Biomasse – vom Pflanzenöl zum synthetischen Treibstoff

H. Kabisch, Berlin

In [1] wurden Energieträger (primäre/sekundäre Biomasse, Energiepflanzen) vorgestellt und über Entwicklungen informiert, die mit ihrer Nutzung im ländlichen Bereich verbunden sind. Schwerpunkt war die Verbrennung und Vergärung von Biomasse. Im Mittelpunkt dieses Beitrages stehen Treibstoffe (Kraftstoffe). Sie führen schrittweise zu einem vereinheitlichten Motorsystem und zur Brennstoffzelle. Ihr Einsatzgebiet ist eine umweltfreundliche Energieversorgung im stationären und mobilen Bereich.

1 Reines Pflanzenöl als Energieträger

Zu den ältesten, aus Biomasse gewonnenen Treibstoffen gehört reines Pflanzenöl, auch als naturbelassen bezeichnet und nicht mit Biodiesel zu verwechseln. In der Regel wird es heute aus Winterraps gewonnen und bisweilen mit Altöl aus der Nahrungsmittelindustrie und/oder Sojaöl gestreckt. Es unterscheidet sich hinsichtlich Viskosität, Zündfähigkeit und Dichte wesentlich von den Treibstoffen der Mineralölindustrie. Wird das reine Pflanzenöl nicht durch Benzin oder Methanol verdünnt, kann ein Motor aus dem Standardsortiment weder ein BHKW noch ein Fahrzeug dauerhaft antreiben. Der Einsatz eines Spezialmotors, bekannt unter dem Namen Elsbett, ist unverzichtbar. Nicht weniger wichtig ist ein Pflanzenöl nach einem festgelegten Qualitätsstandard. Andernfalls sind Ablagerungen im Verbrennungsraum des Motors kaum zu vermeiden.

Die Gewinnung von Rapsöl ist relativ einfach und liegt oft noch vollkommen in der Hand des Landwirts. In einer Ölmühle wird die Biomasse gepresst und gereinigt, wobei in zentralen Mühlen Ölausbeuten bis zu 99 % erreicht werden und dort auch der Qualitätsstandard garantiert werden kann. Der übrig bleibende Rapskuchen ist ein wertvolles eiweißhaltiges Viehfutter, kann aber auch energetisch verwertet werden.

Zu den nicht sehr zahlreichen herausragenden Bioöl-Projekten zählt das in der Kleinstadt Ostritz (Sachsen) 1998 installierte Energieversorgungssystem, das mit Bioöl und Holz versorgt wird, aber auch Wind-, Wasser- und Sonnenenergie nutzt. Kern ist das Heizkraftwerk mit einem 650-kW-BHKW, das von einer ortsansässigen Ölmühle mit Pflanzenöl beliefert wird. Die Abwärme des BHKW wird durch ein mit Holzhackschnitzeln befeuertes Heizwerk ergänzt und liefert 20 bis 100 % der benötigten Wärmeenergie. Zur Spitzenlastabdeckung dienen zwei wahlweise mit Pflanzen- oder Mineralöl versorgte 1-MW-Ölkesselanlagen. Alle genannten Energiequellen speisen ein neu errichtetes 14 km langes Wärmenetz.

Erwähnenswert ist ebenfalls das seit September 2001 energetisch mit kaltgepresstem Rapsöl versorgte Kreiskrankenhaus Wolgast. Das Heizkraftwerk besteht aus zwei BHKW-Modulen und liefert 240 kW elektrische und 310 kW thermische Leistung. Angetrieben werden die Module durch modifizierte Pflanzenölmotore der Firma MAN. Durch Einsatz von Edelstahlkolben und andere Modifikationen wurden sie der höheren Verbrennungsraumtemperatur (etwa 600 °C) angepasst und damit Verklebungen durch Rapsöl vorgebeugt. Beim planmäßigen Verbrauch (475 000 bis 650 000 l Rapsöl pro Jahr) reduzieren sich die mit der Energiegewinnung verbundenen CO_2-Emissionen um knapp 2 300 t. Mineralöl wird lediglich in den kritischen An- und Abfahrzeiten der BHKW eingesetzt. Ein Großteil der durch die BHKW erzeugten Abwärme wird einer Absorptionskälteanlage mit Wasserkühlung zugeleitet, mit der sich 258 kW Kühlleistung erzielen lassen. Die Kälte wird also nicht mit Strom, sondern mit der Wärme des Motorkühlwassers (ca. 90 °C) und mit heißen Motorabgasen (ca. 480 °C) gewonnen.

Obwohl die energetische Nutzung von Bioöl seit mehr als zwei Jahrzehnten betrieben wird, ist sie bis heute ein Nischenprodukt geblieben. Dazu zählen nicht zuletzt auch Energieanlagen, bei denen eine Versorgung mit Mineralöl wegen Gefährdung der Umwelt – beispielsweise Verunreinigung des Grundwassers in Schutzgebieten – ausscheidet (Bild ❶). Auch die Verwendung von Rapsöl als Treibstoff für landwirtschaftliche Nutzfahrzeuge ist eine solche Marktnische. Um die Amortisation zu verbessern, werden ihre Motoren vereinzelt alternativ zum Antrieb von stationären BHKW genutzt. Das ist möglich, da Traktoren und Erntegeräte nur in wenigen Monaten des Jahres benötigt werden. Die zusätzliche Erzeugung von Strom und Wärme ist allerdings mit nicht ganz einfachen Umrüstungen verbunden.

In den letzten Jahren sind in mehreren deutschen Regionen industriell betriebene Ölmühlen entstanden oder inzwischen zumindest im Stadium der Realisierung. Dazu gehört auch ein Modellprojekt im Raps-Großraum Aachen mit einer Jahreskapazität von mindestens 600 000 l. Es ist praktisch das Zentrum einer dezentralen Struktur aus Erzeugern, Verteilern und Abnehmern. Bis Februar wurden dort 174 zum Teil neue Fahrzeuge auf den Betrieb mit Pflanzenöl umgerüstet. Gleichzeitig entstand ein Netzwerk aus 16 privaten und einer ersten öffentlichen Pflanzenöl-Tankstelle.

Die Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen (ufop) – ein eingetragener Verein, der die Interessen der Bioöl-Branche in Deutschland vertritt – geht davon aus, dass zum Jahreswechsel etwa 5 000 Fahrzeuge mit reinem Pflanzenöl betrieben wurden. Ob sich diese Anzahl in den nächsten Jahren erhöht oder erniedrigt, hängt vor allem von der Gesetzgebung der EU und der im Folgenden vorgestellten Entwicklung anderer Biotreibstoffe ab.

Autor
Dipl.-Ing. *Helmut Kabisch* ist freier Fachjournalist, Berlin.

2 Biodiesel soll CO_2-Emissionen senken

Ein wesentliches Element der europäischen Energiepolitik ist die Senkung der CO_2-Emissionen im Straßenverkehr durch neue Treibstoffe auf Biomassebasis. Ausgangspunkt ist das EU-Grünbuch, das den Verkehr als „die größte energiepolitische Unbekannte der Zukunft“ klassifiziert. Sie zu lösen, ist das Ziel einer inzwischen verbindlichen Richtlinie, der zufolge alle Mitgliedstaaten einen Mindestanteil an Biokraftstoffen und anderen erneuerbaren Kraftstoffen auf ihren Märkten in Verkehr bringen müssen. Ausdrücklich genannt sind u. a. Bioethanol, Biodiesel, Biogas, Ethyl-Tertiär-Butyl-Ether (ETBE), Biomethanol, Biowasserstoff, reines Pflanzenöl und synthetische Biokraftstoffe. Verbindliche Ziele sind bis Ende 2005 ein Anteil von 2 % aller Otto- und



❶ Priener Hütte – eine Alpenvereinshütte in den Chiemgauer Alpen, 1997 umgerüstet von Dieselgeneratoren auf 2 Pflanzenöl-BHKW ($18\ kW_{el}$ und $35\ kW_{th}$ sowie $6\ kW_{el}$ und $13\ kW_{th}$) Quelle: C.A.R.M.E.N.

Dieselkraftstoffe und bis Ende 2010 ein Anteil von 5,75 %. Beimischungen zu konventionellen Kraftstoffen sind zugelassen. Nach den Zielsetzungen der EU sollen darüber hinaus bis 2020 rund 20 % des Kraftstoffverbrauchs aus regenerativen Quellen und aus Erdgas gedeckt werden. Zurzeit beträgt die EU-Quote erst 0,3 %.

Für Deutschland bedeutet das einmal die Intensivierung des Absatzes von mit Erdgas betriebenen Straßenfahrzeugen – ein Thema, das seit mehr als einem Jahr auf jeder einschlägigen Messe und Tagung behandelt wird. Darüber hinaus errechnete der Bundesverband für biogene Kraftstoffe (BBK) bis 2010 einen Bedarf von über 4 Mio. t Kraftstoffe wie reines Pflanzenöl oder Biodiesel, die inzwischen von der Mineralölsteuer befreit sind. Da die Herstellung auf absehbare Zeit wesentlich teurer als die Produktion von Diesel oder Benzin ist, kann der Verbraucher auch längerfristig kaum einen Billigsprit erwarten.

Deutschland ist ähnlich wie Österreich auf die Realisierung dieser Zielstellungen durch einen intensiven Rapsanbau gut vorbereitet. Das gilt insbesondere für Biodiesel, auch als Rapsöl-Methyl-Ester (RME) bezeichnet [1]. Im Gegensatz zur Situation bei Bioöl wird RME bereits an etwa 1 700 der insgesamt 17 000 Tankstellen in Deutschland angeboten. Die Tankstellenentfernung schwankt zwischen 20 und 30 km und liegt nur in Ausnahmefällen an der 40-km-Grenze. Biodiesel ist nach DIN EN 14 214 genormt und wird unter dem Qualitätssiegel AGQM angeboten. Die Jahresproduktion dürfte in Deutschland bei etwa 1 Mio. t liegen. Nachdem sich bereits vor längerer Zeit die Automobilindustrie auf diese Entwicklung vorbereitet hat, sollte es keine Bremsen beim Übergang auf Biodiesel geben.

Aus Sicht der CO_2-Emissionen kann Biodiesel allerdings nicht voll befriedigen, denn die CO_2-Neutralität der Biomasse wird durch verschiedene Einflüsse nicht unerheblich gemindert. Außerdem ist das Aufkommen an Raps begrenzt. So gibt es Grenzen beim Anbau, da die betreffenden Ackerflächen wegen der notwendigen Fruchtfolge nur alle vier Jahre genutzt werden können. Ferner zählt die Rapspflanze, von der nur ein Teil der Energievorräte genutzt werden, nicht zu den effektivsten Lieferanten. Günstiger sind Systeme, wie der später vorgestellte Vergaser, der ganze Biomassen energetisch nutzt und dabei auch weniger Hilfsenergie für Ernte, Sammeln, Transport und Aufbereitung benötigt. Schließlich besteht auch die Gefahr der Überdüngung der Rapspflanze, die meist unerkannt bleibt und Lachgas (N_2O) als Zwischenprodukt verursacht. Zur Erläuterung: Lachgas ist ein Treibhausgas, dessen Wirkung um den Faktor 206 bis 290 über der des Kohlendioxyds liegt.

Alle Einflüsse zusammen zeigen, dass Biodiesel schon aus Gründen der CO_2-Emissionen ein Treibstoff auf Zeit ist. Erwartet werden aber immerhin noch Einsparungen von etwa 65 %. Wird alternativ aus Mais gewonnener Bioethanol-Treibstoff genutzt, gibt es keine CO_2-Ersparnis. Unabhängig davon entsprechen – wie später noch gezeigt wird – Biodiesel und Bioethanol nicht voll den Anforderungen und Möglichkeiten der Zukunft.

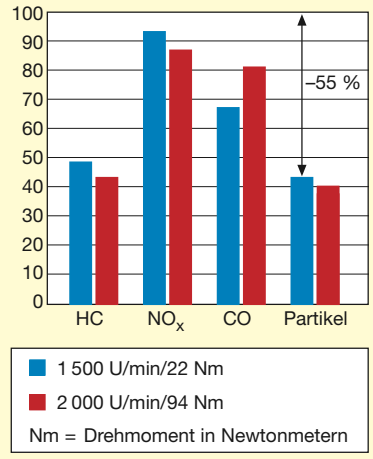
3 Bioethanol künftig auch in Deutschland

Neben reinem Bioöl und RME werden weltweit weitere Bio-Treibstoffe produziert. Das gilt beispielsweise für Regionen, in denen bedeutend effektivere Ölpflanzen wachsen, oder in USA und Brasilien, wo Bioethanol aus zucker- und stärkehaltigen Pflanzen (Zuckerrohr und -rüben) in großen Mengen gewonnen wird. Auch Indien will mit Ethanol die Versorgung mit Treibstoffen auf diesem Weg verbessern. Wegen der günstigen physikalischen Eigenschaften bevorzugt Frankreich heute schon das von Bioethanol abgeleitete ETBE als Benzinzusatz.

Inzwischen planen auch in Deutschland mehrere Unternehmen die Produktion von Bioethanol zur Beimischung in Otto-Motoren. Dabei gehen sie davon aus, dass dieser Treibstoff für serienmäßig gefertigte Otto-Motoren bis zu einem Bioanteil von 85 % gut geeignet ist. Der jährliche Bedarf wird auf 2 Mio. t geschätzt. Bereits im nächsten Jahr sollen die ersten 500 000 Liter verfügbar sein. Insgesamt erwartet *D. Bockey,* führendes Mitglied der bereits zitierten Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen, dass Deutschland in kurzer Zeit die Nr. 1 unter Europas Bioethanol-Produzenten sein kann. Gleichzeitig wird nach seinen Worten der deutsche Getreidemarkt entlastet und auf diesem Gebiet die Überproduktion abgebaut. Offen bleibt, ob wegen unterschiedlicher Gebrauchswerte und Preise der Treibstoff „reines Pflanzenöl" auch zukünftig bestehen kann.

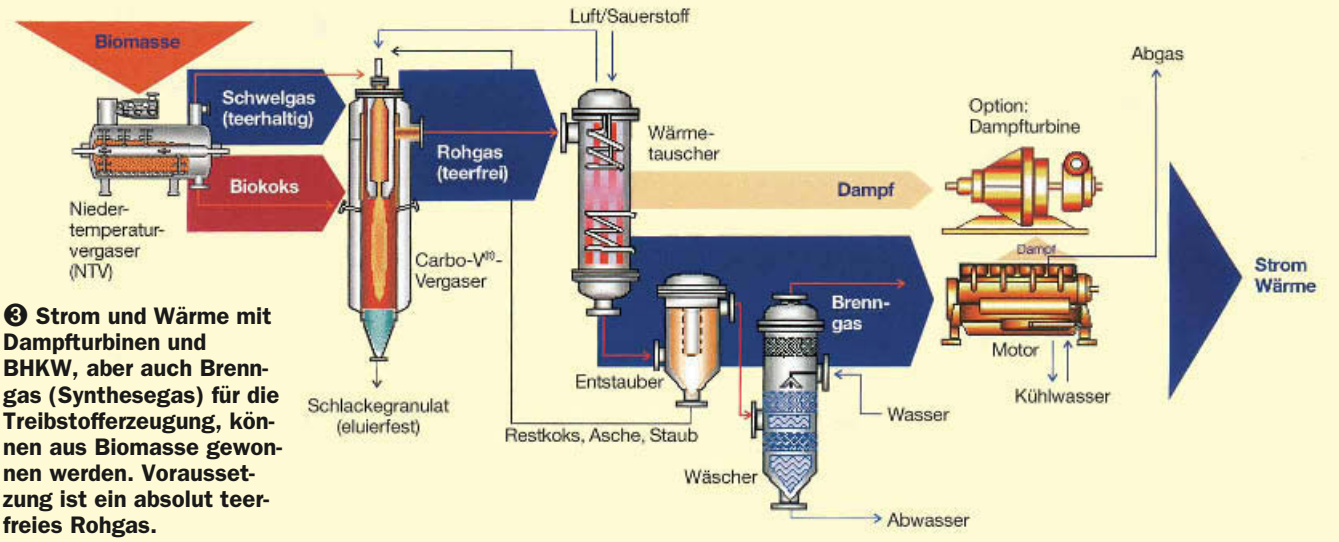
4 Treibstoffe aus Synthesegas

Erkennbares Fernziel der heutigen Forschung ist ein synthetisch hergestellter Treibstoff. Dabei handelt es sich nicht um Verfahren, die bereits vor etwa 80 Jahren unter dem gleichen Begriff in Deutschland mit Kohle das Erdöl ersetzten. Ziel ist vielmehr ein „Designer-Treibstoff", der u. a. auch im Rahmen einer Initiative der Volkswagen-Forschung gefordert und gefördert wird. Die Automobilindustrie wünscht einen Treibstoff, der genau auf den Bedarf des Dieselmotors zugeschnitten ist und im Einklang mit der Motorentwicklung das Entwicklungspotential wenn immer möglich von Diesel- und Ottomotor vereint. Auf dem Weg zum Dieselmotor der Zukunft testeten die VW-Forscher einen neuen Treibstoff des Mineralölkonzerns Shell. Er wird aus sonst nicht verwertbarem Erdgas in verbesserter Qualität hergestellt und erhielt von den Testern die Bezeichnung „SynFuel". Mit der Nutzung dieses Erdgasproduktes entfiel gleichzeitig die aus Sicherheitsgründen notwendige Abfackelung des Erdgases. Aus Klimagründen ist wenig gegen die dauerhafte Nutzung dieses neuen Treibstoffes einzuwenden. Das gilt umso mehr, da SynFuel in der Zukunft auch mit Treibstoff aus Biomasse gemischt werden kann und damit die CO_2-Bilanz noch weiter aufgebessert wird. Bereits die Untersuchungen mit heute verfügbaren Fahrzeugen zeigte, dass bei den mit SynFuel betriebenen Motoren weniger Schadstoffe entstehen, weil der neue Treibstoff schwefel- und aromatenfrei ist (Bild ❷). Deshalb erwartet die Automobilbranche, dass die Mineralölindustrie in etwa fünf bis acht Jahren diesen Treibstoff in das Ange-



❷ Synthetischer Treibstoff im serienmäßig gefertigten Dieselmotor mit weniger Schadstoff-Partikeln (-55 %), Stickoxyden NO_X (-10 %), Kohlenstoff CO und Kohlenwasserstoffen (HC). Referenzobjekt ist ein gleicher, aber mit Mineralöl versorgter Diesel (= 100 % gesetzt).

Quelle: Volkswagen AG



❸ Strom und Wärme mit Dampfturbinen und BHKW, aber auch Brenngas (Synthesegas) für die Treibstofferzeugung, können aus Biomasse gewonnen werden. Voraussetzung ist ein absolut teerfreies Rohgas.

bot aufnimmt. Der nicht weniger erwünschte synthetische Biotreibstoff wird aber vermutlich erst später auf den Markt kommen.

5 Strom und Wärme aus synthetischen Biotreibstoffen

Parallel zu dieser Entwicklung laufen weltweit Forschungsprojekte zur Erzeugung synthetischer Biotreibstoffe. Zu den Hoffnungsträgern gehört dabei die 1990 im sächsischen Freiberg gegründete Choren GmbH, die bis 2001 ein inzwischen weltweit patentiertes neues Verfahren zur Vergasung von Biomasse entwickelte und zusammen mit einem Motorkraftwerk erprobte. Es erlaubt selbst die Vergasung von Reststoffen, verwertbarem Müll und Klärschlamm – weit mehr als die bekannten Holzvergaser. Zusammen mit einem geringen Verbrauch an Hilfsenergie ist damit ein an CO_2-Emissionen armes System entstanden (Bild ❸). Es erzeugt ein nach Herstellerangaben absolut teerfreies und energiereiches Gas, mit dem Kraft-Wärme-gekoppelt elektrische Wirkungsgrade bis zu 40 % erreicht werden – Verbrennungskraftwerke erreichen allenfalls 31 %. Gleichzeitig sichert das extrem saubere Gas ein absolutes Minimum an Verbrennungsrückständen und damit lange Standzeiten der versorgten Motoren. Hauptbestandteile des Gases, aus dem auch die neuen Biotreibstoffe synthetisiert werden, sind Wasserstoff (H_2) und Kohlenmonoxyd (CO).

Seit 2002 steht ein auf diesem Verfahren basierender Standardbaustein auf der Angebotsliste. Er liefert maximal 3000 m^3/h Wasserstoff und Strom bis zu einer Leistung von 1,5 MW. Für den Neubau von Biomasse-Heizkraftwerken setzt Choren auf die Leistungsklasse zwischen 5 und 20 MW_{el}. Weitere Möglichkeiten sind die Leistungssteigerung von bestehenden Biomasseverbrennungs-Anlagen und die Umrüstung bestehender Erdgas-BHKW auf Biomasse.

Der Vergasungsprozess beginnt nach Bild ❸ bei vorgetrockneter Biomasse, die in einem speziell entwickelten Niedertemperaturvergaser (NTV) carboniert (verkohlt) wird. Nach dem Vorbild der Köhler, die seit Jahrhunderten in Meilern Holzkohle produzieren, wird die Biomasse durch geringfügige partielle Oxydation mit Luft bei Temperaturen zwischen 400 °C und 500 °C in Schwelgas (flüchtige Kohlenwasserstoffe) und Biokoks (Kohlenstoffe) zerlegt.

Das teerhaltige Schwelgas wird dann in der Brennkammer des Carbo-V-Vergasers oberhalb von 1300 °C (Ascheschmelzpunkt) mit Luft oder Sauerstoff bei Sauerstoffunterschuss zu heißem Vergasungsmittel verbrannt. Das entstehende Vergasungsmittel hat einen hohen Anteil an Kohlendioxid und Wasserdampf und enthält keine großmolekularen Kohlenwasserstoffe mehr, also auch keinen Teer. Anschließend wird der energiereiche, kohlenstoffhaltige Biokoks aus dem NTV in den Reaktor, unterhalb der Brennkammer, eingeblasen und reagiert dort mit dem Vergasungsmittel. Dabei sinkt die Temperatur durch endotherme Reaktionen in Sekunden von mehr als 1300 °C auf ca. 800 °C. Es entsteht ein absolut teerfreies Rohgas mit hohem Anteil an brennbarem Kohlenmonoxid und Wasserstoff.

Mit bewährter Technik wird das Rohgas in nachgeschalteten Anlagen gekühlt, entstaubt und gewaschen. Mit mehr als 80 % Kaltgaswirkungsgrad wird es letztlich dem Motor als Brenngas zur Verstromung zugeführt.

Optional kann eine zweite Stromquelle erschlossen werden. Die Hochtemperaturwärme, die durch Abkühlung des Rohgases und Kühlung des Motorabgases entsteht, erzeugt in einer Dampfturbine zusätzlichen Strom. Steht hingegen am Standort die Wärmeproduktion im Vordergrund, so kann der Dampf alternativ dafür genutzt werden.

6 Synthetischer Treibstoff aus Biomasse

Auf Grund seiner hervorragenden Eigenschaften ist das Brenngas auch Basis für die Herstellung von Treibstoffen. Dazu wurden in einer weiteren Ausbaustufe das Carbo-V-Verfahren um einen zweiten NTV ergänzt, die Vergasung auf Sauerstoff umgestellt sowie Prozessdruck und Wärmeleistung erhöht. Schließlich folgt eine Fischer-Tropsch-Syntheseanlage, in der aus dem Synthesegas der gewünschte Designertreibstoff synthetisiert wird. Damit erlaubt die Choren-Anlage durch die Wahl unterschiedlicher Katalysatoren, Drücke und Temperaturen das verflüssigte Ausgangsprodukt den Wünschen der Motoreningenieure exakt anzupassen. (Das Fischer-Tropsch-Verfahren wurde in Deutschland in den 30er Jahren ursprünglich zur Gewinnung von Treibstoffen aus Kohle geschaffen.)

Unterstützt wurde diese Entwicklung in den letzten Jahren durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, das vor allem durch finanzielle Hilfen den Bau der Pilotanlagen ermöglichte. Geburtshelfer waren die Automobilkonzerne DaimlerChrysler (ab Herbst 2002) und Volkswagen (ab Mitte 2001).

Die weltweit ersten synthetischen Biotreibstoffe Diesel, Benzin und Methanol (letzterer für Brennstoffzellen) lieferte Choren Industries im April 2003 zunächst unter der eigenen Marke „CHORELFuel“. Inzwischen sprechen die Automobilkonzerne von „SunFuel“ oder von „Sun-Diesel“ bzw. „Biotrol“ und haben schon im vergangenen Jahr mit umfangreichen Tests auf Motorenprüfständen und in der Praxis begonnen. Auf der Tagesordnung standen und stehen zunächst die serienmäßig gefertigten Fahrzeuge mit konventionellen Motoren. Zu den Problemkreisen gehören vor allem Mischungsverhältnisse, Treibstoffverbrauch, Umweltbilanz und Wirtschaftlichkeit. Weitere Tests mit dem Ziel der Motoroptimierung und der Bewertung des Treibstoffes für schienengebundene Fahrzeuge werden wohl bald folgen. Das erfordert eine beschleunigte Erweiterung der Fertigungskapazität.

Darüber hinaus könnte ein weiterer Testbedarf durch ausländische Interessen bestehen. Das gilt beispielsweise für China, das sich gegenwärtig auf eine große Mobilisierungsinitiative vorbereitet und damit u. a. vor erheblichen

Umweltproblemen steht. Auch andere Länder haben ihr Interesse an Lizenzen oder am Import von Produktionsanlagen gezeigt. Voraussetzung dafür sind ein großtechnischer Qualitätsnachweis, Klarheit über Investitionskosten und ein konkurrenzfähiger Treibstoffpreis. Zurzeit wird mit Kosten in Höhe von 70 Cent/Liter gerechnet.

7 Ausblick

Eine von Choren für die DaimlerChrysler AG bereits 1999 erstellte Studie hat ergeben, dass es zweckmäßig ist, auch für die Gewinnung von synthetischen Kraftstoffen die Biomasse am Ort des Aufkommens, also dezentral in Waldnähe, im landwirtschaftlichen Bereich und in der Nähe von Ansiedlungen auf Basis des Carbo-V-Verfahrens zu verarbeiten. Das bedeutet die dezentrale Gewinnung von Biokoks. Dieses Zwischenprodukt soll dann an zentraler Stelle unter Zuführung von regenerativ erzeugtem H_2 zu erneuerbaren synthetischen Treibstoffen – wie bereits erläutert – umgewandelt werden.

Geht es nach dem Erfinder und Geschäftsführer Dr. *Bodo Wolf,* dann werden in den nächsten acht Jahren in Deutschland fünf Großanlagen entstehen. Jede soll bis zu 220 000 t SunFuel produzieren. Besonders optimistisch sind offensichtlich die Forscher von DaimlerChrysler, die zu den Vorreitern der Brennstoffzellen-Antriebe (BZ-Antriebe) gehören. Nach ihren Vorstellungen wäre es möglich, bereits 2015 in Europa mit SunFuel einen Marktanteil von 10 % zu erreichen. Voraussetzung ist die Unterstützung von Politik und Mineralölwirtschaft sowie der Einstieg weiterer Automobilbauer. Um den Gesamtbedarf Deutschlands abzudecken, werden nach VW-Einschätzung rund 50 Anlagen benötigt. Nach den Erwartungen der Volkswagen-Forscher sind dafür 25 bis 30 Jahre erforderlich [2-6]. Nach erfolgreicher Ersterprobung von SunFuel im vergangenen Jahr konzentrieren sich die Partner auf Weiterentwicklung der Verfahren und der Motortechnik sowie erste Schritte auf dem langen Weg zur Markteinführung in Europa. Inzwischen wurden weitere Institute und Firmen aus Deutschland und aus den Niederlanden in die Arbeit einbezogen. Wichtigstes Ziel der gemeinsamen Arbeit ist die Optimierung der Umwandlungsprozesse.

Eng verbunden damit ist die Bereitstellung der Biomasse. Auch sie ist zunächst Gegenstand des Optimierungsprozesses, der bei der Auswahl, der Züchtung und dem Anbau geeigneter Energiepflanzen beginnt. Dabei gilt es, die am besten geeigneten Flächen und Umweltbedingungen in Deutschland zu ermitteln und die Standorte für ihre Verarbeitung unter Berücksichtigung des Transports festzulegen. Interessierte Besucher konnten sich u. a. auch anlässlich der Berliner „Grünen Woche“ im Januar 2005 über den Arbeitsstand und Details informieren. U. a. sollen die Bundesländer Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg und Niedersachsen Verträge abgeschlossen haben, in denen Vereinbarungen über die Nutzung von Biomasse für SunFuel enthalten sind.

Literaturverzeichnis

[1] *Kabisch, H.*: Strom, Wärme und Treibstoffe aus Biomasse. Elektropraktiker Berlin 58(2004)6, S. 493-497.
[2] Energie der Zukunft. Sie wollen emissionsfrei fahren? Wir nehmen Sie mit. Informationsschrift der DaimlerChrysler AG, 8/2003.
[3] Redemanuskript von Dr. *Thomas Weber,* Vorstandsmitglied und Forschungschef der DaimlerChrysler AG, anlässlich der Einweihung der Choren-Anlage am 2.10.2003.
[4] SunFuel – Eine Initiative der VW-Forschung. Informationsschrift der Konzernforschung, September 2003.
[5] *Steiger, W.; Heinrich, H.:* Sun-Fuel-Kraftstoff aus Biomasse: Die Kraftstoffstrategie der Volkswagen AG. Fachartikel, 2003.
[6] *Wolf, Bodo:* Wasserstoff aus Biomasse, BWK 12/02, S. 57-63.