

Biokraftstoffe der Zukunft: Technische Qualitätsanforderungen, das Recht auf Nahrung und Eigentum sowie der Schutz von Biodiversität und Artenvielfalt müssen gewährleistet sein.



Biokraftstoff: Quo vadis?

Biokraftstoffe sind in die Kritik geraten. Schon rudert die Politik zurück. Müssen wir die ambitionierten Ausbaupläne begraben oder gelingt es, für Biosprit eine nachhaltige Produktion und Verwendung zu finden?

TEXT: Dr. Georg Gruber, Vereinigte Werkstätten für Pflanzenöltechnologie **FOTOS:** istockphoto/Bet_Noire, VWP www.mobility20.net/PDF/M20413251

Bioenergie tritt in drei Aggregatzuständen auf: in fester Form zum Beispiel als Holz oder Stroh, gasförmig wie Biogas oder Holzgas sowie flüssig als Pflanzenöl, Biodiesel oder Bioalkohol. Für Mobilitätszwecke ideal sind flüssige Kraftstoffe, da sie die höchste Energiedichte bieten und bei geringem Tankvolumen somit die höchsten Reichweiten. Als Zusatzanforderung müssen sie wirtschaftlich, mit einer guten CO₂-Bi-

lanz und nachhaltig herstellbar sein. Allein Pflanzenöle liegen – wie Erdöl – bereits in flüssiger Form in der Pflanze vor und können mechanisch mit geringem Energieaufwand ausgepresst werden. Alle anderen Biokraftstoffe müssen mit mehr oder minder hohem Energieaufwand vom festen oder gasförmigen Zustand in flüssige Kraftstoffe umgewandelt werden. Zwar kann man Holzgas und Biogas auch direkt in Otto- oder Gas-



Gemischter Anbau: Man kann Pinon (Jatropha) alleine, aber auch in Mischfrucht mit Nahrungsmittelkulturen anbauen (hier zusammen mit Bohnen).

motoren verwenden, doch addiert sich zur niedrigen Energiedichte gasförmiger Kraftstoffe dann noch der im Vergleich zum Dieselmotor um bis zu 25 Prozent geringere thermodynamische Wirkungsgrad von Otto- oder Gasmotoren.

Biokraftstoff-Generationen

Gegenüber Alkoholen und gasförmigen Biokraftstoffen vereinen Pflanzenöle im Hinblick auf Mobilität die größten Vorteile, da sie nicht nur die höchste Energiedichte aufweisen, sondern zudem in der thermodynamisch sparsamsten Dieselmotorenkraftmaschine Verwendung finden.

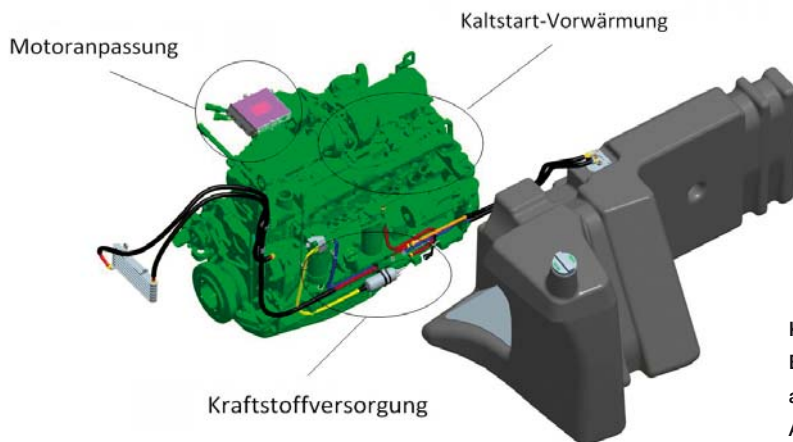
DIE SACHE MIT DEM PALMÖL (HYDROTREATING)

Um aus energiereichen Pflanzenölen und Fetten hochwertige Kraftstoffe zu erzeugen, gibt es nach dem Abpressen ein alternatives Konzept, bei dem Triglyceride (Öle und Fette) durch sogenanntes Hydrotreating mit Wasserstoff gesättigt und per Cracking in kurze, schnell entzündliche Kohlenwasserstoffketten zerlegt werden. Dies ergibt ausgezeichnete Kraftstoffeigenschaften, wie sie für moderne Dieselmotoren und unter anderem bei sehr kalten Außentemperaturen etwa für Flugzeugturbinen nötig sind. Der Kosten-, Wasserstoff- und Prozessenergieaufwand für ungesättigte und langkettige C18-Pflanzenöle aus zum Beispiel Soja, Sonnenblume und Camelina Sativa (Leindotter) ist zum Teil jedoch sehr hoch. Da er sich für bereits Wasserstoff-gesättigte, kurze C16-Öle und Fette deutlich reduziert, ist das zusätzlich ertragsstarke Palmöl besonders attraktiv. Das gibt aber Anlass zur Sorge, da dadurch ein starker wirtschaftlicher Druck zum Aufbau von Palmölplantagen entsteht, der gleichzeitig eine Abholzung der Regenwälder zur Folge hat.

Biokraftstoffe der **1. Generation** wie Pflanzenöle, Biodiesel, Bioalkohole werden aus Ölsaaten, Zucker und Stärke hergestellt, das heißt nur aus Teilen der Pflanze. Andere Pflanzenbestandteile und Koppelprodukte wie Ölkuchen (Proteine), Cellulose und Stroh dienen als Futtermittel, Düngemittlersatz oder zum Humusaufbau. Solche Biokraftstoffe sind günstig herstellbar, erfordern aber wegen ihrer im Vergleich zu fossilen Kraftstoffen stark abweichenden Kraftstoffqualität eine technische Anpassung der Motorentechnologie an den Kraftstoff. Daneben trifft diese Biokraftstoffe die Tank-oder-Teller-Kritik.

Die Biokraftstoffe der **2. Generation** wie Biomethan, BtL (Biomass to Liquid), Biobutanol, Bioethanol aus Lignocellulose versprechen, diese Mängel zu beheben. Dazu soll der Kraftstoffsertrag pro Hektar deutlich höher liegen, da nicht nur Teile, sondern die gesamte Pflanze zu Treibstoff umgewandelt wird. Solche zum Teil synthetischen Biokraftstoffe weisen eine sehr gute Kraftstoffqualität auf und sind unter anderem für Beimengungen zu fossilen Kraftstoffen ideal geeignet. Damit verbinden sich auch Potenziale zu Emissionsabsenkungen, ohne die Motoren technisch umfangreich an die neuen Mischkraftstoffe anpassen zu müssen.

Die Herstellung von Biokraftstoffen der 2. Generation erfordert jedoch einen hohen technischen und energetischen Aufwand, dürfte also noch auf lange Sicht unwirtschaftlich sein. Zunehmende Anlagengrößen senken zwar die Verarbeitungskosten, fördern aber auf der Rohstofflieferseite immer größere Monokulturen mit abnehmender Biodiversität. Zusätzlich droht Gefahr, die Bodenqualität dauerhaft zu schädigen, da ganze Pflanzen und somit auch die Pflanzenteile verflüssigt werden, die in guter landwirtschaftlicher Praxis normalerweise zur Nährstoffrückführung und zum Erhalt oder



Kraftstoffanpassung: Im John-Deere-Eintanksystem von VWP werden aschebildende Elemente entfernt und Additive zugegeben.

Aufbau der Humusschicht dienen. Biokraftstoffe der 2. Generation finden derzeit kaum Verwendung, da sie als Beimengung oder in reiner Form unwirtschaftlich sind. Zudem kommen auch hier teilweise noch Nahrungsmittel zum Einsatz.

Eine Lösung all dieser Probleme soll die **3. Generation** von Biokraftstoffen bringen. So könnten zum Beispiel Algen, die ohne lebensmitteltaugliche Rohstoffe und ohne fruchtbare Böden gedeihen, hochwertige Kraftstoffe liefern. Ideal dafür sind wüstenhafte Meeresküstengebiete mit hoher Sonneneinstrahlung. Derzeit konkurrieren viele Konzepte und Prozesstechnologien, um Algenkraftstoff als sogenannten „drop in fuel“ oder gar als Reinkraftstoff herzustellen. Daneben wird auch an Bakterien geforscht, die den Schritt der Kraftstoffgewinnung aus gepresstem Algenmaterial einsparen und diesel- beziehungsweise benzinähnliche Kohlenwasserstoffe direkt erzeugen. Eine praktische Anwendung in Fahrzeugen beziehungsweise eine wirtschaftliche, technologisch energieeffiziente und verlässliche Kraftstoffproduktion im Industriemaßstab befindet sich allerdings noch immer in weiter Ferne (siehe dazu auch den Beitrag auf Seite 18).

Künftige Strategien

Zur Einsparung flüssiger Kraftstoffe soll Elektromobilität (eventuell mit Brennstoffzelle) den Verbrennungsmotor zumindest im Kurzstreckenverkehr ersetzen, Hybridantriebe sollen Kurz- und Langstrecken im Mischbetrieb von Elektro- und Verbrennungsmotor abdecken. Selbst Biokraftstoff-kritische Fachleute sehen aber verbleibende Anwendungsfelder von Flüssigkraftstoffen, für die bei aller Kritik offenbar keine Alternativen möglich erscheinen: Schwerlast- und Fernverkehr bei Lkw, Schiffen und Flugzeugen.

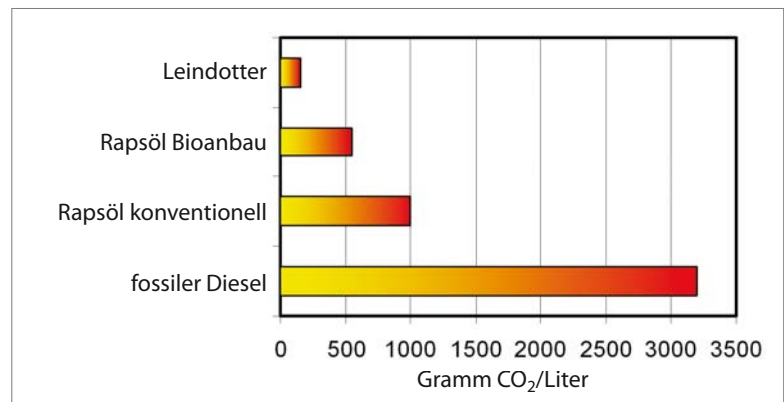
Selbst wenn sich dafür im günstigsten Fall die benötigte Flüssigkraftstoffmenge weltweit um 50 % reduzieren lässt, bleibt der Zielkonflikt, dass die verbliebene Restproduktion von Biokraftstoffen einerseits wirtschaftlich sein muss, andererseits aber weder die Topographie der Erde verändern noch die Lebensgrundlagen der Menschen hinsichtlich Klima, Biodiversität, Wasserversorgung und Bodenfruchtbarkeit zerstören darf. Die Aufgabe wird nicht leichter, wenn man weiß, dass eine zunehmende Weltbevölkerung mehr Fläche für Nahrung und Energie benötigen wird, während klimabedingt die Produktivität der Landwirtschaft bereits sinkt.

Einfluss der Politik

Die Industrie sucht nachhaltig erzeugte Biokraftstoffe, die sich ohne Angebotseinschränkung qualitativ und logistisch in der vorhandenen Versorgungs- und Fahrzeugtechnikstruktur beimengen lassen und dabei nicht teurer sind als fossile Kraftstoffe. Der Fahrzeugindustrie ist es parallel gelungen, sich einen Anteil der beigemengten Biokraftstoffe auf den CO₂-Flottenverbrauch anrechnen zu lassen, was den Zwang zu sparsameren, kleineren Motoren und Autos entschärft.

Insbesondere wegen der Anrechenbarkeit auf den CO₂-Flottenverbrauch resultiert der industrielle Wunsch nach immer höheren Beimengungsquoten – ohne dass man sich aber darum kümmert, ob die Erde diesen schnell wachsenden Bedarf auch nachhaltig zur Verfügung stellen kann. Auch ist das auf schnelle Steigerung der Beimengung fußende Biokraftstoffkonzept von Bundesregierung und EU weitgehend gescheitert:

- Die im Koalitionsvertrag festgeschriebene Belegung der Reinkraftstoffmärkte hat nicht stattgefunden. Die dazuge-



Im Vergleich: Fossiler Diesel verursacht die meisten Treibhausgasemissionen, Leindotter (*Camelina Sativa*) am wenigsten.

hörigen Klein- und Mittelstandsbetriebe, rund 400 dezentrale Ölmühlen, etwa 1500 Tankstellen jeweils für Pflanzenöle und Biodiesel sowie 100 % des Pflanzenölmärktes und 80 % des reinen Biodieselmärktes sind vom Markt verschwunden – sehr zum Nachteil auch eines funktionierenden und kompetitiven Kraftstoffmarktes.

- Die von Industrie und Politik ersatzweise favorisierten und stark geförderten Biokraftstoffe der 2. Generation haben es nicht in den Markt geschafft. Die Firma Choren, Protagonist von BtL-Kraftstoffen, ist an unrealistischen eigenen und industriellen Szenarien hinsichtlich Preis und Verfügbarkeit gescheitert und insolvent.
- Deutschland und die EU müssen ihre ambitionierten Biokraftstoffpläne bis 2020 nach unten anpassen. Die verun-

glückte E10-Einführung, falsch eingeschätzte CO₂-Reduktionspotenziale, der Abholzungsdruck auf die Regenwälder wegen schlagartig leergefegter Palmölmärkte sowie die neu aufkeimende Tank-oder-Teller-Diskussion im Zuge der katastrophalen Dürre 2012 in USA waren hier Auslöser.

- Die Hälfte des bis 2020 angestrebten zehnpromzentigen Anteils von Biokraftstoffen in der Mobilität soll nun nicht mehr aus Nahrungsmittelpflanzen stammen, sondern aus Algen und Abfällen wie Müll, Klärschlamm und Stroh. Fachleute kritisieren die gleichen Fehler in der neuen Biokraftstoffstrategie, die eine Korrektur der alten Strategie nötig machte: Die Preisannahmen sind zu niedrig, die errechneten Abfallmengen zu hoch und die Technologie der Abfallumwandlung fehlt. So sinnvoll die Nutzung bestimmter Abfälle im kleinen Maßstab sein kann, so schädlich ist sie für CO₂- und Humusbilanz bei industrieller Anwendung auf EU-Ebene.

„WIND-KRAFTSTOFFE“ KRITISCH BETRACHTET

Seit neuestem werden Kraftstoffe wie zum Beispiel „Wind Gas“ oder „Wind Fuel“ der Öffentlichkeit vorgestellt. Dahinter verbergen sich technisch aufwendige und nicht energieeffiziente Prozesstechnologien. Sie beziehen ihren Sinn vor allem daraus, dass in einer nicht koordinierten „Energiewende“ immer wieder überschüssige Strommengen zum Beispiel aus Solar- oder Windkraft anfallen, die – wenn sie nicht verbraucht oder vernichtet werden – die nationale Netzstabilität oder die der europäischen Anrainerstaaten gefährden würden. Solche Kraftstoffe haben aber einen kaum lösbaren technischen und ökonomischen Systemfehler. So benötigt die Wasserstoffherstellung mittels Elektrolyse einen hohen technischen Aufwand, der nur einen geringen Netto-Energie/CO₂-Überschuss überlässt und dessen hohen Investitionskosten sich wegen der geringen Einsparzeiten bei Spitzenlasten nicht amortisieren lassen.

Wie geht es weiter?

Die Vorgaben der Politik im nationalen und EU-Maßstab wurden in der Vergangenheit regelmäßig und meilenweit verfehlt und werden es vermutlich auch in Zukunft. Es ist zu beobachten, dass an einem Tag in Brüssel eine Tankstelleninitiative zur Belebung der dahinsiechenden Elektro- und Erdgasmobilität (mit potenzieller Biomethanabnahme) propagiert wird, während am gleichen Tag in EU-Ausschuss und Parlament Bestrebungen zu einer Ökologisierung der EU-Landwirtschaft beziehungsweise Erhöhung von Energieeffizienz, erneuerbaren Energien blockiert werden [3]. Eine nachhaltige Biokraftstoffstrategie lässt sich dadurch nicht gewährleisten. Fakt ist auch der in Deutschland nicht biokraftstofffreundliche ord-

nungspolitische Rahmen. Er belegt bisher steuerfreie Biokraftstoffe nun mit vollem Mineralölsteuersatz, während im Gegenzug fossile Kraftstoffe für Landwirtschaft und Erdgas nahezu vollständig von der Mineralölsteuer befreit sind. Alles spricht derzeit dafür, dass Industrie und Politik auf nationaler und EU- Ebene gemeinsam den fossilen Status Quo beibehalten und verlängern wollen. Man scheint lieber das damit verbundene klimatische und ökologische Wagnis aus Tiefseeförderung, Teersand, Arktis- und Antarktis-Exploration, Methaneis, Fracking und so weiter eingehen zu wollen, als die Menschheit auf zweifellos gravierende Änderungen in einem Mobilitätsverhalten abseits fossiler Energien einzustimmen.

Es gibt keinen Hinweis darauf, dass die Politik in Deutschland und EU die von der Industrie vorgegebenen unrealistischen Biokraftstoffmodelle durch machbare, selbst erarbeitete Szenarien ersetzen will. Aus solchen Tiefpunkten der noch jungen Geschichte der Biokraftstoffe ergeben sich aber auch gleichzeitig große Chancen und die Möglichkeit, die Ansprüche an Biokraftstoffe neu zu definieren.

Von den industriellen Vorgaben hat nur die Forderung nach einer (hohen) Kraftstoffmindestqualität Sinn und Bestand. Technologische Versprechungen, dass die zur Erdölentstehung benötigte Pflanzenverdichtungsleistung mehrerer hundert Millionen Jahre bei Biokraftstoffen der neuesten Generation auf biologischem/synthetischem Weg quasi in Echtzeit und zu gleichen Preisen wie die fossile Energieentnahme nachstellbar ist, funktionieren bisher nur auf dem Papier.

Nachhaltigkeit als Ziel

Biokraftstoffe der Zukunft müssen neben der technischen Qualitätsanforderung das Recht auf Nahrung und Eigentum (land grabbing) sowie den Schutz von Biodiversität und Artenvielfalt gewährleisten. Echte Nachhaltigkeit führt zu einer zunehmenden Ökologisierung der Landwirtschaft bis hin zu geschlossenen Energie-, CO₂- und Stoffkreisläufen inklusive Erhalt der Bodenfruchtbarkeit unter anderem durch eine ausgeglichene Humusbilanz.

Solche Biokraftstoffe können von Natur aus nicht zu gleichen Preisen erhältlich sein wie fossile Substitute, die nicht produziert, sondern lediglich entnommen werden müssen. Die neue Generation der Biokraftstoffe wird sich tendenziell aus den Rohstoffen der 1. Generation bedienen. Die Priorität wird nicht mehr alleine auf der Erzielung höchster Flächener-

träge in Liter liegen können. Auf einer Fläche können vielmehr ganzheitlich der Anspruch nach Biokraftstoffen gleichzeitig mit der Befriedigung der Bedürfnisse nach Nahrung sowie Futtermitteln auf der einen Seite und Bodenfruchtbarkeit sowie Biodiversität auf der anderen Seite befriedigt werden. Als Praxisbeispiel dient hier das Projekt „2nd VegOil“ (siehe Kasten unten). Die neue Generation von wirklich nachhaltigen Biokraftstoffen wird bei eingeschränktem Angebot natürlicherweise einen höheren Preis haben. Technischer Fortschritt und Marktdynamik können aber helfen, diese Knappheiten auszugleichen. So wird sich in Zukunft der Verbrennungsmotor aus Stadt und Ballungsräumen mit vielen Stopps und Staus zurückziehen müssen. Der energetisch ineffiziente Ottomotor wird auch nur so lange Bestand haben, wie er die bei der Erdölraffination automatisch entstehenden leicht siedenden Benzine quasi entsorgen muss. Zur Bedienung des Schwerlastver-

DIE 2. BIOKRAFTSTOFF-GENERATION

Für den landwirtschaftlichen Transportverkehr gelten Pflanzenöle der 2. Generation als ideale Synthese von Ökonomie und Ökologie: Lokal, in dezentralen Ölmühlen ohne langen Transportaufwand erzeugt, sind sie ohne Zwischenhandel wirtschaftlich herstellbar. Da bei Ölpflanzen Kraftstoff, Proteine und Dünger immer gleichzeitig entstehen, gibt es keine Nahrungsmittelkonkurrenz. Bodenfruchtbarkeit und Humusbilanz sind gewährleistet. Von zunehmender ökologischer Bedeutung ist zudem, dass im Gegensatz zu monokulturellen Hack- und Halmfrüchten alle Ölpflanzen Blütenpflanzen sind und damit Bienen und Insekten anziehen. Als Pionierpflanzen sind Ölpflanzen zudem ideal zur Begrünung semiarider/wüstenhafter Gebiete geeignet. So werden diese Flächen nutzbar und die Wüstenbildung wird eingeschränkt, was geringere Erträge und damit höhere Preise zur Folge hat. Bei der 2. Generation handelt sich um 100-prozentige Biokraftstoffe aus zum Beispiel Raps, Sonnenblume, Jatropha und Leindotter. An die Erfordernisse von hochdruckeinspritzenden Dieselmotoren mit moderner Abgasreinigung sind sie durch Additive und einen Reinigungsschritt zur Entfernung Asche-bildender Elemente angepasst. Im Projekt **2nd VegOil** wurde ein Optimum an CO₂-Einsparung, Leistung, Verbrauch und Emissionen durch gleichzeitige Anpassung von Kraftstoff und Verbrennungsmotor erzielt. Die Funktionalität haben John Deere, sein Motorentwicklungspartner VWP und weiteren acht Partnern mit 16 Traktoren und drei Emissionsstufen über drei Jahre in vier europäischen Ländern im praktischen Einsatz demonstriert (Abbildung S. 14).

kehrs auf dem Wasser und zu Land wurde der Ottomotor schon heute gegen den sparsameren Dieselmotor ausgetauscht.

Bei Wahlfreiheit werden Biokraftstoffe bis auf die Ausnahme Zuckerrohr ölhaltig sein und für den sparsamsten Verbrennungsmotor produziert werden, was die Preiselastizität erhöht und den Mengen- sowie Flächenbedarf global reduziert. Bei Nutzung aller konzeptionellen und technischen/thermodynamischen Einsparmöglichkeiten im mobilen Transportbereich sollten sich daher eine künftig stark verringerte Restnachfrage fossiler Energieträger auch bei einer wachsenden Bevölkerung vollständig und ohne Komfortverlust durch landwirtschaftlich/industriell erzeugte Biokraftstoffe substituieren lassen. □

Weitere Informationen

- [1] Nationale Akademie der Naturforscher Leopoldina, Halle, 10/2012, Bioenergie-Möglichkeiten und Grenzen, S. 17
- [2] Leopoldina, S. 14-17
- [3] Elektroautos: Langer Bremsweg; verflixter Klimaschutz in Süddeutsche Zeitung, Nr. 21, 25. Januar 2013, S. 17 und: Ciolos bangt um seine Reform, S. 19

> [MORE@CLICK M20413251](#)



Dr. Georg Gruber, Geschäftsführer Vereinigte Werkstätten für Pflanzenöltechnologie und Dr.Gruber/Gruber GbR.

Ein Kinderspiel: Unser Baukasten für Ingenieure.



Im Prinzip ganz einfach: Als Baukasten im Katalogansatz haben wir eine neue Produktplattform für elektrische Antriebe im Automotive-Umfeld entwickelt – MOBILE. Perfekt auf den Einsatz in Nutzfahrzeugen abgestimmt, können Sie damit Ihre individuellen Antriebslösungen ganz bequem in Bestzeit zusammenstellen. **Unsere intelligenten Lösungen sind antriebsweisend für die Elektrische Mobilität. Erfahren Sie mehr darüber auf der Hannover Messe (Halle 25, Stand K11) vom 08. bis 12.04.2013 oder auf www.Lenze.com/Elektromobilitaet**

Lenze
SCHMIDHAUSER