

# Pflanzenöl als Treibstoff – Chancen und Risiken

Von Prof. Dr. Karlheinz Köller, Institut für Agrartechnik, Universität Hohenheim

Je nach Produktionsrichtung und Rationalisierungsgrad werden in Deutschland etwa zwischen 100 und 150 Liter Dieseldieselkraftstoff je Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche verbraucht. Angesichts steigender Kraftstoffpreise und sinkender Agrardieselsbeihilfen versuchen viele Landwirte den erforderlichen Kraftstoffbedarf zu reduzieren, sei es durch Optimierung des Maschineneinsatzes, durch Kombination von Arbeitsgängen oder gar Verzicht auf bestimmte Maßnahmen. Daneben gewinnt die Verwendung von Pflanzenöl, besonders in Form des so genannten Biodiesels zunehmendes Interesse. Während Biodiesel als Rapsmethylester (RME) in zahlreichen landwirtschaftlichen Betrieben und darüber hinaus in entsprechend umgerüsteten LKW und PKW bereits seit Jahren auf breiter Basis erfolgreich eingesetzt wird, ist die Nutzung von nativem Rapsöl noch mit gravierenden Restriktionen verbunden. Trotzdem sehen viele Landwirte in dieser Technologie eine große Chance, ihre Abhängigkeit von fossiler Energie auf Dauer zu beenden.

## Biodiesel (RME)

Als Biodiesel wird ein Fettsäuremethylester-Gemisch bezeichnet, das bei der chemischen Umsetzung von Fetten und Ölen mit Methanol entsteht. Dabei stammt das Methanol heute noch aus fossilen Quellen, könnte aber künftig durch „Biomethanol“ aus der Biomassevergasung oder Biogas-erzeugung ersetzt werden. Normgerechter Biodiesel kann in den meisten Dieselmoto-

ren – sofern vom Hersteller dafür freigegeben – eingesetzt werden. In Deutschland wird bisher zur Herstellung von Biodiesel in der Regel Rapsöl eingesetzt.

Biodiesel ist derzeit der einzige breit markteingeführte Biokraftstoff in Deutschland. Die heimische Produktionskapazität von Biodiesel liegt derzeit bei ca. 1,1 Mio. t/a (ca. 1,3 Mrd. Liter). Weitere Anlagen mit einer Kapazität von 0,6 Mio. t/a (rd. 0,7 Mrd. Liter) sind im Bau oder in konkreter Planung. Mit den vorhandenen und den geplanten Produktionskapazitäten wird das aus Fruchtfolge- und Flächennutzungsgründen begrenzte Rapsanbaupotenzial für den Non-Food-Bereich von 1,5 Mio. ha/a in Deutschland dann nahezu ausgeschöpft. Aus heimischer Produktion könnten in Zukunft rd. 2,0 Mio. t/a (rd. 2,2 Mrd. Liter) Rapsöl für die Produktion von Biodiesel zur Verfügung gestellt werden. Damit könnte rund 3,7 Prozent des deutschen Gesamtkraftstoffbedarfs gedeckt werden.

Der Absatz von Biodiesel lag in 2004 bei 1,05 Mio. t (ca. 1,19 Mrd. Liter). Davon werden bislang 30 Prozent als Reinkraftstoff in Fahrzeugflotten (vorwiegend LKW) und 30 Prozent als Reinkraftstoff in PKW genutzt. Weitere 30 Prozent werden bislang als maximal 5prozentige Beimischung zu Dieseldieselkraftstoff zugesetzt. Die Beimischungsgrenze von 5 Vol.-Prozent ergibt sich aus der Dieseldieselkraftstoff-Norm DIN EN 590. Dieseldieselkraftstoff ist mithin nur dann normgerecht, wenn die Beimischungen von Biodiesel diese Grenze nicht übersteigen. Innerhalb der genannten DIN vor-

genommene Beimischungen sind an den Tankstellen nicht kennzeichnungspflichtig.

In den nächsten Jahren ist mit einer deutlichen Zunahme der Beimischungsquote und einer Abnahme der Verwendung von Biodiesel als Reinkraftstoff zu rechnen. Die Abgasstufe EURO 4 kann technisch bereits heute auch mit reinem Biodiesel erreicht werden. Dazu ist aber die Verwendung eines Biodieselsensors erforderlich, der nur von einigen Automobilherstellern und zudem lediglich als Sonderausstattung angeboten wird.

## Bioethanol

Bioethanol (Ethylalkohol) kann durch Destillation nach alkoholischer Gärung oder durch vergleichbare biochemische Methoden aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen werden. In Deutschland kommen für die Produktion von Ethanol zunächst Getreide (Weizen, Roggen) oder Zuckerrüben in Frage. Für die Herstellung von Ethanol auf Basis von Lignocellulose (z.B. Stroh oder Holz) gibt es gegenwärtig keine kommerziell betriebenen Anlagen in Deutschland. Solche Verfahren befinden sich gegenwärtig noch im Pilotstadium. Nach der DIN EN 228 kann dem Ottokraftstoff bis zu 5 Vol.-Prozent Ethanol zugesetzt werden.

Ethanolbeimischungen von mehr als 5 Vol.-Prozent erfordern Fahrzeuge mit angepassten Motoren, in denen Mischungen mit bis zu 85 Vol.-Prozent Ethanol (E85)



John Deere 7920  
mit Autotrac

Schlüter 1700 TVL mit  
Rapsölmotor



verwendet werden können (so genannte „Flexible Fuel Vehicles“ – FFV), oder im Falle reinen Ethanol-Fahrzeuge mit speziellen Ethanolmotoren. FFV werden in den USA, Brasilien und Schweden eingesetzt. Die Technologie wurde maßgeblich von deutschen Unternehmen entwickelt. Deutsche Automobilunternehmen bieten FFV in Brasilien und den USA an. In Deutschland werden derartige Fahrzeuge bisher nicht eingesetzt.

### Umwelteffekte

In Deutschland ist der Kraftstoffverbrauch im Verkehrssektor heute zu mehr als 95 Prozent vom Erdöl abhängig. Angesichts der politisch und wirtschaftlich unsicheren Situation auf dem Erdölmarkt, vor allem aber aus Klimaschutzgründen, muss der Verbrauch fossiler Kraftstoffe gesenkt werden. Die Entwicklung alternativer Kraftstoffe und energiesparender Antriebe ist deshalb für die Sicherung einer nachhaltigen Mobilität von überragender Bedeutung. Biokraftstoffe können einen wichtigen Beitrag zur Minderung der Treibhausgasemissionen im Verkehr leisten und auch zur Verbesserung der Versorgungssicherheit durch Brennstoff-Diversifizierung beitragen. Die Arbeiten zur Entwicklung einer nationalen Kraftstoffstrategie im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung zeigten, dass bis 2020 neben Effizienzsteigerungen bei bisher gängigen konventionellen Antrieben, dem verstärkten Einsatz von kombinierten (Hybrid) Antrieben und von Erdgas-Biokraftstoffe kurz- bis mittelfristig einen hohen Stellenwert einnehmen können. Dies ist insbe-

sondere auf das hohe Treibhausgasreduktionspotenzial von Biokraftstoffen zurückzuführen, das für Biodiesel zwischen 18 – 89 Prozent und für Bioethanol aus Getreide zwischen 13 – 60 Prozent bzw. aus Zuckerrüben zwischen 13 – 92 Prozent liegt. Für BTL-Kraftstoffe kann das Reduktionspotenzial zukünftig generell über 90 Prozent liegen. Die Bandbreiten ergeben sich u. a. wegen der unterschiedlichen Rohstoffe und der Unterschiede im Anbau, in den Transportwegen und Verarbeitungsverfahren.

Der wichtigste Stellenwert der Biokraftstoffe zur Erreichung von Umweltzielen wird auch seitens der EU anerkannt. Daher wurde im Mai 2003 die Richtlinie zur „Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen und anderen Kraftstoffen im Verkehrssektor“ verabschiedet. Diese sieht vor, dass der Absatz von Biokraftstoffen bis 2005 auf 2 Prozent und bis 2010 auf 5,75 Prozent des Energieeinsatzes im Kraftstoffmarkt ansteigen soll.

Pro Liter eingesetztem Biodiesel wurden im Jahr 2004 gegenüber der Verwendung von fossilem Diesel ca. 2,2 kg CO<sub>2</sub> eingespart (Gutachten des IFEU-Instituts „Erweiterung der Ökobilanz für RME“). Dieser Wert gilt bei einer Produktion auf Basis von Raps bei durchschnittlichen Produktionsbedingungen in Deutschland und bei typischer Nutzung der Kuppelprodukte. Bei der Verwendung von 1,05 Mio. t (rd. 1,19 Mrd. Liter) Biodiesel im Jahre 2004 wurden damit in Deutschland insgesamt 2,6 Mio. t CO<sub>2</sub> eingespart. Einer Tonne eingespartem CO<sub>2</sub> stehen rd. 215 Euro Mineralölsteuersubventionen gegenüber.

### Synthetische Biokraftstoffe (auch: Biomass-to-Liquid [BTL])

Aufgrund des Standes der Technik und des noch bestehenden Forschungs- und Entwicklungsbedarfs sind BTL-Kraftstoffe eine viel versprechende mittelfristige Option. Bei der BTL-Herstellung wird, wie aus dem Bereich Kohle seit vielen Jahrzehnten bekannt und erprobt, Biomasse zu Synthesegas umgesetzt. Hieraus werden dann flüssige Kohlenwasserstoffe gewonnen, die zu normgerechtem Kraftstoff ausgearbeitet werden können.

BTL-Kraftstoffe können in heutigen Motoren (sowohl in Otto- als auch in Dieselmotoren) eingesetzt werden. BTL-Kraftstoffe weisen gegenüber fossilen Kraftstoffen Vorteile beim Emissionsverhalten auf, indem sie schwefelfrei und arm an Aromaten sind. Auch in neuen Motorgenerationen mit neuartigen Verbrennungsverfahren, die gegenüber den heutigen Normen modifizierte Kraftstoffe benötigen, sind BTL-Kraftstoffe einsetzbar, da der Herstellungsprozess eine Anpassung der Kraftstoffstruktur an die Anforderungen der Motoren ermöglicht. BTL-Kraftstoffe können unter Verwendung der heutigen Infrastruktur ohne Probleme verteilt werden.

Die BTL-Herstellung ist noch nicht marktreif. Bisher existiert lediglich eine Pilotanlage im Technikumsmaßstab. Es ist nicht zu erwarten, dass BTL-Kraftstoffe bis zum Jahr 2010 einen nennenswerten Beitrag zur Erreichung der EU-Mengenziele leisten können. Sie können jedoch im Laufe der zweiten Dekade größere Marktbedeutung erlangen. Das sich abzeichnende



Deutz-Fahr Agrotan aus dem von der Bundesregierung geförderten 100-Schlepper-Programm

Potenzial von BTL-Kraftstoffen ist deutlich höher als das von Biodiesel oder von Ethanol auf Basis von Getreide oder Zucker. Die BTL-Produktion kann auf Basis jeder festen Biomasse erfolgen, ein Umstand, der insbesondere dem Anbau von Energiepflanzen entgegenkommt. Bei der Ganzpflanzennutzung sind deutlich höhere Erträge pro Hektar möglich als beispielsweise bei der Rapsproduktion. Unter technisch günstigen Voraussetzungen könnten auf jährlich 2 Mio. ha ca. 25 Prozent des heutigen Verbrauchs an Dieselmotorkraftstoff erzeugt werden.

### Pflanzenöl

Wie Biodiesel kann Pflanzenöl aus Raps oder anderen Ölpflanzen gewonnen werden, wobei keine chemische Umwandlung wie beim Biodiesel erfolgt. Pflanzenöl kann nur in speziell angepassten Motoren eingesetzt werden. Bei der Nutzung von Pflanzenöl als Kraftstoff in umgerüsteten PKW, LKW oder landwirtschaftlichen Fahrzeugen sind teilweise noch technische Weiterentwicklungsprobleme zu lösen. Die Sicherung der notwendigen Kraftstoffqualität bereitet derzeit noch Probleme. Eine verbindliche Norm für diesen Kraftstoff ist in der Entwicklung. Moderne Abgasforderungen sind mit Pflanzenölmotoren derzeit nur mit speziellen Anpassungen erfüllbar. Für Pflanzenöl sind daher entsprechende Änderungen oder eine eigene Motorenentwicklung erforderlich.

Um naturbelassenes Rapsöl als Kraftstoff in Dieselmotoren ohne Verkürzung der heute üblichen Motorstandzeiten und bei einer zugleich hohen Energieumsetzungsrate

(Motorwirkungsgrad) verwenden zu können, sind motor- und fahrzeugseitig technische Anpassungen notwendig. Diese sind wegen der von Diesel abweichenden kraftstoffspezifischen Kenndaten des Rapsöls erforderlich.

### Kraftstoffsparender Traktoreinsatz

Die mit Abstand größte Anzahl von Traktoren wird noch immer (und auf absehbare Zeit) mit konventionellem Dieselmotorkraftstoff betrieben. Angesichts hoher Dieselpreise wird größter Wert auf Kraftstoff sparende Einsatzstrategien gelegt.

Mit Hilfe einer mobilen „Motorbremse“ und einer für alle Zuschauer gut sichtbaren Verbrauchsanzeige wurde den Besuchern des Feldtages der Kraftstoffverbrauch eines Traktors (JD 7800) in Abhängigkeit von der Drehzahl und Belastung des Motors demonstriert. Wenn es gelingt, den Traktor, je nach Einsatzzweck stets im jeweils optimalen Drehzahlbereich zu fahren und wenn sämtliche verfahrenstechnischen Möglichkeiten des Kombinierens und Einsparens von Arbeitsgängen genutzt werden, lässt sich der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch im Ackerbau von etwa 110 l/ha um 20 – 30 l/ha reduzieren. Weitere Einsparpotentiale ergeben sich, wenn die Traktoren mit modernster Elektronik, wie z.B. automatischen Lenksystemen ausgerüstet sind.

Die Versuchsstation für Pflanzenbau und Pflanzenschutz der Universität Hohenheim präsentierte einen John Deere 7920 (Bild 1) ausgestattet mit einem derartigen

System („Autotrac“), das es ermöglicht, ohne Eingriff des Fahrers, selbst bei Nacht und Nebel, exakt Spur an Spur zu fahren (Genauigkeit bis zu 2 cm). GPS gestützte automatische Lenksysteme haben mehrere Vorteile:

- Verminderung von Arbeitszeit, Energie, Maschinen- und Lohnkosten
- Einsparung von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln
- Ausweiten der Einsatzzeiten (Dunkelheit, Nebel)
- Geringere Bodenverdichtung
- Verbesserte Arbeitsqualität durch Fahrerentlastung

### Rapsöl als Treibstoff

Kaltgepresstes Rapsöl kostet zur Zeit etwa 60 Cent je Liter. Bei einer Preisdifferenz von etwa 40 Cent/l ist natives Rapsöl für einige Landwirte eine überzeugende Alternative zum herkömmlichen Dieselmotorkraftstoff.

Auf dem Hohenheimer Feldtag demonstrierten drei Landwirte persönlich ihren Pflanzenöl betriebenen Traktor. Helmut Gehring, Landwirt aus Plieningen, präsentierte seinen Fendt Farmer 309, den er seit 10 Jahren ohne größere Probleme mit Rapsöl betankt.

Ebenso begeistert berichtete Wilhelm König, Landwirt vom Weiherhof in Empfingen, von seinen langjährigen Erfahrungen mit Rapsöl in dem legendären Schlüter 1700 TVL (Bild 2). Als Dritter im Bunde stellte Christian Bosch aus Herbrechtingen, Student der Agrarwissenschaften an der Universität Hohenheim, den Deutz

Agrotron aus dem elterlichen Betrieb vor (Bild 3). Dieser Traktor läuft seit einigen Jahren im so genannten „100-Schlepper-Programm“ des Bundeslandwirtschaftsministeriums.

Bisher vorliegende Erfahrungen aus diesem über das gesamte Bundesgebiet verteilten Programms mit 111 Traktoren unterschiedlicher Fabrikate bestätigen neben den erwarteten Einsparpotentialen auch gravierende Probleme dieser Technologie, bedingt durch die dick- und zähflüssige Konsistenz des Rapsöls. Herkömmliche Traktormotoren sind erst nach entsprechender Umrüstung z.B. mit speziellen Kraftstoffleitungen, Filtersystemen, Kraftstoffpumpen, Einspritzdüsen, Ventilen, Motoröladditiven usw. pflanzenöltauglich. Je nach Anbieter und System variieren die erforderlichen Umbaukosten zwischen 2500 und 6000 €.

Abgesehen von der jeweiligen Technik sind Wartung und besonders die Ölqualität von entscheidender Bedeutung für das Verhalten des Motors. Die meisten Traktoren aus dem genannten Testprogramm wiesen kleinere bis erhebliche Motorschäden auf, nur 31 Motoren überstanden den Test ohne jeglichen Schaden.

Aus diesem Grunde erteilt bis heute kein Traktorhersteller eine generelle Freigabe für die Verwendung von Pflanzenöl als Treibstoff. Wenn auch einige Pioniere, wie die drei genannten Landwirte überwiegend positive Erfahrungen mit Rapsöl gesammelt haben und dabei bleiben, erscheint den meisten Landwirten doch Biodiesel (RME) als die risikolosere Variante. Wenn auch nur mit einem Preisvorteil von 20 Cent/l, zumal die meisten Hersteller ihre Motoren für diesen Treibstoff mit definiertem Qualitätsstandard freigeben.

### Elektrische Antriebe im Versuchsstadium

Dieselektrische Antriebe haben sich seit langem im Eisenbahn- und Schiffsbetrieb bewährt, finden zunehmendes Interesse im Automobilbau und werden auch in der Landtechnik getestet.

Das Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim präsentierte auf dem Feldtag einen Versuchsmähdrescher (Bild 4), der sowohl mit einem hydrostatischen als auch mit einem elektrischen Fahrtrieb ausgerüstet ist, um vergleichende Untersuchungen, sowohl bei Straßenfahrt als auch bei der Druscharbeit, durchführen zu können.

Der Generator für die Leistungsbereitstellung wird vom Dieselmotor über einen Keilriemen angetrieben und kann eine elektrische Leistung bis zu 80 kW erzeugen.

### Welche Vorteile bieten elektrische Antriebe?

- Elektrische Antriebe sind unempfindlich gegen Hitze, Kälte und Verschmutzung
- Erreichen eine hohe Lebensdauer
- Sind verschleißarm (außer Lagern keine berührenden Teile)
- Hoch überlastbar
- Geräuscharm
- Umweltfreundlich
- Elektrische Energie lässt sich leicht erzeugen, verteilen, speichern und sehr verlustarm regeln und umwandeln.

### Antriebsaufgaben in Landmaschinen

Es lassen sich drei Antriebsaufgaben mit sehr unterschiedlichen Charakteristiken

und Anforderungen unterscheiden:

- Der Geräteantrieb, der heute zumeist über die Zapfwelle erfolgt, sowie Arbeitsorgane von Selbstfahrern, erfordern die Antriebsleistung meist bei einer festen Drehzahl oder über einen eingeschränkten Drehzahlbereich. Um die Leistung über diesen Drehzahlbereich konstant zu halten, ist ein Ansteigen des Drehmomentes mit fallender Drehzahl erforderlich („Drehmomentanstieg“).
- Bei Fahrzeug-Hilfsaggregaten, wie z.B. Pumpen und Lüfter, steigt die erforderliche Leistung überproportional mit der Drehzahl. Das höchste Drehmoment und die höchste Leistung muss bei Maximaldrehzahl aufgebracht werden.
- Der Fahrtrieb benötigt konstante Leistung über einen sehr weiten Drehzahlbereich. Bei Traktoren beträgt dieser Konstantleistungsbereich in der Regel mehr als 1 zu 10. Diese Antriebsaufgabe wird heute über schaltbare oder stufenlose Getriebe gelöst.
- Elektrische Antriebe werden in der Zukunft in Traktoren und Landmaschinen verstärkt eingesetzt werden.
- Sie sind langlebig, robust, leise und temperaturunempfindlich.
- Insbesondere bei drehzahlvariablen Antrieben und bei weiträumig verteilter Anordnung sind elektrische Lösungen vergleichbaren mechanischen und hydraulischen Konzepten überlegen.
- Fahrtriebe
- Die Technologie ist bereits heute verfügbar.
- Die Massenanzugung im Hybrid-PKW wird zu einem erheblichen Kostenrückgang führen und damit die Technologie auch für die Landtechnik bezahlbar machen.



Versuchs-Mähdrescher des Instituts für Agrartechnik „Magda“ mit alternativen Fahrtrieben