

Biotreibstoffe

Grundlagen für die Beurteilung aus Schweizer Sicht



Andreas Kampa und Ulrich Wolfensberger



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Volkswirtschafts-
departement EVD
Forschungsanstalt
Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

Impressum

ISSN	1661-7584 ART-Schriftenreihe
ISBN	978-3-905733-06-8
Herausgeberin	Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART Tänikon, CH-8356 Ettenhausen Telefon +41 (0)52 368 31 31, Fax +41 (0)52 365 11 90 info@art.admin.ch, www.art.admin.ch
Grafik	Regina Häusler/Ursus Kaufmann, ART
Titelbild	Raps, Rohstoff für einen Biotreibstoff Biotreibstoff für den Traktor ART Robert Meier
Preis	CHF 30.00 € 20.00; inkl. MWSt
Copyright	2007 ART

04.2007 900 860172190

Inhalt

Vorwort	III
Zusammenfassung	V
Résumé	VII
Summary	IX
1. Einleitung	1
2. Übersicht Biotreibstoffe	2
2.1 Flüssige Biotreibstoffe	4
2.2 Gasförmige Biotreibstoffe	5
3. Gegenwärtige Biotreibstoffversorgung	6
3.1 Gegenwärtige Biotreibstoffversorgung in den EU-Mitgliedsstaaten	7
3.2 Gegenwärtige Biotreibstoffversorgung der Schweiz	7
4. Rapsöl und Rapsölmethylester (RME) als Treibstoff	11
4.1 Rohstoffe	11
4.2 Herstellung von Rapsöl und Rapsölmethylester (RME)	12
4.2.1 Verfahrensschritte in dezentralen Ölgewinnungsanlagen	12
4.2.2 Verfahrensschritte in zentralen Ölgewinnungsanlagen	14
4.2.3 Umesterung zu Rapsölmethylester	16
4.3 Eigenschaften	19
4.3.1 Rapsöl	19
4.3.2 Rapsölmethylester (RME)	23
4.4 Nutzung als Treibstoff	25
4.4.1 Rapsöl	25
4.4.2 Rapsölmethylester (RME)	27
4.5 Entstehende Nebenprodukte und deren Verwendung	28
5. Bioethanol als Treibstoff	30
5.1 Rohstoffe	30
5.1.1 Zuckerhaltige Rohstoffe	30
5.1.2 Stärkehaltige Rohstoffe	31
5.1.3 Lignocellulosehaltige Rohstoffe	32
5.2 Herstellung von Bioethanol	34
5.2.1 Rohstoffaufbereitung	35
5.2.2 Fermentation	37
5.2.3 Destillation und Rektifikation	38
5.2.4 Entwässerung	38
5.3 Eigenschaften und Nutzung als Treibstoff	39
5.3.1 Nutzung als Treibstoff in Ottomotoren	40
5.3.2 Nutzung als Treibstoff in Dieselmotoren	41
5.4 Entstehende Nebenprodukte und deren Verwendung	42

6. Biogas als Treibstoff	43
6.1 Substrate	43
6.2 Herstellung von Biogas	44
6.2.1 Vergärung	45
6.2.2 Vergärungsverfahren	45
6.2.3 Biogasaufbereitung	47
6.3 Eigenschaften	50
6.4 Nutzung als Treibstoff	50
6.5 Nutzung der Nebenprodukte	52
7. BtL-Treibstoffe (Biomass-to-Liquid)	53
7.1 Rohstoffe	53
7.2 Herstellung von BtL-Treibstoffen	53
7.2.1 Herstellung von Synthesegas aus Biomasse	54
7.2.2 Herstellung von BtL-Treibstoffen aus Synthesegas mittels Fischer-Tropsch-Synthese	54
7.3 Nutzung als Treibstoff	55
8. Versuche mit einem Diesel-Bioethanol-Gemisch	56
8.1 Treibstoff	56
8.2 Versuchsdurchführung	57
8.3 Ergebnisse	57
8.4 Interpretation	59
9. Schlussfolgerungen	61
9.1 Rohstoffe	61
9.2 Herstellung	61
9.3 Weiterer Studienbedarf	63
Literatur	64

Vorwort

Das gegenwärtig wieder stark zunehmende Interesse an erneuerbaren Energien, und besonders an Biotreibstoffen, dürfte heute, im Gegensatz zur relativ kurzzeitigen Euphorie vor fünfzehn Jahren ernsthafter und ausdauernder sein. Was spricht für diese These?

- Zunehmend auftretende Naturkatastrophen sind offensichtlich auf globale Temperaturverschiebungen und atmosphärische Veränderungen zurückzuführen. Die Ursache dafür soll nicht zuletzt bei den steigenden CO₂-Emissionen aus der Nutzung fossiler Energien liegen. Die Reduktion des CO₂-Ausstosses ist eine wichtige Herausforderung für Politik, Wirtschaft und Gesellschaft
- Das weltweite Fördermaximum von Erdöl (Peak Oil) soll in wenigen Jahrzehnten überschritten sein. Durch aufstrebende Wirtschaftsnationen wie China und Indien nimmt der weltweite Energieverbrauch rasch zu. Die Vorräte sind endlich.
- Die gegenwärtige Preissteigerung fossiler Energieträger scheint keine kurzfristige Marktbewegung zu sein, sondern eine mittel- bis langfristige Reaktion auf die zunehmende Verknappung.

Das CO₂-Gesetz der Schweiz verlangt von 1990 bis 2010 eine Reduktion des CO₂-Ausstosses von 10 %. 40,66 Mio. Tonnen freigesetztes CO₂ basiert in der Schweiz auf der energetischen Nutzung fossiler Energieträger. Davon verursacht die individuelle Mobilität 16,88 Mio. Tonnen CO₂. Der Treibstoffanteil am gesamten Endenergieverbrauch beträgt 32,3 %.

Lösungsansätze liegen in der Verbesserung der Energieeffizienz und in der Energiesubstitution. Bei der Substitution hat die Biomasseenergie eine besondere Rolle. Neben der Holznutzung im Wärmebereich wird im Verkehrsbereich ein grosses Potenzial für die Energiesubstitution geortet. Dieses Ziel verfolgt unter anderem die am 17.05.2003 in Kraft getretene EU-Richtlinie «zur Förderung der Verwendung von Biotreibstoffen oder anderen erneuerbaren Treibstoffen im Verkehrssektor». Danach soll der Marktanteil von Biotreibstoffen in allen EU-Mitgliedsländern im Jahr 2005 auf 2 % und im Jahr 2010 auf 5,75 % ansteigen. Fachleute rechnen damit, dass mit neuen Biotreibstoffen der sogenannten «zweiten Generation» um die 30 % der fossilen Treibstoffe substituiert werden könnten.

Die Kenntnisse der Eigenschaften der Biotreibstoffe, sowie deren Vor- und Nachteile, waren bisher eher partiell. In der ganzen Kette vom Rohstoff bis zur Anwendung gibt es vor allem bei den chemisch-technischen Verfahren zur Treibstoffherstellung offene Fragen. Von ihrer Beantwortung hängt unter anderem ab, ob eine kleingewerblich dezentrale Produktion möglich oder eher eine industrielle Grossproduktion sinnvoll ist. Dies ist wiederum für die Landwirtschaft als Biomasselieferant von Bedeutung, ergeben sich daraus doch Hinweise zur realistischen Abschätzung von Biomasseenergie als Einkommensalternative.

Die vorliegende Studienarbeit von Andreas Kampa schliesst hier wichtige Lücken. Im Rahmen seines Verfahrenstechnik-Studiums an der Fachhochschule Wismar (D) hat er an der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART in Tänikon Informationen von aktuellen und zukünftig möglichen Biotreibstoffen übersichtlich und verständlich zusammengestellt. Der Schwerpunkt liegt bei der Verfahrenstechnik zur Herstellung von unterschiedlichen Biotreibstoffen. Die Arbeit liefert wichtige Grundlagen für die umfassende ökonomische und ökologische Beurteilung der verschiedenen Biotreibstoffe mit Einbezug der chemisch-technischen Herstellungsschritte. Sie muss als ein bedeutendes Element einer vergleichenden Beurteilung der verschiedenen Biotreibstoffe verstanden werden.

April 2007

Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART



Robert Kaufmann, Leiter Agrartechnik