

Michael Brenndörfer, Darmstadt

Biodiesel-Perspektiven

In Europa wird eine Steigerung des Verkehrsaufkommens und der dadurch erzeugten CO₂-Emissionen um etwa 50 % auf rund 1,1 Mrd. t bis zum Jahr 2010 erwartet. Etwa 84 % dieser Menge davon werden dem Straßenverkehr angelastet. Dieser Entwicklung soll durch den Einsatz biogener Kraftstoffe entgegengewirkt werden. In der EU-Richtlinie 2003/30/EG vom 8. Mai 2003 zur „Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor“ werden diese Ziele konkretisiert, im Wesentlichen durch die Forderung, den Marktanteil von Biokraftstoffen von 2 % im Jahr 2005 auf einen Anteil von bis zu 5,75 % im Jahr 2010 zu steigern.

Die Akzeptanz von Kraftstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen hängt wesentlich von der Höhe der Besteuerung ab. Den EU-Mitgliedsländern wird daher bis 2006 die Möglichkeit eingeräumt, die in der EU-Richtlinie aufgeführten Biokraftstoffe von der Mineralölbesteuerung zu befreien. In Deutschland sind Biokraftstoffe und Biokraftstoffanteile von Kraftstoffgemischen zunächst bis Ende 2009 von der Mineralölsteuer befreit.

Die Definitionsliste der EU-Richtlinie enthält insgesamt zehn verschiedene Biokraftstoffe. Davon sind Biodiesel (Rapsmethylester; RME) und naturbelassenes (kaltgepresstes) Pflanzenöl als Alternativen zum konventionellen Dieselmotorkraftstoff geeignet.

Dieselmotorkraftstoffe gewinnen an Bedeutung

Die Verbrauchsentwicklung von Diesel und Ottokraftstoff ist gegenläufig. 2001 übertraf der Dieselmotorkraftstoffverbrauch den Benzinverbrauch (Bild 1).

Diese Entwicklung wird sich fortsetzen, da Dieselfahrzeuge aufgrund des geringeren Kraftstoffpreises und geringeren spezifischen Verbrauchs Vorteile haben.

In der Landwirtschaft werden fast ausnahmslos Fahrzeuge und Arbeitsmaschinen mit Dieselmotoren eingesetzt. Im sektoralen Verbrauch von Dieselmotorkraftstoff nimmt die Landwirtschaft mit Verbräuchen zwischen 1,7 und 1,8 Mio. t und Anteilen zwischen 6 und 6,5 % des Gesamtdieselmotorkraftstoffverbrauchs den zweiten Platz hinter dem Straßenverkehr ein.

Beide Biokraftstoffe werden in Deutschland insbesondere aus Raps hergestellt und

ermöglichen der Landwirtschaft den direkten Einstieg in den „Energiepflanzenanbau“ und den Aufbau einer Wertschöpfungskette vom Anbau der Pflanzen bis zur Verarbeitung und Nutzung der Produkte.

In der Praxis hat allerdings nur Biodiesel eine nennenswerte Marktbedeutung im Verkehrssektor (~ 2 %) erlangen können. Eine Anwendung in der Landwirtschaft ist auf Grund des höheren Preises gegenüber dem steuerreduzierten Agrardiesel zurzeit unwirtschaftlich.

Gewinnung der Pflanzenöle

Die Gewinnung von Pflanzenölen erfolgt in zentralen Großanlagen (Ölmühlen) oder den kleineren dezentralen Anlagen. Zentrale Anlagen haben generell dann Vorteile, wenn es um die Verarbeitung und Lieferung großer Chargen mit einheitlichen Qualitäten geht. Dezentrale Anlagen haben Vorteile hinsichtlich der Logistik sowie der Transportkosten und begünstigen das Wirtschaften in Stoffkreisläufen.

Die zentralen Anlagen erreichten 2003 eine Produktionskapazität von rund 1,1 Mio. t. Die Leistungen der Anlagen sind sehr unterschiedlich; sie liegen zwischen 2000 und 120000 t/Jahr. Die Entwicklung und mögliche Errichtung von Kleinanlagen mit Produktionskapazitäten von 1000 bis maximal 5000 t/Jahr ist sehr schwierig abzuschätzen, aber gerade Anlagen dieser Größenordnung sind für landwirtschaftliche Betriebe interessant.

Im internationalen Vergleich liegt Deutschland mit seiner Produktionskapazität an führender Stelle, gefolgt von Frankreich und Italien.

Der Herstellungsprozess von Biodiesel ist relativ ausgereift. Die Ausgangsstoffe sind Pflanzenöl (Rapsöl) und Methanol; als Endprodukte entstehen Pflanzenmethylester (Rapsmethylester, RME) und Glycerin. Durch Veränderung des molekularen Aufbaus der Fettmoleküle der im Vorfeld aus den Ölpflanzen erzeugten Öle werden deren physikalische Eigenschaften so verändert, dass sie motorspezifischen Anforderungen entsprechen. In diesem Prozess, der als Um-

Dipl.-Ing Michael Brenndörfer ist wissenschaftlicher Mitarbeiter des KTBL, Bartningstr. 49, 64289 Darmstadt; e-mail: m.brenndoerfer@ktbl.de

Schlüsselwörter

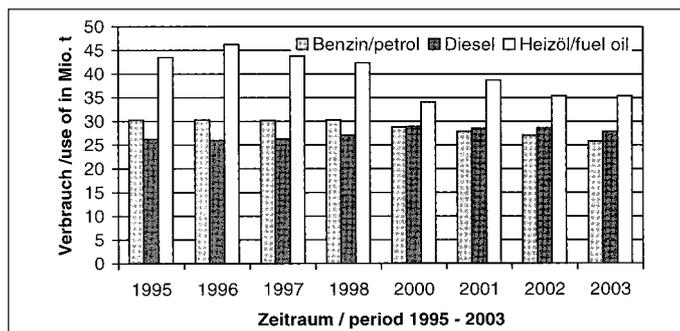
Pflanzenöl, Biodiesel, Marktchancen

Keywords

Vegetable oil, bio-diesel, marketing chances

Bild 1: Veränderung des Verbrauchs von Benzin, Diesel und Heizöl im Zeitraum 1995 bis 2002 in Mio. t (nach MWV 2003)

Fig. 1: Change of the use of petrol, diesel and fuel oil from 1995 to 2002 in million metric tons (acc. MWV 2003)



esterung (oder Alkoholyse) bezeichnet wird, entstehen durch den Austausch des dreiwertigen Alkohols Glycerin durch einen einwertigen Alkohol Methanol aus dem großen Fettmolekül (Rapsöl) drei kleinere Moleküle Fettmethylester (RME).

Zur Biodieselherstellung

kommen verschiedene Verfahren zur Anwendung, die entweder als kontinuierliche oder als Chargenverfahren (Batchverfahren) konzipiert sind

Die Produktkosten werden erheblich von der eingesetzten Technik und dem Aufbereitungsaufwand zur Erzielung der angestrebten Produktreinheit beeinflusst. Für Anlagen mit einer Durchsatzleistung von über 50000 t/Jahr bewegen sich diese zwischen 90 und 110 €/t RME. Für in der Entwicklung befindliche dezentrale Biodieselanlagen (im Batch-Prozess) mit einer Auslastung von 400 bis 800 t/Jahr sind Produktkosten unter günstigen Bedingungen von 420 bis 450 €/t und unter ungünstigen Bedingungen von 640 bis 670 €/t möglich (nach Falk, 2002).

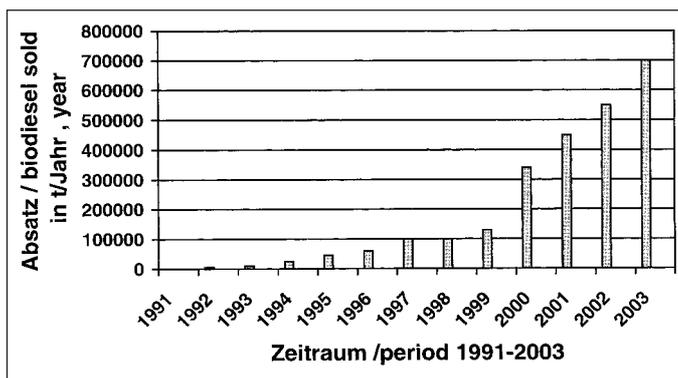
Biodiesel (Rapsmethylester, RME) ist zur Zeit der in Deutschland am weitesten verbreitete Biokraftstoff. Biodiesel wird in Dieselmotoren entweder in Reinform oder als Zusatzkomponente eingesetzt. Seitens der Motoren gibt es keine größeren Probleme; die meisten der neueren Dieselfahrzeuge können Biodiesel ohne Umrüstmaßnahmen verwenden, von Fall zu Fall sind lediglich Anpassungsmaßnahmen in der Kraftstoff führenden Peripherietechnik (Einspritzpumpe, Kraftstoffpumpe, Leitungen) notwendig. Verschiedene Anbieter (UFOP, IWR) geben Auskunft über die Fahrzeugtypen, die seitens der Hersteller über Freigabeerklärungen für den Biodieselbetrieb verfügen. Das Versorgungsnetz ist mit rund 1500 öffentlichen oder firmengebundenen Tankstellen in der Fläche relativ gut verteilt. Defizite gibt es in ländlichen Gegenden und an Autobahnen.

Die Vorteile von Biodiesel sind:

- Nutzung eines heimischen, erneuerbaren Rohstoffs in der Herstellung
- Beitrag zu einer, wenn auch geringen Reduzierung der Abhängigkeit von Erdölimporten
- Reduktion von CO₂-Emissionen
- geringere Transportaufwendungen
- kein Gefährgut
- biologische Abbaubarkeit
- Heizwert (32 MJ/l) nur unwesentlich geringer als der von Diesel (35 MJ/l)
- hohe Cetan-Zahl (56 bis 58; im Vergleich Diesel 50 bis 52)
- C/H-Verhältnis von Biodiesel und Diesel fast identisch; jedoch hoher Sauerstoffgehalt (über 10 %) - dadurch rußarme Verbrennung

Bild 2: Absatzmenge von Biodiesel im Zeitraum 1991 bis 2003 (nach UFOP, IWR; die Absatzmenge für 1991 beträgt 200 t)

Fig. 2: Bio-diesel sold from 1991 to 2003 (data from UFOP; IWR; the amount sold in 1991 is 200 metric tons)



- schwefelfrei
 - sehr gute Schmiereigenschaften im Motor
 - Verbesserung der Abgassituation
- Im Vergleich zu Dieselkraftstoff sind die gesetzlich limitierten Komponenten des Abgases HC, CO, Partikel und Rußzahl geringer, lediglich NO_x kann leicht ansteigen. Die Reduktion liegt zwischen 10 und 40 %, bei Einsatz von Katalysatoren erheblich höher, bis zu 90%. Auf Grund seiner Schwefelfreiheit können im Biodiesel-Reinbetrieb auch Oxidationskatalysatoren mit hoher Reduktionswirkung eingesetzt werden.

Bedingt durch den geringen RME-Anteil am Kraftstoffmarkt wird es einerseits aus ökonomischen Gründen kaum zu der Entwicklung spezieller RME-Motoren kommen, andererseits in der Praxis aber oft zum Wechselbetrieb von Biodiesel und Dieselkraftstoff. Dafür sind kennfeldgesteuerte Motoren notwendig, die mittels Permittivitäts-Sensoren die verschiedenen Kraftstoffe unterscheiden können. Entwicklungsarbeiten für ein derartiges Motormanagement sind im Gange. Solche Motoren sind auch durchaus in der Lage, die Anforderungen der ab 2005 für Straßenfahrzeuge gültigen Abgasnorm EURO-IV zu erfüllen. Einige Hersteller kündigen bereits Freigaben für den Biodiesel-Betrieb ihrer neuen EURO-IV Motoren an. Motoren mit der dann ab 2008 gültigen EURO-V Abgasnorm werden nach heutiger Erkenntnis mit Biodiesel nicht mehr betrieben werden können.

Die Qualitätsanforderungen für Biodiesel sind national in der Kraftstoffnorm E DIN 51606 definiert; auf europäischer Ebene in der Norm DIN EN 14214. Von der Arbeitsgemeinschaft Qualitätsmanagement Biodiesel e.V. (AGQM) wird der an die Tankstellen ausgelieferte Biodiesel stichprobenartig überprüft. Positiv befundene Tankstellen erhalten neben dem Aufkleber mit der DIN-Norm-Bezeichnung zusätzlich ein Qualitätssiegel.

Das Tankstellenetz umfasst über 1500 Tankstellen und wird stetig größer. Laut AGQM werden etwa 30 % der Biodieselmenge über öffentliche Tankstellen und 70 % über Großkunden und Flottenbetreiber ver-

trieben. Der Verbrauch hat ebenfalls eine rasch steigende Entwicklung erfahren, blieb aber immer hinter der Kapazitätsentwicklung zurück. Dies hatte einen positiven Einfluss auf die Markt- und Preisentwicklung zugunsten des Kunden. Die Entwicklung der Biodieselsatzmengen ist in Bild 2 dargestellt.

Für das Jahr 2003 beträgt der Anteil des Biodieselverbrauchs am Gesamtkraftstoffverbrauch für Dieselmotoren etwa 2 %.

Bei der Preisgestaltung für Biodiesel orientieren sich die Hersteller am Dieselpreis. Nahezu jede Preisveränderung beim Dieselpreis wurde von den Biodieselanbietern nachverfolgt. Ein Vergleich der Tankstellenpreise der letzten 1 1/2 Jahre zeigt, dass der Biodieselpreis (ohne Mineralölsteuer) um 7,5 bis 13,2 (im Mittel 9,5) ct/l niedriger war als Dieselpreis (voller Steuersatz).

Seit Anfang 2004 ist die Zumischung von Biodiesel (und anderen biogenen Kraftstoffen) zu Dieselpreis in jedem beliebigen Verhältnis im Raffinationsprozess erlaubt. Einige Mineralölkonzerne praktizieren bereits eine ~ 5-%ige Zumischung. Leider hat sich das bisher auf den Tankstellenpreis nicht ausgewirkt.

Der Einsatz von Biodiesel in der Landwirtschaft hat zur Zeit keine Bedeutung, weil in Traktoren und selbstfahrenden Arbeitsmaschinen, sofern sie nicht gewerblich eingesetzt werden, Agrardiesel eingesetzt wird. Dieser ist konventioneller Dieselpreis, der mit einer reduzierten Mineralölsteuer beaufschlagt wird. Diese wird, nach Änderung des Mineralsteuergesetzes, seit 2001 angewandt und beträgt 0,29 €/l (ohne MwSt). Im Hinblick auf eine mögliche Änderung dieser Regelung kann der Biodieseleinsatz auch in der Landwirtschaft größere Bedeutung erlangen. Die Akzeptanz des Einsatzes von Biodiesel in der Landwirtschaft ist nur über den Preis zu regeln.