

Hofmann, Christopher Wolfgang
Klasse 12Tb
Schuljahr 1996/97

STAATLICHE FACHOBERSCHULE
BAYREUTH

FACHARBEIT

aus der Chemie

Thema:

Der Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen zum Antrieb von Kraftfahrzeugen – Eine Alternative zu den fossilen Brennstoffen.

Betreuende Lehrkraft:	StD Heinz Löwlein
Ausgabetermin:	16. Dezember 1996
Abgabetermin:	24. Februar 1997

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	3
1 Einleitung.....	4
2 Der Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen zum Antrieb von Kraftfahrzeugen als Alternative zu den fossilen Brennstoffen.....	4
2.1 Mögliche nachwachsende Motorentreibstoffe und deren Gewinnung.....	4
2.1.1 Bio-Ethanol.....	4
2.1.1.1 Gewinnung des Ethanols	5
2.1.2 Pflanzenöle.....	5
2.1.2.1 Gewinnung von Pflanzenölen.....	6
2.1.2.2 Umgeestertes Pflanzenöl.....	6
2.1.2.3 Produzierbare Rapsölmenge	7
2.2 Einsatz der nachwachsenden Rohstoffe als Motorentreibstoff.....	7
2.2.1 Ethanolbetrieb von Ottomotoren	7
2.2.2 Ethanolbetrieb von Dieselmotoren	7
2.2.3 Pflanzenöle als Motorentreibstoffe.....	8
2.2.3.1 Betrieb von Dieselmotoren mit rohem Pflanzenöl.....	8
2.2.3.2 Betrieb von Dieselmotoren mit umgeestertem Pflanzenöl.....	8
2.3 Energieausnutzung bei der Gewinnung nachwachsenden Kraftstoffe.....	8
2.4 Emissionen beim Pflanzenölbetrieb im Vergleich zum Dieselölbetrieb	9
2.4.1 Kohlendioxidausstoß	9
2.4.2 Schwefeloxide.....	10
2.4.3 Stickoxide	10
2.4.4 Rußausstoß	11
2.4.5 Sonstige Emissionen	11
2.5 Auswirkungen für die Landwirtschaft.....	11
2.6 Aktuelle Verbreitung von nachwachsenden Kraftstoffen.....	12
3 Ausblick	12
Quellenverzeichnis.....	14
Bildnachweis	14
Erklärung.....	15

Vorwort

Ich beschäftigte mich bereits im Schuljahr 1994/95 am Gymnasium Christian-Ernestinum in einem Arbeitskreis Geoökologie und Umweltschutz mit dem Thema nachwachsende Rohstoffe. Da dort aber das vollständige, weite Feld der nachwachsenden Rohstoffformen, neben den Fahrzeugtreibstoffen also auch Pflanzenfasern oder Kunststoffe aus Stärke, behandelt wurde, war kein tieferes Eindringen in den Teilbereich „nachwachsende Kraftstoffe“ möglich. Daher entschloß ich mich das Thema „Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen zum Antrieb von Kraftfahrzeugen als Alternative zu den fossilen Brennstoffen“ zu wählen, um mich tiefer mit diesem interessanten Thema befassen zu können.

Die Beschaffung von Literatur stellte ich fest, daß die aktuellsten Quellen ausschließlich in Form von Aufsätzen aus Fachzeitschriften vorliegen, weswegen ich mich mit vielen verschiedenen kleineren Lektüren befassen mußte.

Um aktuelle Informationen über den Ausbau des Biodiesel-Tankstellennetzes vorlegen zu können forderte ich von der UFOP eine überarbeitete Tankstellenliste für Deutschland an. Leider sind diese bis zum Abgabetermin der Facharbeit nicht bei mir eingetroffen, weswegen ich nur diesbezügliche Zahlen von 1995 zur Verfügung habe.

Danken möchte ich der Firma ComTel-Center in Bayreuth für die kostenlose Benutzung eines Scanners zur Digitalisierung einiger in dieser Arbeit verwendeten Grafiken.

Lanzendorf, 23. Februar 1997

Christopher Hofmann

1 Einleitung

Vor ungefähr 100 Jahren wurde die Möglichkeit entdeckt, aus dem bisher nur als Schmierstoff verwendeten Rohöl vielseitig einsetzbare Chemikalien zu gewinnen. In erster Linie werden seitdem Rohölprodukte zur Energiegewinnung verwendet, besonders seit der Erfindung des Verbrennungsmotors. Der Ölverbrauch auf der Welt ist seit dieser Zeit derartig angestiegen, daß laut verschiedener Prognosen die Ölvorräte nur noch für wenige Jahrzehnte ausreichen werden. Seit dieser Erkenntnis wird weltweit nach alternativen Energiequellen gesucht.

Neben Wasser-, Solar-, und Windenergie und der Wasserstofferzeugung eine der vielversprechendsten ist die Gruppe der nachwachsenden Rohstoffe, deren unschätzbare Vorteile die einfache Herstellung und die Umweltfreundlichkeit sind. „Unter Energiepflanzen werden solche ein- und mehrjährige Arten verstanden, die zur Erzeugung fester oder flüssiger Energieträger angebaut werden können.“¹⁾ Speziell für den Antrieb von Kraftfahrzeugen eignen sich besonders flüssige Energieträger. Unter den nachwachsenden Rohstoffen finden sich in dieser Form nur Pflanzenöle und Ethanol.

2 Der Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen zum Antrieb von Kraftfahrzeugen als Alternative zu den fossilen Brennstoffen

2.1 Mögliche nachwachsende Motorentreibstoffe und deren Gewinnung

2.1.1 Bio-Ethanol

Pflanzenarten	Zucker-/Stärkegehalt in % der FS	Ertrag in dt/ha (1991)	Zuckerstoff-/Stärkeertrag in dt/ha	Ethanolertrag bei 90% Ausbeute in l/ha
Zuckerrüben	16,0	574	91,8	5600
Futtermüben	8,2	985	80,8	4923
Topinambur	15,0	300	45,0	2610
Zichorie	16,0	350	56,0	3248
Kartoffeln	17,8	324	57,7	3693
Körnermais	65,0	69	44,9	2874
Weizen	62,0	72	44,6	2854
Gerste	58,0	58	33,6	2150
Zuckerhirse	10,0	900	90,0	5900

Tabelle 1: Ethanolerträge bei verschiedenen Pflanzenarten

Zur Alkoholgewinnung eignen sich generell alle Pflanzen mit hohem Zucker- oder Stärkegehalt, wie zum Beispiel Zuckerrüben, Zuckerrohr oder Kartoffeln. In unseren Breiten stehen aus landwirtschaftlicher Sicht für die Erzeugung von Ethanol neben den Getreidearten, einschließlich Mais und Zuckerhirse, vornehmlich die zucker- und stärkehaltigen Knollen- und Wurzelfrüchte zur Verfügung. **Tabelle 1** zeigt die je Hektar zu erzielenden Erträge an Ethanol bei den Knollen- und Wurzelfrüchten und verschiedenen Getreidearten. Die weitaus besten Ethanolerträge aus heimischen Pflanzen erzielt man mit Zuckerrüben. Auf der Suche nach noch ertragreicheren Zuckerproduzenten stieß man auf die aus dem tropischen Afrika stammende Zuckerhirse. Seit über zehn Jahren wird an leistungsfähigen Typen gezüchtet, die nun für den Anbau in Deutschland zur Verfügung stehen.

¹⁾ El Bassam, Nasir: Möglichkeiten und Grenzen der Bereitstellung von Energie aus Biomasse. In: Landbauforschung Völknerode 2/1993 u. 3/1993 S.101

Eine weitere, nur in tropischen Regionen der Erde effektiv anbaubare Pflanze mit sehr hohem Zuckergehalt ist das Zuckerrohr. In südamerikanischen Ländern wird diese bereits erfolgreich für die Herstellung von Bio-Ethanol genutzt.

2.1.1.1 Gewinnung des Ethanols

Aus der Pflanze werden Zucker oder Stärke herausgelöst, diese Lösung mit Wasser und Hefe vermischt und vergoren, so daß nach dem Herausfiltern der Feststoffe ein Wasser-Ethanolgemisch entsteht. Durch mehrmalige Destillation wird hochprozentiger, brennbarer Alkohol gewonnen. Dieser Vorgang ist bereits großtechnisch verwirklicht. Solche Anlagen sind in Deutschland bereits in Ochsenfurt (Unterfranken), Dormagen (Rheinland) und Ahausen-Eversen (Niedersachsen) in Betrieb. Bei diesen Pilotanlagen zeigte sich aber, daß eine effektive Alkoholgewinnung aus Zuckerrüben nicht möglich ist, denn „die Kosten für in Deutschland auf Basis von Zuckerrüben erzeugtem Bioalkohol belaufen sich auf mindestens 1,10 bis 1,60 DM je Liter und sind, bei rein kostenmäßiger Betrachtung, somit rund dreimal so teuer wie unversteuertes Benzin auf Rohölbasis. Bioalkohol wäre also allenfalls über eine Steuerbefreiung wettbewerbsfähig.“¹⁾

2.1.2 Pflanzenöle

Zur groß angelegten Ölgewinnung eignen sich Pflanzen mit dem höchstmöglichen Ölertrag (**Tabelle 2**). Sonnenblumen lassen sich wegen ihrer Empfindlichkeit auf Witterungseinflüsse nur an wenigen Orten in Mitteleuropa anpflanzen. Zur Ölproduktion in unseren Breiten am besten der Raps, da er

Pflanzenart	Ertrag in dt/ha	Ölgehalt in %	Ölertrag in dt/ha
Raps	30,0	42	12,60
Sonnenblume	27,0	48	12,96
Crambe abyssinica	21,0	42	8,82
Leindotter	22,5	39	8,78
Schlafmohn	18,0	46	8,28
Brauner Senf	18,0	40	7,20
Kreuzbl. Wolfsmilch	15,0	48	7,20
Lein	18,0	39	7,02
Weißer Senf	19,5	33	6,44
Koriander	24,0	22	5,28
Soja	21,0	18	3,78
Weißer Sumpfbäume	12,0	28	3,36
Euphorbia lagascae	6,0	46	2,76

Tabelle 2: Flächenbezogene Ölerträge einiger Pflanzenarten

sich am leichtesten maschinell ernten läßt. Raps ist ein sogenannter Pfahlwurzler, der tief in, selbst verdichteten, Boden eindringt und damit zu einer Auflockerung und Durchlüftung des Bodens sorgt. Rapspflanzen können optimal organischen Dünger wie Mist oder Gülle ausnutzen und benötigen somit kaum zusätzlichen Kunstdünger. Die Bodenbelastung beim Rapsanbau läßt sich also sehr niedrig halten.

¹⁾ CMA – Centrale Marketing-Gesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft mbH: Biomasse-nachwachsende Rohstoffe aus Land- und Forstwirtschaft. Bonn o. J. S.17

2.1.2.1 Gewinnung von Pflanzenölen

Die Ölfrüchte werden am effektivsten großindustriellen Anlagen durch Auspressen entölt. Die des öfteren propagierte Ölgewinnung des einzelnen Landwirtes mit einer Kleinpresse erweist sich insofern problematisch, als daß die Reinheit des dadurch erzeugten Öles nur schwer auf die Erfordernisse eines Kraftstoffes zu bekommen ist, da in Pflanzenöl naturgemäß sehr viele feinste pflanzliche Schwebstoffe enthalten sind, die nur in größeren Anlagen effizient herausgefiltert werden können. Außerdem liegt der Grad der Entölung bei industriellen Anlagen mit 98% um etwa 18–28% höher als bei Kleinpressen.

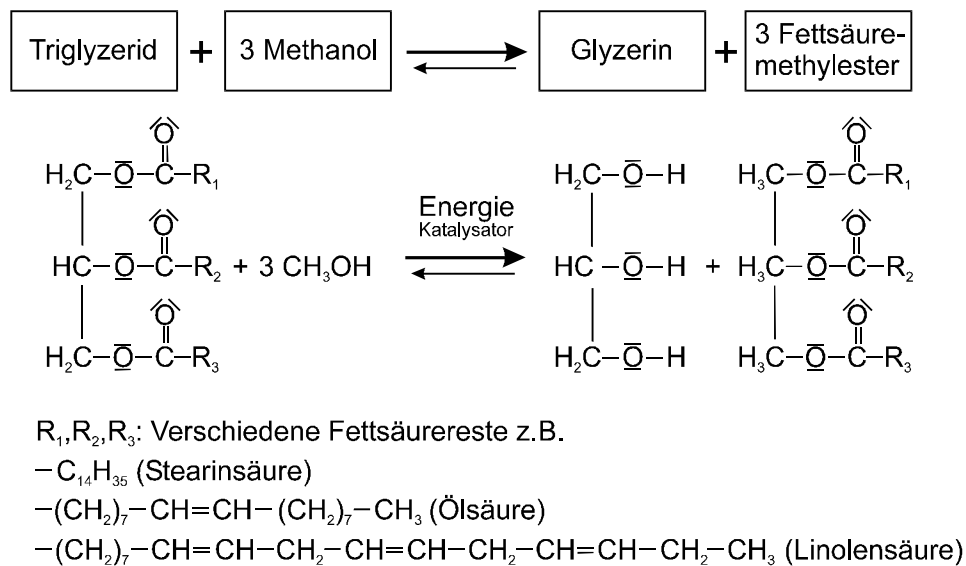


Bild 1: Chemischer Vorgang der Umesterung

2.1.2.2 Umgeestertes Pflanzenöl

Um Pflanzenöl in konventionellen Dieselmotoren einsetzbar zu machen, muß seine Struktur verändert werden. Möglich macht dies ein chemisches Verfahren, das auch als „Umesterung“ bezeichnet wird. Bei diesem Verfahren wird, wie aus **Bild 1** ersichtlich, der dreiwertige Alkohol durch drei Methylalkohole oder Ethylalkohole ersetzt. Der bei dieser Reaktion benötigte Alkohol wird dem Rapsöl in einem Anteil von etwa 10% beigegeben. Unter Beteiligung eines Katalysators (z.B. Kalilauge) wird Biodiesel von Hilfs- und Nebenprodukten getrennt, wobei Glyzerin den größten Anteil ausmacht. In der Praxis haben sich drucklose Verfahren durchgesetzt, die bei einer Temperatur von 60 bis 70 °C arbeiten. Als Hauptprodukt entsteht am Ende dieser Umesterung Rapsmethylester (RME) oder Rapsethylester (REE), auch kurz „Biodiesel“ genannt, der, nach Entfernung von Alkohol- und Katalysatorresten, praktisch in jedem konventionellen Dieselmotor eingesetzt werden kann. Die Kosten für die Umesterung sind dabei relativ gering. Je nach Kapazität und Technik der Umesterungsanlagen belaufen sich die Kosten der Umesterung auf 0,15 DM bis 0,20 DM pro Liter. **Bild 2** zeigt die Herstellung von RME nochmals schematisch. Biodiesel läßt sich durch Zusätze ebenso kältebeständig machen wie mineralisches Dieselöl. „Die Lagerfähigkeit (...) kann (...) über einen längeren Zeitraum gewährleistet werden.“¹⁾

¹⁾ ufop – Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V.. Allgemeine Informationsmappe „BIODIESEL“ o.O.u.o.J.

2.1.2.3 Produzierbare Rapsölmenge

Von der gesamten deutschen landwirtschaftlichen Nutzfläche, zirka 18 Millionen ha, sollen in naher Zukunft etwa 8,9%, also ca. 1,6 Millionen ha, für den Anbau von Ölpflanzen zur Verfügung stehen. Mittelfristig soll dieser Anteil auf etwa 13%, 2,3 Millionen ha, ausgeweitet werden. Der Hektarertrag von Raps liegt derzeit bei etwa 3 t/ha bei einem extrahierbaren Ölanteil von etwa 42% und soll durch verbesserte Züchtungen schon bald auf 6,5 t/ha mit ca. 48% Ölanteil erhöht werden. Daraus läßt sich eine heute mögliche Jahresproduktion von 1,6 Millionen ha $\cdot$ (3 t/ha $\cdot$ 42%) » **2 Millionen t Öl/Jahr** und eine mittelfristige von 2,3 Millionen ha $\cdot$ (6,5 t/ha $\cdot$ 48%) » **6,9 Millionen t Öl/Jahr** errechnen. Der heutige Jahresdurchschnittsverbrauch von Dieselöl liegt bei ca. 23 Millionen t und scheint aufgrund der Reduzierung des spezifischen Verbrauchs eines modernen Dieselmotors nur noch wenig zu steigen. Durch Rapsöl ließen sich also schon in naher Zukunft 2 Millionen , 23 Millionen » **9%** und in mittlerer Zukunft 6,9 Millionen , 23 Millionen » **30%** des Jahresverbrauchs decken.

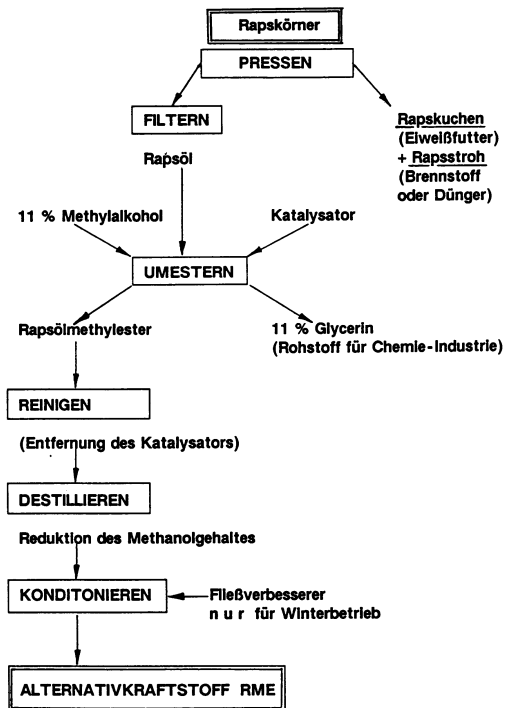


Bild 2: Umesterungsvorgang

2.2 Einsatz der nachwachsenden Rohstoffe als Motorentreibstoff

2.2.1 Ethanolbetrieb von Ottomotoren

Ethanol läßt sich ebenso wie das bereits intensiv als Kraftstoff erforschte Methanol ohne nennenswerte Anpassungen an den Motor als Treibstoff verwenden. Ethanol kann auch in beliebigem Verhältnis mit Benzin gemischt werden.

2.2.2 Ethanolbetrieb von Dieselmotoren

Der Dieselmotor ist die sparsamste Wärmekraftmaschine und ist wegen seines hohen Wirkungsgrades und des geringen spezifischen Verbrauchs für weitaus höhere Leistungen geeignet, als der Ottomotor. Daher ist es überlegenswert, das sparsame Dieselp Prinzip unter Verwendung des schadstoffarmen Treibstoffes Ethanol beizubehalten. Problematisch erweisen sich dabei die schlechten Zündeigenschaften, die es für die konventionelle dieselmotorische Selbstzündung ungeeignet machen. Mit einigen Tricks jedoch läßt sich auch Alkohol in Selbstzündern verbrennen:

- die Zündunterstützung durch eine als Katalysator wirkende Platinwendel
- die Verwendung von chemischen Zündbeschleunigern
- das Zündstrahlverfahren

Leider sind diese Verfahren bisher technisch sehr aufwendig und teuer, lassen sich aber sicherlich bei weiterer technischer Entwicklung im Preis noch senken.

2.2.3 Pflanzenöle als Motorentreibstoffe

Naturbelassene Pflanzenöle enthalten stets eine große Menge von Begleitstoffen (z.B. Lipoide, freie Fettsäuren, Phosphatide, Stearine, Wachse usw.), die mindestens zum Teil für einen motorischen Betrieb störend (etwa Phosphatide) oder langfristig nachteilig (zum Beispiel freie Fettsäuren) sind. Da sie die Motorfunktion verschlechtern, können sie auch aus Umweltgründen nicht toleriert werden und müssen daher im allgemeinen durch Voll- oder Teilraffination entfernt werden.

2.2.3.1 Betrieb von Dieselmotoren mit rohem Pflanzenöl

Die auf mineralisches Dieselöl optimierten Mehrstrahl-Direkteinspritzmotoren sind, aufgrund der hohen Verkokungsneigung pflanzlicher Öle, für den Betrieb mit rohem Pflanzenöl des Motors nicht geeignet, da Koksansätze an den Einspritzdüsen, Ventilen oder am Kolbenrand nach kurzer Zeit zum Ausfall des Motors führen.

Eine Möglichkeit, dieses Problem zu lösen ist die Verwendung von Vorkammer- oder Wirbelkammermotoren. Bei ihnen findet der für die Koksbildung am meisten verantwortliche Vorgang der Verbrennung in der Vorkammer unter hoher Intensität statt, was keine Ablagerungen zuläßt.

2.2.3.2 Betrieb von Dieselmotoren mit umgeestertem Pflanzenöl

Damit die wegen ihres geringen Kraftstoffverbrauchs in Zukunft wohl bevorzugt eingesetzten Mehrstrahl-Direkteinspritzmotoren trotzdem mit Pflanzenöl betrieben werden können, muß dessen umgeesterte Form verwendet werden. Bei heutigen Serienmotoren ist sowohl der Betrieb mit reinem RME als auch der Mischbetrieb von RME und Dieselöl problemlos möglich. Eine bessere Anpassung der Motoren an Pflanzenölester allerdings bringt besonders im Bezug auf die Abgaswerte Vorteile.

Das Hauptproblem beim Betrieb mit Pflanzenölestern ist seine relativ hohe Aggressivität gegenüber bestimmten Kunststoffen und Lacken. Generell sollten sich Kraftfahrzeughalter vor dem Umstieg auf Biodiesel beim Fahrzeughersteller nach der Pflanzenölestertauglichkeit des einzelnen Fahrzeuges erkundigen, sofern keine allgemeine Freigabe des Fahrzeugtyps erteilt worden ist. Oft müssen mit dem Treibstoff in Berührung kommenden Teile, wie Kraftstoffleitungen oder Gummidichtungen, durch solche aus esterbeständigen Materialien ersetzt werden.

2.3 Energieausnutzung bei der Gewinnung nachwachsenden Kraftstoffe

Ein wichtiger Aspekt bei der Erzeugung von Kraftstoffen ist generell die Frage eines lohnenden Input:Output-Verhältnisses. Aus **Bild 6** lassen sich Kreislauffremden die Energieaufwendungen für technische Mittel und Prozeßenergie herauslesen.

Bei Rapsöl müssen insgesamt 21,5 GJ/ha Energie aufgebracht werden um 46,6 GJ/ha Energie in Form von Pflanzenöl zu gewinnen. Das entspricht einem Verhältnis von fast 1:2. Bei Ethanol aus Zuckerrüben muß man aufgrund des aufwendigeren Herstellungsprozesses und des relativ geringen Zuckergehaltes der Zuckerrübe 97,8 GJ/ha aufwenden um nur 101,8 GJ/ha in Ethanol gebundene Energie zu erhalten. Das Input:Output-Verhältnis beträgt dabei nur etwa 1:1! Daher erweist sich die Ethanolgewinnung aus Zuckerrüben auch von den Kosten her (Siehe Kapitel 2.1.1.1) nur als wenig lohnend.

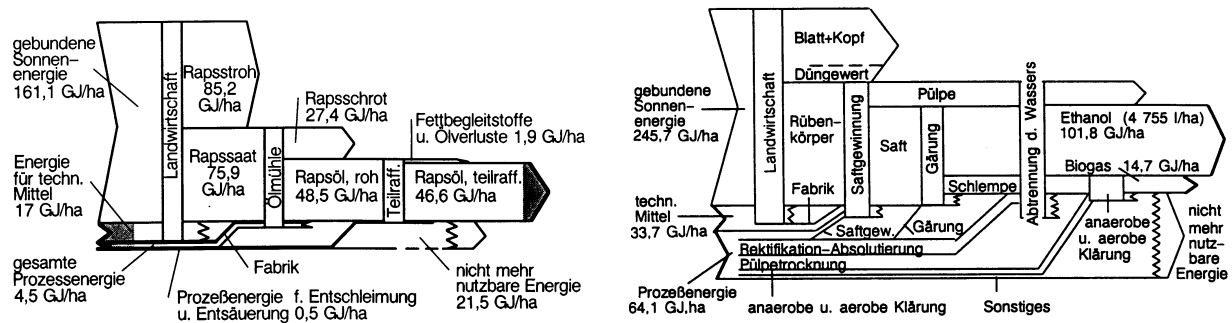


Bild 6: Energieflußdiagramme für Ethanol- und Rapsölherstellung.

2.4 Emissionen beim Pflanzenölbetrieb im Vergleich zum Dieselölbetrieb

2.4.1 Kohlendioxidausstoß

Als das größte aktuelle Umweltproblem erweist sich wohl die unter dem Namen „Treibhauseffekt“ bekannte, fortschreitende Erwärmung der Erdatmosphäre, als deren Hauptursache sich, neben der Verdünnung der Ozonschicht, die zunehmenden CO₂-Konzentration in der Erdatmosphäre erweist. Ursache dafür ist die Ausbeutung und Verbrennung der fossilen Brennstoffvorräte um den ständig ansteigenden Energiebedarf des Menschen zu decken, da auf diese Weise der vor Jahrtausenden eingelagerte Kohlenstoff wieder als Kohlendioxid in die Atmosphäre eingebracht wird. Bei der Verbrennung von nachwachsenden Rohstoffen dagegen, wird nur so viel CO₂ freigesetzt, wie nur wenige Monate oder Jahre zuvor aus der Luft gebunden wurde. **Bild 3** zeigt die CO₂-Emission pro im Motor umgesetzter Energieeinheit (BtU) im Vergleich zu Benzin und Dieselmotors.

Alle fossilen Brennstoffe weisen bei der Verbrennung in etwa die gleichen CO₂-Emissionen auf, während Ethanol und RME keinerlei zusätzliches CO₂ in die Luft abgeben. RME emittiert nur deswegen eine geringe Menge an CO₂, da bei dieser Betrachtung davon ausgegangen wird, daß das zur Um-esterung nötige Methanol aus fossilen Ausgangsstoffen gewonnen wird.

Die Gesamtemission von Kohlendioxid ist deshalb bei allen Kraftstoffen etwas höher als die Emission bei der Verbrennung allein, da deren Aufbereitung ebenfalls fossile Energie in Anspruch nimmt verwendet man hierzu nachwachsende Rohstoffe, so reduziert sich der CO₂-Ausstoß auf nahezu null.

Zu der als Kraftstoff verwertbaren Biomasse lassen sich zusätzlich noch pflanzliche Reststoffe, wie zum Beispiel Rapsstroh zur thermischen Energiegewinnung heranziehen und dadurch weiteres fossiles CO₂, beispielsweise bei Kohleverfeuerung zu Heizzwecken, einsparen.

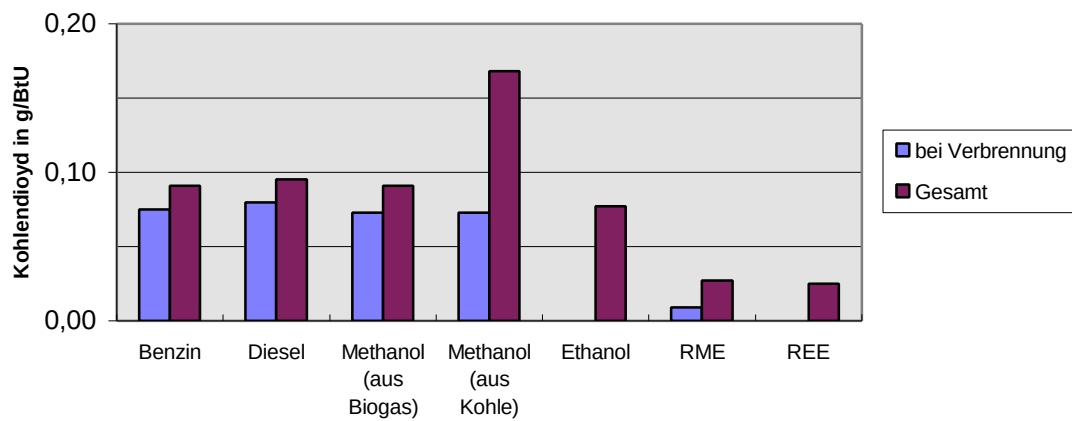


Bild 3: CO₂-Emission pro im Motor umgesetzter Energieeinheit (BtU). „Gesamt“ Σ zugeh. Gesamtenergieumsatz einschließlich Erzeugung und Prozeßführung.

2.4.2 Schwefeloxide

Der Ausstoß von Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid, verursacht durch den nur schwer zu reduzierenden Schwefelgehalt aller fossilen Brennstoffe, bei Diesel derzeit 0,2%, bringt eine hohe Umweltbelastung mit sich. SO₂ Verbindet sich mit Wasser zu H₂SO₃ (schweflige Säure), SO₃ zu H₂SO₄ (Schwefelsäure), die als „Saurer Regen“ Hauptverursacher des verbreiteten Waldsterbens sind. Pflanzenöle enthalten keinerlei Schwefel, was einen SO_x Ausstoß von null bedeutet.

2.4.3 Stickoxide

Ein Anteil des in der Luft enthaltenen Stickstoffes oxidiert bei der Verbrennung des Kraftstoffes in unterschiedlichen Graden. Die dadurch entstehenden, krebserregenden Stickoxide machen einen großen Teil der schädlichen Emissionen eines Verbrennungsmotors aus. Ohne Veränderungen am Motor ist der NO_x-Ausstoß beim Betrieb mit Pflanzenölen höher als beim Dieselölbetrieb. Diesem Sachverhalt läßt sich, wie Meßreihen zeigen, bereits durch Änderung des Einspritzdüsendurchmessers abhelfen (**Bild 4**). Da sich, wie bereits erwähnt, bei der Verwendung von Pflanzenölen als Kraftstoff Oxidationskatalysatoren einsetzen lassen, können dadurch die NO_x-Emissionen noch weiter gesenkt werden.

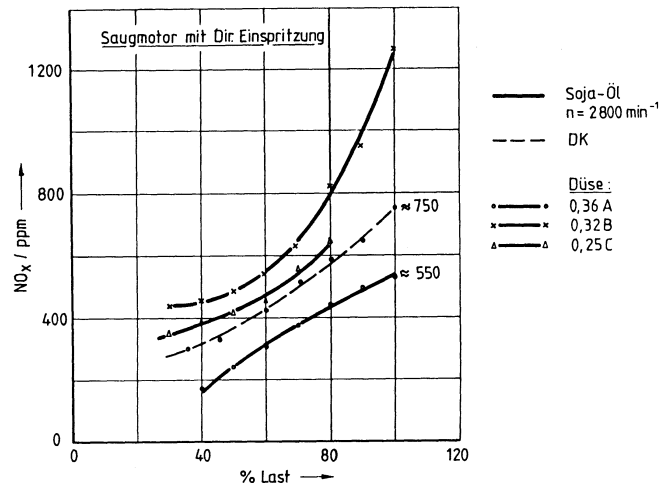


Bild 4: Stickoxid-Emissionen in Abhängigkeit vom Einspritzdüsendurchmesser im Vergleich zu Dieselkraftstoff (DK) mit Bestdüse.

2.4.4 Rußausstoß

Aufgrund der tröpfchenförmigen Einbringung bei der Einspritzung des Kraftstoffes beim Dieserverfahren ergibt sich ein heterogenes Kraftstoff-Luftgemisch, was einen stellenweisen Luftmangel im Gemisch zur Folge hat. Für die Verbrennung bedeutet das die Bildung von unerwünschten gesundheitsschädlichen Rußpartikeln. Da Pflanzenöle im Gegensatz zu Dieselöl einen Anteil von etwa elf Gewichtsprozent chemisch gebundenem Sauerstoff haben, wie aus **Bild 1** ersichtlich, reduzieren sich solche sauerstoffarmen Zonen, was einen massiv verringerten Partikelgehalt des Abgases zur Folge hat. „Als Mittelwert verschiedener Untersuchungen kann etwas von der halben Schwärzungszahl (BSZ) ausgegangen werden, vereinzelt auch nur von einem Viertel – immer bei bisherigen, auf Dieselkraftstoff optimierten Motoren! Bei einer RME-Anpassung ist also möglicherweise eine noch weitergehende Reduzierung zu erwarten.“¹⁾ Dadurch wird der Einsatz von Oxidationskatalysatoren zur Reduktion der ohnehin schon günstigen Abgaswerte von dieselbetriebenen Fahrzeugen erheblich erleichtert, da ja die feinen Kanäle des Katalysators kaum noch zugesetzt werden.

2.4.5 Sonstige Emissionen

Einen Überblick über die durchschnittlichen Verhältnisse der Abgaswerte von Biodieselpetriebenen Motoren im Vergleich zu Dieselbetriebenen gibt **Bild 5**. Die Werte ergeben sich aus der Auswertung von Messungen an 54 verschiedenen Motoren.

2.5 Auswirkungen für die Landwirtschaft

Seit Jahren hat die EU mit einer großen landwirtschaftlichen Überproduktion zu kämpfen. Landwirte werden gezwungen 15% ihrer Anbauflächen für die Erzeugung von Nahrungsmitteln stillzulegen und erhalten als Entschädigung von der EU Prämien. Der Landwirt hat die Möglichkeit die stillgelegten Flächen dennoch produktiv

¹⁾ Dr.-Ing. E.h. Syassen, Onno: Chancen und Problematik nachwachsender Kraftstoffe. In: Sonderdruck aus MTZ 53 (1992) Hefte 11 und 12. S. 12

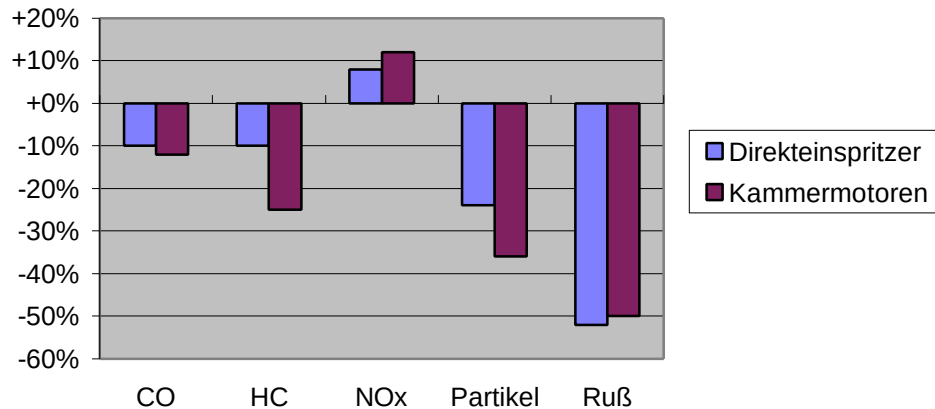


Bild 5: Emissionen bei Biodieselbetrieb im Vergleich zu Dieselbetrieb.

mit nachwachsenden Rohstoffen zu bewirtschaften, indem er sich einen Vertragspartner sucht, der ihm nachweislich die Abnahme der auf diesen Flächen erzeugten Rohstoffe zu rein technischen Zwecken, im Falle Raps also zur Weiterverarbeitung als Kraft- oder Schmierstoff, garantiert. Solche Abnehmer sind nicht schwer zu finden, da fast alle landwirtschaftlichen Genossenschaften, wie zum Beispiel die BayWa, Saatgutgroßhändler oder, falls in der Nähe, Ölmühlen den Raps für technische Zwecke abnehmen.

2.6 Aktuelle Verbreitung von nachwachsenden Kraftstoffen

In Deutschland gibt es 1995 275 Tankmöglichkeiten für Biodiesel, allein 85 davon in Bayern. Im Großraum Bayreuth kann in fünf Tankstellen in Bayreuth, Thurnau, und Wunsiedel Biodiesel gezapft werden. Im Kreis Bayreuth betreiben die Stadtwerke und die Spedition Pfaffenberger in Bindlach Teile ihrer Flotte seit über einem Jahr mit Biodiesel.

Generelle Freigaben für Biodieselbetrieb ihrer Fahrzeuge haben bisher nur VW AG, Opel AG und Ford AG erteilt. LKW-Hersteller tun dies meist nur auf spezielle Anfrage in Form von Einzelfreigaben für einzelne Fahrzeuge.

3 Ausblick

Nachwachsende Rohstoffe können, ebenso wie andere alternative Energiequellen, den heutigen riesigen Energiebedarf wohl nicht allein decken. Daher müssen wir uns in der Hinsicht umstellen, daß wir nicht mehr einen Ausgangsstoff für alle Kraftstoffe zum Antrieb von Kraftfahrzeugen haben werden, sondern daß der Bedarf mit einer Kombination aus mehreren verschiedenen Energieträgern decken müssen. Ein Teil der Kraftfahrzeuge wird mit Biodiesel angetrieben werden, ein anderer mit elektrolytisch aus Wasser hergestelltem Wasserstoff und wieder ein anderer mit Solarstrom. Eines jedoch ist sicher: Dem bis heute stetig ansteigende Energieverbrauch auf der Welt muß Einhalt geboten werden, denn selbst die umweltfreundlichste Methode der Energiegewinnung ist nicht umweltneutral, d.h. die Luftverschmutzung nimmt auch bei emissionsarmen Brennstoffen wie Pflanzenölen oder Bioalkohol noch zu, wenn immer mehr davon verbrannt werden.

Quellenverzeichnis

- 1) Dr.-Ing. E.h. Syassen, Onno: Chancen und Problematik nachwachsender Kraftstoffe. In: Sonderdruck aus MTZ 53 (1992) Hefte 11 und 12
- 2) CMA – Centrale Marketing-Gesellschaft der deutschen Argrarwirtschaft mbH: Biomasse–nachwachsende Rohstoffe aus Land- und Forstwirtschaft. Bonn o. J.
- 3) El Bassam, Nasir: Möglichkeiten und Grenzen der Bereitstellung von Energie aus Biomasse. In: Landbauforschung Völkenrode 2/1993 u. 3/1993 S.101-111
- 4) ufop – Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V.. Allgemeine Informationsmappe „BIODIESEL“ o.O.u.o.J.
- 5) Nach: ufop – Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V.. BIODIESEL Argumente die zählen o.O.u.o.J.

Bildnachweis

- Bild 1: Nach: ufop – Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V.. Allgemeine Informationsmappe „BIODIESEL“ o.O.u.o.J.
- Bild 2: Dr.-Ing. E.h. Syassen, Onno: Chancen und Problematik nachwachsender Kraftstoffe. In: Sonderdruck aus MTZ 53 (1992) Hefte 11 und 12 S.13
- Bild 3: Nach: Dr.-Ing. E.h. Syassen, Onno: Chancen und Problematik nachwachsender Kraftstoffe. In: MTZ 53 (1992) Hefte 11 und 12 S.6
- Bild 4: Dr.-Ing. E.h. Syassen, Onno: Chancen und Problematik nachwachsender Kraftstoffe. In: MTZ 53 (1992) Hefte 11 und 12 S.11
- Bild 5: Nach: ufop – Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V.. BIODIESEL Argumente die zählen o.O.u.o.J.
- Bild 6: Dr.-Ing. E.h. Syassen, Onno: Chancen und Problematik nachwachsender Kraftstoffe. In: MTZ 53 (1992) Hefte 11 und 12 S.4
- Tabelle 1: Nach: El Bassam, Nasir: Möglichkeiten und Grenzen der Bereitstellung von Energie aus Biomasse. In: Landbauforschung Völkenrode 2/1993 u. 3/1993 S.102
- Tabelle 2: Nach: El Bassam, Nasir: Möglichkeiten und Grenzen der Bereitstellung von Energie aus Biomasse. In: Landbauforschung Völkenrode 2/1993 u. 3/1993 S.105

Erklärung

Ich erkläre, daß ich die Facharbeit selbst angefertigt und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel verwendet habe.

Lanzendorf, den 23. Februar 1997

Christopher Hofmann