Menschheit heute „verbraucht“¹⁾. Nach menschlichen Ermessen kann also die Nutzung der erneuerbaren Energien alle unsere Bedürfnisse befriedigen.

1) Wir benutzen hier den in der Alltagssprache häufig zu findenden Begriff des „Energieverbrauchs“, obwohl physikalisch gesehen Energie nicht „verbraucht“ sondern nur von einer höher wertigen Form (Beispiel Strom) in eine niedriger wertige Form (z. B. Wärme) überführt wird.

In diesem Zusammenhang muss allerdings noch ein anderes Problem erwähnt werden, ohne dessen Lösung auch das Energieproblem nicht in den Griff zu bekommen ist: die Weltbevölkerungsentwicklung. Bei einem weiteren Anstieg der Bevölkerungszahl ist der Wettlauf zur Umstellung des Energiesystems wahrscheinlich nicht zu gewinnen, da zur Zeit der Ausbau der erneuerbaren Energien mit dem Gesamtanstieg des Energieverbrauchs nicht Schritt halten kann. Obwohl die erneuerbaren Energien immer mehr genutzt werden, geht der prozentuale Anteil momentan zurück, da auch die anderen Energieträger – mit Ausnahme der Kernenergie – in immer stärkerem Umfang ausgebaut werden.

Eine interessante Übersicht dazu findet sich auf der Internetseite von Volker Quaschnig (<http://www.volker-quaschnig.de/datserv/CO2/index.html>), die wir zur Verdeutlichung des hier Gesagten abdrucken:

Länder mit den höchsten Kohlendioxidemissionen		
Land	CO2-Emissionen durch Verbrennung fossiler Energieträger in Mt	Pro-Kopf-Emissionen in t
1 USA	5.673	19,84
2 China	3075	
3 Russland	1.519	10,50
4 Japan	1132	
5 Indien	1.013	0,98
6 Deutschland	850	10,32
7 Großbritannien	541	9,20
8 Kanada	520	16,72
9 Südkorea	436	9,21
10 Italien	425	7,34

Quelle: IEA, Stand: Jahr 2001, zitiert nach www.Volker-Quaschnig.de

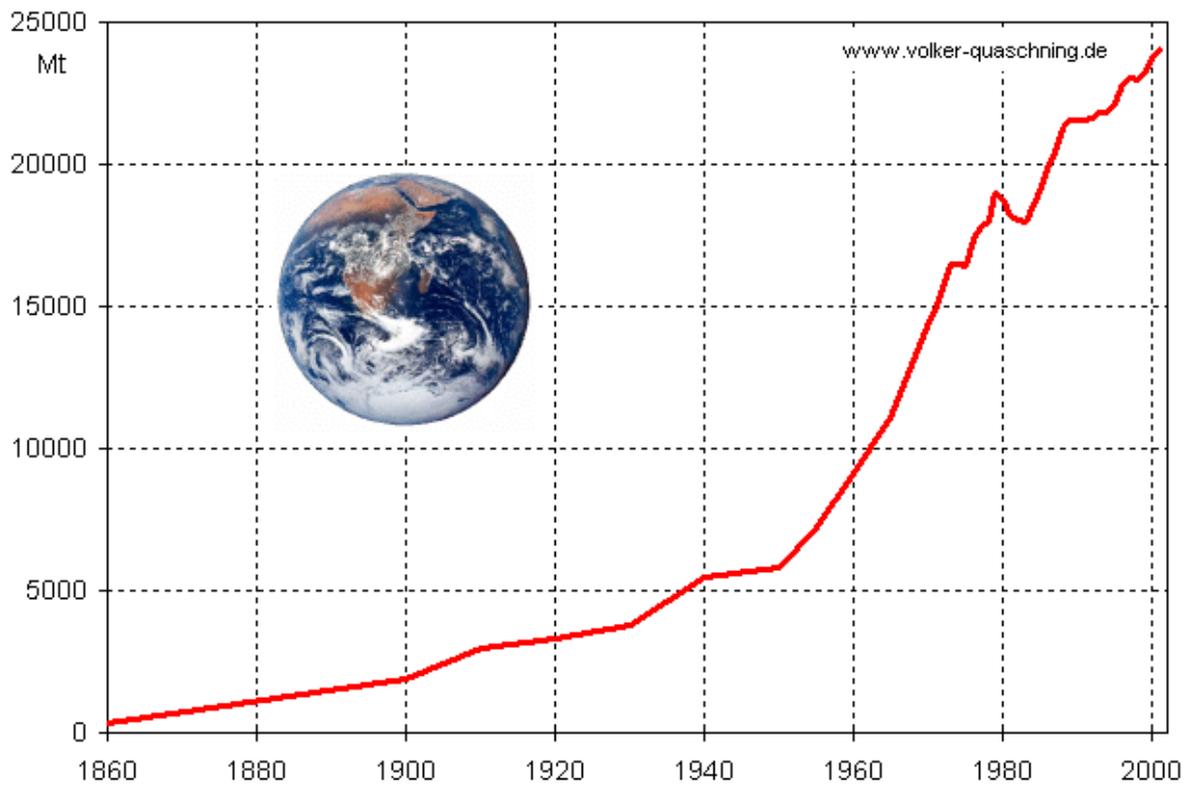
Obwohl China und Indien einen im internationalen Vergleich sehr geringen Pro-Kopf-Ausstoß an CO₂ haben, gehören sie wegen ihres hohen Bevölkerungsanteils zu den 5 Ländern mit dem höchsten absoluten Ausstoß. Es ist leicht nachzuvollziehen, welchen Problemen wir entgegen gehen, wenn diese Länder unseren Lebensstil mit zum Beispiel unserer Fahrzeugdichte (Deutschland ca. 550 Pkw/1000 EW, USA 780 Pkw/1000 EW) kopieren wollten.

Durch den weltweiten Anstieg der Bevölkerungszahlen und die weiter voran schreitende Industrialisierung wird der Energieverbrauch und damit auch der CO₂-Ausstoß immer größer.

Dass es möglich ist die Abgabe an Kohlenstoffdioxid zu verringern, zeigt sich in der nachfolgenden abflachenden Kurve. Auch die Öl(preis)krisen von 1973 und 1979 trugen durch das Einsparen von Öl dazu bei. Ebenso der Zusammenbruch des Ostblocksystems (Sozialismus) zu Beginn der 90er Jahre ist in der Kurve ablesbar (verzögerter Anstieg). Wenn also durch ungeplante Einwirkungen auf die Weltwirtschaft ein Rückgang der CO₂-Emissionen möglich ist, so haben wir auf jeden Fall die Hoffnung, dass ein gezieltes Eingreifen durch eine aufgeklärte Menschheit einen dauerhaften Rückgang des CO₂ erreichen kann.

Unsere eigenen Bemühungen dazu stellen zwar nur einen sehr kleinen Beitrag dar, doch können viele solche Aktionen zusammen einiges bewirken: **„Viele kleine Leute an vielen kleinen Orten, die viele kleine Dinge tun, können das Gesicht der Welt verändern.“** (ar)

Weltweite CO₂-Emissionen durch Verbrennung fossiler Energieträger:



Welche Ölpflanzen gibt es in Mitteleuropa und weltweit?

Weltweit existieren über 2000 verschiedene Ölpflanzenarten. In Mitteleuropa wären davon rund 50 anbaufähig, davon in Deutschland 15. Doch wird hier fast nur Raps (über 80%) und sonst Sonnenblumen sowie Öl-Lein angebaut, obwohl die Landwirtschaft 45% des gegenwärtigen Dieselbedarfs in Deutschland decken könnte.

Ein Beispiel: Angenommen, man würde bei uns Pflanzenöl ausschließlich aus 00-Raps gewinnen (dieser hat einen Kornertrag von rund 4 Tonnen pro Hektar und einen Ölgehalt von über 40%), dann könnte man mit 1,6 Tonnen Öl pro Hektar rechnen. Die reine Kaltpresse ohne Extraktion (bei der Extraktion wird der Presskuchen aus der Kaltpressung mit chemischen Lösungsmitteln (z. B. Hexan) behandelt, um das restliche Öl herauszuholen) kann man der Rapssaat 85% des Öls entziehen.

Bei der Pflanzenölgewinnung als Treibstoff ist es nicht notwendig, das Öl zu 100% zu gewinnen. Durch die Extraktion steigt der Energieaufwand, so dass das zusätzlich gewonnene Öl weniger Energie enthält, als zu seiner Gewinnung aufgewendet werden musste. Außerdem ist der zurückbleibende Presskuchen durch den höheren Ölanteil ein hochwertigeres Viehfutter.

Bei der Kaltpressung können also 1,36 t Rapsöl pro Hektar gewonnen werden. Raps ist aber eine so genannte selbstunverträgliche Pflanze, d. h. man kann Raps nicht zweimal hintereinander auf der gleichen Fläche aussäen, sondern nur alle 4 Jahre. Aus diesem Grund kann höchstens ein Viertel der vorhandenen Ackerfläche für den Rapsanbau genutzt werden. Bei 12 Millionen Hektar Ackerfläche in Deutschland können also 3 Millionen Hektar Raps angebaut werden. Diese würden dann rund 4 Millionen Tonnen Rapsöl ergeben.

2002 betrug der Inlandsabsatz von Dieselkraftstoff laut Mineralölwirtschaftsverband 28,6 Mio. Tonnen. So gesehen könnten also ungefähr 14% des Dieserverbrauchs durch Rapsöl ersetzt werden. Prof. Schrimppff von der Fachhochschule Weihenstephan gibt den durchschnittlichen heutigen Dieserverbrauch mit 9 Litern/100 km (einschließlich Lastwagen und Bussen) an.

Werden in der Zukunft verstärkt spritsparende Fahrzeuge eingesetzt und gelingt es so den Durchschnittsverbrauch auf 3 Liter/100 km zu senken, so könnte Rapsöl gut 40% des Dieserverbrauchs ersetzen. Zusätzliche Anteile ließen sich durch die Einfuhr von Pflanzenölen decken, da es weltweit riesige Flächen gibt, die für den Anbau von Ölpflanzen genutzt werden könnten.

Besonders interessant ist in diesem Zusammenhang auch die Jojobapflanze, deren Nuss zwar kein Öl sondern ein flüssiges Wachs liefert, das laut der Wissenschaftssendung „Nano“ (<http://www.3sat.de/nano/news/43913/index.html>) ein vollwertiger Ersatz für Diesel ist. Die Jojobapflanze wächst sogar auf Salzböden und in Halbwüsten, wo eine normale landwirtschaftliche Nutzung nicht möglich ist.

Weltweit gesehen ist die Menge an Pflanzenölen selbst für den heutigen Bedarf ausreichend. Untersuchen wir einmal das Beispiel der Ölpalme:

Ölpalmen liefern pro Hektar und Jahr rund 10.000 Liter Öl. Pro Quadratkilometer ließen sich also 1 Million Liter Öl gewinnen. Laut Mineralölwirtschaftsverband (www.mwv.de) betrug der Welterdölverbrauch 2002 3,543 Milliarden Tonnen. Umgerechnet (1000 Liter Erdöl = 0,863 t) ergibt das 4,11 Billionen Liter ($4,11 \cdot 10^{12}$ Liter). Man bräuchte also eine Anbaufläche von

$$4,11 \cdot 10^{12} \text{ Liter} / 1 \cdot 10^6 \text{ Liter/km}^2 = 4,11 \cdot 10^6 \text{ km}^2.$$

Prof. Schrimppff wählt die Fläche Afrikas als Bezugsgröße: 30 Millionen km^2 . Somit würden 14% der Fläche Afrikas genügen, um allein aus Ölpalmen so viel Öl zu gewinnen, wie der heutigen Erdölproduktion entspricht. Dehnt man diese Rechnung auf alle Ölpflanzen aus, so würde ein geringer Prozentsatz der Landflächen der Erde (136 Mio. km^2) ausreichen, um die Ölversorgung vom heutigen Umfang aus Ölpflanzen zu decken. Wenn wir durchschnittlich

5000 Liter pro Hektar Ölertrag annehmen, so reicht es aus, auf 6% der Landflächen Ölpflanzen anzubauen.

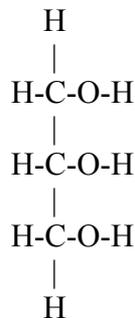
Daraus lässt sich folgern, dass es durchaus möglich wäre, genügend Pflanzenöl für alle erdenklichen Anwendungen zu produzieren. (md)

Quelle: Prof. Ernst Schrimppf, <http://people.freenet.de/sthl/poel/umweltD.htm>

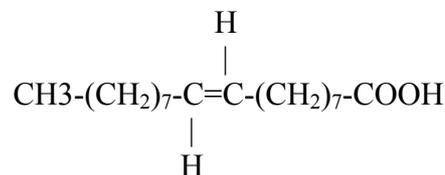
Was sind Öle und Fette?

Das Chemielexikon von H. Römpp definiert **Fette und Öle** als verschieden dickflüssige Produkte des Pflanzen- oder Tierkörpers. Diese bestehen chemisch gesehen im Wesentlichen aus gemischten Glycerinestern höherer Fettsäuren mit gerader Kohlenstoffanzahl. Dabei bezeichnet man bei Zimmertemperatur flüssige Fette als Öle.

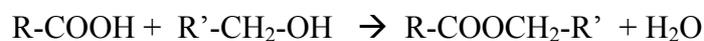
Glycerin ist ein dreiwertiger Alkohol, also ein Molekül mit drei Hydroxyl-Gruppen. Der wissenschaftliche Name ist Propantriol-1,2,3. Das Glycerinmolekül sieht in der Strukturformelschreibweise so aus:



Eine organische Säure besitzt die Gruppe $-\text{COOH}$ am Ende des Moleküls. Längerkettige Säuren, heißen **Fettsäuren**, weil sie oft als Bestandteile von Fetten gefunden werden. Zum Beispiel die **Ölsäure**:



Ein **Ester** liegt vor, wenn sich ein **Alkohol** ($\text{R-CH}_2\text{-OH}$) und ein Säuremolekül unter Wasserabspaltung verbinden:



(R u. R' stehen für Reste und bedeuten im einfachsten Fall ein Wasserstoffatom, sonst meist einen Alkylrest (d.h.: $-\text{CH}_3$, $-\text{C}_2\text{H}_5$, C_3H_7 , usw.) oder eben den Rest des Fettsäuremoleküls.

Fette sind somit **Triester des Glycerins**, weil alle drei OH-Gruppen des Glycerins über eine Esterbrücke mit je einer Fettsäure verbunden sind. Ein anderer möglicher Name für ein Fett wäre Triglycerid.

Fette haben in der belebten Welt (Tier- und Pflanzenreich) eine große Bedeutung als Energiespeicher. Von allen organischen Molekülen haben sie den höchsten Energiegehalt bezogen auf das Gewicht. Fette ergeben pro Gramm eine Verbrennungsenergie von 38 bis 39 Kilojoule, Eiweiße und Kohlenhydrate liegen dagegen nur zwischen 17 und 19 kJ (vgl. Römpp, Seite 1267).

Wegen ihres hohen Energiegehaltes findet man die Fette und Öle in allen Pflanzensamen, da sie so den Samen in der Keimungsphase mit Energie für sein Wachstum versorgen, bevor er selber zur Photosynthese fähig ist. Auch die Energiespeicherung im Tierkörper erfolgt über Fette.

Wegen dieses hohen Energiegehaltes und ihrer Brennbarkeit eignen sich insbesondere Pflanzenöle auch als Kraftstoff für Dieselmotoren. (ar, me)

Wie unterscheidet sich reines Pflanzenöl von Biodiesel

In Gesprächen stellten wir immer wieder fest, dass in der Bevölkerung die Begriffe Pflanzenöl als Treibstoff und Biodiesel gleich gesetzt werden. Deshalb wollen wir kurz auf die Unterschiede eingehen:

Wie vorstehend beschrieben, sind Pflanzenöle Triester des Glycerins. Da sie deshalb eine sehr hohe Molekülmasse haben und durch den komplexen Bau auch eine hohe Viskosität, sind sie nicht ohne weiteres als Treibstoff in herkömmlichen Dieselmotoren einzusetzen. Um diesen Nachteil zu umgehen, ist man auf die Idee gekommen Pflanzenöle chemisch so umzuarbeiten, dass ihre Viskosität mit der von Dieselkraftstoff vergleichbar ist. Dies geschieht durch Umesterung. Dabei wird das Ölmolekül durch Kochen mit einer stark alkalischen Lösung aufgespalten. Weil man früher – und auch heute noch - in einer ähnlichen Reaktion Seife herstellt(e), nennt man diese Reaktion auch Verseifung:



Die so frei gesetzten Fettsäuren werden anschließend – nachdem man das Glycerin abgetrennt hat - mit dem Alkohol Methanol wieder verestert. Deshalb spricht man von **Umestern**:



Auf diese Weise erhält man den **Rapsölmethylester** oder auch **RME**. Unter den Anhängern **biogener** Kraftstoffe – also aus Biomasse hergestellten Kraftstoffen im Gegensatz zu Erdölprodukten – gibt es zwei Lager, die sich zum Teil gegenseitig kritisieren, weil sie unterschiedliche Philosophien vertreten. (ar, me)

RME

Rapsölmethylester (Biodiesel) hat unbestritten den Vorteil, dass er – sofern das Auto dafür vom Hersteller freigegeben ist – völlig problemlos und ohne jegliche Umbaumaßnahmen am Motor, zudem in jedem beliebigen Verhältnis mit herkömmlichen Dieselkraftstoff gemischt, gefahren werden kann. Man kann jeder Zeit zwischen reinen Dieselbetrieb und reinem RME-Betrieb wechseln, ohne einen Unterschied im Fahrverhalten des Autos festzustellen. Scheinbar der ideale Dieseleratz und dazu noch umweltfreundlich!

Doch es gibt nicht nur Vorteile. Nicht jedes Diesel-Auto kann mit RME gefahren werden, da er ein anderes Lösungsverhalten als Dieselkraftstoff aufweist und die Gefahr besteht, dass Dichtungen im Kraftstoffsystem des Autos aufgelöst werden und Teile davon in die Einspritzpumpe gelangen. Die Schäden können sehr teuer werden.

Ein anderer Nachteil ergibt sich im Bezug auf die Umwelt: RME kann nur in entsprechend großen chemischen Betrieben umgewandelt werden (siehe Foto, das ein Modell einer
© www.ag-energie.org

Umesterungsanlage zeigt, das wir auf der Messe AGRITECHNICA in Hannover gefunden haben).



Eine solche Anlage ist natürlich sehr teuer und lohnt sich nur, wenn darin eine große Menge an Rapsöl umgearbeitet wird. Der Rohstoff (Rapssaat) muss also aus einem großen Anbauggebiet über viele Kilometer im Umkreis der Anlage oder sogar von weither herantransportiert werden.

Das widerspricht unserer Ansicht nach dem ökologischen Gedanken. Das Öl wird in der Fläche (Rapsacker) angebaut, dann auf einen Punkt (Ölmühle-Veresterungsanlage) konzentriert und anschließend wieder auf die Fläche (Endnutzer) verteilt. Vertreter dieses Konzeptes argumentieren nun, dass das durch das Umestern anfallende Glycerin, das sonst für industrielle Zwecke aus Erdgas synthetisch hergestellt werden muss, die Energiebilanz dieses Weges entscheidend verbessere. Demgegenüber sieht Prof. Schrimppff von der Fachhochschule Weihenstephan jedoch nur eine Energiegutschrift von 4% durch das Glycerin:

<i>Energieaufwand* bei</i>	<i>Rapsöl</i>	<i>RME :</i>
Ölpflanzen-Anbau (konventionell)	12 %*	12 %*
Öl-Gewinnung	3 %*	7 %*
Umesterung	--	17 %*
Glyzerin-Gutschrift	--	- 4 %*
<i>Insgesamt</i>	<u>15 %*</u>	<u>32 %*</u>

* bezogen auf den volumetrischen Energiegehalt des gewonnenen Kraftstoffs (100%)

Quellen: ELSBETT (1999), HARTMANN & STREHLER (1995:175), MAURER (2002:1-3), SCHARMER (2001:26), WAGNER (2000:16-27),

zitiert nach Prof. Dr. E. Schrimppff, FH Weihenstephan, Biodiesel oder Pflanzenöl?

Wir finden damit das reine Pflanzenöl gegenüber dem Biodiesel vorteilhafter, da wir an einer langfristig möglichst umweltfreundlichen Lösung interessiert sind, also den geringsten Energieaufwand anstreben. (ar, me)

PÖL (Pflanzenöl)

Wenn auch das Fahren mit reinem Pflanzenöl ökologisch vorteilhafter sein mag als mit RME, so besitzt Pöl ein paar Nachteile, die hauptsächlich in seinen physikalischen Eigenschaften zu finden sind. An erster Stelle ist hier die hohe Viskosität („Zähflüssigkeit“) zu nennen. Pöl ist viel dickflüssiger als Dieselmotorkraftstoff oder RME.

Das wirkt sich auf seine Eignung als Kraftstoff entsprechend aus. Es hat sich gezeigt, dass bei einigen Fahrzeugen bei warmem Motor (wenn zum Beispiel auch die Einspritzpumpe durch den Motorbetrieb warm geworden ist) die Verbrennung des Pöls gut abläuft und damit der Motor „rund“ läuft. Jedoch bei kaltem Motor und insbesondere bei niedrigen Außentemperaturen lässt sich das Pöl nicht so ohne weiteres verwenden.

Dem kann jedoch mit technischen Maßnahmen begegnet werden, die wir weiter unten genauer beschreiben (Vgl. Textvorlage von Stefans Vortrag im Anhang) (ar, me)

PÖL statt Erdöl?

Ist es nicht zu schade Pflanzenöl (Lebensmittel) zu verbrennen?

Vermindert der Anbau von Energiepflanzen den Anbau von Nahrungsmitteln?

Will man über die Möglichkeit nachdenken, Pflanzenöl für energetische statt für Nahrungsmittelzwecke anzubauen, so muss man sich die Frage gefallen lassen, ob das vertretbar ist. Schließlich kann auf derselben Fläche pro Erntesaison entweder nur ein Lebensmittel oder nur eine Energiepflanze heranwachsen.

Das gilt laut Prof. Schrimppf von der Fachhochschule Weihenstephan aber nur für den herkömmlichen Anbau, wenn auf einer Fläche auch immer nur eine Pflanzenart angebaut wird.

Man kann Ölpflanzen aber auch Vor- oder Zwischenfrucht anbauen und so die Qualität des Ackers verbessern. Die Wurzeln der Pflanzen werden nämlich nicht geerntet und tragen stark zur Humusbildung bei. Zusätzlich lockern sie den Boden auf und ermöglichen so nachfolgenden Pflanzen eine bessere Nährstoffaufnahme.

Außerdem liefern die Pflanzen nicht nur das Öl. Insbesondere der Presskuchen stellt ein wertvolles Nebenprodukt dar. Er eignet sich hervorragend als Viehfutter, da er sehr eiweiß-, mineralstoff- und vitaminreich ist. Pro Hektar Rapsfläche lassen sich etwa 2 t Presskuchen gewinnen. Es ist sogar denkbar, den Presskuchen für die menschliche Ernährung direkt aufzuarbeiten.

In den letzten Jahren hat man auch immer mehr Versuche mit dem so genannten Mischfruchtanbau unternommen. Dabei werden auf demselben Feld mehrere Pflanzenarten, die sich gegenseitig im Wachstum unterstützen, ausgesät. Ein bekanntes Beispiel dafür ist der Anbau von Erbsen zusammen mit Leindotter. Der Leindotter unterdrückt die Unkrautbildung auf dem Feld und stützt gleichzeitig die Erbsenpflanze. Dadurch steigt der Ertrag an Erbsen.

Die Ernte ist kein Problem. Man kann Erbsen und Leindotter, der kleine ölhaltige Samen bildet, zusammen ernten und anschließend die unterschiedlich großen Samen durch einfaches Sieben trennen.

Interessanterweise können so die Ebsenerträge bis zu 10% gesteigert werden. Es ergeben sich bis zu 270 Liter Leindotteröl pro Hektar plus Schrot, das als Viehfutter dienen kann.

Es ist also durchaus denkbar, Ölpflanzen zur Energiegewinnung neben Nahrungspflanzen anzubauen. (md)

Quellen: Prof. Dr. Ernst Schrimppff, http://www.bv-pflanzenoel.de/pdf/ENERGIE_2.PDF

Welche Öle sind als Treibstoff geeignet?

Die Motoren in unseren Fahrzeugen sind an die chemischen und physikalischen Eigenschaften der herkömmlichen Treibstoffe Benzin und Diesel angepasst. Will man andere Treibstoffe als Ersatz heranziehen, so ergeben sich grundsätzlich zwei Möglichkeiten:

Anpassung des Treibstoffes an die bestehenden Motoren oder Anpassung der Motoren an den neuen Treibstoff, wobei im letzteren Fall noch zwischen Umrüstung (relativ wenig aufwändige Anpassung) oder Neukonstruktion (kaum mit vertretbarem Aufwand durchführbar) unterschieden werden muss.

Beim Biodiesel (siehe oben) wird der erste Weg beschritten. Will man jedoch einen Naturstoff weitgehend unverändert verwenden um den Energieaufwand für Herstellung und Transport gering zu halten, so bleibt nur der zweite Weg. Weil aber die Einführung und Erprobung eines völlig neuen Motorkonzeptes einen hohen Geldbetrag für Entwicklung und Erprobung (die sich über Jahre hinzieht) erfordert, bleibt momentan nur der Weg über die Umrüstung. (Allerdings hat der Ingenieur Dr. Ludwig Elsbett einen für Pflanzenöle geeigneten Motor (Zweitakt-Diesel mit gegenläufigen Kolben) entwickelt, der jedoch in so kleiner Stückzahl gefertigt wurde, dass die betreffende Firma vor einiger Zeit Konkurs anmelden musste).

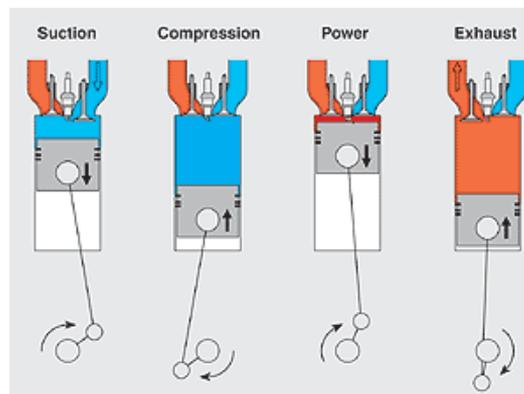
Bleibt also nur die Umrüstung bestehender Diesel-Motoren

Dazu betrachten wir zunächst den Aufbau und die allgemeine Funktion eines Dieselmotors:

Welche Motoren sind für Pöl geeignet?

Nur Dieselmotoren! Zwar funktionieren Benzin-(Otto-)Motoren nach einem ähnlichen mechanischen Prinzip, doch liegt ein großer Unterschied in Verbrennungsprozess wie nachfolgend gezeigt wird:

Unterschied Benzin-Dieselmotor



Der Benzinmotor ist meistens ein Viertaktmotor (auf das 2-Takt-Prinzip gehen wir hier nicht ein, weil es für den Vergleich mit dem Diesel-Motor keine Rolle spielt. Es gibt zwar auch 2-Takt-Diesel-Motoren, doch diese können nur in großen Bauformen, zum Beispiel als Schiffsdiesel betrieben werden). Im 1. Takt wird ein Benzin-Luft-Gemisch angesaugt (Bild 1: Abwärtsbewegung des Kolbens, Einlassventil offen), dann erfolgt der Kompressionstakt, das heißt, das Gemisch wird zusammen gedrückt (Bild 2: Aufwärtsbewegung des Kolbens, beide Ventile geschlossen). Ist der Kolben oben angekommen, wird das stark komprimierte Gemisch durch die Zündkerze gezündet und es erfolgt der eigentliche Arbeitstakt, indem das explodierende Gemisch sich stark ausdehnt und den Kolben nach unten drückt (Bild 3: Arbeitstakt. In Wirklichkeit erfolgt die Zündung kurz bevor der Kolben den höchsten Punkt seiner Bewegung (oberer Totpunkt) erreicht hat, weil der Arbeitsdruck sich erst aufbauen muss und der Kolben sich in dieser Zeit schon weiter bewegt: Frühzündung). Der letzte und vierte Takt ist der so genannte Auspufftakt (Bild 4, Auslassventil geöffnet) bei dem die verbrannten Gase aus dem Zylinder gedrückt werden. Dann beginnt der Kreislauf von Neuem. Die Steuerung der Ventile erfolgt über eine Nockenwelle, die mit der Kurbelwelle verbunden ist.

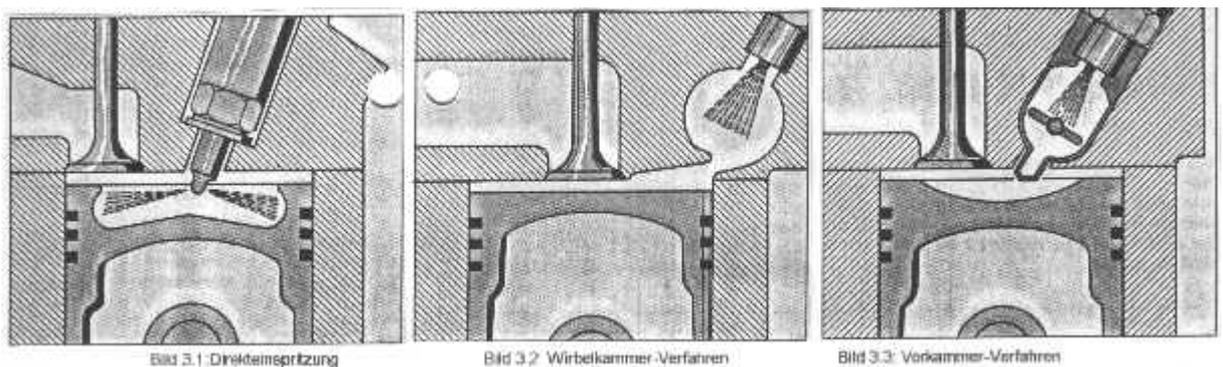
Der Dieselmotor funktioniert mit seinen Takten genau so, praktisch jedoch mit dem Unterschied, dass anstelle der Zündkerze eine Einspritzdüse vorhanden ist. Der Dieselmotor saugt nämlich kein Gemisch, sondern nur Luft an, die sich beim Komprimieren stark erhitzt und so den eingespritzten Treibstoff entzünden kann. Deshalb bezeichnet man den Dieselmotor auch als Selbstzünder. Zum Abstellen eines Diesels muss die Treibstoffzufuhr unterbrochen werden, beim Benzinmotor genügt das Ausschalten der Zündung.



Dieselmotoren:

Im heutigen Kraftfahrzeug-Park finden sich 4 verschiedene Dieselmotor-Varianten:

1. Vor- oder Wirbelkammer
2. Direkteinspritzer
3. Pumpe-Düse
4. Common Rail



Ältere Fahrzeuge werden zumeist nach dem Vorkammer oder Wirbelkammer-Verfahren betrieben. Auf die genauen Einzelheiten der Unterscheide soll hier nicht eingegangen werden. Es sei nur so viel gesagt, dass bei der Umrüstung dieser Varianten auf Pöl-Betrieb unterschiedliche Gegebenheiten zu berücksichtigen sind. Umrüstungen im Eigenbau sind bei Vor- und Wirbelkammer-Motoren relativ problemlos, bei Direkteinspritzern sind 2-Tank-Systeme vorzuziehen, die man je nach Geschick auch selber (nach Bezug eines Bausatzes) einbauen kann. Pumpe-Düse- und Common-Rail-Umrüstungen sollten professionellen Werkstätten vorbehalten bleiben, die eventuell auch eine Gewährleistung für den einwandfreien Betrieb übernehmen. (me)

Möglichkeiten der Pflanzenölgewinnung im Altkreis Wittlage

Zunächst ein paar Zahlen rund um den Raps

00-Raps hat einen Ölgehalt von 40%. Auf einem Hektar können im herkömmlichen Anbau bis zu 4 t geerntet werden. Bei der von uns angestrebten Kaltpressung (ohne Lösungsmittelextraktion) lassen sich 85% Öl gewinnen, also 1,36 t/ha. Die Dichte von Rapsöl beträgt 0,9 bis 0,93 kg/l. 1,36 t entsprechen also 1460 bis 1510 Litern (In der Folge rechnen wir mit dem Mittelwert von ca. 1490 l/ha). Ein Dieselfahrzeug mit einem Verbrauch von 6l/100 km könnte mit dieser Menge eine Strecke von ca. 25.000 km zurück legen, was deutlich über der durchschnittlichen jährlichen Fahrleistung (ca. 15.000 km/a) liegt.

Unser Altkreis verfügt über eine landwirtschaftliche Anbaufläche von ca. 20.410 Hektar (= 65% der Gesamtfläche). Wenn nun auf 10% davon Raps angebaut würde (Stilllegungsflächen= 2041 ha), dann könnte man rund 3 mio Liter Rapsöl im Jahr gewinnen. Mit dieser Menge ließen sich ca. 3400 Fahrzeuge mit einem Verbrauch von 6 Litern pro 100 km und der durchschnittlichen jährlichen Fahrleistung von 15.000 km/a betreiben. Das wären rund 16% der im Altkreis zugelassenen Pkw.

Nähme man jedoch einen Teil der ohnehin landwirtschaftlich genutzten Fläche dazu, so könnte erheblich mehr Raps und damit Rapsöl produziert werden. (md)

Umbauten an Fahrzeugen für den Betrieb mit Pflanzenöl

Es gibt eigentlich nur zwei größere Gefahrenpunkte, die einem die Freude am Pöl nehmen können:

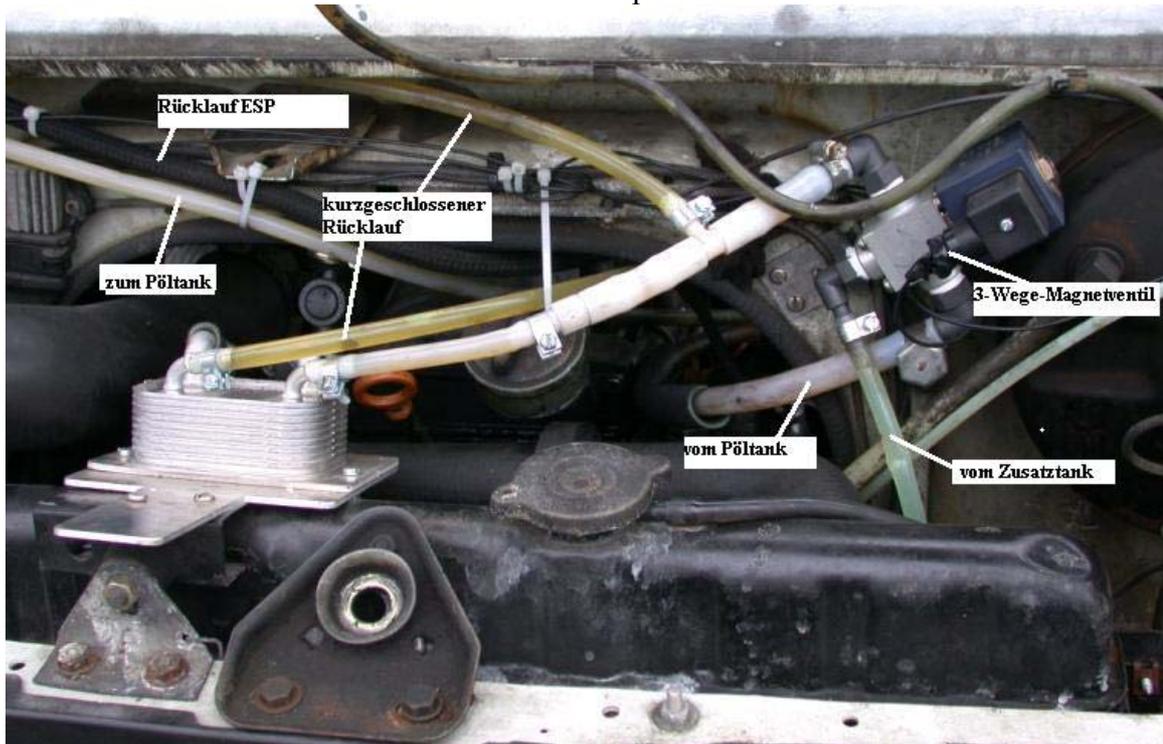
Der Betrieb mit einer Lucas-Einspritzpumpe ist immer ein Risiko, wenn auch einige wenige Pölfahrer gute Erfahrungen gemacht zu haben scheinen. Vereinzelt liegen aber auch gegenteilige Erfahrungen vor.

Bei Direkt-Einspritzern (TDI und ähnliche), Pumpe-Düse und Common-Rail-Dieseln sollte die Umrüstung von zuverlässigen Fachleuten durchgeführt werden. Es besteht die Möglichkeit, dass Pöl ins Motoröl übergeht und dort polymerisiert, d.h. verklumpt, dann funktioniert die Motorschmierung nicht mehr, was einen größeren Motorschaden zur Folge haben könnte.

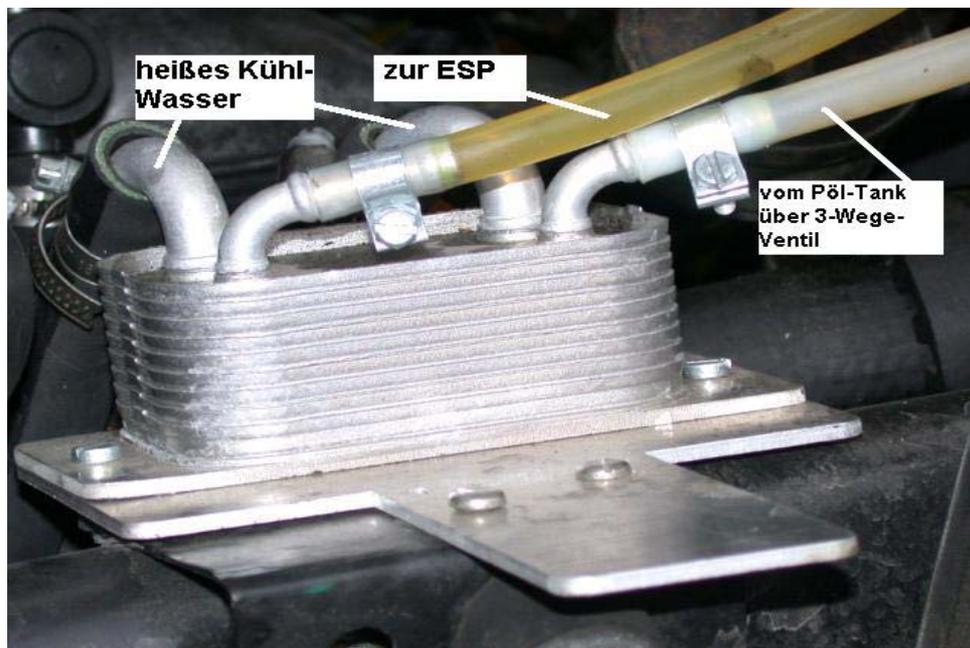
Vor- oder Wirbelkammer-Diesel sind dagegen uneingeschränkt zur Umrüstung auf Pflanzenöl zu empfehlen.

So sehen Umbauten aus:

Hier der Umbau an Olivers Mercedes Kleintransporter:



Es findet ein sogenanntes 2-Tank-System Verwendung. Gestartet wird mit Diesel, der aus einem kleinen Zusatztank über das rechts Abgebildete Magnetventil dem Kraftstoffsystem zugeführt wird (senkrechte Leitung am Ventil). Nachdem der Motor warmgefahren ist, schaltet der Fahrer manuell auf Pöl um (untere dicke, schräge Leitung, die hinter der Diesel-Zuleitung kreuzt). Auf der linken Seite (nicht im Bild) befindet sich ein zweites 3-Wege-Magnetventil, das an den Rücklauf der ESP angeschlossen ist (Funktionsbeschreibung siehe unten).

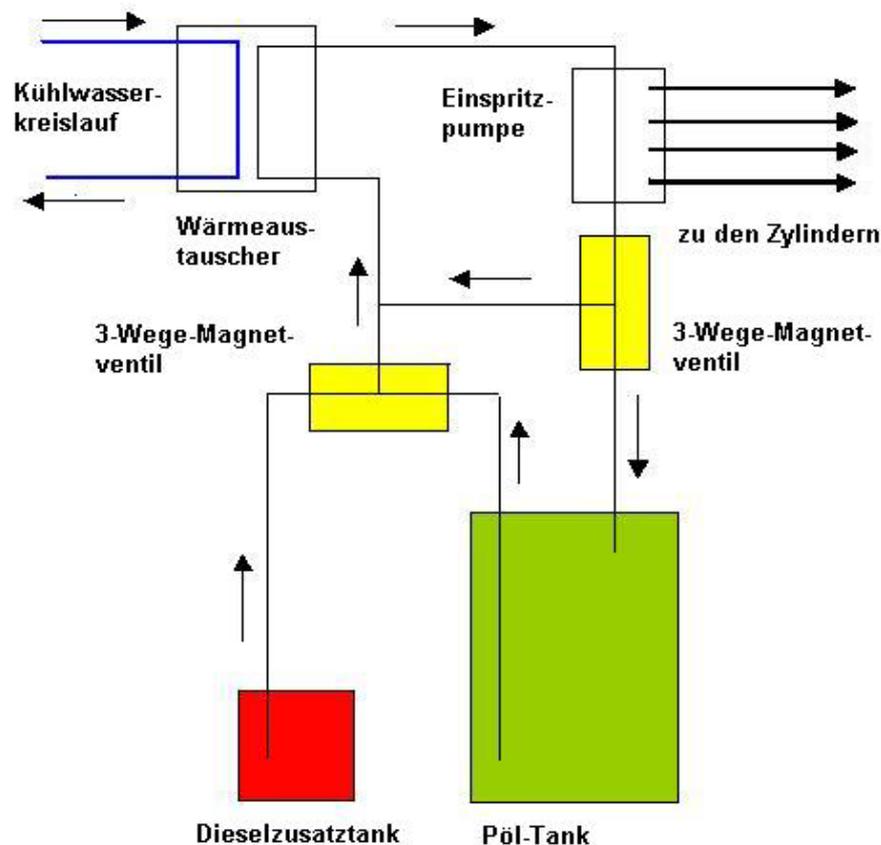


Detailansicht des Wärmeaustauschers aus dem Audi A8 (A8 WT). Der Wärmeaustauscher wird in den Kühlwasserkreislauf eingeschleift und erwärmt das Pöl, damit es dünnflüssiger wird (Hauptproblem beim Fahren mit Pöl).

Und so funktioniert es im Einzelnen: Zu Beginn der Fahrt fördert die Kraftstoffpumpe Diesel aus dem kleinen Zusatztank. Über das 1. Ventil wird dieser Diesel in den Kreislauf Wärmeaustauscher - ESP eingespeist. Der Rücklauf der ESP ist über ein 2. Magnetventil kurzgeschlossen, so dass überschüssiger Kraftstoff nicht in den Tank zurückbefördert wird, sondern zum schnelleren Erwärmen über den Wärmeaustauscher im Kreis geführt wird. Hat der Motor annähernd Betriebstemperatur erreicht, so wird das 1. Magnetventil auf Pöl umgeschaltet, beim vollen Erreichen der Temperatur wird der Rücklaufkurzschluss aufgehoben, das erwärmte Pöl kann jetzt in den Haupttank zurückfließen.

Soll die Fahrt für längere Zeit unterbrochen werden, muss das System rechtzeitig vor Ende der Fahrt wieder auf Diesel umgeschaltet werden, damit beim nächsten (Kalt-)Start die ESP wieder mit Diesel versorgt ist. Bei kürzeren Stopps ist das aber nicht nötig.

Dieses Blockschaltbild gibt noch einmal einen Überblick des Prinzips:



Blockschaltbild eines 2-Tank-Systems für Pflanzenöl (me)

Eignung von Einspritzpumpen

In Kreisen von Pflanzenölfahrern gibt es keine einheitlichen Aussagen darüber, welche Einspritzpumpen (ESP) besser für den Betrieb mit Rapsöl geeignet sind (europäische Fahrzeuge verwenden entweder Bosch-ESP oder solche der Lucas-Bauart, die unter verschiedenen Namen auf dem Markt sind). Mehrheitlich wird jedoch behauptet, dass nur die Bosch-Pumpen einen einwandfreien Betrieb gewährleisten. Dem gegenüber gibt es einige, wenige Fahrer, die seit längerer Zeit auch mit Lucas-Pumpen fahren, so dass wir hier keine eindeutige Empfehlung aussprechen können.

Das von uns zum Umbau gegebene Fahrzeug (Citroen AX) fährt zunächst mit einer Lucas-Pumpe.

Düsentechnik

Dieselmotoren besitzen an Stelle der Zündkerzen Einspritzdüsen, die den Kraftstoff (Diesel, Pöl) in den Zylinderraum befördern. Wegen der höheren Viskosität des Pöls werden Düsen mit erhöhtem Einspritzdruck empfohlen (170 bis 180 bar statt der üblichen 150 bis 160 bar).

Wie gewinnt man Pöl?

Pflanzenöle werden aus den Samen ölhaltiger Pflanzen gewonnen. Dies geschieht in der Regel durch Pressen. Soll ein hochwertiges Öl hergestellt werden, so kommt praktisch nur das Kaltpressen in Betracht, das heißt, das Öl durch den Pressvorgang nicht über ca. 35 °C erwärmt wird. Bei höheren Temperaturen werden wertvolle Inhaltsstoffe zerstört und die Anfälligkeit des Öles gegenüber Luftoxidation wird erhöht. Bei der Eigenherstellung von Pflanzenöl wird man sich auf dieses Verfahren beschränken.

Beim industriellen Pressen soll ein möglichst hoher Ertrag an Öl erreicht werden. Durch Kaltpressung erreicht man aber höchstens eine Entölung von 85%, d. h., 15% des Öles verbleiben im Presskuchen. Dieser Rest lässt sich in der Regel durch Erwärmen in einem Lösungsmittel auch noch großen Teils herauslösen (extrahieren). Häufig verwendet man dazu Hexan, das ein gutes Lösungsmittel für Pflanzenöle ist. Nach der Extraktion kann das Hexan durch Destillation vom Öl getrennt werden und wieder für die nächste Extraktion verwendet werden. Da diese Extraktion und anschließende Destillation aber Energie aufwändig ist, lohnt sie sich nur, wenn das Öl nicht wegen seines Energiegehaltes gewonnen werden soll. Pflanzenöle als Treibstoff werden deshalb ausschließlich als Kaltpressung hergestellt. Hinzu kommt noch der Vorteil, dass man den noch ölhaltigen Presskuchen als hochwertiges Viehfutter verwenden kann.

Das so gewonnene Öl ist aber in dieser Form noch nicht verwendbar, es muss erst noch gereinigt werden. Dies geschieht in der ersten Stufe durch Sedimentation. Man lässt das frisch gepresste Öl über einige Zeit (10 bis 14 Tage) in einem Tank ruhen, bevor es vorsichtig abgepumpt wird. Eine einfache Lösung besteht auch darin, dass man mehrere Tanks hintereinander schaltet und das Öl langsam von einem Tank per Überlauf in den nächsten leitet. Schließlich kann das Öl durch einen Feinfilter von ca. 1 Micrometer Maschenweite endgereinigt werden und steht dann als Treibstoff zur Verfügung. (ar, me)

Kann man auch Frittenfett verwenden?

Ja, man kann. Gebrauchtes Frittierfett/-öl eignet sich ebenso als Treibstoff wie direkt aus den Samen gewonnenes Pflanzenöl. Nur muss hier darauf geachtet werden, dass das Fett zum Ausflocken neigt und deshalb nur in vorgewärmter – also flüssiger – Form in die Leitungen gelangt, da es sonst zu Verstopfungen der Treibstoffleitungen und schlimmsten Falls der Einspritzpumpe kommen kann. Dass das Risiko relativ gering ist, zeigt das Beispiel eines Berliner Taxifahrers, der ausschließlich gebrauchtes Frittierfett in seinem Taxi verwendet (www.bio-taxi-berlin.de). (ar, me)

Teil II HANDELN

Pflanzenöle können sehr stark in ihrer Qualität und Zusammensetzung schwanken. Deshalb hat die Fachhochschule Weihenstephan einen Qualitätsstandard entwickelt, der als Vorstufe einer noch einzuführenden DIN-Norm gelten kann:

Eigenschaften/Inhaltsstoffe	Einheiten	Grenzwerte		Prüfverfahren
		min	max	
Dichte (15°C)	kg/m ³	900	930	DIN EN ISO 3675 EN ISO 12 185
Flammpunkt (mit geschlossenem Tiegel nach Pensky-Martens)	°C	220		DIN EN ISO 22 719
Heizwert	Ki/kg	35.000		DIN 51 900 T3
Kinematische Viskosität (40°C)	mm ² /s		38	DIN EN ISO 3104
Kälteverhalten	°C	noch festzulegen		noch festzulegen
Zündwilligkeit(Cetanzahl)	-	noch festzulegen		In Anlehnung an ISO/DIS 5165
Iodzahl	g/100g	100	120	DIN 53 241-1
Schwefelgehalt	mg/kg		20	ASTM D 5453-93
Gesamtverschmutzung	mg/kg		25	DIN 51 419
Koksrückstand	Masse-%		0,4	DIN EN ISO 10 370
Neutralisationszahl	mg KOH/g		2,0	DIN EN ISO 660
Oxidationsstabilität	h	5		ISO 6886
Phosphorgehalt	mg/kg		15 ²⁾	ASTM D 3231-94
Sulfatasche	Masse-%		0,01 ³⁾	DIN 51 575
Wassergehalt	mg/kg		1.000	DIN EN ISO 12 937

Qualitätsstandard als Vorläufer einer DIN-Norm für Pflanzenöl als Treibstoff (entwickelt von der FH Weihenstephan)

Um einen Eindruck von den Eigenschaften des Pöls zu gewinnen, haben wir einen Teil davon untersucht, soweit es uns mit schulischen Mitteln möglich war. Es ist uns jedoch auch gelungen, von der Firma Rheotest leihweise ein Viskosimeter zu bekommen, mit dem wir dann umfangreiche Messungen des Viskositätsverhaltens bei verschiedenen Temperaturen untersuchen konnten (Bilder dazu im Anhang, bzw. auf unserer Internetseite www.ag-energie.org/visco.php).

Experimente mit PÖL

Physikalische Eigenschaften (Viskosität, Dichte)

Durchführung von Viskositätsmessungen

Bilder zu den durchgeführten Untersuchungen finden sich im Anhang.

Anfangs ist zu sagen, dass wir die Viskositätsmessungen nur mit Diesel, Rapsöl und Gemischen dieser beiden vorgenommen haben, aber andere Pflanzenöle (Pflanzenöl, Sonnenblumenöl, Sojaöl) lediglich auf ihr Verhalten bei Minustemperaturen testeten. Zudem stand uns noch vier Jahre altes und seitdem geöffnetes Rapsöl zur Verfügung, was wir aber nur auf etwaige, sichtbare Veränderungen untersuchten.

Wir machten zuerst einen Versuch, bei dem wir erst eine bestimmte Menge Diesel und danach die gleiche Menge Rapsöl durch eine Bürette laufen ließen und die Auslaufzeit stoppten. Es kam eine Zeit von 22,62 sek. für Diesel und 1:58,34 min. für Rapsöl heraus.

Dieser Versuch sollte ein erster Ansatz einer Viskositätsmessung darstellen. Diese Methode ist aber nicht zur genauen Messung der Viskosität geeignet, da die Durchflussgeschwindigkeit mit der Höhe der Flüssigkeitssäule abnimmt.

Wir mischten Diesel und Rapsöl nun in verschiedenen Verhältnissen und zwar 50% Diesel : 50% Rapsöl, 30% D. : 70% R., 10% D. : 90% R. und 5% D. : 95% R..

Bei diesen Verhältnissen, sowie bei reinem Diesel und reinem Rapsöl sollte später die Viskosität gemessen werden.

Das Verhalten von verschiedenen Pflanzenölen bei Minustemperaturen:

Hierzu wurden die Pflanzenöle eine Nacht lang im Gefrierfach eines Kühlschranks aufbewahrt.

Pflanzenöl: -3°C: noch halb gefroren

-2°C: im Kern noch gefroren

5°C: flüssig

Sonnenblumenöl: -3°C: nur wenig dickflüssig

0°C: flüssig

Sojaöl: -3°C: dickflüssig

-2°C: weiterhin dickflüssig

-1°C: ziemlich flüssig

2°C: flüssig

Rapsöl: -3°C: total gefroren

-5°C: noch im Kern gefroren

0°C: weiterhin im Kern gefroren

3°C: kleiner gefrorener Kern

5°C: flüssig

Das Sonnenblumenöl ist bei -3°C schon am ehesten flüssig, während Rapsöl noch völlig gefroren ist und die anderen beiden gefroren bis sehr dickflüssig sind. Allerdings scheint es hier keine einheitlichen Ergebnisse zu geben. Je nach Herkunft der Öle ergeben sich unterschiedliche Beobachtungen. Im Forum der Pflanzenölfahrer www.fmso.de sind von unseren Ergebnissen abweichende Darstellungen zu finden. Da wir aber nur je eine Sorte der Öle untersucht haben, können wir hier keine allgemein gültigen Aussagen dazu machen.

Dichtemessung der Gemische, Diesel und Rapsöl:

Wir füllten mit einer Pipette von jedem Gemisch 25 ml ab und ermittelten die Masse mit einer elektronischen Waage. Da unsere Schule über keine geeigneten Spindeln zur Dichtemessung verfügt, mussten wir uns mit dieser einfachen aber für unsere Zwecke doch ausreichenden Methode behelfen.

Diesel: Masse: 20,79 g, Volumen: 25 ml, **Dichte: 0,831 g/cm³**

50% D. : 50% R. : Masse: 21,85 g, Volumen: 25 ml, **Dichte: 0,874g/cm³**

30% D. : 70% R. : Masse: 22,26 g, Volumen: 25 ml, **Dichte: 0,8948 g/cm³**

5% D. : 95% R. : Masse: 22,37 g, Volumen: 25 ml, **Dichte: 0,8904 g/cm³**

Die Viskositätsmessungen:

Wir arbeiteten mit einem Kugelfallviskosimeter. Dieses nicht ganz billige Gerät wurde uns leihweise von der Firma Rheotest zur Verfügung gestellt. Bilder zu den Viskositätsmessungen befinden sich im Anhang ab Seite 32.

Hierbei wird die Zeit gemessen, die eine Kugel (mit bestimmter Dichte und Größe) benötigt, um zwei Markierungen in einem senkrecht angebrachten Fallrohr zu passieren. (Bilder siehe Anhang).

	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C
Diesel-Rapsöl-Mischung					
100% Diesel	25,3 s	20,5 s	16,95 s	---- *)	----*)
50% D : 50% R	1:41 min	1:16 min	44,0 s	35,0 s	29,1 s
30% D : 70% R	2:03 min	1:35 min	1:06 min	57,9 s	46,6 s
10% D : 90% R	4:35 min	3:17 min	2:30 min	1:52 min	1:30 min
5% D : 95% R	6:04 min	4:16 min	3:09 min	2:23min	1:43 min
100% Rapsöl	7:25 min	5:14 min	3:48 min	2:47 min	2:08 min

*) Messung wegen zu kurzer Fallzeit nicht mehr sinnvoll

Tab. Hier sieht man die gemessenen Fallzeiten der Kugel in Sekunden für die verschiedenen Gemische bei den verschiedenen Temperaturen. Wir haben jeweils mehrere Messungen durchgeführt und die gemessenen Werte dann rechnerisch gemittelt.

Diese Zeiten wurden nun für die Errechnung der dynamischen Viskosität in diese Formel eingesetzt:

$$n = t \cdot (p_1 - p_2) \cdot K$$

n= dynamische Viskosität [gemessen in Milli-Pascal mal Sekunde (mPa*s)]

t= gemessene Zeit [in s]

p1= Dichte der Messkugel [g/cm³], in unserem Fall

p2= Dichte der Flüssigkeit [g/cm³]

K= Kugelkonstante [mPa*cm³/g], in unserem Fall

Hier sind nun die dynamischen Viskositäten für die Flüssigkeiten bei den verschiedenen Temperaturen. Diese Werte sind aus den Zeiten der obigen Tabelle errechnet:

	30°C	40°C	50°C	60°C	70°C
Diesel-Rapsöl-Mischung:					
100% Diesel	2,731	2,213	1,830		
50% D. : 50% R.	10,566	7,951	4,603	3,662	3,044
30% D. : 70% R.	12,763	9,766	6,841	5,984	4,816
10% D. : 90% R.	28,397	20,291	15,489	11,565	9,293
5% D. : 95% R.	37,493	26,369	19,468	14,730	10,609
100% Rapsöl	45,719	32,260	23,425	17,158	13,151

Tab.: dynamische Viskosität von Diesel und Rapsölmischungen

In der Literatur und im Internet findet man jedoch häufiger Angaben der kinematischen Viskosität. Deshalb haben wir unsere Werte noch in diese Größe umgerechnet

Die Umrechnung erfolgt über diese Formel:

$$\nu = \frac{\eta}{\rho}$$

η = dynamische Viskosität [mPa*s]

ρ = Dichte der Flüssigkeit [g/cm³]

ν = kinematische Viskosität [g/cm³]

Dies sind nun die kinematischen Viskositäten der Flüssigkeiten bei den verschiedenen Temperaturen. Sie wurden mit den obigen dynamischen Viskositäten errechnet:

	30°C	40°C	50°C	60°C	70°C
Diesel-Rapsöl-Mischung:					
100% Diesel	3,286	2,663	2,202		
50% D. : 50% R.	12,089	9,097	5,267	4,190	3,483
30% D. : 70% R.	14,334	10,968	7,683	6,721	5,409
10% D. : 90% R.	31,853	22,761	17,374	12,973	10,424
5% D. : 95% R.	41,901	29,469	21,757	16,462	11,856
100% Rapsöl	50,901	35,916	26,080	19,103	14,642

Tab.: kinematische Viskosität von Diesel und Rapsölmischungen

Bei diesen Werten können Mess- und Rundungsungenauigkeiten auftreten. Zum Vergleich dazu Werte, die wir im Internet gefunden haben:

kin. Viskosität [mm ² /s]	Diesel	Rapsöl	RME
20°C	3,08	78,8	6,8
80°C		ca. 10	

Quelle: http://rapsoel.onlinehome.de/images/de_tipps_zum_umbau.htm

Kinemat. Viskosität: 60 - 80 mm²/s bei 20 °C

Quelle: <http://www.hydrogeit.de/pflanzenoel.htm>

kinemat. Viskosität (40 °C)	mm ² /s	33,8
-----------------------------	--------------------	------

Quelle: <http://www.bayern.de/lfu/luft/raps-bhkw/raps-bhkw4.htm>

Mit unseren Messungen befinden wir uns also in guter Übereinstimmung mit anderen Quellen.

Wichtigste Konsequenz aus unseren Ergebnissen:

Um beim Fahren mit Pflanzenöl das Öl auf Viskositätswerte zu bringen, die denen von Diesel nahe kommen und damit ein einwandfreies Funktionieren der Einspritzpumpe und des Verbrennungsprozesses zu erreichen, sollte das Pflanzenöl auf 70 bis 80 °C erwärmt werden.

(st)

Was haben wir erreicht?

1. Durch unsere Beschäftigung mit dem Thema haben wir zunächst einmal selber uns vorher unbekannt Informationen aufgenommen. Die meisten Dieselfahrer wissen gar nicht, dass sie ihr Auto auch mit Pflanzenöl betreiben können. Wir besitzen jetzt einen recht guten Überblick über diese Möglichkeiten und können die Informationen entsprechend weitergeben, was wir nicht zuletzt auch durch unsere Internetseite (www.ag-energie.org) tun. In Zeitungsartikeln weisen wir immer wieder auf die URL hin und wir haben schon eine beachtliche Besucherzahl erreicht. Dadurch haben wir das Wissen über das Thema entscheidend verbreitet.
2. Durch unsere Aktivitäten konnten wir bis jetzt einen Umbau eines Diesels zu einem Pflanzenöauto (der Citroen AX unseres AG-Lehrers, Bilder siehe Anhang) erreichen, mindestens drei ernsthaft Interessierte (Herr Hillebrecht und Herr Niemann) sowie Herr Oelschlägel vom Gymnasium Bad Essen) haben ebenfalls Kontakt zu uns aufgenommen und werden wahrscheinlich in absehbarer Zeit ihre Autos ebenfalls umrüsten (lassen). Jedes Fahrzeug, das umgerüstet wird, erzielt in der Folgezeit eine CO₂-Einsparung von mehreren Tonnen pro Jahr! 1 Liter Diesel setzt ca. 2,6 kg CO₂ frei. CO₂ aus Pflanzenöl ist jedoch umweltneutral. Um zum Beispiel über eine Photovoltaikanlage genau so viel CO₂ einzusparen, müsste man ein Vielfaches an Geld investieren. Eine 1 kW-PV-Anlage kostet rund 6000 Euro und spart pro Jahr lediglich etwa 640 kg CO₂. Für das gleiche Geld könnte man 4 Autos umrüsten, die dann mindestens 12 Tonnen CO₂ einsparen! (Das soll allerdings nicht heißen, dass wir gegen Photovoltaik sind; man kann ja das eine tun ohne das andere zu lassen!)
3. Das von uns veranstaltete 1. Pölertreffen im Raum Osnabrück (www.ag-energie.org/ptos.php) führte eine Reihe von Pölern zusammen, die sich vorher nicht gekannt haben und in Zukunft intensiver zusammen arbeiten wollen. Dieses Treffen fand bei den Teilnehmern großen Anklang (siehe auch Anhang, Rückmeldungen vom 1. Pölertreffen Raum Osnabrück, sowie unsere Internetseite www.ag-energie.org/ptos.php). Auf dem Treffen führte Stefan eine von ihm erarbeitete Computerpräsentation vor, die sehr gut aufgenommen wurde. Eine Textvorlage seines Vortrages findet sich im Anhang.
4. Wir konnten eine Werkstatt (Profi-Tabelmobil, 49191 Belm-Vehrte) gewinnen, die künftig die Umrüstung von Pflanzenöautos vornehmen wird. Als 1. Fahrzeug wurde ein Citroen AX umgebaut. Weitere Fahrzeuge werden mit Sicherheit folgen.
5. Vereinzelt haben wir auch schon Gespräche mit Landwirten, nicht zuletzt auch mit dem Vorsitzenden des hiesigen Landvolks (Altkreis Wittlage), Herrn Andreas Kroll, geführt, um die Möglichkeit, den Rapsanbau zu fördern und eine Produktion von Rapsöl im Altkreis anzustreben, zu prüfen. Ferner besteht ein Kontakt zu Herrn Sander von der Raiffeisengenossenschaft „Stemweder Berg“ im Nachbarkreis, die über die entsprechenden Voraussetzungen verfügen und schon Interesse an einer Ölpressung bekundet haben.
6. Wir haben außerdem Kontakt zu der Margarinefabrik Vortella im Nachbarort Preußisch-Oldendorf aufgenommen. Sie prüfen zurzeit, ob es möglich ist, Teile ihrer Fahrzeugflotte auf Pflanzenölbetrieb umzustellen. Kurzbericht siehe Anhang.

Wie kann es weiter gehen?

1. In der nächsten Phase soll der Umbau von weiteren Fahrzeugen erfolgen. Nach den ersten (hoffentlich) erfolgreichen Erfahrungen mit dem Betrieb der bereits umgebauten Fahrzeuge, werden sich sicherlich noch mehr Interessenten finden.
2. Da inzwischen ein nicht unerheblicher Bedarf an Pflanzenöltreibstoff besteht, werden wir die Einrichtung einer Pflanzenöltankstelle anstreben.
3. Eine Pflanzenölpresse ist ab ca. 3000 Euro zu haben. Durch den Zusammenschluss von Interessierten (Pflanzenölfahrern, Landwirten) wollen wir die Ölpressung vor Ort organisieren. Informationen dazu haben wir auf der Landwirtschaftsmesse Agritechnica in Hannover am 13. 11. 2003 eingeholt:



Maren und Stefan begutachten auf der Agritechnica eine Pflanzenölpresse der Firma Karl Strähle

4. Voraussichtlich im Mai werden wir ein weiteres Pölertreffen organisieren. Der Wunsch dazu entspringt dem 1. Treffen, das wir durchgeführt haben. Als besonderen Gag wollen wir dieses Treffen beim Bergwirt „Pöhler“ in der Gemeinde Bad Essen durchführen. Dann wird auch die Öffentlichkeit Gelegenheit haben, das eine oder andere Pflanzenölfahrzeug zu besichtigen. Dies wird dem Thema „Fahren mit Pflanzenöl“ sicherlich weiteren Auftrieb geben.

So können wir hoffen, dass durch unsere Aktivitäten im Altkreis Wittlage etliche Tonnen CO₂ eingespart werden können. Außerdem wird durch die Eigenproduktion von Pöl die heimische Kaufkraft in erheblichem Umfang gestärkt werden können. Es könnten mehrere Arbeitsplätze geschaffen und die wirtschaftliche Grundlage einer Reihe von Landwirten gesichert werden. Darüber hinaus wird mit großer Wahrscheinlichkeit das Bewusstsein der hiesigen Bevölkerung für das Thema „Nachwachsende Rohstoffe“ und „Energie vom Acker“ geschärft werden. (md)

Quellenangaben:

Alt, Franz, Die Sonne schickt uns keine Rechnung, München 1993
Alt, Franz, Krieg durch Öl oder Frieden mit der Sonne?, München 2002
BUND/Misereor, Zukunftsfähiges Deutschland, Basel 1996
Kohler/Leuchtner/Müschel, Sonnenenergiewirtschaft, Frankfurt 1987
Öko-Institut e. V. , Das Energiewende-Szenario 2020, Darmstadt 1996
Römpps Chemielexikon, 8. Auflage, Stuttgart 1985
Scheer, Hermann , Sonnenstrategie, München 1993
Prof. Dr. E. Schrimppf, FH Weihenstephan, TREIBSTOFF der ZUKUNFT: WASSERSTOFF oder PFLANZENÖL? (ohne Jahrgang)
UFOP, Biodieselproduktion und Vermarktung in Deutschland, Berlin 2003
Vester, Fredrick, Ausfahrt Zukunft, München 1992
Diverse Ausgaben der Zeitschriften Sonnenenergie & Wärmepumpe, Photon, Neue Energie
Landkreis Osnabrück Online

Internetquellen:

www.fmso.de Diskussionsforum der Pflanzenölfahrer, viele Beiträge zu Erfahrungen im Betrieb, Fahrzeugdatenbank umgerüsteter Fahrzeuge;

www.poil.de Fragen und Antworten zum Thema "Fahren mit Pflanzenöl statt mit (Bio)-Diesel"

www.equilibriumus.de/de/themen/oeko-alternativen Mehrere Artikel zum Thema von Prof. Schrimppf

Weitere Internet-Links mit Beschreibung auf unserer Internet-Seite:

www.ag-energie.org/link11.php

Wir haben die folgenden Abkürzungen verwendet um kenntlich zu machen, wer welchen Beitrag bearbeitet hat:

Maike Dittmer (md), Maren Ellermann (me), Alina Rüdiger (ar), Stefan Thie (st),

Maike Dittmer, Maren Ellermann, Alina Rüdiger, Stefan Thie, Klasse 10 F2,
Betreuung durch Wolfgang Potratz, Leiter AG Energie & Umwelt am Gymnasium Bad Essen

Anschrift der Schule:

**Gymnasium Bad Essen
Schulleiterin Silva Schlie
Schulallee 30
49152 Bad Essen
Tel.: 05472-1622
FAX: 05472-2279**

Anhang

Unser Besuch bei den Vortella-Werken in Preußisch-Oldendorf am 10. Dezember 2003



Herr Heimhalt, der technische Leiter der Vortella-Werke gab uns interessante Informationen über die Herstellung von Margarine aus Pflanzenölen.



Alle Besucher müssen entsprechend den Hygienevorschriften Schutzkleidung tragen.
(im Bild: hintere Reihe von links: Herr Heimhalt, 2 Mitarbeiter, Stefan, vordere Reihe: Maren, Maike, Alina)



Die Firma verfügt über ein großes Lager für die Vielfalt der Produkte, die dort hergestellt werden.

Die Vortella-Werke produzieren aus Pflanzenölen Margarine. Deshalb sind sie im Umgang mit diesen Stoffen sehr erfahren. Wir haben dem technischen Leiter, Herrn Heimhalt bei unserem Besuch eine Informationsmappe über die Umrüstung von Fahrzeugen auf Pflanzenölbetrieb überreicht. Er stellte uns in Aussicht, zunächst die Umrüstung eines Fahrzeuges zu testen, um dann entscheiden zu können, ob eine größere Umstellung sinnvoll ist.

Dem steht allerdings entgegen, dass der Verband der Margarineindustrie den Einsatz von Pflanzenölen als Treibstoff bei den eigenen Mitgliedern nicht befürwortet, da Imageschäden befürchtet werden, wenn das Lebensmittel Pflanzenöl für solche Zwecke eingesetzt wird.

Wir werden jedoch am Ball bleiben. Als nächstes sind Gespräche mit den Homann-Margarine-Werken in Dissen (Landkreis Osnabrück) sowie mit der Speditionsfirma Hellmann aus Osnabrück geplant. Die Firma Hellmann fördert seit einigen Jahren Umweltprojekte und sollte deshalb auch ein Interesse am umweltverträglicheren Betrieb ihrer Fahrzeuge haben.

Textvorlage des Pölvortrags, gehalten von Stefan auf dem 1. Pölertreffen im Raum Osnabrück am 05. 02. 2004

1. Warum überhaupt Pflanzenöl(Pöl) nutzen?

Es gibt zum ersten mal einige allgemeine Gründe Pöl zu nutzen. Es ist mittlerweile hinreichend bekannt, dass die fossilen Energieträger (Kohle, Öl, Gas) in den nächsten 100 oder 150 Jahren zu Ende gehen werden. Dies heißt auch, dass uns Benzin und Diesel in spätestens diesem Zeitraum ausgehen werden, womit unsere Fahrzeuge keinen Treibstoff mehr hätten und somit viele Autos nicht mehr zu gebrauchen wären. Zudem schädigen wir mit den heutigen Treibstoffen Benzin und Diesel durch Schadstoff- und Kohlenstoffdioxidausstoß die Umwelt. Dies führt zu einer Verstärkung des Treibhauseffekts und somit zu einer Veränderung des Klimas, was neue Naturkatastrophen zur Folge haben wird.

Zum zweiten hat Pöl einige ökologische und ökonomische Vorteile gegenüber Benzin und Diesel.

Es ist ein nachwachsender Rohstoff, der also nicht wie Benzin und Diesel irgendwann nicht mehr vorhanden sein wird. Pöl ist außerdem CO₂-Neutral, da Pöl bei der Verbrennung nur soviel CO₂ wieder frei gibt, wie die Pflanze vorher aufgenommen hat. (Wenn man davon absieht, dass durch Landmaschinen zusätzliches CO₂ frei wird.) Pöl ist in die Wassergefährdungsklasse „0“ eingestuft, was bedeutet das Pöl keine Gefahr für Böden und Grundwasser darstellt, da es eigentlich ja nichts anderes ist als normales Öl, das man auch zum Kochen verwendet (abgesehen von der Reinheit).

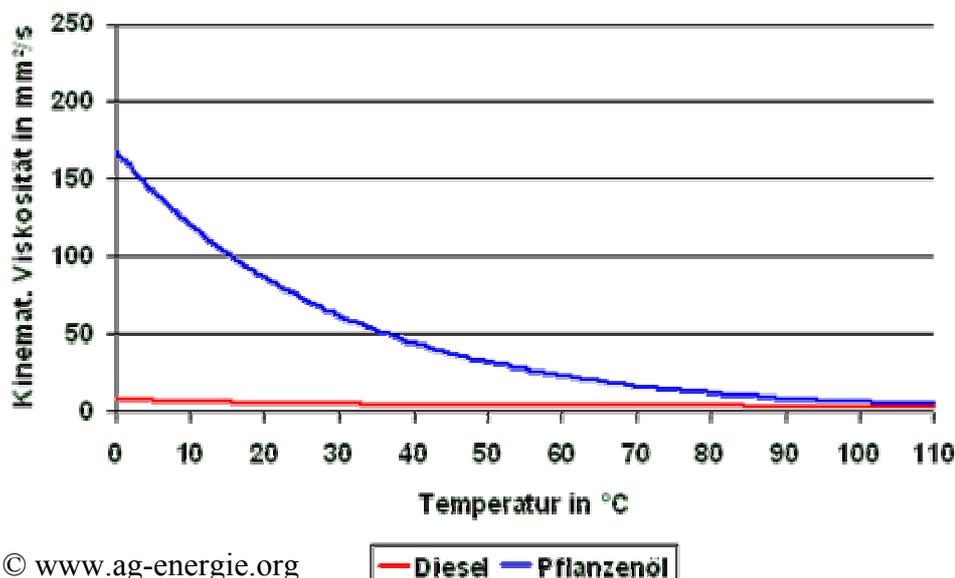
Da Pöl schwefelfrei verbrennt, trägt es nicht zur Unterstützung des sauren Regens bei.

Pöl ist günstiger als Diesel und Benzin, da es nicht durch die Öko- und Mineralölsteuer belastet wird.

Zudem schafft die Nutzung von Pöl neue Arbeitsplätze in der Landwirtschaft und anderen Bereichen, sowie neue Absatzmöglichkeiten für die Landwirtschaft. Pöl ist, da es eben die Wassergefährdungsklasse „0“ hat, in großen (bis 10.000 l, aber in jedem Bundesland unterschiedlich) Mengen auf dem eigenen Grundstück in einem einwandigen Tank lagerbar.

2. Kann man denn einfach mit Pöl statt Diesel fahren?

Es gibt zwar einige Leute die ihren Diesel-Pkw ohne irgendwelche Umrüstmaßnahmen mit Pöl fahren, man muss aber sagen, dass es sehr empfehlenswert (wenn nicht sogar nötig) ist an seinem Pkw Umbaumaßnahmen vorzunehmen, bevor man mit Pflanzenöl fährt.



Dies liegt daran, dass Pöl gegenüber Diesel einige physikalische Nachteile hat.

Der Hauptnachteil von Pöl gegenüber Diesel ist seine hohe Viskosität, die erst bei höheren Temperaturen an die des Diesels heran kommt. Dies sieht man in

der vorstehenden Grafik.

Man sieht, dass erst ab ca. 70-80°C die Viskosität des Pöls nahe der des Diesels ist.

Aus diesem Grund ist zu empfehlen folgende Umrüstmaßnahmen zu tätigen:

1. Es sollten dickere Kraftstoffleitungen gelegt werden, die durch einen höheren Innendurchmesser das zähflüssige Pöl besser durchlassen.

2. Es sollte eine Boscheinspritzpumpe eingebaut werden, falls nicht vorhanden, da Lukaspumpen leider nicht gut mit Pöl funktionieren.

3. Es sollten neue Einspritzdüsen eingebaut werden, da die Alten für die Viskosität von Diesel ausgelegt sind und so Pöl nur unvollständig zerstäuben könnten. Dies könnte zu Verkorkungen der Düsen führen, womit auf lange Sicht ganze Tropfen Pöl in den Zylinder fallen würden und ein Loch im Kolben verursachen könnten.

4. Es sollten längere Glühkerzen eingebaut werden, damit eine bessere Verbrennung des Pöls garantiert ist.

5. Es sollte ein Wärmetauscher (siehe unten) vor dem Eingang zur Einspritzpumpe installiert werden. Dieser entzieht dem Kühlwasser die Wärme und gibt diese dann ans Pöl ab, wodurch die Viskosität des Pöls gesenkt wird.



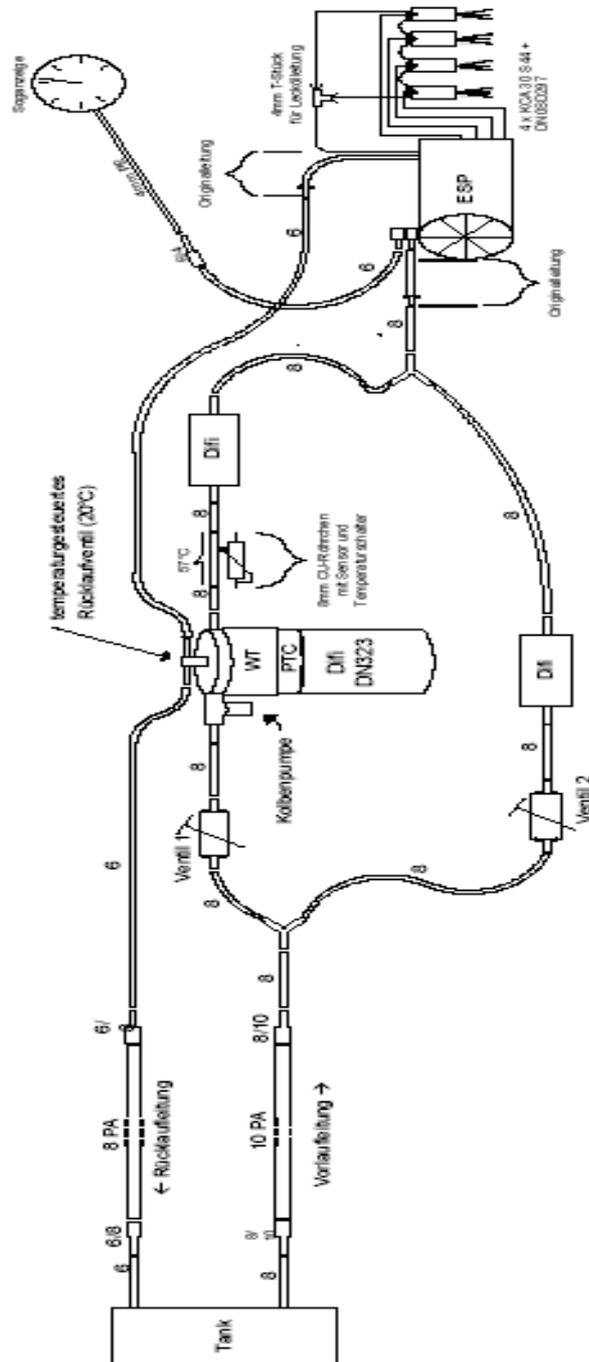
3. Verschiedene Systeme um mit Pöl zu fahren

Das 1-Tank-System:

Bei diesem System wird das Auto von Start an mit Pöl gefahren. Es wird hauptsächlich nur bei Vor- und Wirbelkammermotoren genutzt. Es gibt für den Fahrer keine Veränderungen beim Fahren, nur dass er halt statt Diesel mit Pöl fährt.

Die Umrüstmaßnahmen, die man tätigen sollte sind die gleichen, wie im vorherigen Teil beschrieben, obwohl man noch zusätzliche Maßnahmen, wie den Einbau eines elektrischen Durchlauferhitzers vornehmen kann.

Hier sehen Sie das Schema eines 1-Tank-Systems:



Quelle: Sönke Grafen, „Exemplarischer Pömbau an einem Golf III D/TD“

Erklärung des Schemas:

Die Vorlaufleitung führt vom Tank zu zwei manuellen Absperrventilen, mit denen man zwischen den beiden Kraftstoffvorläufen wechseln kann. Der normal benutzte 1. Kraftstoffvorlauf führt zu einem Wärmetauscher und einem thermostatisch gesteuertem Dieselfilterheizer. Es geht weiter über einen zweiten kleineren Dieselfilter zur Einspritzpumpe, wo eine Soganzeige angeschlossen ist, um die Filtertätigkeit überprüfen zu können. Ansonsten geht, wie normal eine Rücklaufleitung zurück zum Tank.

Das 2-Tank-System:

Das 2-Tank-System ist für Motoren mit Direkteinspritzung und Pumpe-Düse notwendig, kann aber natürlich auch für Vor- und Wirbelkammermotoren genutzt werden.

Es gibt in diesem System also zwei von einander unabhängige Kraftstoffleitungen, die je nach Wahl betrieben werden.

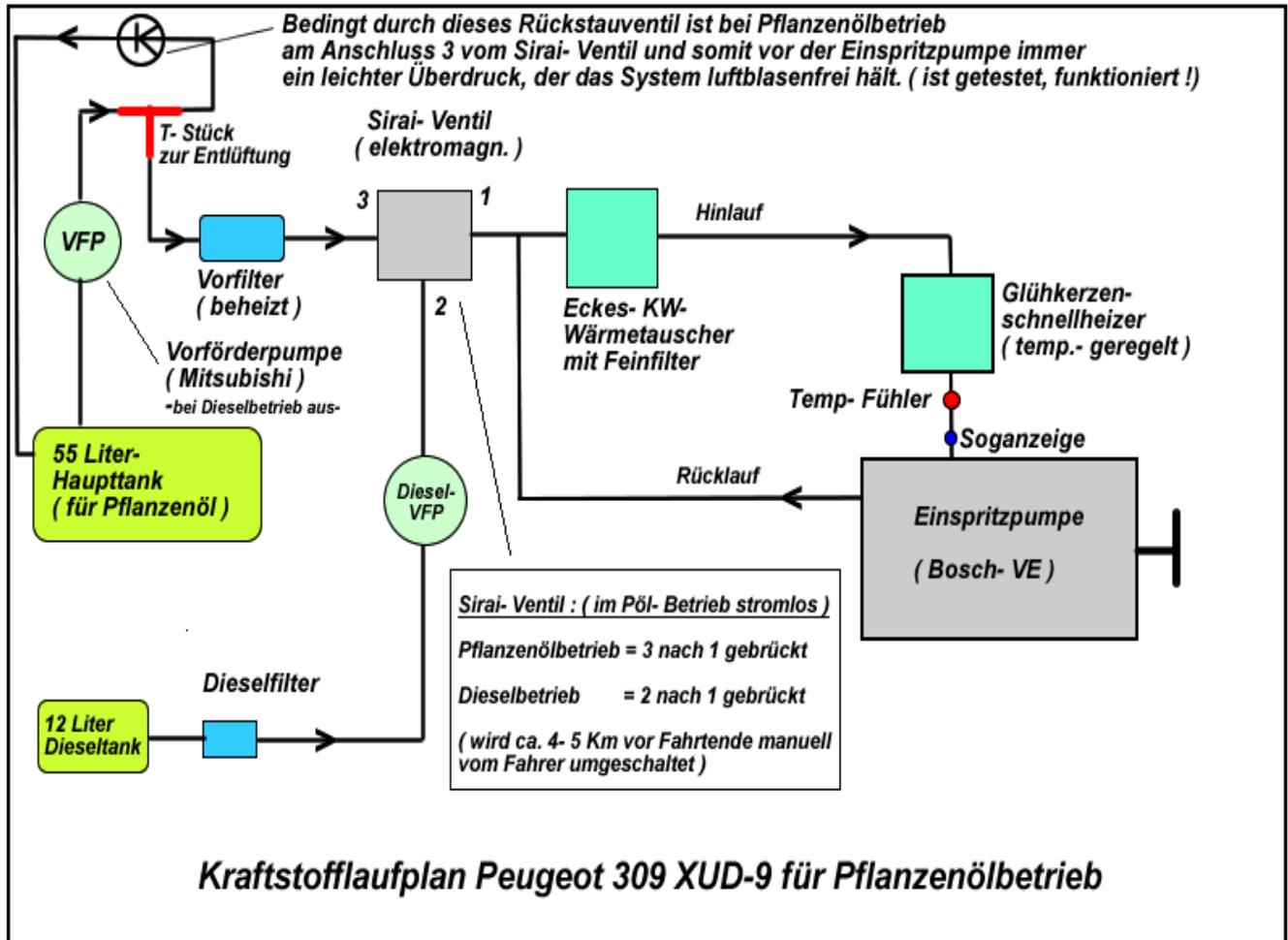
Das Fahrzeug wird mit Diesel gestartet und warm gefahren. Nach einigen Minuten (ca.5) schaltet entweder der Fahrer manuell auf Pöl um oder es wird durch Temperaturschalter automatisch umgeschaltet. Nun fährt der Fahrer bis einige Minuten vor der nächsten längeren Pause (ca.1-2 h, je nach Witterung) mit Pöl und schaltet dann wieder auf Diesel um. Dieses System hat den Vorteil, dass der Wagen problemlos mit Diesel gestartet werden kann.

Zu den Umrüstmaßnahmen, die schon beim 1-Tank-System beschrieben sind, kommen noch der Einbau des Zusatztanks, Magnetventilen und Temperaturschaltern.



Ein 3-Wege-Magnetventil

Ein Schema zum 2-Tank-System:



Quelle: www.309-poeler.de

(st)

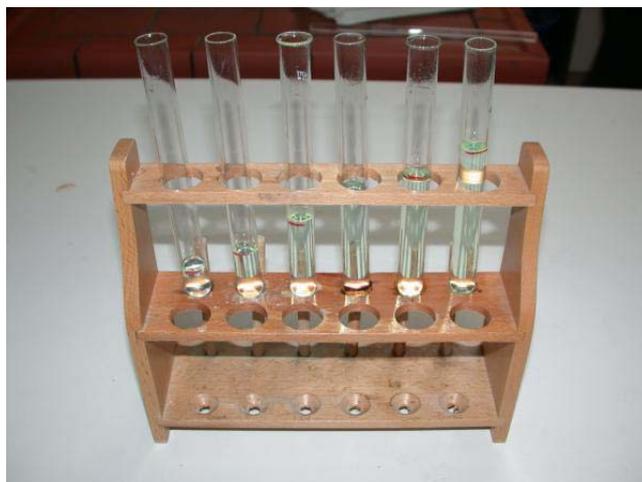
Viskositätsmessungen von Pöl mit dem Kugelfallviskosimeter (Beschreibung der Messungen auf Seite 21)



Unsere Untersuchungsobjekte: (von links: Pflanzenöl, Sonnenblumenöl, Sojaöl, Rapsöl, Diesel, uraltes Rapsöl (älter als 3 Jahre, trotzdem noch brauchbar!))



Alles bereit für erste Messungen



Diesel wird in verschiedenen Mengen vorgelegt ...



... und mit Pöl aufgefüllt. Ergebnis: ...



... Diesel und Pöl sind in jedem Verhältnis miteinander mischbar.



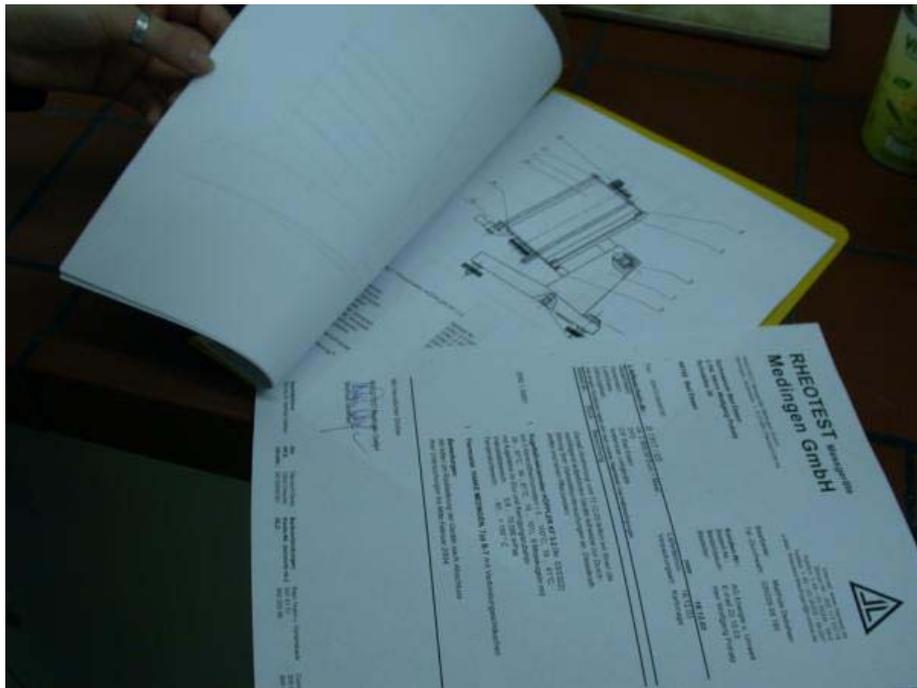
Wir messen Gemische aus Diesel und Rapsöl: D10:R90, D30:R70, D5:R95, D50:R50



"Hätte ich besser doch die Leiter genommen?" (Alina)



Fließt zwar auch durch aber liefert keine brauchbaren Werte.



Die Firma Rheotest stellte uns ein Kugelfallviskosimeter zur Verfügung.



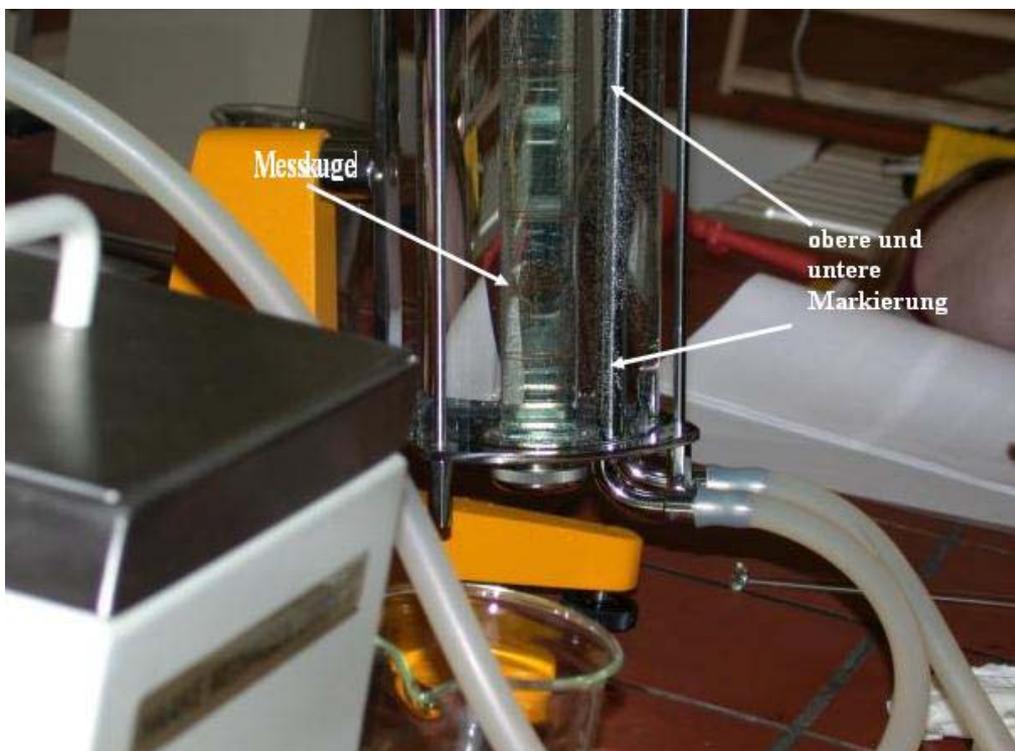
Die Viskositätsmessapparatur kurz nach dem Auspacken



Im thermostatisierten Wasserbad wird die Temperatur vorgewählt



Das eigentliche Kugelfallviskosimeter mit Wassermantel



Das Messprinzip: Wie schnell "fällt" die Kugel von der oberen Markierung zur unteren?



Welchen Durchmesser hat die Fallkugel?

**Wir konnten zwischen 6 verschiedenen
Kugeln wählen**



Hier ist die Fallkugel gut zu sehen



Die Messtemperatur lässt sich genau einstellen



Dank der Umwälzung nimmt das Pöl schnell die Messtemperatur an



Wir haben von 30 bis 70 °C gemessen

● * * * *

Was wir sonst noch gemessen haben



Vorbereitung für die Dichte- und Kältemessung



Sorgfältige Beschriftung ist wichtig (Maike)



Alle Ergebnisse werden protokolliert



Zu wenig Diesel? Kein Problem!



Diesel wird für die Dichtemessung abpipettiert (Stefan)



**Umfüllen in den Messbecher
(Maren)**



**25 ml Diesel wiegen 20,79 Gramm =>
Dichte = 0,83 g/cm³**



Frisch aus dem Gefrierfach (-18 °C): Pflanzen- (1), Sonnenblumen- (2), Soja- (3), Rapsöl (4)

"Pölen" kann bei tiefen Temperaturen zum Problem werden. Doch dafür gibt es Lösungen! Wie wir schon oben beschrieben haben, kann die Viskosität des Pöls durch Vorwärmung mittels eines Wärmetauschers so stark gesenkt werden, dass ein störungsfreier Betrieb im Auto möglich ist.

(ar, md, me, st)

Umrüstung eines Citroen AX



Die Umrüstung des Wagens unseres Lehrers erfolgte in der Werkstatt Profi-Tabelmobil in Belm/Vehrte, die in Zukunft weitere Umrüstungen vornehmen will. Der Werkstattleiter, Michael Dom, hält hier die elektromechanische Steuereinheit vor dem Einbau in der Hand.



Im Kofferraum des Wagens befindet sich der 32-Liter-Pöl-Tank. Eigentlich für den Einbau in der Reserveradmulde vorgesehen, musste er hier im Kofferraum untergebracht werden, da dieser Wagentyp über keine Radmulde verfügt.



Das „Herzstück“ der Anlage, der Steuercomputer. Der Computer erfasst an mehreren Messpunkten die Temperaturen des Motors und Treibstoffsystems und mischt mit steigender Betriebstemperatur über ein 3-Wege-Ventil stufenlos immer mehr Pöl zum Diesel. Gestartet wird mit Diesel, bei warm gefahrenen Motor mit 100% Pflanzenöl. Vor Abstellen des Motors wird auf Diesel zurück geschaltet. Es ist aber auch ein Betrieb nur mit Diesel möglich, wenn zum Beispiel kein Pflanzenöl verfügbar ist.



Die Erstbetankung des Citroen AX mit Rapsöl. Diesmal noch aus der Flasche.



Eine Flasche ist schon leer. Weitere folgen!

Das erste Pölertreffen im Raum Osnabrück (05. 02. 2004)

Die Arbeitsgruppe Pflanzenölautos der AG Energie am Gymnasium Bad Essen hatte zum Treffen eingeladen und viele kamen. Hätte es einen Preis für die weiteste Anreise gegeben, so wäre er an 2L-Heiko gegangen, der den Weg aus Duisburg zu uns fand. Ca. 30 Personen, Pöler (Pflanzenölfahrer) und Interessierte hatten sich eingefunden um Erfahrungen auszutauschen und Neues zu erfahren.

Eine bunte Vielfalt von Fahrzeugen fast aller bekannter Automarken wurde vorgestellt und in angeregtem Gespräch das Für und Wider einzelner Konzepte (1-oder 2-Tank-System, reines Pöl (Pflanzenöl) oder Pöl-Diesel-Gemisch bei welchen Witterungsbedingungen) diskutiert. So schwirrte eine Menge von Fachbegriffen ("ESP", "1,1 vor OT", usw.), Marken- und Typenbezeichnungen verschiedener Autos und technische Details zu den einzelnen Motoren neben mitunter recht erheiternder Erlebnisberichten der Pöler durch den Raum.

Stefan Thie von der AG hatte eine Computer-Präsentation vorbereitet, die er mit erstaunlichem Sachverstand vorführte. Trotz der recht komplizierten technischen Materie gelang es ihm, einen guten Überblick über das Gesamtgebiet Fahren mit Pöl zu geben, wobei auch die ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkte nicht zu kurz kamen. Karsten aus Lemgo stellte sein frisch gebackenes Lehrprogramm vor und Anja von der FH Osnabrück, Abteilung Maschinenbau berichtete über ihre Diplomarbeit zu Pflanzenölautos, die sie vor wenigen Tagen fertig gestellt hat.



Stefans Präsentation wurde mit Interesse aufgenommen.

Die Vorführung eines kurzen Fernsehfilms über Fahren mit Pflanzenöl rundete das Programm ab. Technische Schwierigkeiten, die sich bei der Projektion ergaben, konnten dadurch gelöst werden, dass ein Computer mittels eines Beamers das Bild bereit stellte, ein zweiter Computer nahezu synchron dazu den Ton lieferte. Trotz mehrmaliger Versuche war es nämlich nicht gelungen, einen Computer dazu zu bewegen, sowohl Bild als auch Ton herzugeben!

Fast überflüssig zu erwähnen, dass auch eine fachmännische Begutachtung verschiedener Umbauten zum Programm gehörte. Bis kurz vor Mitternacht wurde so gefachsimpelt. "Bis zum nächsten Pöl-Treffen!" hieß es dann bei der Verabschiedung. Voraussichtlich wird dieser Wunsch im Mai erfüllt werden.

Freitag, 12. März 2004

Redaktion Wittlager Kreisblatt:

Mit Salatöl im Tank auf Achse

Von „Pölern“ und cleveren Schülern

Bad Essen (as) Was ist ein „Pöler“? Ein „Pöler“ ist ein „Pflanzen-Öler“, mithin jemand, der sein Auto (oder Lkw oder Traktor) mit Pflanzenölen fährt. Und das funktioniert.

Man/frau kann mit Salatöl tatsächlich Auto fahren. Grundsätzlich geht dies nur bei Dieselfahrzeugen (Infos im Internet unter www.fmso.de). Das ist besonders für Vielfahrer interessant, aber auch für Menschen, die der Umwelt Schadstoffe ersparen wollen. Viele Eigenschaften von Pflanzenölen sind denen von Diesel sehr ähnlich. Aber Pflanzenöle sind nicht von der Mineralölsteuer betroffen, in Herstellung, Transport und Verbrennung zudem umweltfreundlicher. Eine Umrüstung kostet zwischen

1200 und 1500 Euro.

Das umweltrelevante Thema „Fahren mit Pflanzenöl“ hat es auch mehreren Schülern innerhalb der AG Energie am Gymnasium Bad Essen (GBE) besonders angehtan. Maike Dittmer, Maren Ellermann, Alina Rüdiger und Stefan Thie informierten sich jetzt vor Ort in der Werkstatt des Ostercappelners Michael Dom in Vehrte über die Umrüstung eines Pkw, dessen Halter künftig keinen Tiger, sondern Salatöl in den Tank packen wird.

Die in 2003 für ihre energiegeladenen Ideen bereits ausgezeichneten GBE-Schüler beteiligen sich auch in diesem Jahr am Bundesumweltwettbewerb „Vom Wissen zum Handeln“. Die AG Energie besteht seit 1985. Schwerpunkt der Arbeit: „Erneuerbare Energien“.



KANN SEINEN Dieselfwagen mit Salatöl fahren: Diakon Andreas Rohdenburg aus Lintorf. Grundsätzlich können nur Dieselfahrzeuge mit Pflanzenölen fortbewegt werden. Fotos: Krato



BEIM BLICK unter die Haube: Schüler der AG Pflanzenölauto in der AG Energie am Gymnasium Bad Essen mit Kfz-Meister Michael Dom in dessen Werkstatt an der Dorfstraße in Vehrte.

Fahren mit Pflanzenöl - Alternative zum Diesel?

Viele stöhnen über die Ökosteuer auf Treibstoff, wenige wissen, dass sie dem Finanzminister ganz legal ein Schnippchen schlagen können! Wer einen Diesel-Pkw besitzt, kann unter Umständen nämlich unversteuertes Pflanzenöl statt den mit Mineralöl- und Ökosteuer belegten Dieseldieselkraftstoff tanken und damit nicht nur viel Geld sparen, sondern auch der Umwelt klimaschädliche Emissionen ersparen.

Um gleich ein Missverständnis auszuschließen: wenn hier von Pflanzenöl die Rede ist, meinen wir nicht Biodiesel. Das ist nämlich ein chemisch umgesetztes (verändertes) Pflanzenöl, das zwar gegenüber Diesel ein paar ökologische Vorteile bietet, dessen Nutzung jedoch nicht durchweg befürwortet werden kann, weil zu seiner Herstellung im Vergleich zu reinem Pflanzenöl mehr Energie benötigt wird (und bei seiner Verbrennung noch einige umweltschädliche Stoffe entstehen.)

Doch bevor Sie jetzt Aldi oder Lidl zu Ihrer neuen Tankstelle machen, müssen Sie ein paar Dinge beachten. Nicht jedes Diesel-Fahrzeug kann ohne weiteres mit Pflanzenöl betrieben werden. Grundsätzlich scheidet alle Fahrzeuge aus, die nicht mit Bosch Einspritzpumpen arbeiten. Wer dies trotzdem tut, riskiert eine Zerstörung der Einspritzpumpe und damit eine kostspielige Reparatur! Trotzdem gibt es erstaunlich viele (Diesel-) Fahrzeuge, die sich mit dem umweltverträglich zu gewinnenden Pflanzenöl (Kenner der Szene sprechen von „Pöl“) mit mehr oder weniger Aufwand (d. h. kleineren oder größeren Umbauarbeiten) betreiben lassen. Im Laufe der Zeit hat sich ein großes Wissen um die Möglichkeiten und ihre konkrete Umsetzung angesammelt, so dass heute jeder, der dies möchte und über ein geeignetes Fahrzeug verfügt (oder sich eins besorgt), künftig zu den „Pöleren“ gehören kann. („Pöler“ nennen sich die Fahrer von pflanzenölbetriebenen Dieselfahrzeugen) Wer bisher schon kleinere Reparaturen an seinem Fahrzeug durchgeführt hat, für den ist es nicht allzu schwer, seinen Diesel auf den Betrieb von Pflanzenöl umzustellen. Eine Liste bereits umgerüsteter Autotypen und reichlich Informationen zu speziellen Fragen findet sich im Internet (Näheres siehe unten).

Unsere Arbeitsgruppe hat sich zum Ziel gesetzt, diese Informationen in leicht zugänglicher Form der Öffentlichkeit im Altkreis Wittlage und Umgebung zur Verfügung zu stellen. Dadurch wollen wir einen Anreiz schaffen, dass eine Reihe von Autofahrern ihre Fahrzeuge auf Pflanzenölantrieb umstellt. Wir bitten alle Interessierten, mit uns Kontakt aufzunehmen, am besten über unser Internet-Forum (www.ag-energie.org/forum). Sie können sich viel Zeit und Probleme bei der Umstellung ersparen, da wir bereits über viele Informationen und Kontakte verfügen.

Bei entsprechender Nachfrage kann auch die Produktion des Pflanzenöls vor Ort erfolgen. Erste Planungen dazu laufen bereits. Dadurch können sich eine Reihe von Landwirten eine zusätzliche Einnahmequelle durch den Anbau von Rapssaat schaffen. Aus ökologischen Gründen sollte dieser Anbau aber bevorzugt auf Stilllegungsflächen erfolgen (keine intensive Düngung der Flächen).

Mehr Informationen zum Thema finden sich auf unserer Internet-Seite www.ag-energie.org („Linkliste“ anklicken und dann „Pflanzenöltechnologie“ auswählen).

Wir bitten alle Interessierten (Schon-Pöler, Pöler-in-Spe, Landwirte, Kfz-Werkstätten), über unsere Internet-Seite Kontakt mit uns aufzunehmen oder ein Fax mit dem Stichwort „Arbeitsgruppe Pflanzenöl“ an folgende Nummer zu senden: 05472-2279 (Gymnasium Bad Essen). Sie können sich auch in unserem Forum (www.ag-energie.org/forum) an der Diskussion über Pflanzenöl beteiligen!

Arbeitsgruppe Pflanzenölfahrzeuge in der AG Energie am Gymnasium Bad Essen

Wo. 48

28. November 2003

Nr. 731

Blatt

Linden- Kastanien- Eichen-

Bad Essen · Bohmte · Ostercappeln

Satz und Gestaltung:
LÜNEBRINK REGIONALWERBUNG
verantwortlich für den Inhalt: C. Lünebrink
Bgm.-Schröder-Str. 1 • 49163 BOHMTE-STRiPE
Telefon 05471-356 (Fax 05471-2166)

Herausgeber, Druck und Verlag:
Rautenberg Media & Print Verlag KG
53840 Troisdorf Kasinostraße 28-30

Reaktionen einiger Teilnehmer unseres Pölertreffens

Hallo Zusammen,

ein herzliches Dankeschön für das gelungene Pölertreffen in "Leckermühle" an die Organisatoren und Beteiligten!

Ein Treffen von Gleichgesinnten ist immer schön. Wenn sich die Vermittlung von Informationen und der persönliche Austausch die Waage halten, darf man wohl von einer gelungenen Veranstaltung sprechen. Das war hier der Fall!

Ich freue mich jedenfalls auf ein Wiedersehen [[Spitze]]

Viele Grüße aus dem Westpott vom 2L-Heiko

p.s.: die Begutachtung der schnaufenden und stinkenden Objekte ist wohl bei Pölertreffen obligat. Auf Grund der späten Stunde fand es dieses Mal mit Taschenlampen statt...Tageslicht wäre noch besser...

(2Liter-Heiko aus Duisburg)

* * * *

Hallo Leute,
die Veranstaltung hat mir bestens gefallen. Leider musste ich vorzeitig die Segel streichen. Wie damals gesagt plane ich den Umbau meines Omega 2,5 TD und bin z. Zt. dabei Infos zu sammeln.

Viele Gruesse aus Rahden, Hololoy

● * * *

nochmals vielen Dank für die hervorragende Vorbereitung und Durchführung des Pölertreffens. Es war eine gelungene Veranstaltung, die hoffentlich bald wiederholt wird. Wie schon persönlich besprochen würde ein Termin am Wochenende noch weitere Pöler und Interessierte anlocken.

Wenn Du in Deinen AX die andere ESP eingebaut hast und auch pölst, lass es mich wissen. Ich hoffe, wir bleiben weiterhin in Kontakt und sehen uns auf einem der nächsten Pölerreffen.

(Alt-)pölige Grüße

Karsten K.

PS: Wenn möglich hätte ich gerne Eure Präsentation per Mail oder CD.

Quellen: Foren der Seiten www.ag-energie.org bzw. www.fmso.de