

SCHWERPUNKT

Biogene Kraftstoffe – Kraftstoffe der Zukunft?

Einführung, Überblick und Ausblick

von Ludwig Leible, Stefan Kälber und
Eberhard Nieke, ITAS

Vor dem Hintergrund der aktuellen politischen Diskussion will der vorliegende TA-TuP-Schwerpunkt anhand ausgewählter Beiträge einen Überblick über die Bereitstellung und Verwendung von biogenen Kraftstoffen bieten und Entwicklungstendenzen aufzeigen. Der Schwerpunkt gliedert sich dabei zunächst nach den betrachteten Biokraftstoffen Biodiesel, Bioethanol und Wasserstoff. Daran schließen Beiträge aus der Mineralöl- und Automobilindustrie an, um deren Sicht auf die Einordnung und Perspektiven der Biokraftstoffe darzustellen. Ein Vergleich zwischen den verschiedenen Biokraftstoffen wird anhand von „Well-to-Wheel“-Betrachtungen durchgeführt. Abschließend wird dann in einem Eigenbeitrag von ITAS die Bereitstellung von biogenen Kraftstoffen mit der alternativen Nutzung der Biomasse zur Wärme- und Stromerzeugung verglichen. Gegenüber den Biokraftstoffen der ersten Generation (z. B. Biodiesel und Bioethanol) werden hohe Erwartungen an biogene Kraftstoffe der zweiten Generation (u. a. Fischer-Tropsch-Kraftstoff) geknüpft. Ergebnisse aus Forschung und Demonstration müssen diese Erwartungen aber erst noch bestätigen.

1 Einführung: Hintergründe und aktuelle politische Diskussion

Nationale und internationale Bestrebungen zielen darauf ab, mit biogenen Energieträgern, die bei der Wärme-, Strom- und Kraftstoffherzeugung eingesetzt werden, einen Beitrag zur Entlastung des Treibhausklimas und zur Reduzierung der Importabhängigkeit bei der Ener-

gieversorgung zu leisten. Die Vorteile der biogenen Energieträger werden – im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energieträgern wie Wind- oder Wasserkraft – vor allem darin gesehen, dass sie speicherfähig sind. Die im Jahr 2005 zeitweise auf bis zu 68 \$ pro barrel angestiegenen Rohölpreise führten dazu, dass die öffentliche Diskussion vor allem die stark gestiegenen Kraftstoffkosten an den Tankstellen zunächst im Fokus hatte, obgleich die Heizöl- und Erdgaspreise in gleicher Weise ein neues Rekord-Preisniveau erreichten und bei Erdgas noch erreichen werden.

Aktuell wird in Deutschland die politische Diskussion zur zukünftigen Entwicklung des Marktes für Biokraftstoffe vor allem durch die Vereinbarungen des Koalitionsvertrages der Bundesregierung vom November 2005 geprägt. Danach soll die Kraftstoffstrategie mit dem Ziel weiterentwickelt werden, den Anteil von Biokraftstoffen am gesamten Kraftstoffverbrauch bis zum Jahr 2010 auf 5,75 % zu steigern. Im Jahr 2005 lag der Anteil in Deutschland bei 3,4 %. Die angestrebten 5,75 % entsprechen den Zielvorgaben der Biokraftstoffrichtlinie auf europäischer Ebene. Gleichzeitig wurde im Koalitionsvertrag die Absicht formuliert, die zurzeit gültige Mineralölsteuerbefreiung für Biokraftstoffe durch eine Beimischungspflicht zu ersetzen. Die im März 2006 vorgelegte Gesetzesvorlage zum Energiesteuergesetz geht in diese Richtung und sieht die teilweise Besteuerung von Biokraftstoffen ab August 2006 vor. Nur die in der Land- und Forstwirtschaft verwendeten reinen Biokraftstoffe bleiben steuerfrei. Die im Koalitionsvertrag vorgesehene Beimischung von Biokraftstoffen zu fossilen Kraftstoffen (der „Beimischungszwang“) wird später gesondert geregelt. Letzterer dürfte erhebliche Konsequenzen für die bisherigen Bereitstellungswege der Biokraftstoffe haben. Mineralölraffinerien würden hierbei eine Schlüsselfunktion übernehmen – sowohl hinsichtlich der Beschaffung der Biokraftstoffe als auch mit Blick auf die Kraftstoffqualitäten. Der Beimischungszwang würde den Bundeshaushalt zwar entlasten, aber auf der anderen Seite den Endverbraucher – analog zum Erneuerbaren-Energie-Gesetz (EEG) für die Stromeinspeisung – zusätzlich belasten.

Gemäß der Vorgabe des Koalitionsvertrages soll darüber hinaus die Markteinführung synthetischer Biokraftstoffe (z. B. Fischer-

Tropsch-Kraftstoff) mit der Wirtschaft durch die Errichtung und den Betrieb von Anlagen im industriellen Maßstab forciert werden und die Forschung, Entwicklung und Markteinführung nachwachsender Rohstoffe gemeinsam mit der Wirtschaft vorangebracht werden.

Wie bereits angedeutet, spricht auf den ersten Blick eine Vielzahl gesamtwirtschaftlicher Vorteile für den weiteren Ausbau des Einsatzes von Biokraftstoffen. So kann dadurch der Ausstoß von treibhausrelevanten Gasen deutlich verringert werden. Zusätzlich leisten sie einen wichtigen Beitrag zur Verringerung der Importabhängigkeit bei Rohöl und erhöhen somit die Versorgungssicherheit. Daneben schaffen Biokraftstoffe neue Einkommens- und Beschäftigungsmöglichkeiten – gerade für den landwirtschaftlichen Sektor und den Mittelstand. Im Gegensatz dazu sind derzeit aufgrund der aktuellen „Mineralölsteuerbefreiung“ bei Biokraftstoffen Steuerausfälle in Milliardenhöhe zu verbuchen. Deshalb müssen mit Blick auf die zukünftige Strategie im Bereich der Biokraftstoffe tragfähige Argumente gefunden werden, die auf breiten Konsens stoßen.

2 Zielsetzung und Aufbau des Schwerpunkts

Vor diesem Hintergrund will der TATuP-Schwerpunkt in diesem Heft anhand ausgewählter Beispiele einen Überblick über die Bereitstellung und Verwendung von biogenen Kraftstoffen bieten und Entwicklungstendenzen aufzeigen. Mit Blick auf die aktuelle politische Diskussion sollen die Perspektiven der verschiedenen Biokraftstoffe diskutiert werden. Insbesondere sollen die unterschiedlichen Positionen und Interessen der einzelnen Marktteilnehmer (Biokraftstoffhersteller, Mineralölwirtschaft und Automobilwirtschaft) in der Wertschöpfungskette für Biokraftstoffe veranschaulicht werden. Auf Konkurrenzbeziehungen zwischen den Biokraftstoffen und der alternativen Nutzung von Biomasse zur Bereitstellung von Strom und Wärme wird aus Sicht der Wissenschaft eingegangen.

Für die Beiträge zu diesem Schwerpunktthema sind folgende Fragestellungen von besonderem Interesse und sollen eine gewisse Strukturierung bieten:

1. Wie ist der derzeitige Stand des Einsatzes von Biokraftstoffen? Welche Perspektiven sind für die einzelnen Biokraftstofflinien erkennbar?
2. Wie ist die Wettbewerbsfähigkeit der ausgewählten Biokraftstoffe und wie sieht diese insbesondere im Vergleich zu konventionellen fossilen Kraftstoffen aus?
3. Welche Wechselwirkungen bestehen zum Im- und Export von biogenen Energieträgern insbesondere im Hinblick auf den europäischen und den Weltmarkt?
4. Welche Hemmnisse und Barrieren behindern derzeit den weiteren Ausbau des Einsatzes von Biokraftstoffen?
5. Was sind die bestimmenden steuer- und ordnungspolitischen Rahmenbedingungen für den Wachstumsmarkt „Biokraftstoffe“?
6. Wo liegen die technischen Herausforderungen (u.a. mit Blick auf den Beimischungszwang) und weiteres Innovationspotenzial bei den biogenen Kraftstoffen? Welche Strategien der Markteinführung bieten die besten Chancen?
7. Wo gibt es konkurrierende Wechselwirkungen zum Wärme- und Strommarkt und wie sollte hierauf eingegangen werden?

Der Schwerpunkt dieses Heftes wird eröffnet durch Analysen zu den Biokraftstoffen Biodiesel, Bioethanol und zu Wasserstoff. Daran schließt sich je ein Aufsatz aus Sicht der Mineralöl- und der Automobilindustrie an, in dem Biokraftstoffe eingeordnet und zukünftige Perspektiven diskutiert werden. Ein Vergleich zwischen den verschiedenen biogenen Kraftstoffen – von der Bereitstellung bis zur Verwendung – wird anhand von „Well-to-Wheel“-Betrachtungen durchgeführt. Abschließend diskutieren dann die Autoren dieser Einführung in Kooperation mit weiteren Kollegen aus ITAS den Einsatz biogener Kraftstoffe anhand der Produktions- und CO₂-Minderungskosten und vergleichen diese mit der alternativen Nutzung der Biomasse zur Wärme- und Stromgewinnung. Hierbei wird auch auf aktuelle Entwicklungen im Forschungszentrum Karlsruhe zur Bereitstellung von Fischer-Tropsch-Kraftstoff aus Stroh und Waldrestholz eingegangen.

In den folgenden Passagen werden die einzelnen Beiträge dieses Schwerpunktes vorgestellt, bevor am Ende dieses Einführungsbeitrages einige wesentliche Aussagen zu den

Perspektiven der biogenen Kraftstoffe zusammengefasst werden.

3 Überblick

Gegenüber dem Jahr 2000 hat sich in Deutschland die Produktionskapazität für Biodiesel nahezu verzehnfacht. Im Jahr 2005 lag sie bei rund 2,3 Mio. t. In weiteren Mitgliedstaaten der europäischen Union befinden sich die Anlagenkapazitäten ebenfalls im Aufbau. Einhergehend mit dieser Kapazitätsentwicklung erreichte der Biodieselabsatz in Deutschland im Jahr 2005 mit insgesamt 1,8 Mio. t einen Höchstwert. Biodiesel stellt somit aktuell den mengenmäßig bedeutsamsten Biokraftstoff dar. **Dieter Bockey** beschreibt in seinem Beitrag den Weg des Biodiesels aus der Nische in den Kraftstoffmarkt und die gesetzlichen Rahmenbedingungen, die diese Entwicklung ermöglichten.

Bockeys Blick gilt insbesondere den Auswirkungen auf die Landwirtschaft, die mit der erhöhten Rohstoffproduktion für Biodiesel in Deutschland und in der EU verbunden sind. So bestimmt die Rohstoffnachfrage (z. B. nach Raps für die Produktion von Biodiesel) maßgeblich die Anbau- und Preisentwicklung für Ölsaaten in Deutschland und zunehmend in der Europäischen Union. Es wird erwartet, dass analog zur Entwicklung in Deutschland in der EU die Anbaufläche für die Produktion von Ölsaaten zu Lasten der Getreideanbaufläche zunehmen wird. Gleichzeitig eröffnet sich für die Landwirtschaft mit der Produktion von Rohstoffen für die Herstellung von Bioethanol ein weiterer zusätzlicher volumenträchtiger Absatzmarkt.

Norbert Schmitz gibt in seinem Beitrag einen Überblick zur Bereitstellung und Verwendung von Bioethanol als Kraftstoff. Ausgehend von der Ethanolherzeugung in Deutschland wird auf die hierfür nötige Rohstoffversorgung und -eignung eingegangen, um dann einen Ausblick auf das potenzielle Bioethanol-Produktionsvolumen zu geben. Die Verhältnisse in Brasilien – als weltweit kostengünstigstem Ethanolproduzenten – werden als „Benchmark“ für die europäische Ethanolproduktion herangezogen und erläutert. Abschließend konzentrieren sich seine Ausführungen auf Energie- und Treibhausgasbilanzen bei der Ethanolproduktion. Hierbei werden die immer wieder auftretenden Behauptungen entkräftet, die Bioethanolherzeugung würde

negative Energiebilanzen aufweisen. Dabei geht er auf die in den vergangenen Jahren kontinuierlichen Verbesserungen entlang der Wertschöpfungskette ein und diskutiert in diesem Zusammenhang innovative Verfahren.

Insbesondere kritisiert Schmitz die aktuelle Situation in der EU-25, die für die weitere Entwicklung des Biokraftstoffmarktes wenig förderlich ist. Der Markt gleicht einem „Flickenteppich“: In den verschiedenen Ländern werden unterschiedliche Systeme zur Förderung von Biokraftstoffen implementiert, die in aller Regel heimische Produzenten massiv bevorzugen. In Frankreich oder Spanien kommen z. B. nur Biokraftstoffe von so genannten „lizenziierten heimischen Herstellern“ in den Genuss einer steuerlichen Förderung. Ausländische Wettbewerber haben dagegen keine Chance. Gleichzeitig sind die so in ihren Heimatländern geförderten Unternehmen als Exporteure in den „freien“ EU-Märkten Deutschland und Schweden aktiv. Nach Schmitz sollte die EU-Kommission hier ihre originäre Aufgabe wahrnehmen und gleiche Bedingungen für einen funktionierenden Wettbewerbsmarkt schaffen.

Der Beitrag von **Ulf Bossel** entwirft ein Bild zur zukünftigen Rolle von Wasserstoff in der Energiewirtschaft. Befürworter einer Wasserstoffwirtschaft sprechen von einer nachhaltigen Energie, die aus vielen Quellen abgeleitet werden kann. Diese Versprechungen sind nach Meinung von Bossel kaum haltbar. Wasserstoff ist lediglich ein Energieträger, dessen Herstellung, Verteilung und Nutzung enorm viel Energie verschlingt. So kann selbst mit effizienten Brennstoffzellen nur ein Viertel des ursprünglichen Energieinputs zurück gewonnen werden.

Bossel betont, dass ein übereilter Einstieg in eine Wasserstoffwirtschaft den Übergang zur nachhaltigen Energieversorgung nicht nur stark behindern wird, sondern vielleicht sogar unmöglich macht. Für alle Befürworter einer nachhaltigen Energiewirtschaft hat die Erschließung neuer Energiequellen eindeutig Vorrang vor der Einführung eines neuen Energieträgers – wie z.B. Wasserstoff. Man sollte mit Mut und Zielstrebigkeit eine nachhaltige Energiewelt direkt ansteuern, statt zuerst einmal mit einer Wasserstoffwirtschaft zu experimentieren. Der Weg führt zur effizienten Nutzung von Elektrizität aus erneuerbaren Quellen.

Klaus Picard stellt die Sicht der Mineralölindustrie auf den sich derzeit dynamisch entwickelnden Markt der Biokraftstoffe dar. Er stellt fest, dass trotz langfristiger Verfügbarkeit von Rohöl die Erforschung bzw. Entwicklung von Alternativen ein Gebot der Vernunft ist. Schnellschüsse und insbesondere das Verdrängen der ökonomischen Realität sind jedoch nicht Ziel führend. Die langfristige Verfügbarkeit fossiler Energieträger schafft ausreichend Zeit, nachhaltige Alternativen zu entwickeln. Mit Blick auf den Klimaschutz und die CO₂-Vermeidung werden aktuelle Ergebnisse für ausgewählte Herstellungspfade von Biokraftstoffen gegenübergestellt und diskutiert.

Der mögliche Beitrag von Biokraftstoffen zur Strukturreform in der Landwirtschaft wird ebenfalls von Picard diskutiert. Durch Biokraftstoffe der zweiten Generation, die auf der Ganzpflanzenumsetzung basieren, scheint gegenüber den Biokraftstoffen der ersten Generation ein Paradigmenwechsel möglich zu werden. Insbesondere synthetische Kraftstoffe des innovativen Biomass-to-Liquid-Prozesses (BtL-Prozesses) werden von der Mineralöl- und Automobilindustrie gleichermaßen unterstützt. Der Wechsel vom Landwirt zum „Energiepflanzenwirt“ könnte dann zur Realität werden.

Aus Sicht der Automobilindustrie beschreibt **Frank Seyfried** die Herausforderungen im Verkehrssektor, die in der Bereitstellung erneuerbarer Kraftstoffe zur Sicherung der zukünftigen Mobilität bestehen. Hierbei gilt es zu bedenken, dass Biokraftstoffe zumeist eine völlig andere molekulare Struktur besitzen als fossile Kraftstoffe und damit auch gänzlich andere Eigenschaften. Dies erfordert in den meisten Fällen nicht nur eine neue Motorenteknologie, sondern auch eine neue Produktionsinfrastruktur. Dem entgegen ist es aus technologischen und ökonomischen Gründen nicht Ziel führend, neben Benzin und Diesel nun auch für die in der Diskussion befindlichen Biokraftstoffe eine neue Verteilungsinfrastruktur aufzubauen. Eine Zumischung dieser Kraftstoffe ist im Rahmen der bestehenden Normen zu bevorzugen.

Insgesamt sinnvoller ist aus seiner Sicht die Nutzung eines variablen Herstellungsprozesses für Kraftstoffe, der in der Lage ist, aus nahezu allen Primärenergien einen hochwertigen Kraftstoff konstanter Qualität herzustellen. Dieser sollte den konventionellen Kraftstoffen sehr

ähnlich sein: Bei synthetischem Kraftstoff aus Biomasse ist dies der Fall. Unabhängig von der Herkunft eröffnet dieser neue Möglichkeiten für zukünftige Verbrennungsprozesse. Synthetische Kraftstoffe – insbesondere aus Biomasse – bieten eine intelligente Lösung. Für das nächste Jahrzehnt werden größere Anteile erwartet.

Im Beitrag von **Jörg Schindler** und **Werner Weindorf** werden die Herstellung biogener Kraftstoffe und deren Verwendung im Fahrzeug in einer „Well-to-Wheel“-Betrachtung – also von der Quelle bis zum Rad – analysiert. Die jeweiligen Erzeugungspfade von Biokraftstoffen werden beschrieben und Aussagen zum notwendigen Energieeinsatz, zu den Mehrkosten gegenüber den fossilen Kraftstoffen und über die Emissionen an Treibhausgasen getroffen. Die Kosten der Kraftstoffherstellung und -verteilung bis zur Tankstelle werden dargestellt und bewertet. Die „Well-to-Wheel“-Analyse beinhaltet zusätzlich die daran anschließende Verwendung der Biokraftstoffe im Fahrzeug. Der Beitrag stützt sich im Wesentlichen auf Studien, an denen die Ludwig-Bölkow-Systemtechnik in den letzten Jahren beteiligt war.

Die Autoren weisen darauf hin, dass die Umwandlung biogener Energieträger in Kraftstoffe gegenwärtig teuer ist. Für alle Verfahren gilt: Die hohen Kosten und die Komplexität der Biomassebereitstellung, die hohen Investitionen für die Konversionsanlagen sowie der noch nicht zureichende Gesamtwirkungsgrad aller Umwandlungsschritte sind die Haupthürden einer großtechnischen Umsetzung der Prozesse. Eine Minderung der Freisetzung der Treibhausgase mit biogenen Kraftstoffen bedeutet immer eine Bürde mit hohen Kosten. Die Bereitschaft, mehr für den Kraftstoff zu bezahlen, führt jedoch nicht grundsätzlich zu CO₂-Einsparungen.

Abschließend wird in einem Eigenbeitrag von **ITAS** die Bereitstellung von biogenen Kraftstoffen mit der alternativen Nutzung der Biomasse zur Wärme- und Stromgewinnung verglichen. Stroh und Waldrestholz bieten grundsätzlich ein großes und kostengünstiges Potenzial für eine energetische Nutzung zur Wärme-, Strom- und Kraftstoffgewinnung. Der Vergleich der unterschiedlichen Nutzungspfade zeigt, dass gemessen an den Gestehungs- und CO₂-Minderungskosten die Kraftstoffgewinnung unter derzeitigen Rahmenbedingungen den höchsten Subventionsbedarf hat. Im Ge-

gensatz dazu kommt die Wärmebereitstellung aus Biomasse heute in der Regel nahezu ohne Subventionen aus. Die Abschätzungen zu den CO₂-Minderungskosten verdeutlichen, dass die CO₂-Minderungsstrategie nur ein sehr schwaches Argument für die Forcierung der Aktivitäten zur Bereitstellung von Kraftstoffen aus Biomasse darstellen kann.

Da das BtL-Konzept des Forschungszentrums Karlsruhe über die Pyrolyse und Vergasung jedoch Wege eröffnet, die Biomasse – als Kohlenstoffträger – einer weitergehenden chemischen Nutzung zuzuführen, sollte dieser Entwicklungsweg auch weiter verfolgt werden. Darüber hinaus ließen sich unter Nutzung des technischen Fortschritts die bestehenden ökonomischen Nachteile bei der Kraftstoffherzeugung sicherlich reduzieren, so dass insbesondere unter Vorsorge-Gesichtspunkten Forschung und Demonstration der Machbarkeit in diesem Bereich zu befürworten sind.

4 Ausblick

Der vorliegende Schwerpunkt hat zum Ziel, einen Einblick in den aktuellen Stand und die Perspektiven für die Bereitstellung und Nutzung von biogenen Kraftstoffen zu geben. Hierbei sollten direkt an diesem Thema Beteiligte – Kraftstoffproduzenten, Verbände, Mineralöl- und Automobilindustrie und Wissenschaft zu Wort kommen. Dass hierbei die jeweiligen Interessen in den Vordergrund gestellt werden, war beabsichtigt. So kommt es teilweise zu sehr unterschiedlichen Einschätzungen bzgl. der Zukunftsfähigkeit des gleichen Kraftstoffs. Wasserstoff als Kraftstoff ist hierfür das markanteste Beispiel. Während beispielsweise die Automobilindustrie (s. Beitrag von Seyfried) in der Kombination von Wasserstoff und Brennstoffzelle eine mittel- und längerfristig interessante Antriebsoption sieht, wird dies von Bossel in seinem Beitrag deutlich verneint. Dieser sieht vielmehr in der Bereitstellung und effizienten Nutzung von regenerativ erzeugtem Strom die Strategie der Zukunft und schreibt dem Wasserstoff, der mit Hilfe regenerativen Stroms erzeugt wird, nur eine Nischenbedeutung zu.

Mit Blick auf die Zukunftsperspektiven der biogenen Kraftstoffe werden aus der Sichtweise der Mineralölindustrie (s. Beitrag von Picard) zwei wesentliche Aspekte angeführt. Zum einen

werden weiter steigende Erdölpreise – und dies gilt generell für Energiepreise – dazu führen, dass die Reichweite des Erdöls aufgrund der Erschließung bisher zu teurer Reserven deutlich verlängert wird. Bei der Reichweite muss aber unterschieden werden, ob man statischen (= konstanten) oder dynamischen (= anwachsenden) Verbrauch zugrunde legt.

Zum anderen führen steigende Energiepreise dazu, dass die Kraftstoffe (generell aber auch die Energie) effizienter genutzt werden. Die Schlussfolgerung hieraus sollte aber keinesfalls sein, auf die Förderung der Entwicklung und Markteinführung biogener Kraftstoffe zu verzichten. Man sollte sich aber aus politischer Sicht die nötige Zeit nehmen, die richtigen Förderstrategien für biogene Kraftstoffe zu wählen.

Wie aus den Beiträgen des Schwerpunktes deutlich wird, muss sich eine Kraftstoff-Strategie gerade aus politischer Sicht in eine übergeordnete Energiepolitik einordnen, die sich insbesondere an folgenden wesentlichen Zielen messen lassen muss:

- Versorgungssicherheit,
- Reduzierung der treibhausrelevanten Emissionen und
- Bezahlbarkeit.

Dass eine solche Kraftstoff-Strategie die Flexibilität besitzen muss, sich auf geänderte Rahmenbedingungen einstellen zu können, ist selbstredend. Eine abgestimmte europäische Energiepolitik zur Verfolgung dieser übergeordneten Ziele – die den Nationalstaaten größtmögliche Gestaltungsfreiheit einräumt – könnte der richtige Weg sein. Diese europäische Energiepolitik würde es ermöglichen, eine Anpassung der Förderstrategie auf nationaler Ebene auch relativ kurzfristig vorzunehmen. So wird beispielsweise in Deutschland ab 1. August 2006 bei Biodiesel der vollständige Mineralölsteuerverzicht sukzessive aufgehoben und über die Einführung eines Beimischungszwangs für biogene Kraftstoffe nachgedacht. Zwischen den Mitgliedsstaaten der EU kann es hierbei zu Wettbewerbsverzerrungen kommen; es ist Aufgabe der EU-Kommission, solchen negativen Auswirkungen entgegenzuwirken.

Bei der Forcierung der Markteinführung von biogenen Kraftstoffen in der EU ist nur schwer abzuschätzen, welche Wechselwirkungen sich hierbei zum Weltmarkt auf Ebene der

Kraftstoffe bzw. der hierfür eingesetzten biogenen Rohstoffe ergeben. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass dadurch die Erzeugerpreise für Agrarerzeugnisse generell gestützt und in Folge davon direkte Agrarsubventionen reduziert werden können. In welchem Ausmaß hiermit zusätzliche Beschäftigungseffekte einhergehen, ist dagegen nur schwer abzuschätzen.

Bei der Förderung der biogenen Kraftstoffe muss deutlich unterschieden werden, ob es um die Markteinführung bzw. Marktdurchdringung (z. B. bei Biodiesel und Bioethanol) oder um die Forschung und Demonstration der Machbarkeit der Bereitstellung und Verwendung von Kraftstoffen der zweiten Generation (z. B. bei Fischer-Tropsch-Kraftstoff und Wasserstoff) geht.

Steht bei der Förderung das Ziel der CO₂-Minderung im Vordergrund, dann wird mit Blick auf die CO₂-Minderungskosten deutlich, dass die Bereitstellung von Wärme und Strom aus Biomasse deutlich günstiger abschneidet als die Bereitstellung und Verwendung von biogenen Kraftstoffen. Während beispielsweise bei Fischer-Tropsch-Kraftstoffen aus Stroh und Waldrestholz die CO₂-Minderungskosten bei über 200 € pro Tonne eingespartem CO₂ liegen, fallen bei deren Nutzung zur Wärmebereitstellung keine bzw. sogar negative CO₂-Minderungskosten an. Bei der Verstromung liegen die entsprechenden CO₂-Minderungskosten im Bereich von 40 bis 70 € pro Tonne CO₂.

Die derzeit noch festzustellenden Kostenvorteile bei den angeführten biogenen Kraftstoffen der zweiten Generation gegenüber den Vertretern aus der ersten Generation (z. B. Biodiesel, Bioethanol) – sie liegen derzeit im Bereich von 10 bis 20 €-Cent pro Liter Diesel-Äquivalent (als energetische Bezugsbasis) – können durch Forschung und Demonstration vermutlich abgebaut werden. Dies dürfte aber nur wenig an der Einschätzung ändern, dass ihre Bereitstellung erst ab Rohölpreisen von deutlich über 100 \$ pro barrel ohne Subventionen (wie z. B. Mineralölsteuerverzicht) auskommt. Bei diesem angedeuteten Preisniveau ist die Frage berechtigt, ob man dann noch von einer Bezahlbarkeit unserer Energieversorgung sprechen kann.

Mit Blick auf die Umsetzung der oben angeführten übergeordneten Ziele wäre eine zu sektorale Betrachtung, also z. B. die Verengung des Blickwinkels auf die Bereitstellung

und Verwendung von biogenen Kraftstoffen, aus volkswirtschaftlicher Sicht eher kontraproduktiv. Vielmehr sollte die Biomasse mit den gesetzten Förderanreizen dort Verwendung finden, wo sie am effizientesten einen Beitrag zu diesen Zielen leisten kann. Dies schließt in gleichem Maße technologische Entwicklungen mit ein, die auf eine effizientere Biomassenutzung abzielen.

Hohe Erwartungen werden in diesem Zusammenhang insbesondere – wie mehrere Beiträge dieses Schwerpunkts zeigen – an die biogenen Kraftstoffe der zweiten Generation geknüpft. Ergebnisse aus Forschung und Demonstration müssen diese Erwartungen aber erst noch bestätigen. Auch unter diesem Blickwinkel ist das Fragezeichen berechtigt, ob sich biogene Kraftstoffe tatsächlich als Kraftstoffe der Zukunft erweisen können. Dass sie unter Vorsorgegesichtspunkten ein wichtiges Thema sind, zeigt die aktuelle Politik und ist unbestritten. Ob sie aber bereits in 15 Jahren rund 20 % unseres Kraftstoffbedarfs decken werden, ist eher fraglich.

«