

„Mit Unternehmungsgeist ins Zeitalter der erneuerbaren Energien“

Biokraftstoffe sind Alternativen zu konventionellen fossilen Brennstoffen in Verbrennungsmotoren.

Mehr Mut, Biokraftstoffe einzusetzen, fordert Gundolf Kohlmaier.

◆ Es klingt beinahe verwegen, ein Pro-Statement für Biokraftstoffe abzugeben gegen Greenpeace und BUND, gegen den Verkehrsclub Deutschland und nicht zuletzt gegen die geballten Ängste des Autofahrers gegenüber Bioalkohol im Tank. Die Bedenken lassen sich in zwei Aspekten zusammenfassen: dem der Nachhaltigkeit und dem der technischen Verunsicherung bei Betrieb mit Biokraftstoffen, im Besonderen mit E10 (90% Otto-kraftstoff, 10% Bioethanol). Gegen solche Verunsicherungen genügt es nicht, eine Verträglichkeitsliste aller Automarken zu veröffentlichen, die zeigt, dass über 90% der Fahrzeuge E10 nutzen können. Vielmehr müssen das Umweltministerium und die Automobilindustrie durch weitere Aufklärung und technische Entwicklungen das Vertrauen der Autofahrer gewinnen.

Die Frage, ob Biokraftstoffe zum Betrieb von Verbrennungsmotoren geeignet sind, ist eindeutig mit ja zu beantworten: Biodiesel in Reinform B100 hat bereits eine 20-jährige Tradition, auch die Beimischung B7 (7 Vol-% Biodiesel), und die Bioethanol-Treibstoffe E5 sowie E85 (85 Vol-% Bioethanol-Anteil für dafür ausgerüstete Flex-Fuel-Fahrzeuge) beweisen es.

Biokraftstoffe sind in Deutschland durch drei Gesetze geregelt: das Biokraftstoffquotengesetz, die Biokraftstoffnachhaltigkeitsverordnung und das Energiesteuergesetz. Diese Gesetze folgen der Europäischen Erneuerbare-Energien-Richtlinie, die einen 10-%igen Anteil Energie aus erneuerbaren Quellen im Verkehrssektor (dazu gehört auch Elektrizität durch Biomasse für Bahn und Elektroautos) bis zum Jahr 2020 festlegt. Deutschland hat 2010 ein Rekordergebnis an erneuerbaren Energien eingefahren: 275 TWh der insgesamt erzeugten Endenergie von 2500 TWh. Dadurch ließen sich etwa 120 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent vermeiden – bei einer Gesamtemission von 960 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent.

Mehr als 70% der erneuerbaren Energie sind Bioenergie, die sich auf die Sektoren Stromerzeugung, Wärmebereitstellung und Biokraftstoffe verteilen. Biokraftstoffe hatten mit 35,9 TWh im Jahr 2010 einen Energieanteil von 5,80% an allen Kraftstoffen. Dies erfüllt fast die Forderungen des Biokraftstoffquotengesetzes vom 15. Juli 2009, das einen energetischen Biokraftstoffanteil von 5,25% für 2009 und von 6,25% für 2010 bis 2014 fest schreibt.

Sowohl der in Deutschland angebaute Raps und der daraus hergestellte Biodiesel als auch alle anderen Biokraftstoffe einschließlich der Importe erfüllen die Biokraftstoffnachhaltigkeitsverordnung vom 30. September 2009: Sie erreichen oder übertreffen das geforderte

Treibhausgas-Minderungspotenzial von 35% für Biokraftstoffe.

Zur Konkurrenz von „Tank und Teller“ weist die Biokraftstoffindustrie darauf hin, dass derzeit nur etwa zwei Prozent der weltweiten Agrarflächen für Biokraftstoffe genutzt werden und dass außerdem die bei der Herstellung von Biosprit anfallenden Reststoffe als Futtermittel verwendet werden.

Nach Jürgen Metzger und Aloys Hüttermann^{1,2)} besteht zudem kein Flächenproblem für Biokraftstoffe, wenn die weltweit bis zu 3500 Mio. Hektar degradiertes Land mit einbezogen werden. Nur ein Viertel dieser Fläche würde genügen, um die Hälfte des globalen Kraftstoffverbrauchs abzudecken.

Ein Umbruch in das Zeitalter der erneuerbaren Energien erfordert Unternehmungsgeist und auch die Bereitschaft, kleine Rückschläge abzufedern. Wir dürfen hoffen, dass schon sehr bald Biokraftstoffe der zweiten Generation zu einem ökonomisch vertretbaren Preis zur Verfügung stehen, die aus Ganzpflanzen einschließlich Cellulose und Bioabfallstoffen über die Biomassevergasung und anschließende Fischer-Tropsch-Synthese zu passgenauen Kraftstoffen verarbeitet werden können.

1) J. O. Metzger, bei Verleihung des Wöhler-Preis für Ressourcenschonende Prozesse, verliehen von der GDCh 2007.

2) J. O. Metzger, A. Hüttermann, *Naturwissenschaften* 2009, 96, 279–288; siehe auch: *Agentur für Erneuerbare Energien e. V., Berlin, Der volle Durchblick in Sachen Bioenergie*, www.unendlich-viel-energie.de.

Gundolf Hans Kohlmaier ist Professor für Physikalische und Theoretische Chemie an der Goethe-Universität. Er blickt auf vierzig Jahre Forschung und Lehre zum Thema „Chemie und Umwelt“ mit Schwerpunkt „Globaler Kohlenstoffkreislauf und Frankfurter Biosphären-Modell“ zurück. Er war von 1985 bis 2005 Mitglied des Direktoriums des Frankfurter Zentrums für Umweltforschung.



„Es ist nicht zu vertreten, Biokraftstoffe zu produzieren“

Bioethanol als Treibstoff auf der Basis von Nahrungsmittelrohstoffen ist eine Sünde und falsch verstandener Umweltschutz, findet Vollrath Hopp.

◆ Seit Jahrzehnten sprechen wir über den Hunger der Menschen, über das baldige Versiegen der Energiequellen von Erdöl und Erdgas, über sich ausbreitende Krankheits-epidemien in der Welt und über die knappen Süßwasserreserven. Keines dieser Probleme ist gelöst, trotz vieler internationaler Konferenzen. In Deutschland erhalten die Bauern Geld vom Staat, um fruchtbare Ackerflächen still zu legen, in anderen Teilen der Welt dagegen hungern über eine Milliarde Menschen. Da ist es nicht zu vertreten, Biokraftstoffe wie Bioethanol und Biodiesel auf der Basis von Nahrungsmittelgrundstoffen zu produzieren.

Bioethanol wurde und wird anaerob aus Stärke, Zuckerrüben oder anderen zuckerhaltigen Früchten und der Hefe *Saccharomyces* hergestellt. Er fand in der Vergangenheit vielseitige Verwendung als Genussmittel, in der Nahrungsmittelindustrie, Pharmazie und in der chemischen Industrie, aber nicht als Massentreibstoff.

In Deutschland werden zurzeit jährlich zirka 2 Mio. Tonnen Getreide zu etwa 730 000 Tonnen Ethanol verarbeitet. Die Ernteerträge von Weizen und Roggen pro Hektar betragen etwa 6 Tonnen. Für 2 Mio. Tonnen Getreide müssen also etwa 333 333 Hektar Ackerfläche bereitgestellt und bearbeitet werden. 2 Mio. Tonnen Weizen können fünfeinhalb Millionen Menschen ein Jahr lang ernähren.

Ethanol ist in jedem Verhältnis mit Kohlenwasserstoffen mischbar. Mit der OH-Gruppe hat er auch hy-

drophile Eigenschaften, die das Kraftstoffgemisch zum Beispiel aus 5 bis 10 Vol-% Ethanol und 90 bis 95 Vol-% Benzin beeinflussen. Siedepunkt, Verdampfungsenthalpie, die Temperatur- und Konzentrationsabhängigkeit des Dampfdrucks sind anders als bei reinem Benzin. Die Motoren müssen entsprechend umgerüstet werden. Es verschlechtert sich die Energiebilanz.

Die rücksichtslose Ausnutzung des Getreides und anderer Nahrungsmittelrohstoffe für technische Zwecke wird die Nahrungsmittel verknappt. Entsprechendes gilt für die Gewinnung von Biodiesel aus Pflanzenölen wie Rapsöl. Pflanzenöle sind mit Glycerin veresterte ungesättigte Fettsäuren. Um Biodiesel zu gewinnen, werden die Fettsäuren aus den Pflanzenölen abgetrennt und danach mit Methanol verestert.

Verlockt durch hohe Renditen bei der Herstellung von Bioethanol werden weltweit große Flächen für Mais- und Getreide-Monokulturen bebaut und der Nahrungsmittelproduktion entzogen. Monokulturen lassen Böden an Mineralien verarmen, außerdem ermüden die Bodenfruchtbarkeit und die Regenerationsfähigkeit. Schädlinge vermehren sich verstärkt. Die Porenstruktur und damit der Schwamm-effekt des Ackers verschlechtern sich. Entsprechende Düngerzugaben können eine Bodendegradation nur verzögern, aber nicht verhindern. Verantwortungsbewusste Landwirtschaft muss eine vielseitige Fruchtfolge und Erhaltung der Regenerationsfähigkeit anstreben.

Ein gravierendes Problem ist auch der Wasserbedarf. Um den Brennwert von 1 Kilogramm Benzin zu ersetzen, sind 1,6 Kilogramm Bioethanol nötig und damit 4 Kilogramm Weizen oder 15,5 Kilogramm Zuckerrüben. Für das Gedeihen und Ernten von 1 Kilogramm Weizen sind je nach Region 500 bis 1000 Liter Süßwasser erforderlich. Für die Herstellung von 1,6 Kilogramm Bioethanol mit einem Brennwert von 1 Kilogramm Benzin sind etwa 3500 Liter Wasser einschließlich Prozesswasser notwendig.

Einen besseren Weg, Biotreibstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen zu gewinnen, bieten die Begleitprodukte von Getreide und Mais wie Stroh sowie Holzreste oder die Purgiernuss *Jatropha curcas*. Sie alle enthalten Cellulose und deren Abwandlungen, die als Nahrungsmittel nicht geeignet sind. *Jatropha* liefert auch Öle für Biodiesel. Die Süd-Chemie hat gemeinsam mit Linde in München eine Pilotanlage zur Herstellung von Bioethanol aus Getreidestroh und anderen Agrarreststoffen in Betrieb genommen.

Berechnungen siehe V. Hopp, „Von der Photosynthese über die alkoholische Gärung zum Missbrauch des Bio-Ethanol“, Chemie und Schule, Salzburg 2009, Nr. 2 und 3.

Vollrath Hopp, aufgewachsen auf einem Bauernhof, war 30 Jahre in der chemischen Industrie mit begleitenden Lehraufträgen an der TU Darmstadt tätig. Nach der Wiedervereinigung war er zehn Jahre Professor für Chemische Technologie in Rostock.



Die Rubrik „Pro und Contra“ wird von der GDCh-Sektion Seniorexperten Chemie betreut. **Jörn Müller** koordiniert die Beiträge.