



Johann Heinrich
von Thünen-Institut

Bundesforschungsinstitut
für Ländliche Räume, Wald
und Fischerei

Bewertung der Leopoldina-Studie 2012 zur Bioenergie

**Folkhard Isermeyer
Andreas Bolte
Matthias Dieter
Thomas de Witte
Yelto Zimmer**

1 Gesamtbewertung

- Die Stellungnahme enthält viele Informationen, die für die Bewertung der Bioenergie und der Bioenergie-Politik hilfreich sein können. Die Autoren weisen selbst darauf hin, dass sie nur einen Ausschnitt jener Aspekte betrachtet haben, die für eine umfassende Beurteilung der Bioenergie erforderlich gewesen wären. Insbesondere die ökonomischen Aspekte blieben unberücksichtigt. Diese selektive methodische Herangehensweise wirkt sich, wie im Folgenden zu zeigen sein wird, ungünstig aus.
- Das selbstgesteckte Ziel der Stellungnahme besteht darin, „die Möglichkeiten und Grenzen der Verwendung von Bioenergie als Energiequelle für Deutschland heute und in Zukunft einzuschätzen.“ Eine Konkretisierung dieses Ziels unterbleibt, wäre aber sehr wichtig gewesen. Solange nämlich die Zielsetzung so vage bleibt, können sich dahinter ganz unterschiedliche Fragen verbergen, beispielsweise:
 - a) Könnte Deutschland seinen Energiebedarf durch Bioenergie decken?
 - b) Könnte Deutschland seinen Energiebedarf durch Bioenergie aus eigenem Anbau decken?
 - c) In welchem Maße könnte Bioenergie den weltweiten Energiebedarf decken?
 - d) Aus welchen Gründen und in welcher Weise sollte Deutschland die Verwendung und/oder die Erzeugung von Bioenergie fördern?
- Zu diesen Fragen haben zahlreiche nationale und internationale Einrichtungen umfangreiche Studien erstellt (siehe Literaturliste, Kap. 4 dieser Bewertung), so dass bereits ein einigermaßen belastbarer Stand des Wissens existiert. Dieser Wissensstand wird im nachfolgenden Kapitel 2 dieser Bewertung noch einmal kurz zusammengefasst. Er zeigt, dass (a) die genannten vier Fragen zumindest näherungsweise beantwortet werden können und dass (b) diese Fragen in der Tat zu ganz unterschiedlichen Antworten bezüglich der „Möglichkeiten und Grenzen ...“ führen.
- Die Stellungnahme der Leopoldina baut nicht auf diesem Stand des Wissens auf, stellt ihn aber auch nicht in Frage, sondern verfolgt einen eigenen Ansatz. Da hierbei jedoch keine Präzisierung der Ausgangsfrage vorgenommen wird (s. o.), mangelt es der Studie an wissenschaftlicher Stringenz (Ziel, Vorgehensweise, Ergebnisse, Schlussfolgerungen). Stattdessen „springen“ die Autoren von den zusammengetragenen, für sich genommen meist schlüssigen Einzelbefunden zu weitreichenden und umfassenden Politikempfehlungen, ohne diese im Einzelnen stringent herleiten zu können.
- Die Politikempfehlungen der Leopoldina-Studie bringen eine sehr kritische Gesamtbewertung der bisherigen Bioenergiepolitik Deutschlands und der EU zum Ausdruck. Die beiden Kernbotschaften lauten: „Bioenergieförderung zurückfahren“ sowie „Bioenergieförderung so ausrichten, dass keine Konkurrenz zur Nahrungsmittelerzeugung entsteht“. Diese Kernbotschaften stimmen inhaltlich überein mit jenen Empfehlungen, die schon seit längerem von zahlreichen nationalen und internationalen Wissenschaftsgremien sowie einzelnen Autoren gegeben worden sind (s. Kap. 4).
- Einzelne Aussagen und Empfehlungen der Leopoldina-Studie sind widersprüchlich oder nicht schlüssig. Hierauf wird in Kapitel 3 eingegangen.

2 Bisherige Einschätzungen zu „Bioenergie als Energiequelle für Deutschland“

2.1 Wie Potenzialschätzungen zu falschen Schlüssen führen können

Es existiert inzwischen eine kaum noch zu überblickende Fülle von Szenarien, Abschätzungen, Potenzialstudien etc., in denen Wissenschaftler zu den Potenzialen der Bioenergie als Energiequelle für Deutschland Stellung genommen haben. Einige dieser Arbeiten hat zuletzt der BIOÖKONOMIERAT (2011) in seiner Stellungnahme aufgegriffen, ohne hierbei Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben.

Der Wissenschaftliche Beirat für Agrarpolitik hat in seinem Gutachten zur Bioenergie 2008 darauf hingewiesen, dass all diese Potenzialstudien – wenn sie für ein Land wie Deutschland erstellt werden – einen schwerwiegenden Mangel aufweisen: Sie gehen im Kern von einem planwirtschaftlichen Konzept aus, der mit der heutigen und künftigen Wirtschaftsrealität nicht kompatibel ist. Es wird nämlich implizit unterstellt, Deutschland sei eine „Insel“, auf der die Politik das land- und forstwirtschaftliche Produktionsprogramm festlegen könne, und von dort ausgehend wird räsoniert, wie die Politik bei der Festlegung der Produktionsumfänge auf die Entwicklung des mengenmäßigen Bedarfs im deutschen Nahrungs- und Energiesektor reagieren könne.

Die Wirtschaftsrealität sieht vollkommen anders aus. Der Agrarsektor ist ebenso wie der Energiesektor eng in die internationale Arbeitsteilung eingebunden, und die Politik hat nur geringe Möglichkeiten, die inländische Produktion der Bioenergie dauerhaft anders zu lenken (Standorte, Im- und Exporte, Produktpalette), als sich dies unter dem Einfluss der Marktkräfte ergibt. Das hat Konsequenzen:

- So kann es beispielsweise dazu kommen, dass trotz einer hohen Subventionierung der Verwendung von Bioenergie durch die deutsche Politik hierzulande kaum Bioenergie erzeugt wird, weil Import-Bioenergie kostengünstiger angeboten wird.
- Auch der umgekehrte Fall ist nicht ausgeschlossen, d. h. die Bioenergieerzeugung könnte immer weiter ansteigen, obwohl Deutschland seine Förderung der Bioenergieverwendung komplett einstellt.
- Vor diesem Hintergrund ist es wenig sinnvoll, genau quantifizieren zu wollen, wie viel Fläche in Deutschland künftig für Bioenergie „frei“ würde, wenn die Bevölkerung zurückginge und/oder die Pflanzenerträge stiegen und/oder weniger Fleisch gegessen würde.
- Wenn die Förderung der Bioenergie volkswirtschaftlich sinnvoll wäre, bräuchte sich die Politik nicht an irgendwelche Obergrenzen „nicht mehr benötigter“ Agrarflächen zu halten; die Lebensmittelregale in unseren Supermärkten wären auch dann bestens gefüllt, wenn alle Agrarflächen Deutschlands nur zur Bioenergieerzeugung genutzt würden.

- Umgekehrt gilt: Wenn die Förderung der Bioenergie volkswirtschaftlich nicht sinnvoll ist, wird dieser Makel nicht dadurch geheilt, dass die Förderung auf 1, 2 oder 3 Mio. „nicht mehr benötigte“ Hektar beschränkt bleibt.

Bezüglich der Nutzbarkeit von mengenmäßigen Potenzialabschätzungen für die Politikberatung ist somit festzuhalten:

- Je kleiner die Region, desto unsinniger ist es, auf der Basis dieser Region Potenzialabschätzungen über die maximal für Bioenergie nutzbare Flächen durchzuführen. Sofern Potenzialanalysen für die Bioenergie für sinnvoll gehalten werden, sollten sie auf globalem Niveau durchgeführt werden.
- Für die Frage, ob die Förderung der Bioenergie sinnvoll ist oder nicht, müssen andere Beurteilungsmaßstäbe herangezogen werden als das regionale Flächenpotenzial einer Region oder einer Nation.

Es ist bedauerlich, dass diese Hinweise des Wissenschaftlichen Beirats für Agrarpolitik (2008) in der Politik und in der öffentlichen Debatte kaum berücksichtigt wurden. So verlangt die Politik bis zum heutigen Tag immer wieder neue Antworten auf die Frage, wie viel Bioenergie denn in Deutschland erzeugt werden könnte, die Wissenschaft liefert sie (teilweise verbunden mit „freihändigen“ Schlussfolgerungen bezüglich der Bioenergiepolitik, siehe zuletzt die Leopoldina-Studie), und anschließend streiten alle miteinander, ob „man“ nicht doch etwas mehr Bioenergie erzeugen könnte, wenn man z. B. weniger Fleisch essen, den Ökolandbau einschränken oder die Pflanzengenetik verbessern könnte. Derweil wurstelt sich die praktische Bioenergiepolitik unter dem Eindruck der jeweiligen globalen Stimmungslage, die bei diesem Ideologiestreit entsteht, irgendwie zur nächsten Kurskorrektur durch. Rationale Politikgestaltung müsste anders aussehen.

2.2 Einschätzungen zu verschiedenen Fragen bezüglich „Bioenergie als Energiequelle für Deutschland“

Da die Fragen zu den Potenzialen weiterhin gestellt werden, soll nachfolgend auf der Grundlage des Beiratgutachtens 2008 dargelegt werden, welche Einschätzung die Wissenschaft hierzu jeweils geben kann und welche Schlussfolgerungen daraus gezogen werden können.

Wir legen dabei jene vier Fragen zugrunde, die sich aus der Zielsetzung der Leopoldina-Stellungnahme herausdestillieren lassen (s. Kap. 1), und beantworten sie anschließend jeweils kurz. Die dabei zur Veranschaulichung verwendeten Zahlen bringen nur ungefähre Größenordnungen zum Ausdruck, was an dieser Stelle zum Beleg der Ergebnisaussagen ausreicht.

(1) Könnte Deutschland seinen Energiebedarf durch Bioenergie decken?

Ja, wenngleich mit Mühe, und nur, solange andere Nationen diesen Weg nicht auch beschreiten wollen.

Der jährliche Endenergieverbrauch Deutschlands liegt bei 9 Mrd. GJ. Der für die Energiewirtschaft nutzbare Energieertrag je Hektar liegt auf Ackerflächen in einer Größenordnung von 50 bis 100 GJ (Faustzahl, mit großen Schwankungen in Abhängigkeit von den natürlichen Bedingungen). Man bräuchte also rund 100 bis 200 Mio. ha LF zusätzlich, um den Energiebedarf Deutschlands zu decken, oder einen entsprechenden Mehrertrag auf der bereits genutzten Ackerfläche.

Die derzeit genutzte Welt-Ackerfläche beträgt ca. 1,5 Mrd. ha. Eine zusätzliche Anbaufläche von 100 bis 200 Mio. ha LF ließe sich in der Weltagrarwirtschaft wahrscheinlich noch mobilisieren (bei entsprechend hoher Zahlungsbereitschaft), allerdings mit Nachteilen für Welternährung, Biodiversität und Klimaschutz.

(2) Könnte Deutschland seinen Energiebedarf durch Bioenergie aus eigenem Anbau decken?

Nein, nicht annähernd.

Die Ackerfläche Deutschlands liegt nur bei 12 Mio. ha, die landwirtschaftlich genutzte Fläche insgesamt bei 17 Mio. ha. Die Flächenbasis reicht also bei weitem nicht aus, zumal die Erträge je Hektar hierzulande bereits relativ nahe am erreichbaren Maximum liegen und nur noch langsam gesteigert werden können.

Selbst bei völligem Verzicht auf eigene Nahrungsmittelproduktion könnte Deutschland nicht einmal 15 % seines Energiebedarfs aus inländisch erzeugter Bioenergie decken (Überschlagrechnung: 17 Mio. ha \times 80 GJ/ha ergibt ca. 1,4 Mrd. GJ). Derzeit leistet die Bioenergie, die auf deutschen Äckern erzeugt wird, einen Beitrag von 2 bis 2,5 % zur Energieversorgung Deutschlands. Dafür werden ca. 18 % der Ackerfläche Deutschlands eingesetzt.

(3) In welchem Maße könnte Bioenergie den weltweiten Energiebedarf decken?

Nur in sehr geringem Maße.

Derzeit liegt der Beitrag der Welt-Ackerfläche zur globalen Energieversorgung deutlich unter 1 %. Bei einem Weltenergieverbrauch von ca. 500 Mrd. GJ bedeutet jeder Prozentpunkt „zusätzliche Versorgung aus Bioenergie“ (5 Mrd. GJ) eine zusätzlich erforderliche Agrarfläche von 50 bis 100 Mio. ha, sofern man annimmt, dass die Ertragssteigerung auf den bereits genutzten Agrarflächen für die Deckung der steigenden Nahrungsmittelnachfrage benötigt wird.

Die globale Ackerfläche wurde in den vergangenen 50 Jahren nur um ca. 100 Mio. ha ausgedehnt, d. h. der gewaltige Produktionszuwachs der Weltagrarwirtschaft wurde fast ausschließlich durch Ertragssteigerungen auf der bestehenden Agrarfläche erzielt. Verschiedene Analysen deuten darauf hin, dass es durchaus noch ein gewisses Expansionspotenzial der Agrarfläche gibt, welches ohne gravierende Umweltrisiken genutzt werden könnte. Jedoch ist auch bei sehr optimistischer Sichtweise nicht davon auszugehen, dass dieses Potenzial oberhalb von 500 Mio. ha liegt. Vermutlich liegt es sogar wesentlich

geringer, zumal der Verlust von Ackerflächen durch Versalzung, Erosion oder Versiegelung gegengerechnet werden muss.

Vor diesem Hintergrund ist es wenig wahrscheinlich, dass Bioenergie vom Ackerland künftig mehr als 5 % der globalen Energieversorgung stellen wird. Wesentlich größere Beiträge (Größenordnung: 10 % der globalen Energieversorgung) kommen traditionell von den Forstflächen. In Anbetracht einer globalen Waldfläche von ca. 4 Mrd. ha liegen hier - zumindest theoretisch - auch viel größere Steigerungspotenziale für die Erzeugung regenerativer Rohstoffe als bei den Ackerflächen.

Wie groß diese Potenziale tatsächlich sind und wie groß die Risiken wären, die eine zunehmende Ausschöpfung dieser Potenziale mit sich brächte, ist noch unzureichend erforscht.

(4) Aus welchen Gründen und in welcher Weise sollte die Bundesregierung die Verwendung und/oder die Erzeugung von Bioenergie fördern?

Hier sind verschiedene Politikziele zu betrachten, und es ist zu bedenken, dass die Förderung der Verwendung und die Förderung der Erzeugung von Bioenergie zu unterschiedlichen Zielbeiträgen führen können.

- Für das Ziel „**nationale Versorgungssicherheit bei Energie**“ bringt die *Förderung der Verwendung* von Bioenergie kaum positive Beiträge, denn dies führt zumindest bei leicht transportablen Rohstoffen (z. B. Raps oder Ethanol) dazu, dass die Energieversorger (z. B. Mineralölkonzerne) immer mehr Rohstoffe aus den kostengünstigsten Bioenergie-Lieferländern importieren. Ob z. B. Ethanolimporte aus Brasilien oder Palmölimporte aus Indonesien unter der Aspekt der Versorgungssicherheit günstiger zu bewerten sind als z. B. Kohleimporte aus Australien oder Solarstromimporte aus Spanien, ist fraglich. Die *Förderung der Erzeugung* würde theoretisch zu einer etwas besser entwickelten inländischen Bioenergie-Rohstoffbasis führen; praktisch stehen dem aber WTO-Restriktionen entgegen. Außerdem ist zu bedenken, dass bei einem Energieversorgungsanteil aus heimischer Biomasse von unter 10 % ohnehin kaum von einem wesentlichen Beitrag zur Versorgungssicherheit gesprochen werden kann. Dass ein solches, unter dem Aspekt der Versorgungssicherheit immer noch sehr bescheidenes Ziel (z. B. 10 %) nur mit einer sehr starken Ausweitung der Nahrungsmittelimporte erzielbar wäre und somit eine entsprechend hohe Importabhängigkeit bei Nahrungsmitteln verursachen würde, ergibt sich aus der Überschlagrechnung in Punkt (2).
- Für das Ziel „**globale Versorgungssicherheit bei Energie**“ bringen *nationale* Bioenergie-Politiken nur sehr geringe Beiträge, allein schon auf Grund des sehr geringen Anteils der nationalen Bioenergie am weltweiten Energieverbrauch.

Sofern eine *international* abgestimmte „Energiewende“ in Richtung auf regenerative Energien ins Auge gefasst wird, sind zunächst zwei wesentliche Startpunkte für die Politikgestaltung festzuhalten. Erstens: Regenerative Energie ist im globalen Maßstab überhaupt nicht knapp, denn Sonne und Wind spenden jährlich tausendfach mehr Energie, als die Menschheit benötigt. Zweitens: Die für die Erschließung dieser Energiequellen erforderlichen Investitionen liegen in einer Größenordnung, die für die Weltwirtschaft grundsätzlich verkraftbar sind. Europa oder Amerika haben Projekte von ähnlicher Größenordnung bereits vor über hundert Jahren erfolgreich bewältigt.

Die Herausforderung besteht also lediglich darin, dass sich die Menschheit einen effizienten, nachhaltigen und ökologisch verträglichen Zugang zu den überreichlich verfügbaren regenerativen Energiequellen erschließt. Nach derzeitigem Erkenntnisstand wird hierbei die direkte Umwandlung von Wind- und Solarenergie in Elektrizität (evt. auch Wasserstoff) auf lange Sicht wesentlich effizienter und kostengünstiger sein als die Nutzung der Photosynthese.

Kurz- und mittelfristig hat die Bioenergie den Vorteil, dass sie gut speicherfähig ist. Dieser Vorteil gegenüber den anderen regenerativen Energien wird jedoch im Laufe der Zeit schwinden, weil (a) verbesserte Speichertechnologien entwickelt werden und (b) grenzüberschreitende Stromnetze errichtet werden, welche einen Ausgleich der Schwankungen im regionalen Solar- und Windstromangebot ermöglichen. Im Mobilitätssektor stößt die Umstellung auf eine an Stromleitungen gebundene Energieversorgung auf größere Schwierigkeiten als in den anderen Wirtschaftssektoren. Diese Schwierigkeiten werden sich allerdings im Nahverkehr relativ leicht überwinden lassen (z. B. Elektrobusse), und auch im Individual-Personenverkehr über weite Distanzen steht die Elektromobilität vor keinen unüberwindlichen Hindernissen. Die Umstellung des Schwerlastverkehrs und des Schiffsverkehrs wird eventuell mehr Zeit benötigen, und im Segment Luftverkehr könnte es sogar dazu kommen, dass biobasierte Flüssigkraftstoffe auf Dauer die leistungsfähigste Energiequelle bleiben.

Hinsichtlich der Zeitachse ist davon auszugehen, dass die Umstellung der Weltwirtschaft auf eine nachhaltige, regenerative Energieversorgung viele Jahrzehnte in Anspruch nehmen und auch am Ende des 21. Jahrhunderts noch nicht vollkommen abgeschlossen sein wird. Dieses Jahrhundertprojekt sollte unter Effizienzaspekten sorgfältig geplant und konsequent umgesetzt werden. Panik oder Aktionismus sind unangebracht. Besonders problematisch ist die Überfrachtung des Projekts mit der Forderung nach „regionaler Selbstversorgung“. Es sollte doch unmittelbar einleuchten, dass z. B. Hamburg sich nicht energetisch selbstversorgen kann. Warum muss man dann Selbstversorgung z. B. für Hessen fordern, oder für Deutschland? Und es sollte ebenso einleuchten, dass Solaranlagen besser an Standorten mit hoher Sonneneinstrahlung errichtet werden als in dauerbewölkten Regionen. Folgt daraus, Solaranlagen besser in Rostock zu etablieren, oder in Freiburg, oder vielleicht doch in Südfrankreich?

Aus volkswirtschaftlicher Sicht ist es sinnvoll, bei der Umstellung auf regenerative Energien die Vorzüge der internationalen Arbeitsteilung zu nutzen. Wind sollte dort geerntet werden, wo er reichlich verfügbar und kostengünstig zu ernten ist, und für Sonnenenergie gilt dasselbe – ebenso wie für Bananen oder Reis. Der überregionale Transport der Ernteprodukte (hier: Strom) ist nichts Verwerfliches. Er verursacht natürlich Kosten, die in die Gesamtrechnung einzubeziehen sind (einschließlich der externen Kosten), doch spricht nach den bisherigen Erkenntnissen alles dafür, dass auch unter Berücksichtigung dieser Kosten auch im Energiebereich eine regionale Spezialisierung angestrebt werden sollte. Die nationale Politik verfügt zwar über gewisse Möglichkeiten, eine derartige Arbeitsteilung zu unterbinden; sie muss sich dann allerdings fragen, ob die Bürger auf Dauer bereit sind, die hohen Mehrkosten zu tragen, die durch Nicht-Wahrnehmung der Vorteile überregionaler Arbeitsteilung entstehen.

Panik und Aktionismus sind auch deshalb unangebracht, weil die Kohlevorräte nach vorliegenden Schätzungen noch für mehrere hundert Jahre reichen. Selbst wenn man

diese Rückfallposition „Kohle“ aus klimapolitischen Gründen nicht in Anspruch nehmen möchte, lässt sich hieraus aber kein Freibrief für die Bioenergieförderung ableiten. Vielmehr müssten dann alle energiepolitischen Handlungsoptionen unter klimapolitischen Kriterien vergleichend analysiert werden, um darauf aufbauend jene auszuwählen, die klimapolitisch am besten abschneiden. Vereinfacht ausgedrückt: Man muss nicht unbedingt Biogas subventionieren, sondern man kann auch Agrarholz subventionieren, oder Moore wiedervernässen, Wärmedämmung fördern, Geschwindigkeiten auf Autobahnen begrenzen, Kampagnen gegen Fleischkonsum führen usw. usf. Es gibt hunderte von ernsthaft zu erwägenden klimapolitischen Handlungsoptionen, und für Dutzende solcher Optionen gibt es inzwischen vergleichende Berechnungen, aus denen klar hervorgeht, dass die meisten der gegenwärtig besonders hoch geförderten Bioenergie-Linien aus klimapolitischer Sicht ineffizient sind.

- Um die Beiträge der Bioenergie-Politik zum übergeordneten Politikziel „**Klimaschutz**“ beurteilen zu können, müssen die CO₂-Vermeidungskosten (€/t CO₂) und die CO₂-Vermeidungspotenziale (CO₂/ha) der Bioenergie ermittelt und mit anderen Klimaschutz-Optionen verglichen werden. Entsprechende Analysen zeigen, dass die verschiedenen Bioenergie-Linien sehr große Unterschiede aufweisen, so dass sich Pauschalaussagen zu „der“ Bioenergie an dieser Stelle verbieten. Aus klimapolitischer Sicht schneiden Holz (z. B. Waldrestholz oder Kurzumtriebsplantagen auf landwirtschaftlichen Flächen), Stroh (sofern die Humusbilanz beachtet wird) und Biogas auf reiner Güllebasis (sofern die Anlagen nicht zu klein sind) relativ günstig ab, während Biogas auf Basis von Silomais sowie Biokraftstoffe aus heimischer Erzeugung unter klimapolitischen Aspekten keine überzeugenden Optionen darstellen.
- Es ist zu erwarten, dass die hohen Erdölpreise es grundsätzlich noch einige Jahre oder gar Jahrzehnte lang wirtschaftlich attraktiv machen werden, Agrarrohstoffe – in aller Regel aus tropischen und subtropischen Anbauregionen – in Biokraftstoffe zu verwandeln. Folglich wäre auch das wirtschaftspolitische Ziel „**Technologievorsprung**“ zu beachten. Zweifellos führt die massive Förderung der Bioenergie dazu, dass die deutsche Wirtschaft hier zumindest partiell einen technologischen Vorsprung erlangt, der sich im globalen Wettbewerb in diesem Boom-Sektor günstig auswirkt. Die Mittel fehlen jedoch in anderen Sektoren der Volkswirtschaft, mit entsprechend ungünstigen Auswirkungen, und es ist kaum möglich, den Netto-Effekt abzuschätzen. Vermutlich würde jedoch eine gezielte technologiepolitische Ausrichtung der Bioenergie-Politik zu einer günstigeren technologiepolitischen Bewertung führen als die gegenwärtige Politik, bei der mit mehr als 2 Mrd. € p.a. (Verbraucherbelastung über das EEG) überwiegend die Verbreitung von Standard-Technologien gefördert wird.
- Auch das Politikziel „**Ländliche Räume**“ (Sicherung von Einkommen und Arbeitsplätzen im Ländlichen Raum) wird zur Legitimierung der deutschen Bioenergiepolitik ins Feld geführt und sollte in die Gesamtbewertung einbezogen werden. Die diesbezügliche Analyse führt jedoch zu keinem guten Ergebnis. Bei hohen Erdölpreisen wird es nicht zu einem Bruchfallen landwirtschaftlicher Flächen kommen, da sich die Agrarpreise weltweit an das hohe Energiepreisniveau ankoppeln, und deshalb führt die Bioenergiepolitik nicht zu einem „Erhalt“ der Landwirtschaft, sondern nur zu einer Verdrängung von Nahrungsmittelproduktion durch Bioenergieproduktion auf der ohnehin genutzten Agrarfläche. Das kann per Saldo zu einer negativen Arbeitsplatz-Wirkung in ländlichen Räumen führen, vor allem wenn die Tierhaltung ins Ausland verdrängt wird.

Fazit

Das Fazit aus diesen Einschätzungen, die im Wesentlichen bereits im Jahr 2007 zusammengestellt und veröffentlicht wurden, lautet:

- (1) Der potenzielle Beitrag der Bioenergie zur Weltenergieversorgung ist eng begrenzt.
- (2) Die hohen Energiepreise werden mittelfristig dazu führen, dass sich Bioenergie im weltweiten Maßstab zunächst noch weiter ausbreiten wird.
- (3) Langfristig werden andere regenerative Energien (Solar, Wind) an der Bioenergie vorbeiziehen. Die Bioenergie ist insofern als Brückentechnologie (Boom in der ersten Hälfte des 21. Jahrhunderts) bzw. Nischentechnologie (längerfristige Wettbewerbsfähigkeit möglicherweise im Luftverkehr) anzusehen.
- (4) Die derzeitige Bioenergie-Förderung Deutschlands und die Bioenergieziele der EU sind kritisch zu hinterfragen, denn diese Politiken leisten nur geringe Beiträge zu den deklarierten Politikzielen, führen infolge der ineffizienten Förderung zu einer unnötig hohen Belastung der Volkswirtschaft und verursachen zum Teil unerwünschte Umweltwirkungen. Würden die ehrgeizigen Bioenergieziele der EU weltweit ausgedehnt, so käme es zu gravierenden Problemen bezüglich der Welternährung und des Umwelt- sowie Klimaschutzes.
- (5) Verschiedene Bioenergie-Linien sind im Hinblick auf die Politikziele ganz unterschiedlich zu beurteilen. Insofern ist es weder gerechtfertigt noch sinnvoll, „die Bioenergie“ pauschal zu diskreditieren. Angezeigt ist vielmehr eine differenzierte Kritik an der aktuellen Bioenergiepolitik.
- (6) Eine verbesserte Bioenergie-Politik sollte sich an folgenden Leitlinien orientieren:
 - Ausmaß und Geschwindigkeit der Bioenergie-Expansion sind keine geeigneten Beurteilungskriterien für den Erfolg einer Bioenergiepolitik. Bei einer insgesamt eng begrenzten Flächenbasis führt die „Herbeisubventionierung“ einer „falschen“ Bioenergie dazu, dass die Fläche dann nicht mehr für die volkswirtschaftlich sinnvolle Nutzung (z. B. die „richtige“ Bioenergie, Industriegrundstoffe, Nahrungsmittel) zur Verfügung steht.
 - Es sollte sorgfältig durchdacht werden, (a) welches Bioenergie-Segment für die *Verwendungsseite* der deutschen Wirtschaft langfristig besonders wichtig ist und (b) welche Bioenergie-Linie auf der *Erzeugungsseite* für den Standort Deutschland langfristig passend ist. Die Antwort „Wir brauchen alle Segmente, und wir wollen alle Linien selbst erzeugen“ ist nicht überzeugend. Man leistet damit im Endeffekt in allen Bereichen nur unbedeutende Versorgungsbeiträge, d. h. kein einziges Problem wird wirklich einer Lösung zugeführt, und ein Großteil der Fördermittel wird für die falschen Produkte eingesetzt.
 - Für die *Verwendungsseite* wird eingeschätzt: Land- und forstwirtschaftliche Rohstoffe werden im postfossilen Zeitalter vor allem als Industriegrundstoffe benötigt (C-basierte Strukturen), wobei eine energetische Nachnutzung anzustreben ist (Kaskadennutzung). Im Bereich Bioenergie zeichnet sich ein langfristiger hoher Bedarf als Treibstoff für den Luftverkehr ab, mittelfristig ebenfalls ein hoher Bedarf im Schwerlastverkehr (Diesel). Demgegenüber könnte die Energieversorgung im Individualverkehr, im Wärmebereich sowie in den klassischen Elektrizitätssegmenten eher durch eine überregional vernetzte, regenerative Stromerzeugung übernommen werden.

- Die Frage, welche Bioenergie-Segmente im postfossilen Zeitalter voraussichtlich besonders wichtig werden, kann allerdings nur *einen* Orientierungspunkt (unter mehreren) für die Bioenergiestrategie liefern, mehr nicht. Dieser Orientierungspunkt ist vor allem dann wichtig, wenn die Umstellung der Volkswirtschaft auf regenerative Energieversorgung in absehbarer Zeit erfolgen soll bzw. erfolgen muss. Wird hingegen davon ausgegangen, dass fossile Energieträger noch jahrzehntelang ausreichend zur Verfügung stehen, ist eine Orientierung am langfristigen Bedarf weniger sinnvoll.¹
- In diesem Fall sollte die Bioenergie-Förderung vorrangig unter klimapolitischen Aspekten beurteilt werden. Hierbei sind die indirekten Landnutzungen (ILUC) zu berücksichtigen, was die Bioenergie tendenziell in einen Nachteil gegenüber anderen regenerativen Energieträgern bringt. Innerhalb des Bioenergiesegments weisen (a) Bioenergie aus Reststoffen, (b) Energieholz auf Agrarflächen sowie (c) Import-Treibstoffe aus tropischen/subtropischen Ländern tendenziell günstigere CO₂-Vermeidungskosten auf als jene Bioenergielinien, die in den vergangenen Jahren durch Förderung in Deutschland besonders stark ausgedehnt worden sind.
- Für die *Erzeugungsseite* wird eingeschätzt: Wenn die inländische landwirtschaftliche Bioenergie für die ganze Breite des Energiesektors weiter ausgedehnt werden soll, werden die Beiträge zu den einzelnen Teilsegmenten (Transport, Wärme, Elektrizität) gering bleiben. Versorgungssicherheit wird auf diese Weise nicht annähernd erreicht. Eine Konzentration auf ein Teilsegment (z. B. Elektrizität) könnte in jenem Segment ermöglichen, dass ein entsprechend höherer Beitrag zur Versorgungssicherheit erreicht wird. Unter dem Aspekt der Versorgungssicherung ist dies jedoch höchstwahrscheinlich nicht nötig, denn künftig wird (fossile und regenerative) Importenergie aus vielen Ländern angeboten werden. Unter dem Aspekt der Wertschöpfung sollte Deutschland besser der Nahrungsmittelerzeugung den Vorzug geben; der Energiemarkt ist ein typischer Massenmarkt, in dem auf Dauer deutlich geringere Wertschöpfungs- und Arbeitsplatzeffekte zu erzielen sind als z. B. in der Nutztierhaltung. Daher spricht viel dafür, (a) keine weitere Expansion der inländischen Bioenergieerzeugung anzustreben und (b) die Bioenergiepolitik künftig so umzubauen, dass sich die inländische Bioenergieerzeugung synergistisch in die Nahrungsmittelerzeugung einbindet.
- Hier bieten sich vor allem folgende Ansatzstellen an: (1) Biogas auf Basis von Reststoffen (Gülle), wobei die Vermeidung von Methanemissionen im Vordergrund steht und das Ziel der Energieerzeugung in den Hintergrund tritt. (2) Nachrüstung der bestehenden Biogasanlagen mit dem Ziel, Methanemissionen zu reduzieren. (3) Produktion von Energieholz insbesondere auf Flächen, die aus anderen Gründen gezielt umgewidmet werden sollen (z. B. ehemalige Moorstandorte, die derzeit ackerbaulich genutzt werden, oder z. B. Flächen, die produktiv in regionale Biodiversitätsstrategien eingebunden werden sollen).

¹ Beispiel: Wenn die fossile Rohstoffversorgung für das besonders schwierige Segment Flugbenzin noch bis ins nächste Jahrhundert gestreckt werden kann, indem die Erdölverwendung relativ schnell auf dieses Segment konzentriert wird, und im Straßenverkehr, beim Heizöl etc. eine rasche Substitution von Erdöl eingeleitet wird, dann wäre es nicht sinnvoll, die Bioenergie-Strategie bereits jetzt vorrangig auf den Flugbenzin-Ersatz auszurichten.

3 Kritikpunkte zu einzelnen Aussagen der Leopoldina-Studie

(1) Wechsel der räumlichen Bezugsebene

Die Analyse der Leopoldina leidet darunter, dass der räumliche Fokus insgesamt unscharf ist und ständig zwischen einzelnen Teilkapiteln wechselt. Durch diesen Wechsel der regionalen Betrachtungsebenen gerät die Analyse teilweise zu einer Aspektesammlung, bei der sich die Autoren dem Verdacht aussetzen, sie würden jeweils nur diejenige Betrachtungsebene mobilisieren, die die angestrebte „politische“ Gesamtaussage des Gutachtens stützt. Im Einzelnen:

- Bezüglich der *Biodiversität* wird die Situation in *Deutschland* betrachtet (Kurzfassung, S.8). Es wird korrekt darauf hingewiesen, dass hier ein Großteil der Flächen von Menschen genutzt wird. Daraus wird die Schlussfolgerung abgeleitet, „eine Ausweitung der Flächen für den Anbau von Energiepflanzen“ sei ökologisch fragwürdig. Diese Schlussfolgerung, bezogen auf Deutschland, ist nicht überzeugend, denn bei offenen Grenzen für Agrarrohstoffe ändert sich die ökologische Situation in Deutschland nicht dadurch, dass mehr Energieweizen statt Brotweizen oder mehr Energierüben statt Zuckerrüben angebaut werden. Die Schlussfolgerung könnte überzeugend sein, wenn sie sich auf die weltweite Situation bezieht; dann darf man aber nicht mit Zahlen für Deutschland argumentieren (75 % der Nettoprimärproduktion (NPP) durch Menschen genutzt), sondern muss die globalen Zahlen als Grundlage nehmen.
- Bezüglich der *Wasserknappheit* wird die Situation in *südlichen Ländern* betrachtet (Kurzfassung, S. 9). Es wird korrekt darauf hingewiesen, dass die Landwirtschaft dort stärker als in Deutschland auf Bewässerung angewiesen ist, dass bei nicht-nachhaltiger Wasserentnahme die unterirdischen Wasserspiegel sinken und dass die Bewässerung arider Gebiete zu Versalzungen führen kann. Daraus wird – ohne regionale Eingrenzung – die pauschale Schlussfolgerung abgeleitet: „Die langfristigen ökologischen und energetischen Risiken von künstlicher Bewässerung sind hoch.“ Hierbei bleibt unberücksichtigt, dass (a) Deutschland – ebenso wie viele andere Regionen der Welt – insgesamt einen erheblichen Wasserüberschuss aufweist, so dass hier Bewässerung durchaus nachhaltig gestaltet werden kann (ggf. unter Nutzung interregionaler Wassertransporte), und dass (b) Bewässerung nicht nur wirtschaftlich, sondern auch unter Umweltaspekten nützlich sein kann, weil durch die gesteigerten Erträge an einer Stelle andernorts Flächen zugunsten eines verbesserten Umweltschutzes aus der Produktion genommen oder extensiviert werden können.
- Bezüglich der Nutzungskonkurrenz wird die Aussage getroffen, die Produktion von Bioethanol oder Biodiesel sei „in dicht besiedelten Ländern wie Mitteleuropa oder China ethisch schwer zu rechtfertigen“ (Kurzfassung, S. 14, 15.). Diese Aussage nimmt eine regionale Fokussierung vor, die in Anbetracht der international verflochtenen Weltwirtschaft sinnlos ist. Wenn es infolge der Bioenergiepolitik z. B. im dicht besiedelten Deutschland dazu kommt, dass der Selbstversorgungsgrad der Agrarproduktion sinkt, dann bleiben die Auswirkungen doch keineswegs auf Deutschland beschränkt, sondern betreffen das globale Agrarpreinsniveau insgesamt. Bei der Frage der „ethischen Rechtfertigung“ ist es deshalb eher angezeigt, sich über die Auswirkungen der (deutschen, amerikanischen, ...) Bioenergie-Förderung auf die Nahrungsmittelpreise in bevölkerungsreichen und landarmen Entwicklungsländern zu entrüsten als

über die Auswirkungen steigender Nahrungsmittelpreise auf die Bevölkerung in Mitteleuropa. Um die globalen Flächenressourcen insgesamt zu schonen, sollte die Bioenergie – sofern sie überhaupt gefördert wird – dort erzeugt werden, wo dies am effizientesten möglich ist, unabhängig von der Bevölkerungsdichte im jeweiligen Land.

(2) Importzertifizierung, indirekte Landnutzungsänderungen, Emissionshandel

Die Leopoldina-Studie weist an zahlreichen Stellen darauf hin, dass die indirekten Landnutzungseffekte (ILUC) bei der Bewertung der Bioenergie zu berücksichtigen sind. Diesen Hinweisen ist zuzustimmen.

Irritierend ist allerdings, dass Biomasse-Importe als riskant bezeichnet werden, „solange nicht zuvor sichergestellt wird, dass (a) die importierte Biomasse aus nachhaltiger Produktion stammt, dass (b) die Importe nicht die Versorgung der Bevölkerung mit Nahrungsmitteln und anderen Gütern im exportierenden Land gefährdet und dass (c) die Importe im exportierenden Land nicht zu Umweltkonflikten (z. B. zu Entwaldung) führen“ (Kurzfassung, S. 7). Aus dieser Aussage lässt sich nämlich im Umkehrschluss ableiten, Biomasse-Importe (und damit auch ein weiterer Anstieg der Biomasse-Importe) seien unbedenklich, wenn sichergestellt wird, dass sie auf Flächen erzeugt werden, die nachhaltig und ohne Konflikte mit den Interessen der lokalen Bevölkerung bewirtschaftet werden.

Genau diese Argumentation war es, die vor einigen Jahren zum Aufbau einer Zertifizierung für Biomasseimporte geführt hat. Importeure müssen seither nachweisen, dass ihre Importe von unbedenklichen Flächen stammen. Im Kontext der Bioenergiepolitik wird diese Nachweispflicht genutzt, um zu suggerieren, der steigende Verbrauch importierter Bioenergie sei unter Nachhaltigkeitsaspekten unbedenklich.

Hierzu hat jedoch der Wissenschaftliche Beirat für Agrarpolitik bereits im Jahr 2008 ausführlich dargelegt, dass die Argumentation nicht schlüssig ist, weil sie die spezielle Problematik der *indirekten* Landnutzungseffekte vernachlässigt:

„Wichtig ist die Erkenntnis, dass sich solche indirekten Effekte einer umweltpolitischen Kontrolle weitgehend entziehen, weil sie über marktwirtschaftliche Anpassungen induziert werden (Steigerung der Weltagrarpreise) und somit weltweit stattfinden. Selbst wenn es gelingt, in einem bestimmten Land klimaschädliche Anpassungsmaßnahmen (z. B. Waldrodung, Intensivierung) durch strenge agrarumweltpolitische Maßnahmen zu unterbinden, ist damit das Risiko klimaschädlicher Anpassungsmaßnahmen nicht beseitigt. Die Nicht-Anpassung der Landwirtschaft in diesem Land führt zu einer weiteren Zuspitzung der Knappheitssituation auf den Weltagrarmärkten, und die weiter steigenden Weltagrarpreise führen zu umso stärkeren Anpassungsmaßnahmen in irgendeiner anderen Region der Welt. Dieser Mechanismus ließe sich nur in einer globalen, alle Sektoren umfassenden Klimaschutzstrategie wirksam unterbinden.“ (WBA, 2008, S. 180 ff.)

Der Beirat hat ferner ausgeführt, dass die Vorstellung einer erdumspannenden Zertifizierung aller Sektoren zwar eine nützliche Vision sei, aber auf absehbare Zeit fernab jeglicher Realisierungschance liege. Solange dies der Fall ist, bleibt kein anderer Ausweg, als die indirekten Landnutzungseffekte der Bioenergie pauschal anzulasten und dies bei der Ausgestaltung der Bioenergie-Politiken entsprechend zu berücksichtigen. De facto führt

dies dazu, dass die meisten landwirtschaftlichen Bioenergielinien im Vergleich zu anderen regenerativen Energien sowie anderen klimapolitischen Optionen ins Hintertreffen geraten.

Die Leopoldina-Studie suggeriert nun, dass die Agrarforschung hier demnächst bessere Lösungen herbeiführen kann, indem sie der Politik zuverlässigere Berechnungsgrundlagen an die Hand gibt: „Um die besten Lösungen zu finden, sind weitere Untersuchungen zu Treibhausgas-Emissionen in der Landwirtschaft nötig. Insbesondere gilt es, umfassende Lebenszyklus-Analysen der unterschiedlichen Produktionssysteme für Nahrungsmittel und für Bioenergie zu erstellen. Dabei sollen die Analysen auf Modellen basieren, die es erlauben, die durch Bioenergie verursachten globalen Treibhausgas-Emissionen umfassend und verlässlich zu ermitteln.“ (Kurzfassung, S. 13).

Diese Forderung geht am Stand des Wissens bezüglich der Modellierbarkeit (a) einzelner landwirtschaftlicher Produktionssysteme und Wertschöpfungsketten im globalen Kontext sowie (b) der globalen Marktverflechtungen der Weltagrarwirtschaft vorbei. Eine kraftschlüssige Integration beider Modellansätze, die zudem der Produktvielfalt im Agrarbereich und den unterschiedlichen Standortbedingungen der Landwirtschaft erdumspannend gerecht wird, ist nach allen Erfahrungen der vergangenen Jahrzehnte keine erfolgversprechende Option.

Ähnlich problematisch ist die Anregung der Leopoldina-Studie, die Landwirtschaft in ein Emissionshandels-Schema einzubeziehen (Kurzfassung, S. 13). Entsprechende Politikmaßnahmen setzen voraus, dass die Emissionen jedes einzelnen Emittenten justitiabel gemessen werden können. Dies lässt sich bei industriellen Großemittenten umsetzen, nicht jedoch für bäuerliche Betriebe, die mit naturnahen Produktionsverfahren standortangepasst wirtschaften. Für landwirtschaftliche Betriebe müssen deshalb Ersatzpolitiken installiert werden, deren Ansatzstellen eine Korrelation mit den tatsächlichen Emissionen aufweisen, aber einfach zu administrieren sind.

Selbst wenn es gelänge, die justitiable Messung der Emissionen vorzunehmen, bliebe die Einbeziehung der ILUC-Problematik ungelöst. Landwirte hätten ja durch den Emissionshandel einen Anreiz, die ihnen zugeteilten Emissionsrechte zu verkaufen und ihre Flächen zu extensivieren oder stillzulegen. Die dadurch entstehende Verknappung auf den Agrarmärkten führt zu Landnahme oder Intensivierung der Agrarproduktion an einer anderen Stelle der Welt, so dass es dort zu einem entsprechenden Anstieg der Emissionen käme.

(3) Kleine Ethanol-Biogas-Kombianlagen: Ökonomisch und ökologisch vertretbar?

Auf den Seiten 15/16 der Kurzfassung wird ausgeführt: „Biogas-Reaktoren lassen sich zudem vorteilhaft mit der Produktion von Ethanol koppeln. So kann eine Ethanol-Produktion aus Weizen oder Triticale ökonomisch und ökologisch vertretbar sein, wenn sie mit einer Biogas-Produktion zur Verwertung aller Nebenprodukte kombiniert wird.“ In Kapitel 2.11 der Langfassung wird unter der Überschrift „Best practice example: Combined production of ethanol and biogas“ die kombinierte Biogas- und Ethanol-erzeugung in landwirtschaftlichen Brennereien als klimapolitisch besonders effiziente Lösung angepriesen. Als Indikator hierfür wird die CO_{2äq}-Vermeidungsleistung je ha LF herangezogen.

In den Empfehlungen (Kurzfassung, S. 17) werden diese Aussagen insoweit relativiert, als u. a. der Zusatz „bevorzugt aus Rest- und Abfallstoffen“ eingeschoben und die Bewertung auf „begrenzt vertretbar“ herabgestuft wird. Nähere Erläuterungen zu dieser veränderten Nuancierung werden nicht gegeben. Offenbar haben die Autoren erst beim Schreiben der Empfehlungen festgestellt, welche Brisanz in ihrer vorstehend zitierten Aussage liegt: Die Kritik an der Produktion von Energiepflanzen auf landwirtschaftlichen Flächen, die sich durch die gesamte Leopoldina-Stellungnahme zieht, würde ja wie ein Kartenhaus zusammenfallen, wenn die kleinen Ethanol-Biogas-Kombianlagen tatsächlich „ökonomisch und ökologisch vertretbar“ wären. Der Staat bräuchte die Förderung der Bioenergie nur so umzustellen, dass anstelle spezialisierter Großanlagen kleine Kombianlagen gebaut werden, und alles würde gut.

Eine systematische Analyse und einige Überschlagrechnungen zeigen, dass dieser Königsweg nicht existiert. Zwar ist unbestritten, dass eine kleine Kombi-Anlage die Wärme aus der Biogasanlage ebenso wie die Schlempe aus der Ethanolanlage recht gut verwerten kann. Bei geschickter Planung von jeweils spezialisierten, größeren Anlagen können jedoch die Schlempe (in der Rinderfütterung) und die Wärme (z. B. als Prozesswärme) ebenfalls gut verwertet werden, und außerdem ist in Rechnung zu stellen, dass die kleinen Kombianlagen im Unterschied zu den größeren spezialisierten Anlagen die Vorteile der Größendegression weniger gut nutzen können. Es existiert also kein prinzipieller Vorteil der kleinen Kombi-Anlagen, sondern man muss rechnerisch prüfen, ob die Synergievorteile größer oder kleiner sind als die Größendegressions-Nachteile.

Eine Überschlagkalkulation des Thünen-Instituts für Betriebswirtschaft führt zu dem Ergebnis, dass die CO_{2äq}-Vermeidungskosten der kleinen Kombianlagen bei über 400 €/t liegen und somit um den Faktor 10 über jenen Kosten, welche durch andere klimapolitische Politikoptionen verursacht würden (vgl. WBA, 2008). Das betrifft auch klimapolitische Optionen innerhalb des Agrarsektors: Beispielsweise wären (a) die Produktion von Agrarholz auf ehemaligen, derzeitig ackerbaulich genutzten Moorflächen in Deutschland oder auch (b) der Import von Ethanol auf Basis von Zuckerrohr in Brasilien aus klimapolitischer Sicht wesentlich günstiger einzuschätzen als die kombinierte Biogas-Ethanol-Produktion in Deutschland.

Bezüglich CO_{2äq}-Vermeidungsleistung (t CO_{2äq}/ha) und Energieertrag (GJ/ha) haben die kleinen Kombianlagen möglicherweise geringfügige Vorteile gegenüber anderen Bioenergielinien in Deutschland, doch können die Bäume auch hier nicht in den Himmel wachsen. Selbst in dem hypothetischen Szenario, dass ganz Deutschland mit solchen Anlagen bedeckt wäre und alle Nahrungsmittel importiert würden (klimapolitische Hinweise zu ILUC s. o.), bliebe (a) der Beitrag zur Energieversorgung unter 20 % und (b) der Beitrag zum globalen Klimaschutz marginal.

(4) „Kapazitätskredit“: Freibrief für die Bioenergieförderung?

Die Leopoldina-Studie weist zu Recht darauf hin, dass die Bioenergie im Unterschied zur Wind- und Solarenergie keine witterungsbedingten Angebotsschwankungen aufweist, außerdem relativ gut speicherfähig ist und somit den fluktuierenden Bedarf an Energie zuverlässig abdecken kann. Somit attestiert die Studie der Bioenergie einen „wichtigen Kapazitätskredit“ (Kurzfassung, S. 12).

Welche Schlussfolgerungen aus diesem Hinweis hinsichtlich der Bioenergieförderung abzuleiten sind, lässt die Leopoldina-Studie weitgehend offen. In den Empfehlungen auf S. 17 findet sich der vage Hinweis: „Die Produktion von Biogas aus ‘Energiepflanzen’ sollte nur insoweit erfolgen als sie dazu beiträgt, ... den fluktuierenden Energiebedarf zu stabilisieren und zu optimieren.“ Hiermit eröffnet die Studie einen erheblichen Interpretationsspielraum: Wenn die Energiewende konsequent vollzogen werden soll und nur die Bioenergie in der Lage ist, die Angebotsschwankungen der anderen regenerativen Energien auszugleichen, ist dann der weitere Ausbau der Bioenergie nicht zwingend erforderlich? Diese Frage bleibt unbeantwortet, und wenn die insoweit alleingelassenen Leser (z. B. Politiker) sie mit ja beantworten, bricht die Fundamental-Kritik an der Bioenergie, die sich ansonsten durch die gesamte Leopoldina-Stellungnahme zieht, auch an dieser Stelle wie ein Kartenhaus zusammen.

Der Wissenschaftliche Beirat für Agrarpolitik hat den Aspekt „Speicherfähigkeit“ im Gutachten 2008 und in der Stellungnahme zur EEG-Novelle 2011 ebenfalls diskutiert. Er hat versucht, diesen wichtigen Aspekt hinsichtlich der Bioenergie-Politik einzuordnen, und ist dabei zu folgender Argumentationskette gelangt:

- In Anbetracht der Ressourcenknappheit (vgl. Kapitel 2) wird es, wenn überhaupt, nur zu extrem hohen Kosten und mit sehr hohen Nachteilen für andere Politikziele (Welt-ernährung, Klimaschutz) möglich sein, den Umstieg von der fossilen auf die regenerative Energieversorgung so auszugestalten, dass Bioenergie im Gleichschritt mit Solar- und Windenergie wächst. Sofern die Politik diesen Weg tatsächlich gehen möchte, ist ein massiver Anstieg der Bioenergie-Importe unausweichlich.
- Aus ökonomischer und ökologischer Sicht ist es wesentlich effizienter, (a) den Ausbau des Stromnetzes als Grundvoraussetzung für die Energiewende voranzutreiben, (b) hierbei vor allem auch die internationale Verbindung der Stromnetze zu verbessern und (c) zusätzlich leistungsfähige HGÜ-Leitungen für den effizienten Ferntransport von Strom zu bauen.
- Diese Infrastruktur bietet einen doppelten Vorteil: Erstens eröffnet sich Deutschland den Zugang zu einer regenerativen Energieversorgung, die mengenmäßig ausreichend und relativ kostengünstig ist (Solarstrom aus dem Süden, Windstrom aus dem Norden), und zweitens entsteht ein Netz, welches die regionalen Angebotsschwankungen der Wind- und Solarenergie ausgleichen kann (irgendwo in Europa scheint immer Sonne bzw. weht immer Wind) und Zugang zu einer Vielzahl effizienter Energiespeicher schafft (von den Batterien in der KFZ-Flotte bis zu ausländischen Pumpspeicherwerken).
- Der Aufbau dieser Infrastruktur kostet viel Geld. Daher ist es sinnvoll, die Energiewende nicht durch kostspielige Fördermaßnahmen zu belasten, die nur relativ kleine Beiträge zur Versorgungssicherung und zum Klimaschutz bieten. Die Biogasförderung belastet die deutsche Volkswirtschaft mit ca. 2 Mrd. Euro pro Jahr. Die Kosten der Photovoltaik-Politik liegen noch wesentlich höher, und die Beiträge zur Energieversorgung fallen gering aus, weil die Anlagen am falschen Standort stehen.
- Durch eine Rückführung der ineffizienten Förderpolitiken könnten finanzielle Spielräume geschaffen werden, um den Netzausbau schneller voranzutreiben. Der Netzaus-

bau ließe sich in wenigen Jahrzehnten bewältigen, und während dieser Zeit steht genügend Erdgas zur Verfügung, um Kraftwerke zum Ausgleich der Schwankungen im Wind- und Solarstromangebot zu betreiben. Der Umweg über die Biogasförderung ist also nicht nötig.

Selbst für den wenig wahrscheinlichen Fall, dass es mittelfristig zu einer extremen Verknappung und Verteuerung der fossilen Energieträger kommen sollte, wäre es nicht erforderlich, die staatliche Förderung einer grund- oder spitzenlastfähigen Bioenergieversorgung vorzusehen. Sollte sich nämlich auf dem Weg in die solar- und windbasierte Stromversorgung herausstellen, dass ein besonderer Mangel an Pufferkapazität für die sonnen- bzw. windarmen Tage besteht, so würde die Energiewirtschaft eine hinreichende Zahlungsbereitschaft für derartige Angebote entwickeln. Ob dann Biogas- oder Holz-basierte Lösungen zum Zuge kommen oder andere Anpassungsmaßnahmen auf der Angebots- oder Nachfrageseite (Pumpspeicherwerke, Wasserstoff-Konzepte, etc.), würde sich im Wettbewerb um die besten Lösungskonzepte herausstellen.

(5) Vorrang für Biokraftstoffe?

Die Leopoldina-Studie empfiehlt, die energetische Verwendung von Biomasse auf den Transportsektor zu konzentrieren, weil fossile Energieträger dort am schwersten zu substituieren sind (Schwerlastwagen, Flugzeuge, Lastschiffe). Zugleich wird gesagt, die Produktion und der Import von Bioethanol, welches auf Basis von Ackerfrüchten erzeugt wird, sei nicht zu empfehlen (Kurzfassung, S. 17) und das EU-2020-Konzept, das darauf abzielt, möglichst 10 % des Treibstoffs für Transportzwecke aus Biomasse bereitzustellen, solle überdacht werden (Kurzfassung, S. 13).

Hier stellt sich wiederum die Frage, ob man aus der Tatsache, dass in ferner Zukunft in einem bestimmten Segment der Energiewirtschaft (z. B. Luftverkehr) die Verwendung von Bioenergie besonders wahrscheinlich ist, die Empfehlung ableiten kann, die Förderung der Bioenergie solle heute bereits auf dieses Segment konzentriert werden. Diese Frage wurde bereits oben angesprochen (vgl. Ende des Kapitels 2). Es wurde herausgearbeitet, dass die Ableitung einer derartigen Empfehlung nicht schlüssig ist, wenn die Knappheit voraussichtlich erst nach einigen Jahrzehnten eintreten wird.

Sofern die Politik also zu der Einschätzung kommt, dass mittelfristig keine dramatischen Versorgungsgänge bei Flugbenzin, Schiffsdiesel oder beim Diesel für den Schwerlastverkehr zu erwarten sind, sollten sie die heutige Bioenergiepolitik konsequent an klimapolitischen Aspekten ausrichten. Wenn sich dabei herausstellt, dass die Substitution von fossiler Energie im Wärmebereich (z. B. Heizöl durch Holzhackschnitzel) zu geringeren CO_{2äq}-Vermeidungskosten und zu einer höheren CO_{2äq}-Vermeidungsleistung führt als die Substitution von fossiler Energie im Transportbereich, dann ist es volkswirtschaftlich und umweltpolitisch sinnvoller, die fossile Energie im Wärmebereich durch regenerative Energien zu substituieren und die verbleibenden fossilen Energien zunächst noch weiter im Transportbereich einzusetzen (vgl. WBA, 2011).

Ergänzend besteht allerdings die Notwendigkeit, forschungs- und technologiepolitische Vorkehrungen zu treffen, um die Volkswirtschaft auf die besondere Herausforderung in einem Segment der Energiewirtschaft (z. B. Luftverkehr) vorzubereiten. Das lässt sich aber nicht mit der heutigen Bioenergieförderung erreichen. Um beim konkreten Beispiel

zu bleiben: Wenn das Ziel besteht, den Luftverkehr im post-fossilen Zeitalter auf der Basis von Bioenergie zu betreiben, dann ist es für dieses Ziel ziemlich unerheblich, ob z. B. die Ethanolbeimischung an den PKW-Tankstellen heute auf 0, 3 oder 10 % festgelegt wird.

(6) Toxizität der Emissionen, die bei der Verbrennung von Kraftstoffen entstehen

Bezüglich der Verbrennungsprozesse wird ausgeführt, die Verbrennung von Biokraftstoffen sei „ein wesentlich komplexerer Prozess“ als die Verbrennung von herkömmlichem Benzin oder Dieselöl. Es sei zu erwarten, dass „die Entstehung von zum Teil toxischen Nebenprodukten (Aldehyde, Schwefel- und Stickstoffverbindungen) bei der Verbrennung von Biokraftstoffen gegenüber konventionellen Kraftstoffen deutlich höher sein wird“ (Kurzfassung, S. 16). Diese Ausführungen sind teilweise unzutreffend.

Als Substitut zum Benzin kommt im Wesentlichen Ethanol in Frage. Dabei handelt es sich um einen sehr genau definierten Stoff, der bei der Verbrennung wohl kaum zu den genannten toxischen Nebenprodukten führen kann.

Auch für Biodiesel ist die Aussage faktisch nicht zutreffend. Dieser Kraftstoff ist praktisch schwefelfrei, so dass auch bei der Verbrennung kaum Schwefelverbindungen entstehen können; die Grenzwerte von jeweils 10 ppm sowohl für Dieselkraftstoff als auch Biodiesel werden von den auf dem Markt erhältlichen Produkten deutlich unterschritten. Zu den Aldehyden (und auch zu den in der Studie nicht genannten weiteren Abgaskomponenten wie den polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen und Partikeln) gibt es umfangreiche motorische Untersuchungen (z. B. MUNACK et al., 2010; SCHAAK, 2012), die belegen, dass Biodiesel nicht zu höheren Emissionen führt. Hinsichtlich der Emission von Stickstoffoxiden sind bei Biodiesel bei der Mehrzahl der Motoren geringe Erhöhungen der Emissionen zu beobachten. Moderne Abgasreinigungsverfahren, wie SCR-Systeme, sind aber in der Lage, diese Rohemissionen auf die gesetzlich zulässigen Grenzwerte zu reduzieren, so dass nicht von erhöhten Stickstoffoxidemissionen gegenüber mineralischem Dieselkraftstoff auszugehen ist. Dies gilt auch für die derzeit üblichen Kraftstoffgemische mit 7 % Biodieselanteil.

Die „hohe strukturelle Heterogenität“ von Biodiesel, auf die in der Leopoldina-Studie hingewiesen wird, relativiert sich ebenfalls, wenn man im Vergleich mineralische Dieselmotoren aus unterschiedlichen Herkunftsregionen betrachtet.

(7) Potenziale einer nachhaltigen Forstwirtschaft

Angesichts der Tatsache, dass (a) der Großteil der Bioenergie traditionell aus den Waldflächen stammt, (b) die globale Waldfläche mehr als doppelt so groß ist wie die globale Ackerfläche und (c) die Ackerflächen zum allergrößten Teil für die Erzeugung von Nahrungsmitteln benötigt werden, ist es verdienstvoll, dass sich die Langfassung der Leopoldina-Studie ausführlich mit den Potenzialen der Forstwirtschaft für den Bioenergie-Sektor auseinandersetzt.

Aus der Studie lässt sich die Gesamtaussage herauslesen, dass die Potenziale des Waldes für die Energieerzeugung national wie auch global als sehr begrenzt eingeschätzt werden. Es ist jedoch anzumerken, dass (a) zur weitaus wichtigsten Bioenergiequelle der Welt

keine expliziten Empfehlungen abgegeben werden und (b) nicht systematisch geprüft wurde, ob hinsichtlich dieser Bioenergiequelle Expansionspotenziale realisiert werden können. An diversen Textstellen wird herausgearbeitet, dass infolge der gestiegenen Holzpreise eine Übernutzung des Waldes droht und dass Veränderungen des Produktionssystems (z. B. Kalkung) zu unerwünschten Effekten führen würden. Der umgekehrte Blickwinkel, nämlich eine systematische, umfassende und vorurteilsfreie Analyse zu möglichen Anpassungsmaßnahmen und ihren Wirkungen, kommt zu kurz.

Die pessimistische Gesamtaussage ist zu einem gewissen Teil auch darauf zurückzuführen, dass einige der getroffenen Annahmen tendenziell am unteren Ende des tatsächlichen Leistungsspektrums angesiedelt wurden. Das betrifft eine Reihe von kleineren Punkten, beispielsweise:

- In der Studie wird davon ausgegangen, der CO₂-Aufwand in der forstlichen Produktion liege bei 10 % der im Holz gespeicherten C-Menge, umgerechnet in CO₂. Die vom Thünen-Institut ermittelten Ökobilanzen kommen zu deutlich günstigeren Werten.
- Es wird behauptet, in der Forstwirtschaft werde „im Augenblick eine Senkung der Umtriebszeit der Wälder von 125 auf 60 Jahre ... angestrebt“. Diese Aussage ist unseres Wissens durch nichts belegt.
- Zur Kalkung im Wald wird zu Recht ausgeführt, diese könne zur Emission klimaschädlicher Gase wie Lachgas führen. Ob und in welchem Umfang dieses aber geschieht, ist abhängig vom Ausgangsbestand und der Humusaufgabe. Und selbst im Falle von klimaschädlichen Emissionen aufgrund von Kalkung darf nicht gefolgert werden, dass die Nettowirkung der Maßnahme Kalkung grundsätzlich klimaschädlich sei. Die Nettowirkung hängt von der Referenz ab, also der Situation ohne Kalkung. Würde ein Bestand ohne Kalkung seinen Zuwachs verlieren, ist der durch Kalkung erreichte Zuwachs als CO₂-Senke den Emissionen aus der Kalkung gegenzurechnen. Bei einer umfangreichen Analyse der Wirkung unterschiedlicher Waldbewirtschaftungsmaßnahmen konnte MUND (2011) keine eindeutige negative oder positive Wirkung der Bestandeskalkung auf den Boden-Kohlenstoffvorrat nachweisen.

4 Literatur

- BIOÖKONOMIERAT (2011): Nachhaltige Nutzung von Bioenergie. Empfehlungen des Bioökonomierats. Berlin
- CRUTZEN PJ, MOSIER AR, SMITH KA, WINIWARTER W (2007): N₂O release from agro-biofuel production negates global warming reduction by replacing fossil fuels. Atmos. Chem. Phys. Discuss., 7, 11191-11205
- FRITSCH U, WIEGMANN K (2008): Treibhausgasbilanzen und kumulierter Primärenergieverbrauch von Bioenergiekonversionspfaden unter Berücksichtigung möglicher Landnutzungsänderungen; URL: http://www.wbgu.de/fileadmin/templates/dateien/veroeffentlichungen/hauptgutachten/jg2008/wbgu_jg2008_ex04.pdf; Abrufdatum: 30.08.2012
- EIDE A (2008): The right to food and the impact of liquid biofuels (agrofules). FAO, Rome
- MUNACK A, PABST C, SCHAACK J, SCHMIDT L, SCHRÖDER O, KRAHL J, BÜNGER J (2010): Fuel and Technology Alternatives for Buses – Measurements with NExBTL and Jatropha Oil Methyl Ester in a Euro III Heavy Duty Engine. Project report for the Advanced Motor Fuels Implementing Agreement of the International Energy Agency (IEA), 61 S.
- MUND M (2011): Kohlenstoffvorräte in (Buchen-)Wäldern und deren Beeinflussung durch forstliche Bewirtschaftung. Vortrag Fachkolloquium „Wald und Klima“ in Erfurt, 16.02.2011.
http://www.thueringen.de/imperia/md/content/folder/aktuelles/kolloquiumwaldundklima160211/20110216_mmund_c_wald_internet.pdf
- NATIONALE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN LEOPOLDINA (2012): Bioenergie – Möglichkeiten und Grenzen. Halle (Saale)
- OECD (2007): Biofuels for transport: Policies and possibilities. OECD Policy Brief, Paris
- RAJAGOPAL D, ZILBERMAN D (2007): Review of environmental, economic and policy aspects of biofuels. The World Bank, Policy Research Paper 4341
- SACHVERSTÄNDIGENRAT FÜR UMWELTFRAGEN (2007): Klimaschutz durch Biomasse. Sondergutachten, Berlin
- SCHAACK J (2012): Emissionen aus der dieselmotorischen Verbrennung von Pflanzenölen und deren Estern sowie synthetischen Kraftstoffen unter besonderer Berücksichtigung der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe. Dissertation an der Technischen Universität Braunschweig, Fakultät für Lebenswissenschaften. Cuvillier-Verlag, Göttingen
- WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT FÜR AGRARPOLITIK BEIM BMELV (WBA) (2008): Nutzung von Biomasse für die Energiegewinnung – Empfehlungen an die Politik. Berichte über Landwirtschaft, Sonderheft 216

WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT FÜR AGRARPOLITIK BEIM BMELV (WBA) (2011): Förderung der Biogaserzeugung durch das EEG. Stellungnahme zur geplanten Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes. Berlin

WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT DER BUNDESREGIERUNG GLOBALE UMWELTVERÄNDERUNGEN (2008): Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung