

Session V Entwicklungstendenzen bei Fahrzeugantrieben

Brennstoffzellen für den Fahrzeugantrieb

Zusammenfassung

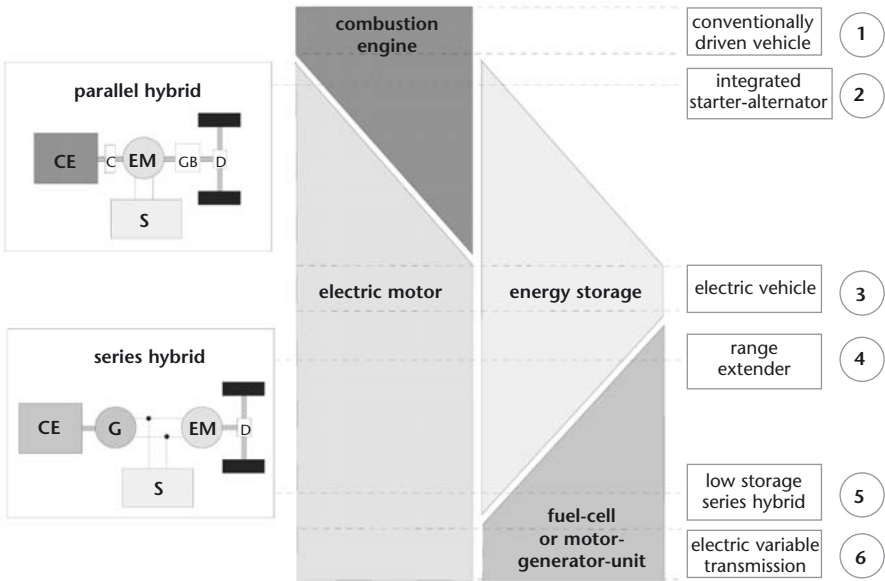
J. Garche,
L. Jörissen
ZSW
juergen.garche@zsw-bw.de

Der Vortrag gibt zuerst einen kurzen Überblick über alternative Antriebsvarianten auf der Basis des Elektroantriebs, um daraus die Notwendigkeit und Einsatzperspektiven von Brennstoffzellenfahrzeugen abzuleiten. Danach wird der Hintergrund für den Einsatz der PEMFC-Technologie herausgearbeitet und auf ihre meistens mit den Eigenschaften der Elektrolytmembran verbundenen Probleme eingegangen. Dann werden mögliche Treibstoffe für die PEMFC diskutiert. Dabei werden die Direkt-Brennstoffe Wasserstoff und Alkohol sowie die indirekten Wasserstoffspeicher, wie Kohlenwasserstoffe und salzartige Hydride, behandelt. Zum Abschluss werden einige Anwendungen dargestellt.

Einleitung

Die globalen Probleme Ressourcenverfügbarkeit, vor allem die Abhängigkeit von Mineralöl, und Umwelt (CO₂-Ausstoß und klassische Schadstoffe) zwingen im Fahrzeugantriebsbereich zu alternativen Lösungen. Eine wichtige Alternative ist das Elektrofahrzeug (EFZ). Die bisherigen EFZ-Konzepte rein auf Basis von Batterien bieten aufgrund der limitierten Reichweite trotz lokaler Schadstofffreiheit und vergleichsweise hohem Gesamtwirkungsgrade nur Nischenlösungen. Daher wurden weitere Konzepte entwickelt, die in der folgenden Abbildung aufgezeigt werden.

Mittelfristig zeichnen sich die Lösungen des Power Assist Hybrids und des Brennstoffzellenfahrzeugs ab. Bei den Brennstoffzellenfahrzeugen gibt es zwei Ansätze:



Reines Brennstoffzellenfahrzeug und Brennstoffzelle-Batterie-Hybrid-Fahrzeug. Bei letzterem übernimmt die Brennstoffzelle die Funktion eines on-board Ladegerätes der Batterie und dient im Wesentlichen zur Vergrößerung der Reichweite.

Abbildung 2: Fahrzeugtopologien nach Anteilen verschiedener Antriebe

Brennstoffzellenfahrzeuge

Brennstoffzelle

Von den verschiedenen Brennstoffzellentypen ist vor allem aufgrund des Start-up-Verhaltens und der hohen Last-dynamik die Polymerelektrolyt-Membran-Brennstoffzelle (PEMFC) am geeignetsten.

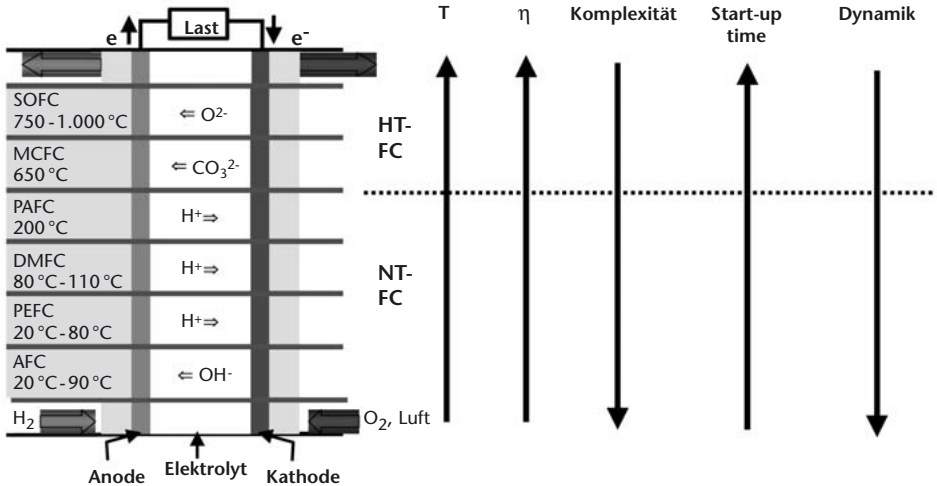
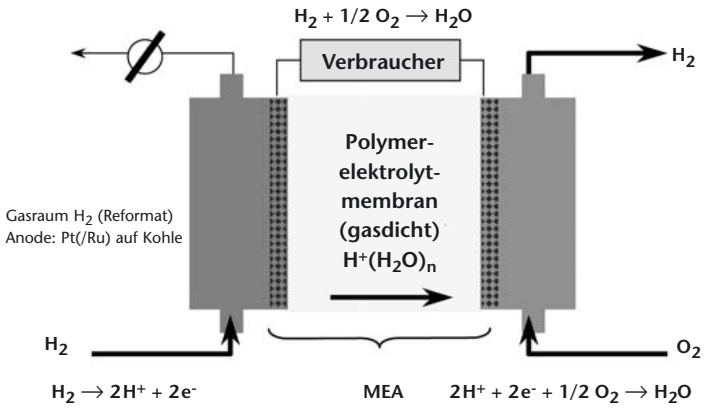


Abbildung 3: Brennstoffzellen und deren Eigenschaften

Kernstück der PEMFC ist die Membran-Elektroden-Einheit (Membrane-Electrode Assembly: MEA). Die Elektroden bestehen aus einer dünnen Schicht (ca. 25 µm) Kohlenstoff mit platinhaltigen Katalysatoren. Die Membran ist bevorzugt ein fluoriertes Polymer mit Sulfonsäure-Seitenketten, die in Verbindung mit Wasser für den Protonentransport verantwortlich zeichnen.

Die Fluorierung erfolgt um eine hohe Oxidationsstabilität des Polymers insbesondere an der Kathode zu erhalten. Allerdings ist die Herstellung fluorierter Polymere sehr aufwändig und damit die Kosten (z.Zt. [noch keinen Massenfertigung]: ca. 800 €/m²) hoch. Kostengünstigere Materialien, wie z.B. die Polyaryle, sind in der Entwicklung.

Die PEM weist eine nanoskalige Porenstruktur auf, die in Wasser quillt, damit steigen die Porengröße und die Leitfähigkeit. Bei Normaldruck verdampfen bei Temperaturen



oberhalb von etwa 60°C größere Mengen Wasser, sodass die Leitfähigkeit der Membran stark abnimmt. Durch Erhöhung des Systemdrucks kann der Betriebspunkt jedoch zu höheren Temperaturen verschoben werden. Daher liegt die durchschnittliche Arbeitstemperatur der PEMFC bei ca. 70°C, die nur ein geringes ΔT für die Systemkühlung zulässt. Eine Arbeitstemperatur von etwa 120°C würde die Kühlergröße um den Faktor von etwa 3 reduzieren. Entsprechende Hochtemperaturmembranen, z.B. auf der Basis anorganisch gefüllter Ionomere, werden entwickelt. Der Einsatz von Polybenzimidazol basierten Compositmembranen erlaubt/erfordert Arbeitstemperaturen oberhalb von 150°C.

Abbildung 4:
Prinzip der PEMFC

Da in den heute gebräuchlichen Membranen die Protonen hydratisiert sind, wird beim Protonentransport durch die Membran Wasser entfernt. In Anodennähe verarmt die Membran an Wasser, während in Kathodennähe Wasserüberschuss herrscht. Dieses Ungleichgewicht kann durch Rückdiffusion wieder ausgeglichen werden. Bei sehr dün-

nen Membranen ($<25\mu\text{m}$) reicht die Rückdiffusion gerade aus. In der Regel muss Wasser jedoch durch Gasbefeuchtung wieder nachgeliefert werden. Die Gasbefeuchtung trägt zu nicht unerheblichen Energieverlusten bei.

Da die Spannung der PEMFC auch von der Wasserstoff- und Sauerstoffkonzentration abhängt, wird versucht diese hochzuhalten. Das erfolgt über Kompressoren, die einen Zelldruck von bis zu 3 bar ermöglichen. Zur Gleichverteilung der Gase entlang des Stacks ist ein angemessener Druckabfall über die Zelle erforderlich. Ferner wird zur sicheren Entfernung kondensierender Wassertröpfchen auch eine relativ hohe Gaszuströmgeschwindigkeit angestrebt. Die dazu notwendigen Nebenaggregate (Pumpen, Kompressoren) tragen weiter zu Energieverlusten der PEMFC bei.

Welcher Brennstoff?

Wasserstoff direkt

Vom elektrochemischen Standpunkt ist für die PEMFC der Wasserstoff der günstigste Brennstoff. Er lässt sich jedoch schlecht speichern, was zumindestens bei PKWs ein Problem werden kann. Daher ist die Frage der H_2 -Speicherung unmittelbar mit dem BZ-Antrieb zu diskutieren. Gangbare Varianten sind die Speicherung unter hohem Druck (bis 700 bar) oder als tiefkalte Flüssigkeit. Als weitere Option bieten sich hydridbildende Metalle als Wasserstoffspeicher an. Man unterscheidet zwischen metallischen Hydriden, in denen der Wasserstoff im Metallgitter gespeichert ist und somit thermisch leicht freigesetzt werden kann und salzartigen Hydriden, die in der Regel hydrolytisch oder acidolytisch zersetzt werden. Vor allem die Flüssig- sowie Druckwasserstoffspeicherung stehen im Mittelpunkt der Entwicklungen.

Alkohole direkt

Neben dem Wasserstoff können auch Methanol und in begrenztem Umfang auch höhere Alkohole direkt in der PEMFC als Brennstoff dienen. Vor allem bedingt durch katalysatorvergiftende Zwischenprodukte der elektrochemischen Alkohoxidation (CO-ähnlich) und durch die unerwünschte Wanderung speziell des sehr wasserähnlichen Methanols durch die Membran (Methanol-Crossover) von der Anode zur Kathode, die wie ein Loch im Tank wirkt, kommt es zu Wirkungsgradeinbußen. Daher wird in absehbarer Zeit ein Einsatz von Direktmethanol/Alkoholzellen im Fahrzeugbereich nicht gesehen.

Wasserstoff indirekt – Kohlenwasserstoffe

Im Prinzip sind alle Kohlenwasserstoffe auch Wasserstoffträger. Durch entsprechende chemische Aufarbeitung (Reformierung) kann daraus ein wasserstoffreiches Gas gewonnen werden. In Abhängigkeit vom Kohlenwasserstoff und vom Reformierungsverfahren werden unterschiedliche Wasserstoffkonzentrationen erhalten:

*Tabelle 1:
Wasserstoffgehalt in
Abhängigkeit vom
Treibstoff in kg
H₂/kgTreibstoff*

Fuel	Steam Reforming	Partial Oxidation
Methanol (CH ₃ OH)	0.189	0.126
Ethanol (C ₂ H ₅ OH)	0.263	0.219
LNG (CH ₄)	0.503	0.377
LPG (C ₃ H ₈ /C ₄ H ₁₀)	0.456	0.316
Gasoline (C ₈ H _{15,4})	0.430	0.284
Diesel Fuel (C ₁₄ H _{25,5})	0.424	0.279

^a Includes CO conversion via water gas shift reaction

Problematisch ist insbesondere die thermodynamisch nicht vermeidbare Bildung des Katalysatorgifts CO bei der Reformierung (ca. 8 % bei der Erdgas-Dampfreformierung), das eine mehrstufige, sehr sorgfältige Abreicherung bis zu etwa 25 ppm CO über zum Teil mehrstufige Shiftreaktoren und

eine Feinreinigung verlangt, ehe es in der Brennstoffzelle zur Reaktion kommt.

Im PKW-Bereich hat man sich hauptsächlich auf Methanol und auch auf Benzin konzentriert. Da diese Gasprozesskette (Reformer, Shift, Feinreinigung) sehr kompliziert und aufwändig ist, hat man diese Entwicklungen vorläufig eingestellt und konzentriert sich jetzt auf den Wasserstoff.

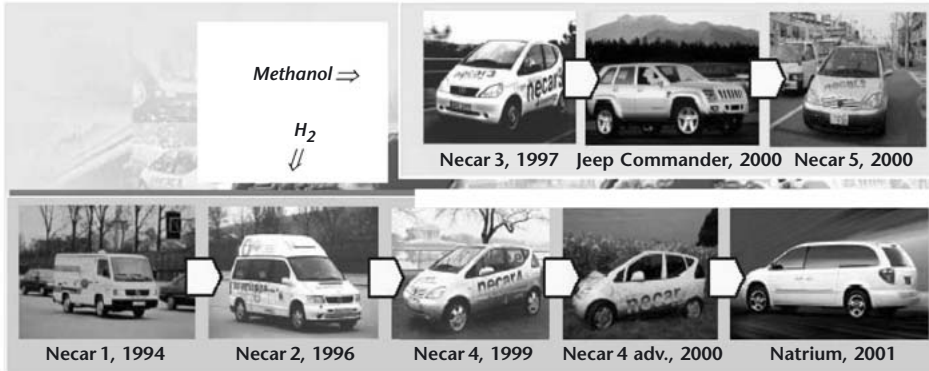
Wasserstoff indirekt – anorganische Substanzen

Eine Reihe anorganischer Substanzen reagieren mit Wasser zu Wasserstoff. In der Diskussion sind die salzartigen Hydride LiH, NaH, CaH₂ sowie die ternären Verbindungen LiBH₄, NaBH₄ und LiAlH₄. In technologischer Entwicklung befindet sich das NaH-System durch POWERBALL (NaH in Kunststoffhülle eingekapselt und in Wasser gelagert wird bei Bedarf mechanisch durch Aufbrechen der Hülle freigesetzt), das NaBH₄-System durch MILLENIUMCELL (NaBH₄ als stabile wässrige Lösung wird am Katalysator hydrolysiert) und das LiH/CaH₂-System durch die THERMO POWER CORPORATION (LiH- oder auch CaH₂-Slurry in einem Kohlenwasserstoff oder Öl reagiert im Reaktor mit Wasser). DaimlerChrysler 2001 hat einen VAN mit dem NaBH₄-MILLENIUMCELL-System ausgerüstet.

Die Reaktionsprodukte der salzartigen Hydride müssen nach dem Einsatz entweder verworfen oder nach der Entfernung aus dem Fahrzeug in teilweise energieaufwändigen Prozessen aufbereitet werden.

Fahrzeug-Anwendungsbeispiele

Die folgenden beiden Abbildungen zeigen die Entwicklung im PKW-Bereich bei Daimler-Benz bzw. DaimlerChrysler und den anderer weltweit agierender PKW-Hersteller.



Ford Fuel: CH2 Veh.basis: Focus Stack: Ballard	GM/Opel Fuel: CH2 Veh.basis: Zafira Stack: GM/Opel	Hyundai Fuel: CH2 Veh.basis: Santa Fé Stack: IFC	Honda Fuel: CH2 Veh.basis: EV Plus Stack: Ballard / Honda
Nissan Fuel: CH2 Veh.basis: XTerra Stack: Ballard / IFC	Toyota Fuel: CH2 Veh.basis: Kluger V Stack: Toyota	VW Fuel: CH2 Veh.basis: Bora Stack: Ballard / PSI	

Toyota und Honda haben in diesem Jahr erste Fahrzeuge in Kundenhand zur Erprobung gegeben. Neben der PKW-Entwicklung ist die Bus-Entwicklung zu nennen, bei der als Highlight DaimlerChrysler mit einem 30 Bus-Programm (CITARO) in Europa zu erwähnen ist.

Abbildung 5:
DaimlerChrysler-Entwicklungen im PKW-Bereich

Weiterhin finden BZ für den Antrieb von Motorrädern, Scootern, Booten, Lokomotiven, Flugzeugen und Luftschiffen Verwendung.

Abbildung 6:
Weitere BZ-PKW-Entwicklungen

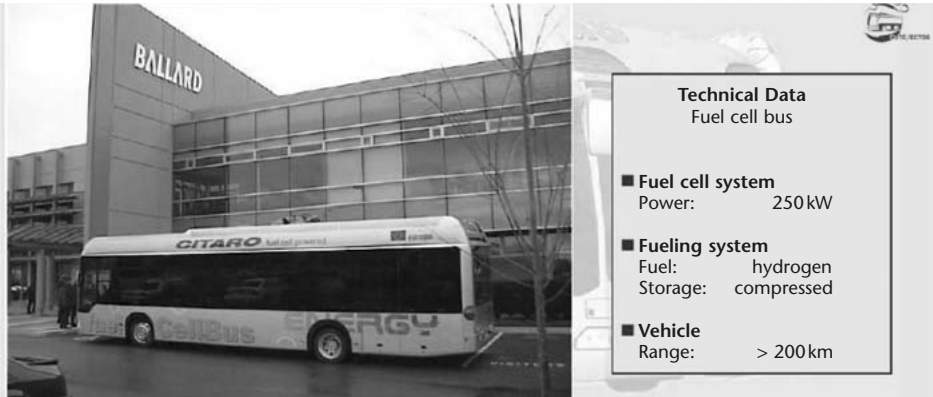


Abbildung 7:
BZ-CITARO-Bus

Ausblick

Brennstoffzellenfahrzeuge stellen aus Ressourcen- und Umweltgründen eine wichtige Alternative gegenüber der klassischen ICE-Technik dar. Bis zu Markteinführung sind insbesondere Kostenfragen und die Frage des Brennstoffs, dessen Speicherung und der damit verbundenen Infrastruktur zu klären. Mit einer Markteinführung im PKW-Bereich wird erst im Zeitraum >2010 gerechnet.

Session VI
Strategische Bedeutung
der Biomasse zur Kraftstofferzeugung

Konkurrenzanalyse zur energetischen Biomassenutzung: Stationär oder mobil?

Einleitung

F. Staiß,
H. Böhnisch,
H. Seul
ZSW
frithjof.staiss@zsw-bw.de

Die politischen Strategien zum Ausbau Erneuerbarer Energien (EE) fokussieren sich derzeit auf das "Verdoppelungsziel 2010", das zunächst auf europäischer, später auch auf nationaler Ebene beschlossen wurde. Danach soll der Anteil EE am Primärenergieverbrauch bis zum Jahr 2010 in Deutschland gegenüber dem Jahr 2000 auf mindestens 4,2% erhöht werden. Für das Erreichen dieses und weitergehender Ziele spielt die verstärkte Nutzung biogener Energieträger aus naheliegenden Gründen eine zentrale Rolle: Relativ niedrige Kosten, dezentrale Verfügbarkeit, Lagerbarkeit, vielfältige Nutzungsmöglichkeiten und nicht zuletzt der politische Wunsch auf diesem Weg der Land- und Forstwirtschaft neue Einkommensquellen zu erschließen.

Andererseits sind die Nutzungspotenziale in Deutschland ebenso wie in anderen Ländern der EU begrenzt. Es stellt sich daher die Frage, ob bzw. wann es zu einer Konkurrenzsituation um die Nutzung von Bioenergieträgern für stationäre und mobile Anwendungen kommen kann und wie dann die Prioritäten zu setzen sind. Problematisiert wurde das Thema bisher kaum, wohl auch deshalb, weil Nutzungskonflikte erst längerfristig auftreten werden. Sind bestimmte Stoffströme aber z.B. durch gezielt gesetzte energiepolitische Randbedingungen erst einmal festgelegt, ist es nur schwer möglich, diese zu verändern. Insofern kommt der Frage auch strategische Bedeutung zu. Mit den

weiteren Ausführungen soll hierzu ein Diskussionsbeitrag geleistet werden.

Technische Nutzungspotenziale biogener Energieträger

Die technischen Nutzungspotenziale biogener Energieträger sind auf europäischer und bundesdeutscher Ebene vielfach untersucht worden. Die in *Abb. 1* dargestellte Struktur für Deutschland basiert auf einer Auswertung von 24 Studien. Danach beträgt das technische Potenzial im Mittel etwa 1.260 PJ/a. Damit ließen sich 8,7% des gegenwärtigen Primärenergieverbrauchs oder – bei einer mittleren Konversionsrate von Biomasse in Kraftstoffe von 50% - etwa 23% des Kraftstoffverbrauchs decken.

Das Biomassepotenzial besteht zum überwiegenden Teil aus holzartiger Biomasse (43%), wovon etwa ein Viertel auf den sog. ungenutzten Holzzuwachs entfällt. Gemeint ist damit, dass in den vergangenen 50 Jahren weniger Holz geschlagen wurde als zuwuchs. Ebenfalls erheblich ist das Aufkommen an Reststroh aus der Landwirtschaft und besonders das Potenzial des gezielten Anbaus von Energiepflanzen. Der hier angegebene Betrag basiert auf der Annahme, dass in Deutschland dauerhaft auf etwa 2 Mio. ha nachwachsende Rohstoffe oder Energiepflanzen angebaut werden können, d.h. auf einer Fläche, die rund 70% größer ist als die derzeitigen Stilllegungsflächen in der Landwirtschaft. In der Literatur finden sich jedoch teilweise niedrigere, mit bis zu 5 Mio. ha aber auch deutlich höhere Angaben.

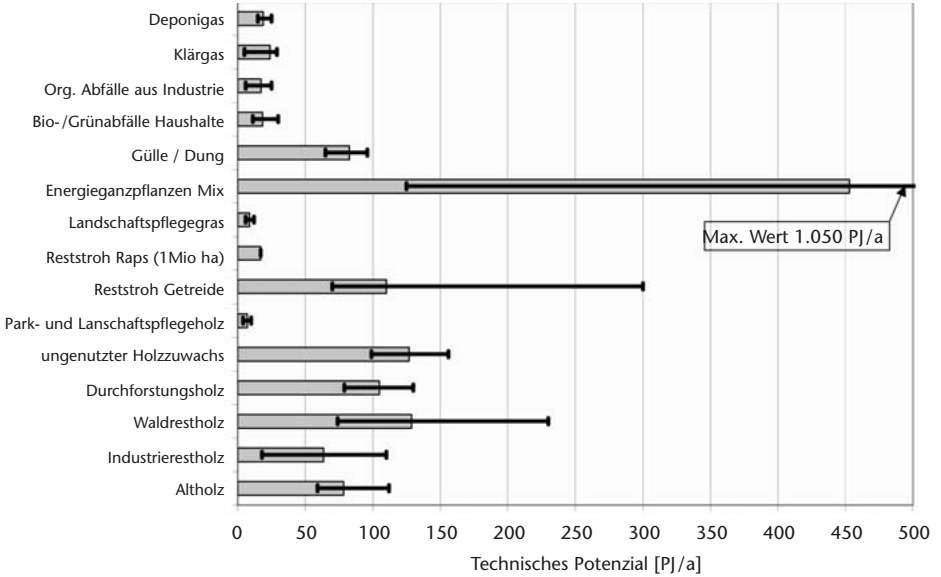
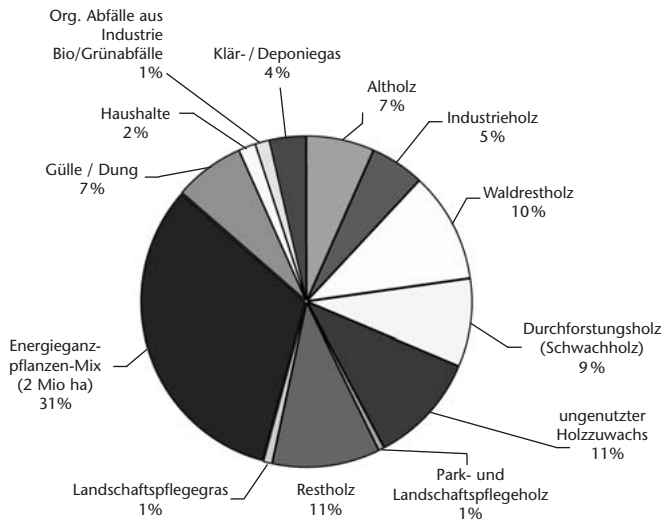


Abbildung 1: Minimal- und Maximalwerte (oben) sowie Mittelwerte (unten) des technisch nutzbaren Bioenergieträgerpotenzials in Deutschland (Auswertung von Literaturangaben)



Ges. technisches Potenzial BRD 1.260 PJ/a

Mittelwerte

“Freies” Biomassepotenzial für die Kraftstoffbereitstellung

Interessanter als die Betrachtung des technischen Potenzials ist die Frage, wie viel davon tatsächlich für eine Biokraftstofferzeugung erschlossen werden kann und zu welchen Kosten. Zu berücksichtigen sind dabei bereits etablierte und absehbare Stoffströme für die Wärmebereitstellung und Stromerzeugung. Hierbei handelt es sich einerseits um traditionell gewachsene Strukturen wie die Holznutzung im privaten Bereich oder im holzbe- und -verarbeitenden Gewerbe, andererseits wurden und werden durch Förderprogramme auf Bundes- und Landesebene oder das Erneuerbare-Energien-Gesetz gezielt bestimmte Anwendungen unterstützt. Eine Umlenkung dieser Stoffströme in mobile Anwendungen scheint daher – unabhängig davon, ob dies sinnvoll erscheint – bestenfalls langfristig möglich.

Tab. 1 zeigt eine Abschätzung der aus heutiger Sicht für mobile Anwendungen prinzipiell verbleibenden Anteile des Biomassepotenzials. So ist z.B. davon auszugehen, dass im Zuge des durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz induzierten Baus von Holz(heiz-)kraftwerken in zwei bis drei Jahren die Potenziale von Altholz praktisch vollständig erschlossen sein werden.

Hinzuweisen ist weiterhin auf die Nichtverfügbarkeit des ungenutzten Holzzuwachses, weil im Sinne einer konservativen Abschätzung davon auszugehen ist, dass eine energetische Nutzung des anfallenden Restholzes nur dann möglich ist, wenn das (hochwertige) Stammholz geschlagen wird. Derzeit ist jedoch nicht zu erwarten, dass der Einschlag steigen wird. Ebenfalls konservativ angesetzt wurde mit 1,5 Mio. ha der Energiepflanzenanbau für mobile Anwendungen (s.o.). Insgesamt reduziert sich damit das für

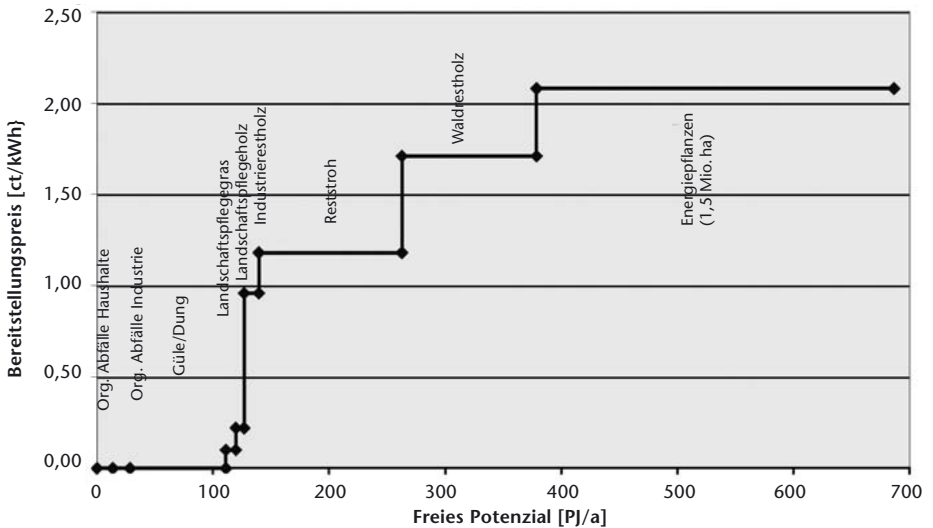
mobile Anwendungen "freie" Potenzial auf etwa die Hälfte des o.g. technischen Potenzials. Dennoch sind die daraus erzielbaren Beiträge für die Kraftstoffversorgung beträchtlich.

*Tabelle 1:
Abschätzung der
Verfügbarkeit von
Bioenergieträgern für
mobile Anwendungen*

Wie realistisch die Ausschöpfung der Ressourcen ist, hängt von zahlreichen weiteren Randbedingungen ab, nicht zuletzt von den Kosten.

Art	Mittelwert [PJ/a]	Bereits genutzt/ eingeschränkt verfügbar	Freies Potenzial [PJ/a]
Altholz unbehandelt	25	100%	0
Altholz behandelt	30	100%	0
Altholz kontaminiert	23	100%	0
Industrierestholz	63	80%	13
Waldrestholz	129	10%	116
Durchforstungsholz (Schwachholz)	105	100%	0
ungenutzter Holzzuwachs	127	100%	0
Park- und Landschaftspflegeholz	7	0%	7
Reststroh	127	3%	123
Landschaftspflegegras	9	0%	9
Energiepflanzen Mix	453	1,5 Mio. ha	308
Gülle/Dung	83	0%	83
Org. Abfälle Haushalte	18	20%	15
Org. Abfälle aus Industrie	17	20%	14
Klär-/Deponiegas	43	100%	0
Gesamt	1.259		687

Abb. 2 zeigt dazu die Kosten-Potenzial-Kurve für das "freie" Nutzungspotenzial, das mit gegenwärtigen bzw. absehbaren Bereitstellungspreisen korreliert wurde.



Im Zusammenhang mit *Tab. 1* folgt daraus, dass die kostengünstigsten Ressourcen größtenteils zur Wärme- und Stromerzeugung genutzt werden. Nennenswerte Potenziale für mobile Anwendungen finden sich nur bei Gülle/Dung und Reststroh aus der Landwirtschaft (insgesamt ca. 200 PJ/a). Die Potenziale bei Waldrestholz und Energiepflanzen sind jeweils etwa doppelt so groß, mit bis zu 2€ct/kWh aber deutlich teurer. Bei einem durchschnittlichen Konversionsgrad der Biokraftstoffbereitstellung von 50% bedeutet dies, dass sich allein der Biomassekostenanteil je Liter Benzinäquivalent auf 40€ct beläuft.

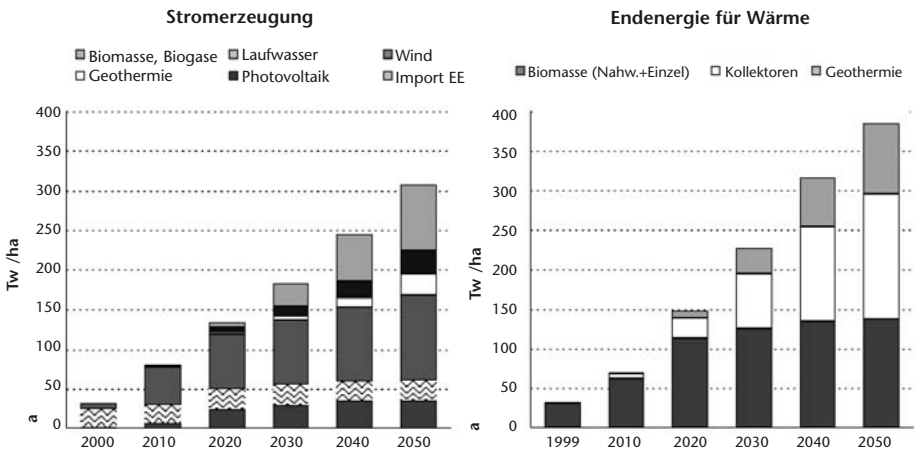
*Abbildung 2:
Kosten-Potenzial-Kurve
für das "freie"
Biomassepotenzial in
Deutschland*

Szenarien der Biomassenutzung in Deutschland

Energieszenarien, die einen Schwerpunkt auf den Ausbau EE legen, gehen davon aus, dass die Biomassenutzung in den nächsten 10 bis 15 Jahren einer starken Wachstumsdynamik unterliegt, dann aber aufgrund der Potenzialgren-

zen nur noch langsam steigt. Ein solches Szenario ist das sog. Nachhaltigkeitsszenario, das vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt und dem Wuppertal-Institut für das Umweltbundesamt erarbeitet wurde und u.a. vom Bundesumweltministerium für strategische Überlegungen herangezogen wird. Grundlage des Szenarios bildet im Strommarkt die politisch verankerte Verdoppelung des Anteils Erneuerbarer Energien auf 12,5 % bis zum Jahr 2010 und das Ziel des Bundesumweltministeriums bis zum Jahr 2020 etwa 20% zu erreichen (Abb. 3). Die Stromerzeugung aus Biomasse beträgt dann etwa 25 TWh, was bei einem elektrischen Wirkungsgrad der Anlagen von etwa 30 % (je nach Wärmeauskopplung bei Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen) einem Primärenergieeinsatz von 300 PJ/a entspricht. Jenseits des Jahres 2020 steigt die Stromerzeugung nur noch langsam und pendelt sich bei 30-35 TWh/a ein.

Abbildung 3:
Stromerzeugung (links)
in Wärmeerzeugung
(rechts) aus Erneuerbaren
Energien im UBA-
Nachhaltigkeitsszenario;
Primärenergieverbrauch
Biomasse: 2020: ca.
700 PJ, 2050: ca. 900 PJ



¹M. Fishedick, J. Nitsch, u.a.: Langfristszenarien für eine nachhaltige Energienutzung in Deutschland, Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes, UBA-FB 000314, Juli 2002

Im Wärmemarkt liegt der Schwerpunkt des Anstiegs ebenfalls im Zeitraum bis 2020. Der Einsatz von Biomasse beträgt dann etwa 400 PJ/a und steigt bis zum Jahr 2050 auf knapp 500 PJ/a.

In der Summe geht das Szenario für die stationäre Nutzung von Biomasse bis zum Jahr 2020 von etwa 700 PJ/a bzw. bis zum Jahr 2050 von etwa 900 PJ/a aus. Gemessen am o.g. technischen Potenzial verbleiben also noch rund 600 PJ/a im Jahr 2020 bzw. rd. 400 PJ/a im Jahr 2050 für den mobilen Bereich, der im Rahmen der Studie nicht eingehender untersucht wird. Bei einem Konversionsgrad von 50 % könnten demnach im Jahr 2020 rund 300 PJ/a in Form von Biokraftstoffen bereit gestellt werden. Berücksichtigt man in einem optimistischen Fall, dass der Endenergieverbrauch im Verkehr bis dahin um 20 % zurückgeht, ließen sich etwa 13 % des Bedarfs aus heimischen Bioenergieträgern decken.

Regionale Betrachtung am Beispiel des Neckar-Odenwald-Kreises

Ob sich dieser auf einer hoch aggregierten Betrachtungsebene abgeleitete Biokraftstoffanteil tatsächlich erreichen lässt, kann anhand kleinräumiger Betrachtungen überprüft werden. Exemplarisch wurde dazu der Neckar-Odenwald-Kreis untersucht, eine eher ländlich geprägte Region im Norden Baden-Württembergs, die günstige Voraussetzungen für eine verstärkte Biomassenutzung bietet. Insgesamt leben in der Region rund 150.000 Einwohner auf einer Fläche von 1.140 km². Die Einwohnerdichte von 132 Einwohner je km² liegt damit etwa 50 % unter dem Bundesdurchschnitt. Rund ein Viertel der Bevölkerung lebt in vier größeren Kommunen – Mosbach, Buchen, Walldürren und Neckarelz – von denen Mosbach mit gut 10.000 Einwohnern die größte ist. Neben sechs weiteren Kommunen mit

3.000 bis 5.000 Einwohnern leben insgesamt 90.000 Personen in 112 Orten mit weniger als 2.800 Einwohnern.

Die Energieversorgungsstruktur ist aufgrund der geringen Bevölkerungsdichte durch ein relativ schwach ausgebautes Erdgasnetz gekennzeichnet. Entsprechend dominiert im Wärmemarkt (Niedertemperaturwärme) Heizöl mit einem Anteil von 64 %, gefolgt von Strom (Speicherheizungen) mit 15 %, Biomasse mit 13 % (!) und Erdgas mit etwa 6 %. Der Rest verteilt sich auf Fernwärme und Kohle.

*Abbildung 4:
Potenziale der energetischen Nutzung im Neckar-Odenwald-Kreis (gesamt 2,8 PJ/a entsprechend 785.000 MWh)*

Das in der Region verfügbare Biomassepotenzial setzt sich etwa zur Hälfte aus Restholz, zu einem Sechstel aus Reststroh und einem Fünftel aus dem Potenzial für den Energiepflanzenanbau zusammen. Geringe Beiträge entfallen auf Biomüll, Gülle/Dung aus der Landwirtschaft und Grünabfälle wie Rasenschnitt (*Abb. 4*).

Hackschnitzel aus Restholz (Industrie, Wald, Sonst.)	MWh/a	154.800
<i>Heute in Einzelöfen genutztes Holz</i>	<i>MWh/a</i>	<i>250.800</i>
Summe Holz	MWh/a	405.600
Stroh	MWh/a	131.100
Energiepflanzen	MWh/a	176.100
Grünabfälle (Rasenschnitt etc.)	MWh/a	16.700
Organische Abfälle (Biomüll)	MWh/a	19.300
Gülle/Dung	MWh/a	36.600
Summe	MWh/a	785.400

Im Vergleich zu den Biomassepotenzialen auf Bundesebene ist der Holzanteil in der Region überdurchschnittlich hoch, das Potenzial für den Energiepflanzenanbau hingegen geringer (*vgl. Abb. 1*). Mit dem Bioenergiepotenzial von 19 GJ/a je Einwohner, das ein Viertel höher liegt als im Bundesdurchschnitt, ließen sich z.B. 40 % des gegenwärtigen Nutzwärmebedarfes in der Region decken. Bemerkenswert

ist auch, dass mehr als ein Drittel des Holzaufkommens bereits genutzt wird.

Die mögliche Entwicklung der Biomassenutzung in der Region lässt sich nicht losgelöst von Veränderungen in anderen Bereichen betrachten, die durch mehr oder weniger intensive energiepolitische Eingriffe charakterisiert sind. Um dies abzubilden wurden insgesamt vier Szenarien entwickelt:

Szenario Status quo/Trend

- Prinzip: "Im Vergleich zu heute ändert sich nicht viel."
- Energetische Sanierung von Altbauten nachrangig: bis 2050 sinkt der Nutzwärmebedarf nur um 15 %.
- Die Struktur der Wärmeversorgung bleibt im Wesentlichen erhalten (lediglich Kesselerneuerungen, Wirkungsgraderhöhungen). Der Stromanteil im Wärmemarkt geht deutlich zurück. Nahwärmenetze spielen nur eine untergeordnete Rolle.
- Erreichte CO₂-Minderung im Wärmemarkt im Jahr 2020/2050: -21 %/-42 %

Szenario Angebotsoptimierung

- Prinzip: "Ambitionierter Klimaschutz ohne Wärmedämmung"
- Energetische Sanierung von Altbauten nachrangig: bis 2050 sinkt der Nutzwärmebedarf nur um 15 %.
- Schneller Ausbau von Nahwärmesystemen einschließlich des Ersatzes von Einzelöfen: bis 2040 wird das gesamte Biomasseaufkommen in Heiz- und Heizkraftwerken genutzt.
- Die Nutzung von Solarthermie und Geothermie bleibt vernachlässigbar.
- Erreichte CO₂-Minderung im Wärmemarkt im Jahr 2020/2050: -30 %/-58 %

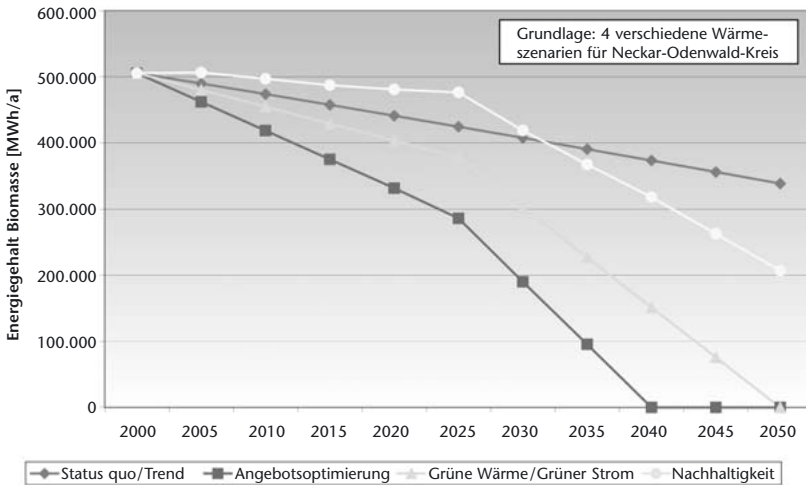
Szenario Grüne Wärme/Grüner Strom

- Prinzip: "Reduktion des Wärmebedarfs und Nutzung preiswerter Erneuerbarer Energien"
- Umfassende energetische Sanierung von Altbauten: bis 2050 sinkt der Nutzwärmebedarf um 50%.
- Ausbau von Nahwärmesystemen einschließlich des Ersatzes von Einzelöfen: bis 2050 wird das gesamte Biomasseaufkommen in Heiz- und Heizkraftwerken genutzt.
- Die Nutzung von Solarthermie und Geothermie bleibt vernachlässigbar.
- Erreichte CO₂-Minderung im Wärmemarkt im Jahr 2020/2050: -39 %/-86 %

Szenario Nachhaltigkeit

- Prinzip: "Mobilisierung aller Optionen"
- Umfassende energetische Sanierung von Altbauten: bis 2050 sinkt der Nutzwärmebedarf um 50%.
- Bis 2050 werden 70 % des Nutzwärmebedarfes durch Nahwärme gedeckt; je zur Hälfte auf der Basis von Biomasse und Solarenergie.
- Solare Nahwärmesysteme werden mit bis zu 70% solarem Deckungsgrad realisiert (2050), Biomasseheizwerke werden solar unterstützt.
- Nennenswerte Bedeutung elektrisch betriebener Wärmepumpen mit Erdsonden als Einzelheizungen
- Erreichte CO₂-Minderung im Wärmemarkt im Jahr 2020/2050: -39 %/-88 %

In den vier Szenarien werden verschiedene Anteile der im Landkreis vorhandenen Bioenergieträger für die stationäre Energieversorgung eingesetzt. Dementsprechend nehmen die verbleibenden Potenziale für die Herstellung von Biokraftstoffen unterschiedlich schnell ab (*Abb. 5*).



Um daraus die erreichbaren Anteile am gesamten Kraftstoffverbrauch in der Region ermitteln zu können, sind Annahmen über die Entwicklung des Personen- und Güterverkehrsaufkommen zu treffen. In Anlehnung an andere Untersuchungen wird u.a. von folgenden Rahmendaten ausgegangen:

- Der Pkw-Bestand erhöht sich langfristig von derzeit 550 Pkw je 1.000 Einwohner bis 2050 nur geringfügig auf 570.
- Die gegenwärtige Fahrleistung je Pkw von 13.800 km/a erhöht sich bis 2050 um 10%.
- Der Kraftstoffbedarf für den Güterverkehr in der Region bleibt mit einem Anteil von 20% bezogen auf den Pkw-Bereich konstant.

Abbildung 5:
Restpotenziale zur Kraftstofferzeugung in Abhängigkeit der Entwicklung in den vier Wärmeszenarien

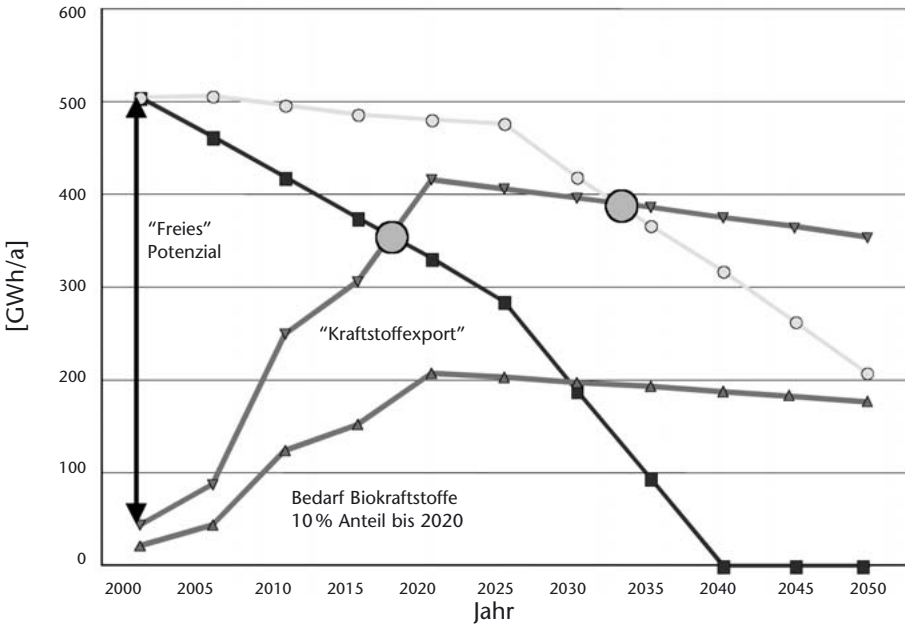
Darüber hinaus spielen die spezifischen Kraftstoffverbräuche und die erreichbaren Biomassekonversionsraten (Umwandlung von Biomasse in Kraftstoff) eine Rolle.

Dafür werden zwei Varianten betrachtet:

- Variante "hoher Kraftstoffverbrauch":
Der Pkw-Flottenverbrauch sinkt von derzeit 9,0l/100 km auf 7,8l/100 km im Jahr 2020 und 6l/100 km im Jahr 2050. Die Biomassekonversionsrate beträgt 50%.
- Variante "geringer Kraftstoffverbrauch":
Der Pkw-Flottenverbrauch sinkt von derzeit 9,0l/100 km auf 6,6l/100 km im Jahr 2020 und 3l/100 km im Jahr 2050. Die Biomassekonversionsrate beträgt 60%.

Unter den gesetzten Annahmen wurde in *Abb. 6* der Bio-kraftstoffbedarf ermittelt, wenn bis zum Jahr 2020 ein Anteil von 10% erreicht werden soll. Die Gegenüberstellung zu den Angebotskurven in *Abb. 5* deutet – trotz der zahlreichen gesetzten Annahmen – zum einen darauf hin, dass es in biomassereichen Regionen wie dem Neckar-Odenwald-Kreis auf absehbare Zeit möglich ist, relativ hohe Anteile des Kraftstoffbedarfs zu decken und darüber hinaus in nennenswertem Umfang Bioenergieträger in andere Regionen zu "exportieren", um auch dort entsprechende Beiträge zur Energieversorgung zu erreichen.

Andererseits lässt sich dieser "Exportbedarf" anhand der Strukturdaten der übrigen Landkreise in Baden-Württemberg allein für mobile Anwendungen auf zusätzlich die gleiche Menge abschätzen, die in der Region selbst verbraucht wird. Je nachdem, wie sich längerfristig der Bedarf an Biomasse zur Strom- und Wärmerzeugung entwickelt, kann es dann nicht mehr ausgeschlossen werden, dass es bereits ab etwa 2015 zu einer Nutzungskonkurrenz zwischen stationären und mobilen Anwendungen kommt.



Handlungsoptionen im Bereich der Biokraftstoffe

Die Ergebnisse der Überlegungen zum Neckar-Odenwald-Kreis sollten aufgrund der zahlreichen und zum Teil "weichen" Annahmen nicht überinterpretiert werden. Zudem steht eine Übertragung auf das gesamte Bundesgebiet noch aus, wobei es auch hier Netto-Exporteure wie Mecklenburg-Vorpommern und Netto-Importeure wie Nordrhein-Westfalen geben würde. Andererseits: Unter den gegenwärtigen energiepolitischen Rahmenbedingungen scheint es nicht unrealistisch, dass eine verstärkte Nutzung von Bioenergien sehr viel eher dem Szenario "Angebots-optimierung" folgen würde als dem Nachhaltigkeitsszenario. Dafür spricht, dass im Unterschied zu Neubauten (Energieeinsparverordnung) nur sehr begrenzte Möglich-

Abbildung 6: Verfügbarkeit und Bedarf von Bioenergien für mobile Anwendungen im Neckar-Odenwald-Kreis

keiten bestehen bestimmte Wärmedämmstandards im Gebäudebestand durchzusetzen (z.B. bei Bauteilerneuerungen oder Gebäudeerweiterungen). Eine aus energetischer und ökologischer Sicht wünschenswerte deutliche Erhöhung der energetischen Sanierungsraten lässt sich derzeit praktisch nur über monetäre Anreize wie Steuererleichterungen, zinsverbilligte Darlehen oder Zuschüsse erreichen, die direkt oder indirekt die öffentlichen Haushalte belasten (z.B. CO₂-Gebäudesanierungsprogramm). Entsprechende Instrumente sind aber unpopulär und angesichts des enormen Mittelbedarfes politisch nicht beschlussfähig.

Im Unterschied zu Maßnahmen auf der Energiebedarfsseite sind die Freiheitsgrade auf der Energieversorgungsseite größer. Ein gutes Beispiel hierfür ist das Erneuerbare-Energien-Gesetz, künftig vielleicht auch ein Regeneratives Wärmegesetz. Abgesehen davon, dass derartige Regelungen öffentliche Haushalte nicht belasten, ist es politisch sicherlich sehr viel attraktiver, sich für die Nutzung Erneuerbarer Energien zu engagieren als für die Wärmedämmung bei Altbauten – und zwar nicht nur auf Bundes- oder Landesebene, sondern vor allem auch auf lokaler Ebene.

Wenn also eine angebotsoptimierte Entwicklung bei der stationären Nutzung von Biomasse eintritt, welche Handlungsalternativen ergeben sich dann für den Bereich der regenerativen Kraftstoffe, wenn dieser ebenfalls nennenswert weiterentwickelt werden soll?

1. "Verstärkter Import"

Naheliegend ist zum einen der verstärkte Import, unabhängig davon, ob die Kraftstoffe biogenen Ursprungs sind oder aus anderen erneuerbaren Ressourcen gewonnen werden. In diesem Fall wird die bestehende Importabhängigkeit des

Kraftstoffmarktes nicht reduziert, es kann jedoch eine Diversifizierung nach Regionen erreicht werden. Eine Erhöhung der inländischen Wertschöpfung erfolgt dadurch wahrscheinlich nicht.

2. "Wasserstoff aus Erneuerbaren Energien"

Die verstärkte Nutzung anderer heimischer Ressourcen wäre im Prinzip als Alternative zum Import denkbar, in Frage kommt dafür aber praktisch ausschließlich Wasserstoff, der aus überschüssiger regenerativer Stromerzeugung bereitgestellt wird. Größere Mengen sind aus heutiger Sicht nur vorstellbar, wenn die von der Bundesregierung erarbeitete Strategie zur Windnutzung auf See entsprechend umgesetzt werden kann. Aber selbst wenn aus der Stromproduktion der bis 2020 erwartbaren Offshore-Windleistung von 13.000 MW z.B. 10% in Form von Wasserstoff oder wasserstoffreichen Energieträgern zur Verfügung gestellt würden, ließe sich der Anteil regenerativer Kraftstoffe am gegenwärtigen Gesamtbedarf – abgesehen von den Kosten – nur um etwa einen halben Prozentpunkt erhöhen.

3. "Substitution von Biomasse in stationären Anwendungen"

Im Unterschied zum Kraftstoffmarkt besteht im Wärme- und Strommarkt prinzipiell die Möglichkeit der Substitution von Biomasse durch solare und geothermische Techniken. Das Potenzial hierfür ist aber vor allem aus ökonomischen Gründen auf absehbare Zeit begrenzt.

4. "Wärmedämmung statt Biomassenutzung"

Zur Erhöhung des inländischen Biokraftstoffanteils scheint deshalb eher eine energiepolitische Strategie zielführend, die durch entsprechende Steuerungsinstrumente eine Entwicklung vermeidet, wie sie im o.g. Szenario "Angebots-optimierung" für den Strom- und Wärmemarkt dargestellt

wurde und den Verlauf stärker in Richtung auf das Nachhaltigkeitsszenario lenkt. Die Möglichkeiten dazu wären im Rahmen der Debatte über Energiespar- und Effizienzmaßnahmen zu prüfen, aber auch im Bereich des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes und dem geplanten Regenerativen Wärmegesetz. Dies gilt besonders hinsichtlich der Auswirkungen auf die "Lieferantenregionen" von Biomasse.

5. "Verbesserung der Konversionsraten Biomasse zu Kraftstoff"

Ebenfalls dürfte es lohnend sein zu prüfen, ob bzw. wie sich die Konversionsraten Biomasse zu Kraftstoff erhöhen lassen. Aufgrund der großen Bedeutung von Energiepflanzen für den Biokraftstoffmarkt läuft dies auf die Frage hinaus, wieviel Liter Dieselmotorkraftstoff- oder Benzinäquivalente sich je Hektar Anbaufläche gewinnen lassen.

Wie relevant die Optionen 4. und 5. werden können, hängt entscheidend davon ab, ob zum politischen Ziel erklärt wird einen möglichst hohen Anteil regenerativer Kraftstoffe aus inländischer Produktion zu erreichen. Während im Erneuerbare-Energien-Gesetz das Inlandskonzept verankert ist – der Strom wird nur entsprechend vergütet, wenn die Anlagen im deutschen Hoheitsgebiet betrieben werden und in das deutsche Stromnetz einspeisen – gilt dies für den Kraftstoffsektor nicht. Gegen die europäische Warenverkehrsfreiheit ließe sich dies wohl auch kaum durchsetzen. Insofern müsste die Politik andere Maßnahmen ergreifen um die Perspektiven des deutschen Biokraftstoffmarktes abzusichern, insbesondere in der Weise, dass die Stoffströme nicht zu einseitig in stationäre Anwendungen gelenkt werden. Für den Stromsektor würde dies z.B. bedeuten, die Zuführung von Stroh in Kohlekraftwerken auch weiterhin nicht in den Geltungsbereich des Erneuerbare-Energien-Gesetzes einzubeziehen und mit der Fest-

legung der Vergütungssätze speziell für Waldrestholz und Energiepflanzen keine zu hohen Anreize zur Verstromung zu schaffen. Analog wären die Effekte bei der Ausgestaltung eines Regenerativen Wärmegesetzes zu berücksichtigen.

Parallel dazu müsste die Planungssicherheit für Biokraftstoffproduzenten erhöht werden. Speziell die derzeit im Mineralölsteuergesetz vorgesehene zeitliche Befristung der Steuerbegünstigung scheint wenig dazu geeignet neue Verfahren der Biomassekonversion weiterzuentwickeln und/oder einzusetzen. Dies gilt auch für die mengenbezogene Steuerbegünstigung. Sehr viel sachgerechter ist hier eine energiebezogene Förderung. Darüber hinaus wäre es wichtig, quantitative Ziele zu setzen, etwa, dass mindestens ein 10%-iger Anteil am Kraftstoffverbrauch aus heimischen Quellen erreicht werden soll.

Unter den gegenwärtigen energiepolitischen Rahmenbedingungen kann der regenerative Kraftstoffpfad in Deutschland so aussehen, dass die inländische Produktion von Biodiesel zunächst weiter ansteigt und durch die Produktion von Ethanol ergänzt wird, sofern hier Planungssicherheit und Wettbewerbsfähigkeit gegeben sind. Bei steigender Nachfrage nach Biomasse für die Strom- und Wärmeerzeugung kommt es dann längerfristig zu einem Rückgang der Biokraftstoffproduktion, die durch steigende Importe kompensiert wird (s.o. Handlungsalternative 1).

Gegen ein solches Szenario sprechen derzeit weder ökonomische Argumente (Energiebereitstellungskosten, Wertschöpfung in der Land- und Forstwirtschaft) noch ökologische Argumente, denn so ist z.B. der CO₂-Vermeidungsfaktor von Biomasse im Stromsektor deutlich höher als im Kraftstoffsektor. Es ist also vor allem die hohe Importabhängigkeit des Kraftstoffmarktes, die Alternativen wie die

Handlungsoptionen 4 und 5 überlegenswert macht. Parallel kann durch klare Zielsetzungen zum inländischen Biokraftstoffmarkt und verlässliche Randbedingungen auch ein innovationsfreundliches Umfeld geschaffen werden, mit dem besonders Technologien zur Konversion fester Biomasse der Weg geebnet werden kann. Gemeint ist damit z.B. die Ethanolherstellung aus Reststroh und die Herstellung wasserstoffreicher Produktgase bei der Vergasung von Biomasse. Damit ließen sich nicht nur die bereits vorhandenen Reststoffe nutzen, sondern auch die verfügbaren Anbauflächen für Energiepflanzen gegenüber der Produktion von Biodiesel oder Ethanol aus Zuckerrüben sehr viel effizienter erschließen, weil die in Form von Kraftstoff gewinnbare Energiemenge je Hektar Anbaufläche im Mittel um den Faktor 2 bis in günstigen Fällen um den Faktor 3 größer ist.

Allerdings besteht in diesem Bereich bislang eine technologische Lücke. Zwar lassen sich Großanlagen im Raffineriemaßstab realisieren, dezentrale Anlagen zur Produktion entsprechender Biokraftstoffe bzw. Zwischenprodukte im Leistungsbereich von wenigen 10 MW sind jedoch noch nicht Stand der Technik, weder in Deutschland noch im Ausland. Das Anwendungspotenzial für derartige Anlagen ist dabei durchaus beachtlich: Allein in Baden-Württemberg ließen sich potenziell mehrere Dutzend realisieren. Hochinteressant kann eine solche Strategie aber vor allem mit Blick auf die Ressourcenlage im Ausland sein. Zu ihrer Umsetzung bedarf es entsprechender Förderung von Forschung, Entwicklung und Demonstration. Die Erfahrungen aus anderen Bereichen wie der Windenergie oder Photovoltaik belegen jedoch auch, dass das Vorhandensein eines stabilen inländischen (Basis-)Marktes mindestens ebenso wichtig ist.

Zusammenfassung

Die Ausführungen zeigen, dass die in Deutschland vorhandenen Biomassepotenziale ausreichend sind um nennenswerte Anteile des Kraftstoffverbrauchs aus Erneuerbaren Energien zu decken. Aufgrund gewachsener Strukturen und energiepolitischer Maßnahmen fließen jedoch umfangreiche Stoffströme in stationäre Anwendungen. Berücksichtigt man, dass eine Umlenkung in den mobilen Bereich zum Teil weder sinnvoll noch in absehbarer Zeit möglich ist, so reduziert sich das "freie" Potenzial für die Herstellung von Biokraftstoffen auf etwa die Hälfte des gesamten für den Energiesektor verfügbaren Biomassepotenzials. Dennoch ließen sich damit über 10% des gegenwärtigen Kraftstoffverbrauchs decken. Im Wesentlichen handelt es sich um Reststroh aus der Landwirtschaft, Waldrestholz und um den Anbau von Energiepflanzen, die im Vergleich zu Altholz, Industrierestholz, Gülle usw. relativ hohe Kosten verursachen.

Durch Instrumente wie das Erneuerbare-Energien-Gesetz, verschiedene staatliche Förderprogramme oder derzeit diskutierte gesetzliche Regelungen für die verstärkte Nutzung Erneuerbarer Energien im Wärmemarkt ist absehbar, dass die Nutzung von Bioenergieträgern im stationären Bereich in den nächsten 10 bis 15 Jahren deutlich zunehmen wird. Wie exemplarische Betrachtungen für eine ländlich geprägte Region in Baden-Württemberg zeigen, kann es dann durchaus zu einem Nutzungskonflikt um die knappe Ressource Bioenergie kommen. Dabei dürfte eine Dominanz stationärer gegenüber mobiler Anwendungen wahrscheinlich sein. Der damit verbundene Rückgang der inländischen Biokraftstoffproduktion müsste durch Importe regenerativer Kraftstoffe aus dem Ausland kompensiert werden, wenn die dann erreichten regenerativen Anteile an der Kraftstoffver-

sorgung aufrechterhalten oder ausgebaut werden sollen. Die gegenwärtig extrem starke Abhängigkeit dieses Sektors von Lieferungen aus dem Ausland würde dann nur vorübergehend reduziert. Soll dies vermieden werden, muss die Politik entsprechende Vorgaben machen: Neben verschiedenen Maßnahmen in anderen Bereichen gilt es, stabile Randbedingungen für die inländische Biokraftstoffproduktion zu schaffen. In einem solchen Umfeld können sich dann auch Verfahren zur dezentralen Konversion fester Biomasse etablieren, die heute noch nicht zur Verfügung stehen. Angesichts der beträchtlichen Potenziale im Ausland kann eine Technologieführerschaft Deutschlands perspektivisch hochinteressant sein. Die Erfahrungen aus anderen Bereichen zeigen, dass dafür nicht nur die Unterstützung von Forschung und Entwicklung notwendig ist, sondern auch ein funktionsfähiger inländischer Basismarkt, in dem sich Innovationen behaupten müssen, aber auch erfolgreich für den Export weiterentwickelt werden können.

Regenerative Kraftstoffe aus der Sicht der Politik

Leitlinien und Rahmenbedingungen in Europa

Der Rat der Europäischen Union und das Europäische Parlament haben am 8. Mai 2003 eine Richtlinie zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor beschlossen. Damit soll sichergestellt werden, dass bis Ende 2005 Otto- und Dieselmotorkraftstoffe wenigstens 2 % an Biokraftstoffen enthalten. Bis Ende 2010 soll ein Wert von 5,75 % erreicht werden. Dabei handelt es sich um eine Soll-Bestimmung. Die Erfüllung dieses Wertes ist nicht einklagbar. Das Europäische Parlament hatte wohl versucht eine rechtlich verpflichtende Richtlinie zustande zu bringen, scheiterte aber am Einspruch des Rats, genauer gesagt, an den Finanzministern.

Da regenerative Kraftstoffe in Europa teurer sind als ihre Konkurrenten aus Mineralöl, bedarf es einer steuerlichen Förderung. Und da eine Förderung aus dem öffentlichen Haushalt eine Subvention ist, Subventionen nach dem EU-Vertrag aber prinzipiell verboten sind, braucht es eine Ausnahmeregelung. Deshalb hat der Ministerrat eine weitere Richtlinie beschlossen, wonach auf Biokraftstoffe ein ermäßigter Verbrauchssteuersatz angewandt werden darf. Diese steuerliche Richtlinie beschließt der Rat nach Anhörung des Europäischen Parlaments, das heißt im Klartext, er beschließt sie alleine. Denn in Steuerfragen hat das Parlament kein Mitentscheidungsrecht. Steuern sind nationale Angelegenheiten. Und eine Europasteuer gibt es –noch– nicht.

R. Linkohr
MdEP
Europäische Energiestiftung
rlinkohr@europarl.eu.int

Es ist derzeit noch zu früh, den Erfolg der Richtlinie zu bewerten. Das einzige, was ich herausgefunden habe, war die Bestätigung durch die deutsche Bundesregierung, dass sie ihr 2%-Ziel bis 2005 einhalten wird. In diesem Jahr erzeugt Deutschland 500.000 t Biodiesel, im nächsten Jahr sollen es 700.000 t sein. Schwieriger wird es allerdings, das Ziel von 5,75 % bis 2010 zu erreichen. Vermutlich geht es ohne Importe aus den USA oder Entwicklungsländern nicht. Mehr werden wir in einem Jahr wissen, denn bis Juli 2004 müssen die Mitgliedstaaten einen ersten Zwischenbericht abliefern, der dann auch veröffentlicht wird. Sie müssen darin ihre Richtwerte für 2005 bekanntgeben. Im Jahr 2006 erfolgt dann die Bekanntgabe der Richtwerte für 2010. Ebenfalls im Jahr 2006 wird die Europäische Kommission einen Evaluierungsbericht über die erreichten Fortschritte vorlegen.

Im Jahre 2002 wurden in Europa gerade 0,3 % der Kraftstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen. Wir sind also von den 2 % im Jahre 2005 noch ein Stück entfernt. Dabei wurden vier Fünftel in lediglich 6 Mitgliedstaaten erzeugt, mit Frankreich an der Spitze. Nimmt man Biodiesel allein, so liegt Deutschland vorne. Allerdings hat die EU bereits heute eine doppelt so hohe Produktionskapazität, so dass es möglich erscheint, dass wir das Zwischenziel – wenngleich mit Mühe – erreichen.

Soviel zur kurzen Geschichte dieser beiden Richtlinien.
Wie muss man sie nun bewerten?

Die Förderung der regenerativen Kraftstoffe kann nur in einem größeren Zusammenhang gesehen werden. Denn die Gründe, die zu einer bevorzugten Behandlung regenerativer Kraftstoffe führen, sind vielfältig.

Beginnen wir mit der Klimapolitik. Wir vermuten, dass die CO₂-Emissionen im Verkehrsbereich kräftig zunehmen werden. Die Kommission schätzt in ihrem Weißbuch "Die Europäische Verkehrspolitik bis 2010: Weichenstellungen für die Zukunft", dass die verkehrsbedingten CO₂-Emissionen von 1990 bis 2010 um 50% anwachsen werden. Mit anderen Worten, ohne eine erhebliche Anstrengung im Verkehrssektor werden wir unsere Kyotoverpflichtungen schwerlich einhalten können.

Erschwerend kommt hinzu, dass die EU wieder mehr CO₂ als 1990 ausstößt. Nur wenn wir alle Treibhausgase zusammenzählen und sie in CO₂-Einheiten umrechnen, kommen wir auf eine geringe Absenkung der Emissionen um etwa 2%. Wir sind also noch weit weg von dem Kyoto-Ziel von minus 8%, das wir bereits in 7 Jahren erreichen wollen. Und sollten wir ein höheres Wirtschaftswachstum erleben, was sich nicht nur die Regierungen wünschen, dann wird selbst diese Einsparung schnell Makulatur!

Einsparungen im Verkehrssektor lassen sich auf drei Arten erreichen. Entweder wir fahren weniger Auto. Danach sieht es allerdings nicht aus, es sei denn, der Preis für den Kraftstoff steigt. Gespart wird in aller Regel aber nur, wenn der Kraftstoff teuer ist. Doch die Mineralölsteuer stärker als vorgesehen anzuheben, ist eine Aufgabe, vor der Regierungen nicht nur vor Wahlen zurückschrecken.

Wir könnten technische Maßnahmen beschleunigen um den Wirkungsgrad der Verbrennungsmotoren zu verbessern. Daran wird seit Erfindung des Verbrennungsmotors gearbeitet und wir alle wissen, dass die Möglichkeiten noch nicht ausgereizt sind. Doch der technische Fortschritt ist langsam und lässt sich auch nicht durch Gesetze erzwingen. Ohnehin wird nach dem heißen Sommer 2003 der

Kraftstoffverbrauch vieler Autos zuerst einmal zunehmen, denn die Nachfrage nach energieverzehrenden Klimaanlagen ist gewaltig.

Bleibt der Ersatz von Mineralölkraftstoffen durch regenerative Kraftstoffe. Doch deren Fortschritt scheitert bislang an den Kosten. Eine Möglichkeit, sie zu senken, besteht darin die Verbrauchssteuern auf regenerative Kraftstoffe zu verringern. Und wird dann im Zuge dieser Förderpolitik die Produktion zunehmen, dann dürften auch die Produktionskosten nach unten gehen. Man kann diesen Vorgang auch "Learning by doing" nennen. Das genau wird mit diesen beiden Richtlinien bezweckt.

Nun ist die Steuererleichterung auf dem Papier schnell beschlossen, doch angesichts der engen Haushaltsspielräume dürfte sich die Begeisterung der Finanzminister, auf zusätzliche Einnahmen zu verzichten, in engen Grenzen halten. Derzeit verzichten die Finanzminister in den 15 Mitgliedstaaten jährlich auf schätzungsweise eine Milliarde Euro. Im Jahre 2010 könnten es 5 bis 6 Mrd. € werden. Möglicherweise ist dann die Schmerzgrenze der steuerlichen Förderung erreicht, es sei denn, bis dahin sind die regenerativen Kraftstoffe billiger oder das Erdöl teurer.

Doch inzwischen haben die regenerativen Kraftstoffe einen neuen Verbündeten: Die Landwirtschaft. Wir haben eine Reform der europäischen Agrarpolitik beschlossen, die tendenziell von der finanziellen Förderung der Produktion wegkommen will. Am Ende des Weges soll eine Agrarproduktion stehen, die – von wenigen Ausnahmen abgesehen – zu Weltmarktpreisen erfolgt. Gefördert wird wohl weiterhin, doch die Mittel sollen nicht in die Produktion oder in die Exportsubvention, sondern in die ländliche Entwicklung fließen, weil wir wollen, dass die Menschen in den Dörfern

und Kleinstädten weiterhin eine berufliche Perspektive haben. Eine solche Agrarreform halten wir für WTO-konform.

Die Interessengemeinschaft zwischen Landwirtschaft und den Erzeugern regenerativer Kraftstoffe nahm ihren Anfang, als die EU ihre Getreideüberschüsse abbauen musste und Anbauflächen stilllegte. Dafür wurden wiederum Subventionen bezahlt. Salopp könnte man auch sagen, bezahlt wurde, wer nichts tat. Das wiederum rief die Ölsaatenhersteller auf den Plan, denen dann erlaubt wurde auf den stillgelegten Flächen nachwachsende Rohstoffe anzubauen. Das ist nebenbei auch heute der Zustand in Europa.

Nebenbei, diese Politik wirft zwei Fragen auf. Die erste betrifft die Wirtschaftlichkeit. Nehmen wir einmal an, wir hätten die Landwirtschaft so reformiert, wie wir das vorhaben. Der Landwirt muss ohne Subventionen produzieren und steht im Wettbewerb mit dem Weltmarkt. Dann wird er sich jedesmal überlegen, ob er Nahrungsmittel oder nachwachsende Rohstoffe anbaut. Seine Entscheidung wird von der Preiserwartung bestimmt. Doch damit ist die Erzeugung nachwachsender Rohstoffe Schwankungen unterworfen, die unter Umständen zu einer Verknappung der Energierohstoffe führen könnte. In der Folge könnten Versorgungsengpässe entstehen, vor allem dann, wenn die regenerativen Kraftstoffe einmal einen zweistelligen Marktanteil haben sollten. Wir müssen also darauf achten, dass die Rohstoffbasis stabil bleibt, sonst könnte es bei freiem Markt auch zu Engpässen bei den Energierohstoffen kommen.

Das zweite Problem stellt sich mit dem Flächenbedarf. Wenn wir die heutigen Stilllegungsflächen in der EU nehmen, so kommen wir auf knapp 5 Mio. ha. Darauf lassen sich Pflanzen für etwa 5 % des Dieselmotorkraftstoffes anbauen.

Jedes Prozent mehr an Biodiesel verdrängt den Anbau von Nahrungsmitteln. Nun kann man die Effizienz steigern, doch eine Verdopplung oder Vervierfachung dürfte wohl kaum möglich sein. Anders sieht es aus, wenn Flächen in Osteuropa, Rußland und Ukraine hinzugezählt werden. So ist zu erwarten, dass die regenerativen Rohstoffe einen neuen Warenstrom von Ost nach West auslösen werden. Zunehmen dürften aber auch die Importe aus USA und Südamerika.

Die berufliche Alternative zur herkömmlichen Landwirtschaft ist damit der Landwirt als Energieproduzent. Nun wissen wir das schon lange, doch erst im Hinblick auf die Erweiterung, vor allem um Staaten mit hohem Landwirtschaftsanteil wie Polen, fand ein Umdenken in Richtung regenerative Kraftstoffe statt. Denn wenn im Laufe der kommenden Jahre viele polnische Bauern ihren Hof aufgeben müssen, ist es besser, sie zu Energiewirten zu machen als sie mit einer geringen Arbeitslosenhilfe abzuspeisen und sie zu Almosenempfängern zu machen. Und was für Polen gilt, das gilt auch für den Rest Europas.

Es wird geschätzt, dass in der EU der 15 ein Biokraftstoffanteil von 1% 45.000-75.000 neue Arbeitsplätze in ländlichen Gebieten schafft!

So ist jedenfalls davon auszugehen, dass die regenerativen Kraftstoffe trotz knapper öffentlicher Kassen auch in den nächsten Jahren gefördert und an Bedeutung zunehmen werden.

Neben der Klimapolitik gibt es aber noch weitere Gründe, die für regenerative Kraftstoffe sprechen, etwa die saubere Verbrennung. Biokraftstoffe enthalten keinen Schwefel, es entsteht also kein Schwefeldioxid und damit kein saurer

Regen. Bei der Verbrennung entsteht auch weniger CO, da die Biokraftstoffe sauerstoffreicher sind. Es entsteht lediglich etwas mehr Stickoxid, doch dieses Problem lässt sich über einen Katalysator umso leichter lösen, als der Kraftstoff schwefelfrei ist und der Katalysator nicht vergiftet wird. Auch entstehen weniger krebserregende Partikel. Biokraftstoffe sind also ein Beitrag zu einer umweltfreundlicheren Verkehrstechnik.

All diese Vorteile könnten auch in Geldwert ausgedrückt werden, wenn man den Nebenwirkungen einen Preis wie bei den Treibhausgasen gäbe.

Speziell Ottokraftstoffe werden umweltverträglicher. In der Vergangenheit hatten wir Bleitetraäthyl durch MTBE ersetzt. Doch mußte man erleben, dass der in unterirdischen Behältern lagernde Zusatzstoff MTBE das Grundwasser verschmutzen kann. Seine Substitution durch Bioäthanol ist deshalb ein ökologischer Fortschritt. In Kalifornien und einigen anderen US-Staaten ist MTBE deshalb, auch weil er vermutlich Krebs verursacht, gesetzlich verboten.

Neuerdings spielt die Importabhängigkeit wieder eine grössere Rolle in der Energiediskussion. Das gilt für alle energieimportierenden Staaten der Welt. Eine anhaltende Preiserhöhung über die Marge von 25 bis 30 \$ pro Barrel Öl hinaus könnte die Konjunktur abwürgen. Regenerative Kraftstoffe können dabei Erleichterung schaffen. Sie stammen in aller Regel aus heimischen Rohstoffen und verringern unsere Abhängigkeit von Ölimporten. Unsere Ölrechnung wird geringer. Gerade in der EU müssen wir aufpassen, dass unsere Importabhängigkeit bei den Energierohstoffen nicht wieder auf den Stand von vor der ersten Ölpreiskrise steigt.

Allerdings darf man dabei ein paar Probleme, man könnte fast sagen Hindernisse, nicht übersehen. Zum einen sind die mit den regenerativen Kraftstoffen vermiedenen CO₂-Mengen relativ teuer. Schätzungen liegen bei 80 bis 100 € pro Tonne CO₂. Bei der EU-Kommission geht man sogar von höheren Werten aus. Selbst wenn es etwas weniger wäre, so ist der Wert doch immer noch hoch. Auf dem freien Markt kostet derzeit eine Tonne vermiedenen CO₂ bloße 5 €. Man kann CO₂ also sehr viel kostengünstiger reduzieren als mit regenerativen Kraftstoffen. Wer also an den regenerativen Kraftstoffen festhalten will, muss die CO₂-Vermeidungskosten und damit die Herstellungskosten senken.

Zum Zweiten dürfen wir nicht vergessen, dass wir ein offener Markt sind. In dem Maße, wie Europa subventionierte regenerative Kraftstoffe anbietet, wird es früher oder später auch Importe zulassen müssen. Brasilien als der größte nationale Hersteller von Biokraftstoffen, wird seine Chance zu nutzen wissen. Und in Brasilien wird Bioalkohol nicht subventioniert. Brasilien wird bei den derzeit laufenden Verhandlungen über ein Assoziierungsabkommen Mercosur-EU mit Sicherheit darauf bestehen, dass es Biokraftstoffe diskriminierungsfrei auf dem europäischen Markt verkaufen darf. Nun ist nicht sicher, wie groß der brasilianische Überschuss an Biokraftstoffen ist und in Zukunft sein wird, denn eigentlich produzieren die Brasilianer für den nationalen Markt. Doch macht die derzeitige Regierung alle Anstrengungen um den Export zu fördern, was auch darin zum Ausdruck kommt, dass sie jetzt landesweit den Anbau von genetisch modifizierter Soja zugelassen haben. Damit sinken die Produktionskosten für Soja. Anders als bei genetisch veränderten Nahrungsmitteln hätte die EU kein Argument gegen den Import von Treibstoffen, die aus GMO-Soja hergestellt werden.

Erinnern möchte ich auch an das sogenannte Blair-House-Abkommen mit den USA. Dabei handelt es sich um ein Abkommen der EU mit den USA über Subventionen in der Landwirtschaft. Das Abkommen legt einen Grenzwert für die Größe der Fläche fest, für die Landwirte Subventionen für den Anbau von nicht für Ernährungszwecke gedachten Ölsamenpflanzen erhalten können. Das Abkommen wirft ein Licht auf Konflikte, die wir in Zukunft mit den USA im Zusammenhang mit nachwachsenden Rohstoffen haben könnten.

Zum Dritten könnten wir früher oder später noch ein europarechtliches Problem wegen der nationalen Förderung bekommen. Der Europäische Gerichtshof hat am 13. März 2001 rechtskräftig festgestellt, dass die Verpflichtung für Elektrizitätsversorgungsunternehmen, in ihrem Versorgungsgebiet Strom aus erneuerbaren Energiequellen abnehmen zu müssen, sie daran hindert, einen Teil ihres Bedarfs bei Lieferanten anderer Mitgliedstaaten zu decken. Darin sieht der EuGH eine Behinderung des freien Warenverkehrs innerhalb der EU. Das wirkt wie eine verbotene mengenmäßige Einfuhrbeschränkung. Der EuGH hat dennoch die bestehenden Förderregelungen nicht in Frage gestellt, weil zur Zeit des Urteilspruchs der Binnenmarkt für Strom nur teilweise hergestellt war. Inzwischen haben wir aber die sogenannten Beschleunigungsrichtlinien beschlossen, wonach bis zum 1. Juli 2004 alle gewerblichen und bis zum 1. Juli 2007 alle Haushaltskunden ihren Strom dort kaufen können, wo sie wollen. Ferner sind die Hemmnisse für den grenzüberschreitenden Stromhandel mit einer neuen Verordnung beseitigt. Danach sind die Rechtfertigungen nicht mehr gegeben, die damals in der nur teilweisen Öffnung des EU-Strommarktes bestanden. Ich gehe davon aus, dass 2005 bei der Überprüfung der nationalen Fördersysteme für Strom aus erneuerbaren Energiequellen die Kommission

einen neuen Richtlinienvorschlag für eine europaweit einheitliche oder zumindest einheitlichere Förderkulisse vorschlagen wird.

Analog könnte man nun für die regenerativen Kraftstoffe und ihre nationalen Förderinstrumente folgern, dass die unterschiedlichen Fördersätze dazu führen, dass ein Hersteller regenerativer Kraftstoffe gegenüber einem anderen im Nachbarland benachteiligt ist, sofern es keine europaweite öffentliche Ausschreibung gibt. Daraus ergibt sich früher oder später der Zwang zu einer Vereinheitlichung der Fördersätze bzw. der Förderpolitik. Mittelfristig werden wir in der EU einen Wettbewerb um niedrige Kosten bekommen, was nicht unbedingt heißt, dass dabei Deutschland der Gewinner ist. Denn unsere Arbeitskosten sind und bleiben im Vergleich zu anderen Ländern hoch. Wir werden ihn nur bei besserer Technologie bestehen können.

In Zukunft wäre auch denkbar die zusätzlichen Herstellungskosten erneuerbarer Kraftstoffe mit Guthaben aus den eingesparten CO₂-Mengen zu finanzieren. Eine solche Fördermaßnahme hätte den Reiz, dass sie sich in den Mechanismus des Emissionshandels einordnen ließe. Ich erinnere daran, dass wir eine Richtlinie über den innereuropäischen Emissionshandel verabschiedet haben, die am 1.1.2005 in Kraft treten wird. Derzeit beraten wir eine zweite Richtlinie, die klären soll, wie Guthaben aus dem CDM- und JI-Mechanismus in Emissionsrechte umgewandelt werden können. Nehmen wir einmal an, ein deutsches Automobilunternehmen baut dann in der Ukraine eine Fabrik zur Herstellung von Bioalkohol und lässt sich die gegenüber Kraftstoffen aus Erdöl eingesparten Mengen an CO₂ zertifizieren, so kann es sich die Guthaben in der EU auf sein CO₂-Konto anrechnen lassen und sie in Emissionsrechte umwandeln. Das deutsche Automobilunternehmen finanziert also

mit seinen CO₂-Guthaben die Herstellung von Bioalkohol außerhalb der EU, der wiederum in der EU verkauft werden könnte. Früher oder später werden auch die Europäer verlangen, dass ihre eigene Produktion auf diese Weise vom Emissionshandel profitiert. Diese Forderung wird umso lautstarker erhoben werden, je höher der CO₂-Preis sein wird. Bei 5 € pro Tonne CO₂ ist eine derartige Überlegung überflüssig, doch steigt einmal der CO₂-Preis auf 20 oder noch mehr Euro, dann stellt sich sofort die Frage, ob nicht CO₂-Guthaben an Stelle der steuerlichen Fördermaßnahmen treten könnten. Natürlich wäre auch eine Abgabe auf CO₂ denkbar, doch nachdem wir uns auf die Kyoto-Mechanismen festgelegt haben, liegt es nahe, in der Kategorie von CO₂-Guthaben zu denken. Eine Reihe von Unternehmen stellen bereits heute solche Überlegungen an um für den Fall vorbereitet zu sein, wenn sich für sie der Emissionshandel rechnet.

Ich weiß, dass derlei Überlegungen bei der Interessengemeinschaft der Erneuerbaren nicht gut ankommen, weil sie zu Recht darauf hinweisen, dass die ausschließliche Finanzierung der Erneuerbaren über CO₂-Guthaben derzeit deren sicheres Ende bedeutet. Und dabei haben sie natürlich Recht. Die derzeitigen Fördersysteme in den verschiedenen Ländern der EU, sei es das britische Ausschreibesystem, das niederländische Zertifikatssystem oder das deutsche Festpreissystem sind bei allen Unzulänglichkeiten immer noch besser, weil wirksamer, als das System der CO₂-Guthaben. Dennoch wäre es falsch, vor meinen Überlegungen die Augen zu verschließen, denn mit steigendem CO₂-Preis wird es vielleicht für die Erneuerbaren sogar vorteilhafter sein als mit dem derzeitigen System, das ohnehin wegen der Wettbewerbsregeln der EU degressiv angelegt ist.

Ich habe bereits darauf hingewiesen, dass es uns in der EU schwer fällt, die Forderungen des Kyoto-Protokolls zu erfüllen. Deutschland, Großbritannien und Luxemburg machen aus verschiedenen Gründen eine Ausnahme. Doch insgesamt nimmt der Ausstoß an CO₂ zu. Österreich zum Beispiel emittiert heute über 8% mehr CO₂ als 1990. Offenbar ist es leichter, ein Reduktionsziel zu beschließen als es einzuhalten. Wenn die EU an ihrem gemeinsamen Ziel festhalten will, wird sie früher oder später jede Maßnahme im Energiebereich daran messen müssen, wie rasch und wie kostengünstig CO₂ und andere Treibhausgase eingespart werden können. Das gilt insbesondere für die Nach-Kyoto-Phase, wenn wir weitere CO₂-Reduktionen vornehmen müssen. Die Vermeidungskosten werden hoch sein und wenn die USA weiterhin ihre Unterschrift unter das Kyoto-Protokoll verweigern, bekommen wir irgendwann einmal sogar Kostenverzerrungen zwischen USA und EU, die uns Arbeitsplätze kosten werden.

Für regenerative Kraftstoffe bedeutet dies, dass sie kostengünstiger werden müssen. Wir brauchen deshalb mehr Forschung. Und mehr Erfahrung bei der Umsetzung der Forschungsergebnisse.

Das größte Problem ist offenbar der Preis der Rohstoffe, ob es sich nun um Ölsaaten, Getreide, Mais oder sonstige Pflanzen handelt. Doch der Rohstoffpreis muss immer im Verhältnis zum Ölpreis gesehen werden, dessen Gestaltung sich dem Einfluss der EU weitgehend entzieht. Geht er nach oben, haben es die Biokraftstoffe leichter, geht er nach unten, gerät der Anbau zum Verlust. In Brasilien kommt das Proalcool-Programm nur deshalb ohne wesentliche staatliche Unterstützung aus, weil der Ölpreis inzwischen stabil über 25\$ pro Barrel liegt. Hinzu kommt, dass in einer Wettbewerbswirtschaft vor allem die Preiserwartung

den Landwirt zu Investitionsentscheidungen für oder gegen den Anbau nachwachsender Rohstoffe bewegt und sonst nichts. Wir müssen uns deshalb in eine Richtung bewegen, bei der wir eine stabile Anbausituation durch niedrigere Kosten erwarten können.

Dabei könnte die moderne Biotechnologie helfen. Man darf deshalb davon ausgehen, dass in den Forschungszentren der Biologen an neuartigen Pflanzen gearbeitet wird, die eine größere Energieausbeute und damit eine weitere Kostensenkung erlauben. In den USA wird zum Beispiel bereits heute Biodiesel in verschiedenen Staaten des mittleren Westens aus genetisch veränderter Soja hergestellt. Die grüne Biotechnologie steht erst am Anfang und wenn sie auch in Europa immer noch nicht geliebt wird, so dürfte sie anderswo doch an Bedeutung zunehmen. Warum sollte es nicht eines Tages möglich sein, Alkohol aus genetisch veränderten Pflanzen zu gewinnen, nennen wir sie Biodesignpflanzen, die zu nichts anderem als zu diesem Zweck konzipiert wurden? Wenn es gelingt, die Kosten der Rohstoffe zu senken, die in Europa etwa 50% oder mehr der Gesamtkosten der Biokraftstoffe ausmachen, wenn erst einmal die CO₂-Vermeidungskosten in Rechnung gestellt werden, und wenn gleichzeitig der Ölpreis steigt, was längerfristig vermutlich der Fall sein wird, dann ist es nicht auszuschließen, dass in absehbarer Zeit auch hierzulande Biokraftstoffe auf wirtschaftliche Weise hergestellt werden können und sie ohne Subventionen einen zweistelligen Anteil am Kraftstoffmix haben werden.

Dazu gehört auch die Suche nach neuen Enzymen um Ethanol aus Stärke, zumeist auf der Basis von Mais, aber auch aus Pflanzenfasern und anderen Reststoffen herzustellen. Eine Reihe europäischer Unternehmen arbeiten derzeit in den USA mit finanzieller Unterstützung des Department of Energy an neuen Enzymen, um in zehn Jahren eine größere Menge Bioalkohol zu einem wesentlich geringeren Preis herstellen zu können. Da Japan, Thailand, Neuseeland, Australien und China ebenfalls auf Biokraftstoffe setzen, entsteht für die Unternehmen auch ein neuer Absatzmarkt für ein neues Produkt.

Die Motivation für Biokraftstoffe ist unterschiedlich. In Brasilien, wo fast die Hälfte des weltweit erzeugten Bioethanols erzeugt wird, war es die Ölpreiskrise von 1973, die den Ausschlag für das Proalcool-Programm gab. Inzwischen fahren dort etwa 5 Mio. Autos nur mit Ethanol, etwas über 10 Mio. Autos verbrennen ein Benzin/Ethanolgemisch. In den USA steht wie in Brasilien die wachsende Abhängigkeit von Energieimporten im Mittelpunkt. Insbesondere seit dem 11. September packt die Amerikaner eine geradezu panische Angst erpresst werden zu können. Ölimporte durch Biokraftstoffe aus heimischer Produktion zu ersetzen ist deshalb zum nationalen Ziel erhoben worden. In Frankreich war die Ethanolerzeugung hingegen immer ein Teil der Agrarpolitik. Umwelt- oder energiepolitische Gründe haben eine untergeordnete Rolle gespielt. Frankreich ist der größte europäische Hersteller von Ethanol aus Getreide und Zuckerrüben. Allerdings wird das Ethanol nicht rein oder als Benzin/Ethanolgemisch benutzt, sondern aus Ethanol und Isobutylen wird durch eine chemische Reaktion Ethyl-Tertiär-Butylether (ETBE) gewonnen, der dann dem bleifreien Benzin beigemischt wird. Auch in Schweden, Spanien, Italien und Österreich werden derzeit eine Reihe von Produktionsstätten errichtet, wobei auch dort die Land-

wirtschaft treibende Kraft ist. In Großbritannien, wo sich bislang auf diesem Terrain wenig bewegt hat, sind durch das Weißbuch der Regierung neue Fakten geschaffen worden. Zum ersten Mal wird dort der Versuch unternommen die Energiepolitik aus der Klimapolitik abzuleiten. Es ist anzunehmen, dass auch die regenerativen Kraftstoffe eine Aufwertung erfahren.

Zusammenfassend können wir festhalten, dass die Biokraftstoffe heute einen festen Platz in der Energie-, Umwelt-, Klima- und Agrarpolitik der EU haben. Dabei fällt auf, dass unterschiedliche Faktoren die Förderung der Biokraftstoffe begünstigen. Dabei spielt einmal die Klimapolitik, ein andermal die Agrarpolitik, ein drittes Mal die Importabhängigkeit die größere Rolle. So entstehen neue Tätigkeiten, neue Arbeitsplätze und neue Forschungsfelder. Wichtig dabei ist, wie bei allen anfangs subventionierten Tätigkeiten, dass diese Entwicklung stetig und ohne Brüche vorstatten geht. Und dass die Kosten längerfristig auf das Marktniveau gesenkt werden. Dabei kommt den Biokraftstoffen auch die Klimapolitik entgegen.

Und genau an diesem Punkt wird den regenerativen Kraftstoffen ein neuer, vielleicht ihr wichtigster Bündnispartner entstehen: Die Automobilindustrie. Denn die Autohersteller werden früher oder später auf der Anklagebank sitzen, weil man ihnen vorwerfen wird, dass es ihr Produkt ist, das die Treibhausgasemissionen nach oben drückt. Um aus der Ecke des Angeklagten herauszukommen müssen sich die Autohersteller um die regenerativen Kraftstoffe bemühen. Soweit ich das beurteilen kann, sind sie klug genug damit bereits heute anzufangen. Und damit dürfte auch dem Verlangen der EU nach einer kräftigen Ausweitung der Produktion regenerativer Kraftstoffe Erfolg beschieden sein.