

Biokraftstoffe in der  
Europäischen Union  
und indirekte  
Landnutzungsänderungen

Eine Bestandsaufnahme  
wissenschaftlicher Studien  
und politischer Vorschläge

Steffen Noleppa  
Harald von Witzke



---

# **Biokraftstoffe in der Europäischen Union und indirekte Landnutzungsänderungen**

## **Eine Bestandsaufnahme wissenschaftlicher Studien und politischer Vorschläge**

**Steffen Noleppa**

agripol – network for policy advice GbR

**Harald von Witzke**

Humboldt-Universität zu Berlin

### **Inhalt**

Abkürzungsverzeichnis .....	iii
Zusammenfassung .....	iv
1 Problemstellung und Zielsetzung .....	1
2 Diskussion der genutzten Methoden und Modelle .....	3
3 Diskussion der vorhandenen Daten und Informationen .....	8
4 Diskussion der getroffenen Annahmen .....	11
5 Diskussion der Szenarien und Ergebnisse .....	16
6 Schlussfolgerungen für die politische Entscheidungsfindung .....	20
Literaturverzeichnis .....	24

## Danksagung

Diese Expertise wurde durch den Bundesverband der deutschen Bioethanolwirtschaft (BDB<sup>E</sup>) initiiert. Dafür unseren Dank. Die Ergebnisse und getroffenen Aussagen dieser Expertise obliegen allein der Verantwortung der Autoren und wurden in keiner Weise durch den Initiator des Projekts beeinflusst.

## Abkürzungsverzeichnis

- BDB<sup>E</sup> – Bundesverband der deutschen Bioethanolwirtschaft
- BLE – Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
- CGE – Computable General Equilibrium (Model)
- COSIMO – Commodity Simulation Model
- EC – European Commission
- EU – Europäische Union
- FAO – Food and Agriculture Organization
- FNR – Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe
- FQD – Fuel Quality Directive
- IFPRI – International Food Policy Research Institute
- ILUC – Indirect Land Use Change(s)
- JRC – Joint Research Center
- LUC – Land Use Change(s)
- MIRAGE – Modeling International Relationships in Applied General Equilibrium
- OECD – Organization for Economic Cooperation and Development
- OVID – Verband der ölsaatenverarbeitenden Industrie in Deutschland
- PEM – Partial Equilibrium Model
- RED – Renewable Energy Directive
- THG – Treibhausgas(e)
- UN – United Nations

## Zusammenfassung

Diese Expertise setzt an der öffentlichen Diskussion des Für und Wider der Determinierung sogenannter ILUC-Faktoren für Biokraftstoffe an. ILUC-Faktoren sollen Treibhausgasemissionen erfassen, die entstehen könnten, wenn aus Gründen der globalen Ernährungssicherung angenommen wird, dass zum Ersatz von zu Biokraftstoffen verarbeiteten Agrarrohstoffen auf neuen Agrarflächen Lebens- bzw. Futtermittel erzeugt werden. Dazu werden neuere prospektive wissenschaftliche Studien zu diesem Thema ausgewertet. Kriterien sind die genutzten Methoden und Modelle, die vorhandenen Daten und Informationen, die getroffenen Annahmen und die erzielten Ergebnisse. Zudem werden politische Vorschläge, die auf diesen Studien beruhen, bewertet.

Die in den untersuchten Studien genutzten agrarökonomischen Modelle sind wissenschaftlich akzeptiert. Sie weisen einen hohen Detailgrad auf. Dennoch stellen sie nur eine Vereinfachung komplexer Realität dar. Diese Modelle werden in den verschiedenen Analysen jedoch mit anderen Methodentools verlinkt. Diese anderen Tools und deren Verlinkungen bedürfen noch einer konsequenten Weiterentwicklung, um einen Akzeptanzgrad zu erreichen, wie er den agrarökonomischen Modellen bereits eigen ist.

Transparent beschrieben sind die genutzten Daten und Informationen für die Umtersetzung der agrarökonomischen Modelle. Die Daten und ihre Quellen sind seit langem bewährt und Teil der Anerkennung, die diese Modelle in der wissenschaftlichen Öffentlichkeit gewonnen haben. Die Qualität der außerhalb der agrarökonomischen Modelle genutzten Informationen ist hingegen vergleichsweise schlecht. Das bedingt, dass die zu kalkulierenden ILUC-Faktoren als sehr unsicher und kaum belastbar eingeschätzt werden müssen. In vielen Fällen dürfte sogar eine Überhöhung der so ermittelten ILUC-Faktoren das Resultat vollzogener Datengenerierung sein.

Das soeben geäußerte Argument der Ausweisung vergleichsweise hoher ILUC-Faktoren kann auch auf die getroffenen Annahmen zurückgeführt werden. Es finden sich zahlreiche Hinweise darauf, dass die im Endeffekt berechneten THG-Emissionen in den definierten Annahmen begründet liegen.

Die Argumente zu den Modellen und Methoden, Daten und Informationen sowie Annahmen lassen bereits den Schluss zu, dass trotz sorgfältiger wissenschaftlicher Vorgehensweise in den untersuchten Arbeiten, insbesondere in den Studien des IFPRI und des JRC, noch mit erheblichen Unsicherheiten der Analyse zu rechnen ist. Diese Unsicherheit offenbart sich dann auch in den erzielten Ergebnissen. Die ausgewerteten Studien liefern als Ergebnis lediglich einen Raum von Möglichkeiten, in dem sich die durch die Herstellung von Biokraftstoffen in der EU ausgelösten LUC und die resultierenden ILUC-Faktoren finden lassen könnten, wobei anzumerken ist, dass eher der „obere Rand“ dieses Raumes ausgelotet wird.

Die untersuchten Studien sind aus wissenschaftlicher Sicht weiterzuentwickeln. Selbst die Autoren der analysierten Studien plädieren für eine solche substanzielle Weiterentwicklung. Vor diesem Hintergrund ist der politische Umgang mit den wissenschaftlichen Arbeiten zu beanstanden. Die aktuelle, junge ILUC-Forschung erlaubt keine belastbaren Angaben, z.B. zu ILUC-Faktoren. Die Expertise zeigt aber, dass mit kleineren ILUC-Werten als ausgewiesen gerechnet werden kann.





## 1 Problemstellung und Zielsetzung

Sowohl die Europäische Union (EU) als auch Deutschland haben ehrgeizige energiepolitische Ziele. So soll bis zum Jahr 2020 neben der generellen Senkung des Energieverbrauchs auch eine Deckung des Energiebedarfs aus erneuerbaren Energien von 20 % erreicht werden (vgl. z.B. EC, 2012a; FNR, 2012). Erneuerbare Energien sollen dabei ursprünglich u.a. 10 % des hiesigen Kraftstoffverbrauchs auffangen. In der gesamten EU sollen mit erneuerbaren Energien 20 % der Emissionen an Treibhausgasen (THG) vermieden werden, in Deutschland sogar 40 % (vgl. wieder EC, 2012a; FNR, 2012). Das sind sehr ambitionierte und vor allem klimapolitisch motivierte Zielsetzungen, die die Volkswirtschaften in der EU vor enorme Herausforderungen stellen. Diesen Herausforderungen stellt sich auch und im Besonderen die Bioethanolwirtschaft, und sie wurde dabei bislang von der Politik, zumal in Deutschland, unterstützt.

Trotz dieser gesellschaftlichen Zielvorgaben ist in der öffentlichen Diskussion und auch in der politischen Debatte zu beobachten, dass der Biokraftstoffsektor in der EU, und gerade auch die Bioethanolbranche in Deutschland, unter zunehmenden Druck geraten. Besonders häufig werden die folgenden Argumente vorgebracht (vgl. u.a. Searchinger, 2013):

- Flächen für die Energiepflanzenproduktion würden nicht für die Erzeugung von Nahrungs- und Futtermitteln zur Verfügung stehen; Landnutzungsänderungen (im Folgenden Land Use Changes = LUC) wären die Folge.
- Auch die Versorgung mit Agrarrohstoffen würde dadurch knapper werden.
- Dieses würde schließlich nicht nur die Agrarpreise nach oben treiben und so das Problem des Hungers insbesondere in den Entwicklungsländern verschärfen, sondern parallel dazu auch zu so genannten indirekten Landnutzungsänderungen (im Folgenden: Indirect Land Use Changes = ILUC) führen.

Gerade die Auswirkungen von ILUC werden derzeit vielfach und sehr kontrovers diskutiert: Konkret geht es um die Frage, welche quantitative Bedeutung der Erzeugung von Biokraftstoffen für solche ILUC, die als besonders relevant für Emissionen von Treibhausgasen (THG) angesehen werden müssen (vgl. Stern, 2007), zukommt und ob sich daraus ein politischer Handlungsbedarf ableiten lässt:

- Auf der einen Seite werden politische Signale hör- und sichtbar. Der Vorschlag der Europäischen Kommission (EC, 2012b) steht im Raum, wonach in einem EU-Kontext ILUC-Faktoren als Nachhaltigkeitskriterium in entsprechende Richtlinien wie die Renewable Energy Directive (RED) und die Fuel Quality Directive (FQD) aufzunehmen sind. Regenwaldrodungen, Umwidmungen von Graslandschaften in Ackerland sowie andere LUC und der dadurch realisierte Ausstoß von THG würden durch einen solchen Faktor direkt der Erzeugung von Bioethanol und auch Biodiesel in der EU zuge-

schrieben. Begründet wird dieses mit Erkenntnissen neuerer wissenschaftlicher Studien.

- Demgegenüber steht die Argumentation der verschiedenen Bioenergie produzierenden Sektoren bzw. ihrer Verbände, wonach die den politischen Signalen zugrunde liegenden wissenschaftlichen Studien noch nicht belastbar genug wären und die politische Entscheidungsfindung, einen ILUC-Faktor zu implementieren, demnach teilweise willkürlich und in jedem Fall verfrüht sei (vgl. u.a. Grain-Club, 2013; OVID, 2013).

Diese Expertise setzt an diesem Spannungsfeld der öffentlichen Diskussion des Für und Wider eines ILUC-Faktors an. Dazu werden maßgebliche neuere wissenschaftliche Studien zu diesem Thema ausgewertet. Dabei handelt es sich um die Arbeiten des International Food Policy Research Institute (IFPRI), dokumentiert in Laborde (2011), des Joint Research Center (JRC), dokumentiert in Heiderer et al. (2010) und Marelli et al. (2011), und der European Commission (EC), dokumentiert in EC (2012a). Diese Studien sollen im Folgenden aus einer *agrarökonomischen* Perspektive heraus untersucht werden, und es sollen deren Stärken und Schwächen herausgearbeitet werden. Dazu werden zunächst vier Zielfragen formuliert:

1. Welche Aussagen lassen sich für die jeweils genutzten Methoden und Modelle treffen?
2. Welche Daten werden genutzt und sind die entsprechenden Informationen zuverlässig?
3. Welche grundlegenden Annahmen mussten getroffen werden und wie realistisch sind die Annahmen bzw. gründen sie auf wissenschaftlichen Standards?
4. Welche Szenarien werden berechnet und wie realitätsbezogen sind die mit den Szenarien berechneten Ergebnisse einzuschätzen?

In der Gesamtschau auf die Antworten zu diesen vier Fragen soll mit dieser Expertise schließlich eine fünfte, zentrale Zielfrage beantwortet werden:

5. Inwieweit lassen sich die methodischen Grundlagen und empirischen Ergebnisse der Studien zu ILUC und die zugrunde liegenden (Un-)Sicherheiten für politische Entscheidungen nutzen, und können die bereits vorgeschlagenen politischen Optionen zu ILUC-Faktoren für Biokraftstoffe damit eigentlich ausreichend begründet werden?

Die Analyse ist entsprechend strukturiert, wenngleich nicht alle fünf Fragen immer scharf voneinander getrennt werden können. Mit den folgenden Kapiteln werden die Methoden und Modelle der Studien diskutiert (Kapitel 2), die Daten und Informationen erörtert (Kapitel 3), die getroffenen Annahmen beurteilt (Kapitel 4) und die Szenarien sowie daraus resultierende Ergebnisse bewertet (Kapitel 5); ab-

schließlich werden Implikationen für die konkret anstehende politische Entscheidungsfindung gezogen (Kapitel 6). Bezüge zur Produktion von Bioethanol in der EU stehen bei den Diskussionen, wann immer möglich, im Vordergrund und werden bei gegebener Relevanz entsprechend herausgehoben.

## 2 Diskussion der genutzten Methoden und Modelle

Begonnen werden soll die Diskussion mit den Arbeiten des IFPRI, die in Laborde (2011) münden, denn diese Studie ist Basis auch für die zu analysierenden Arbeiten des JRC und der EC. Die entsprechenden Methoden des IFPRI haben eine lange Tradition. Den zentralen Kern bildet das „Modeling International Relationships in Applied General Equilibrium“ (MIRAGE)-Modell. MIRAGE ist ein seit mindestens zehn Jahren in der agrarökonomischen Forschung sehr erfolgreich genutzter Computable General Equilibrium (CGE)-Ansatz (vgl. Hedi-Bchir et al., 2002). Solche CGE-Ansätze sind ganz allgemein gesagt ein anerkannter wissenschaftlicher Standard und werden für zahllose agrarökonomische Fragestellungen erfolgreich genutzt, insbesondere wenn es darum geht, Wechselwirkungen zwischen Regionen und verschiedenen Volkswirtschaftssektoren abzubilden. Insofern ist die Wahl eines solchen Ansatzes auch für eine Abbildung von Aspekten der Bioenergiepolitik in der EU und anderswo, die nicht nur den landwirtschaftlichen Sektor betrifft, zunächst einmal grundsätzlich als zweckmäßig anzusehen.

Der genutzte MIRAGE-Ansatz in Laborde (2011) ermöglicht vor diesem Hintergrund eine ausreichend gute regionale Abdeckung und hat für ein CGE eine recht große Tiefe hinsichtlich der analysierbaren Sektoren aufzuweisen; eine Tiefe, die in vielen anderen CGE-Modellen nicht vorhanden ist. Das wird möglich, weil das Basis-MIRAGE-Modell um eine Komponente „Biofuels“ erweitert wurde. Alle wesentlichen Subsektoren der Erzeugung von Biokraftstoffen werden abgebildet. Aus Sicht der Erzeugung von Bioethanol in der EU ist freilich auf die de facto fehlende Separierung der Nutzung von Zuckerrüben bzw. Zuckerrohr auf der Marktebene hinzuweisen, denn beide Rohstoffe werden – im Gegensatz zu Verarbeitungsprodukten – eigentlich nicht gehandelt. Aber das ist ein grundsätzliches Problem in der agrarökonomischen Marktmodellierung, welches vor allem den spezifischen Substitutionsbeziehungen auf dem Rohzuckermarkt und deren Abbildung in Marktmodellen geschuldet ist (vgl. z.B. auch Noleppa und Hahn, 2013).

Wie jedes ökonomische Modell, so ist natürlich auch das MIRAGE-Modell eine Vereinfachung der realen Komplexität. Der Autor stellt dies unmissverständlich klar und weist auf für die zu berechnenden Ergebnisse besonders relevante Simplifizierungen hin. Hinterfragt werden muss, ob diese Simplifizierungen im konkreten Fall der möglichst zutreffenden Abbildung von Wirkungen der Biokraftstoffherzeugung zielführend sind. Dabei sind aus unserer Sicht vor allem drei Aspekte erwähnenswert:

- Mit dem in Laborde (2011) genutzten Instrumentarium werden zum einen eigentlich gar keine ILUC-Effekte ausgewiesen, sondern nur LUC-Effekte. Der Autor sieht das selbst als eine entscheidende Modelllimitation an. ILUC-Effekte lassen sich durch den aufmerksamen Leser nur indirekt ableiten, etwa wenn eine zusätzliche Inanspruchnahme von bislang naturbelassenen Flächen als Ackerland thematisiert bzw. ausgewiesen wird.
- Zum anderen werden einige kritische Modellvariablen nicht ausreichend regional differenziert. Das trifft z.B. auf die Grundrenten (die Entlohnung des Faktors Boden) zu: Je so genannter agrarökologischer Zone werden in allen Regionen gleiche, d.h. konstante Grundrenten unterstellt. Das trifft aber auch auf viele der zentralen Elastizitäten und damit die der Methode zugrundeliegenden mathematischen Funktionen und Rechenalgorithmen zu.
- Und schließlich erlaubt die Methode keine ausreichende Spezifikation von Technologien des Pflanzenbaus, die (a) Mehrfachernten pro Jahr ermöglichen und/oder (b) Fruchtfolgeentscheidungen über die Zeit abdecken. Das regional jeweils dargestellte Agrarsystem ist also – bildlich gesprochen – vergleichsweise unflexibel, und das limitiert natürlich den Aussagegehalt von Ergebnissen, die sich, wie hier, auf einen vergleichsweise langen Zeithorizont bis 2020 beziehen bzw. wäre bei deren Interpretation entsprechend zu berücksichtigen. Wie wichtig solche Sachbezüge gerade im Hinblick auf die Bioenergieproblematik sind, d.h. welche Flächenkompensationen davon ausgehen können, haben Langeveld et al. (2013) erst kürzlich aufgezeigt.

Hinzuweisen ist zusätzlich auf eine von MIRAGE abgekoppelte methodische Besonderheit in Laborde (2011), deren konkrete Anwendung die Ergebnisse nicht unwesentlich mit bestimmt. Um die von dem Autor klar benannten Unsicherheitsfaktoren der Analyse (dazu später mehr im Kapitel 4) zu minimieren, wird mittels so genannter Monte-Carlo-Simulationen versucht, diese Unsicherheit zu demaskieren. Das heißt, für verschiedene zentrale Modellvariablen bzw. -parameter werden Niveau und Wahrscheinlichkeiten der Abweichung von diesem Niveau, also mögliche Ausprägungen der Indikatoren, vorgegeben. Diese Ausprägungen werden dann mit einem randomisierenden Verfahren für die verschiedenen Variablen und/oder Parameter kombiniert. Man erhält schließlich Häufigkeitsverteilungen für aus diesen Kombinationen resultierende Niveaus der Zielvariablen wie z.B. Landnutzungsveränderungen und CO<sub>2</sub>-Emissionen. Das Vorgehen ist üblich und in der Agrarökonomie vielfach probat. Die Methode ist an sich also weitgehend kritiklos; gleichwohl ist die konkrete Ausführung zu hinterfragen (siehe hierzu Kapitel 4).

Heiderer et al. (2010) und Marelli et al. (2011) verwerten zunächst die durch MIRAGE erzeugten, d.h. mit einem erprobten agrarökonomischen Modell generierten, Daten. Dabei kombinieren die Autoren zum einen den agrarökonomischen Ansatz aus Laborde (2011) mit einem am ehesten als „bio-physikalisch“ zu benennenden, also grundsätzlich naturwissenschaftlich determinierten, Modell, das von den Autoren

selbst als „Spatial Allocation Procedure“ bezeichnet wird. Ziel ist es offenbar, kleinräumige LUC-Veränderungen (und damit CO<sub>2</sub>-Emissionseffekte) infolge von Veränderungen der Marktgegebenheiten, wie sie auch eine Bioenergienachfrage darstellt, zu bestimmen. Zum anderen werden die so akzentuierten MIRAGE-Ergebnisse mit entsprechend akzentuierten Ergebnissen eines anderen agrarökonomischen Modells verglichen, dem bekannten AGLINK–Commodity Simulation Model (COSIMO)-Ansatz.

Bevor die eigentliche „Innovation“ der Arbeiten von Heiderer et al. (2010) und Marelli et al. (2011) diskutiert werden soll, ist auf einige grundsätzliche Eigenschaften von AGLINK-COSIMO (vgl. hierzu auch Vannuccini, 2009) einzugehen (eine wiederholte Diskussion der auch hier relevanten methodischen Pros und Cons zu MIRAGE erfolgt nicht noch einmal; zu verweisen ist auf die bereits vorgebrachten Argumente weiter oben):

- Es handelt sich dabei um ein so genanntes dynamisches „Partial Equilibrium Model“ (PEM), also ebenfalls um ein Gleichgewichtsmodell. Im Gegensatz zu CGE-Ansätzen bilden PEM-Konzepte den Agrarsektor i.d.R. detailgenauer ab (für einen grundsätzlichen Vergleich von CGE- und PEM-Ansätzen siehe z.B. McCalla, 2010). Explizit werden Angebot, Nachfrage und Außenhandel für einzelne interdependente Agrarmärkte und Agrarregionen abgebildet. Diese Detailgenauigkeit wird auch im Vergleich deutlich: Wo MIRAGE nur elf Regionen abbildet, sind es mit AGLINK-COSIMO doppelt so viele Regionen bzw. über 40 Einzelländer oder Subregionen; und wo MIRAGE nur sieben (für die Bioenergieerzeugung relevante) Märkte thematisiert, sind in AGLINK-COSIMO 40 Produktmärkte explizit enthalten. Das ermöglicht eine deutlich bessere Abbildung von Wechselwirkungen und Marktinterdependenzen im Agrarbereich. Allerdings geht das im Allgemeinen zu Lasten der Abbildung von Wechselwirkungen des Agrarsektors mit anderen Volkswirtschaftssektoren, so auch hier. Das erschwert einerseits die Integration des Sektors zur Herstellung von Biokraftstoffen in den Modellansatz, macht ihn andererseits aber auch nicht unmöglich.
- In der Tat ist das konkrete PEM in der wissenschaftlichen Forschung sehr anerkannt und gelangt häufig zum Einsatz, auch bei der Abbildung von Bioenergieaspekten. So basieren z.B. die jährlichen Prognosen der Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) und der Food and Agriculture Organization (FAO), zuletzt veröffentlicht in OECD und FAO (2013), auf diesem Modellansatz. Viele andere PEM-Konzepte in der agrarökonomischen Forschung nutzen darüber hinaus Daten und/oder strukturelle Inhalte aus AGLINK-COSIMO, so auch Modelle der Autoren dieser Expertise (vgl. u.a. Noleppa und Hahn, 2013; Noleppa und von Witzke, 2013).

Aus agrarökonomischer Perspektive kann deshalb festgehalten werden: Das zusätzlich von JRC genutzte und vor allem in Heiderer et al. (2010) hinreichend ge-

nau beschriebene und thematisierte Modell AGLINK-COSIMO stellt eine solide und profunde methodische Grundlage für die untersuchte Fragestellung dar.

Dieser als wissenschaftlicher Standard zu bezeichnende Ansatz von MIRAGE bzw. AGLINK-COSIMO wird dann durch JRC, wie bereits erwähnt, mit einer „Spatial Allocation Procedure“ verbunden, die zunächst einmal eine interessante wissenschaftliche Innovation darstellt, jedoch noch keine sehr weite Verbreitung gefunden hat, also noch keinen wissenschaftlichen „Standard“ repräsentiert. Aus unserer Sicht ist die wissenschaftliche Forschung auch noch weit davon entfernt, hier einen allgemein anerkannten Standard zu etablieren. Das soll an folgenden Sachverhalten festgemacht werden:

- Grundsätzlich ist es mit dem gewählten Verfahren möglich, auf kleinräumige Auswirkungen zu schließen, die durch großflächig wirksame politische Maßnahmen oder durch andere globale Herausforderungen auf Agrarmärkten ausgelöst werden. Das kann z.B. für die Identifizierung besonders vulnerabler Gebiete für bestimmte Problembereiche, etwa im Kontext von Bodenerosion, Biodiversität, Klimaanpassung, etc., eine wichtige Information darstellen. Gleichwohl ist zu fragen, ob dieses bio-physikalische Runterbrechen großräumiger Informationen (MIRAGE und AGLINK-COSIMO bieten eigentlich nur Daten auf nationaler und supra-nationaler Ebene an) für den hier konkret interessierenden Fall der Bestimmung von LUC bzw. ILUC und den daraus resultierenden THG-Emissionen bzw. eines dann wieder hochaggregierten ILUC-Faktors wirklich notwendig und zielführend ist. Um einen Vergleich zu bemühen: In der Agrarökonomie könnte man z.B. überlegen, die aggregierten Marktreaktionen aller einzelnen Landwirtschaftsbetriebe in Deutschland und anderswo (die einzeln modelliert werden müssten) in Beziehung zu setzen zu den daraus resultierenden Entwicklungen des Weltmarktpreises für Weizen, der allerdings i.d.R. ab Hafen am Golf von Mexiko gemessen wird. Technisch ist das mit den zur Verfügung stehenden Rechenalgorithmen sicherlich möglich, doch ist das auch wirklich zielführend?
- Um es klar zu benennen: Die Innovation „Spatial Allocation Procedure“ des JRC soll angesichts der heutigen technischen Möglichkeiten und Datenverfügbarkeit nicht in Frage gestellt werden, und sie lässt sich sicherlich legitimieren, wenn es um die Beantwortung vieler kleinräumiger Fragestellungen geht. Bei der Bestimmung von LUC und am Ende hochaggregierten ILUC-Faktoren, etwa für die EU, ist das jedoch ein methodisches „overshooting“. Das wird auch daran deutlich, dass es selbst den Autoren am Ende ihrer methodisch sehr komplex beschriebenen Vorgehensweise wieder angeraten erscheint, die eigentlich kleinräumig generierten Ergebnisse lediglich auf einem hochaggregierten nationalen und supra-nationalen Niveau anzugeben und zu diskutieren. Unklar bleibt also, warum – im Sinne der Ziele der JRC-Studien – diese Prozedur eigentlich Anwendung fand.

- Abgesehen von der so letztendlich produzierten Scheingenauigkeit sei aus methodischer Sicht darauf hingewiesen, dass die Umsetzung der konkreten „Spatial Allocation Procedure“ es per se erfordert, dass sehr viele kleinräumige Datenpakete miteinander verknüpft werden, die alle unterschiedliche Raumraster und Zeitbezüge haben. Die Autoren weisen in diesem Zusammenhang auf eine Vielzahl zu schließender methodischer Kompromisse hin. Diese Kompromisse sind aus einer agrarökonomischen Perspektive zwar nicht immer nachvollziehbar, sie lassen dennoch klar werden, dass Informationen teilweise verschwinden, teilweise durch externe Expertisen neu generiert werden und dann wieder adjustiert werden müssen (wobei bisweilen unklar bleibt, wie genau diese Adjustierungen durchgeführt werden und sich folglich auf das Ergebnis auswirken).
- Kurzum: Der begründete Eindruck, dass die „räumlichen“ Wissenschaften erst am Anfang einer Standardisierung stehen, ist nicht von der Hand zu weisen. Für die konkrete Analyse hat das Implikationen: So wird im Endeffekt – obwohl für einige Raumraster entsprechende Daten vorhanden sind – auf der Marktebene z.B. kein ‚set-aside‘ Land mehr ausgewiesen, das doch gerade bei der Bewertung bioenergetischer Optionen eine bedeutende Rolle spielt. Das dürfte schwer wiegen, denn für den im JRC-Ansatz maßgeblichen Referenzzeitpunkt zu Beginn des neuen Jahrtausends sind allein für die EU mehrere Millionen ha Stilllegungsfläche bekannt. Selbst im Jahr 2007, als die obligatorische Stilllegung aufgehoben wurde, waren immer noch fast 4 Mio. ha. aus der landwirtschaftlichen Produktion genommen (Europäische Kommission, 2007). Zudem sind für diese Zeit große Stilllegungsflächen in den USA (14 Mio. ha; vgl. Riffell et al., 2008) und z.B. auch in Osteuropa bekannt. Die Pufferfunktion dieser Flächen bei stärkerer Bedeutung von bioenergetischen Produktionspfaden wird demzufolge nicht ausreichend in der Ergebnisgenerierung gewürdigt.

Schließlich soll noch kurz auf das methodische Instrumentarium in EC (2012a) eingegangen werden. Die partikuläre Stellungnahme fällt deshalb kurz aus, weil die Studie sich einer substanziellen Bewertung des methodischen Instrumentariums grundsätzlich entzieht. In der Tat wird in EC (2012a) in keiner Weise, abgesehen von einigen Hinweisen auf die Durchführung einer deskriptiven Analyse und das Hinzuziehen von Expertenmeinungen, offen gelegt, anhand welcher konkreter Modellwerkzeuge das mit der Studie diskutierte „Impact Assessment“ durchgeführt wurde. Ob also auch EC (2012a) ein solides agrarökonomisches Analyseinstrumentarium nutzt, das wie in Laborde (2011), Heiderer et al. (2010) und Marelli et al. (2011) mit noch konsequent weiterzuentwickelnden anderen Methodentools gepaart wird, lässt sich daher nicht sagen. Eine grundsätzliche Replizierbarkeit, die insbesondere für MIRAGE und AGLINK-COSIMO aus agrarökonomischer Perspektive gegeben ist, muss für EC (2012a) ausdrücklich erst noch eingefordert werden. Erst durch eine anzumahnende Offenlegung der methodischen

Fakten wird eine solche Replizierbarkeit möglich, und es kann eine tiefere als im Rahmen dieser Expertise opportun erscheinende wissenschaftliche Auseinandersetzung mit den Methoden und Ergebnissen aus EC (2012a) erfolgen.

Die folgende kurze Zusammenfassung der Diskussion der Methoden und Modelle fokussiert deshalb allein auf die IFPRI- und JRC-Studien: Die genutzten agrarökonomischen Modelle sind wissenschaftlich grundsätzlich akzeptiert; sie weisen insbesondere einen hohen konzeptionellen Detailgrad auf; dennoch stellen sie auch immer nur eine Vereinfachung komplexer Realität dar; die agrarökonomischen Modelle werden in den Analysen mit anderen Tools verlinkt; diese anderen Tools bedürfen jedoch der konsequenten Weiterentwicklung, um einen Akzeptanzgrad zu erreichen, wie er den agrarökonomischen Modellen bereits eigen ist.

### 3 Diskussion der vorhandenen Daten und Informationen

Daten und Annahmen bilden den Informationspool, aus dem sich Modellergebnisse für ein Referenzsystem, das Realität widerspiegeln soll, generieren lassen. Diskutiert werden hier zunächst Daten zu faktischem Wissen, mit denen die in Kapitel 2 angesprochenen Methoden und Modelle untersetzt werden, um die Realität bestmöglich abzubilden. Betroffene Konventionen zu nicht sicherem Wissen, die ebenfalls für die Nutzung von Methoden und die Kalibrierung von Modellen notwendig sind, werden hier als Annahmen tituliert und erst im Kapitel 4 erörtert. Betont werden muss allerdings, dass insbesondere hier bisweilen eine scharfe Trennung zwischen Faktum und Konvention nicht möglich ist.

Begonnen werden soll wieder mit der Diskussion der Datenlage in Laborde (2011):

- Im Großen und Ganzen werden zweckmäßige Daten zur empirischen Ausfüllung des Modellansatzes verwendet. Das liegt an der mehr als ein Jahrzehnt anhaltenden Genese von wissenschaftlicher Auseinandersetzung mit MIRAGE. Hier hat sich wissenschaftlicher Mainstream durchgesetzt, Officialstatistiken wie auch viele Daten aus anerkannten „peer-reviewed“ Arbeiten und akademischen Datenbanken werden genutzt, und das ist zu begrüßen.
- Das gilt im Wesentlichen auch für die Erweiterungen von MIRAGE, um den Sektor Bioenergie abbilden zu können. Hier ist z.B. auf Ertragsdaten je Flächeneinheit zu verweisen, die für die „baseline“ zweckmäßige Projektionen verwenden. Allerdings ist ein Datenpunkt gerade aus Sicht der Erzeugung von Bioethanol in der EU zu hinterfragen: Genutzt wird für das Jahr 2020 bei Zuckerrüben ein Ertrag von etwas über 70 t/ha; aktuell werden aber bereits 70 t/ha im dreijährigen Durchschnitt der EU erreicht (vgl. FAO, 2013). Potenzielle Ertragssteigerungen, wie bei den anderen Kulturen offensichtlich sinnvoll einkalkuliert, sollten auch hier angesetzt werden. Das würde im Übrigen den Druck auf die Fläche und damit die berechneten (I)LUC reduzieren.



- Gerade für die Komponente Bioenergie mussten in Laborde (2011) aber auch viele Informationen zur Modelluntersetzung durch Stakeholder im Rahmen von Konsultationsprozessen erbracht werden. Darauf weist der Autor explizit hin. Wo genau dieser Experteneinsatz erfolgte und welche konkreten Erkenntnisse daraus gewonnen wurden, bleibt allerdings bisweilen unklar, eine genauere Bewertung dazu kann deshalb hier nicht erfolgen. Vermutet werden kann allerdings, dass das insbesondere auch auf die zur Verfügung stehende sofort agrarisch nutzbare Flächenausstattung in einigen Weltregionen, z.B. in der Gemeinschaft Unabhängiger Staaten, zutrifft. Zu verweisen ist in diesem Zusammenhang auch wieder auf das bereits diskutierte Thema der (unzureichenden) Inklusion von Stilllegungsflächen. In jedem Fall bieten solche nicht genügend transparent beschriebenen Informationen aus „externer Beratung“ immer Raum für Interpretationen. Interessenkonflikte – vor allem im Hinblick auf die zu generierenden Ergebnisse – können zumindest für einzelne der Informationsgeber nicht ausgeschlossen werden.

Was für die Datenbestückung von MIRAGE durch IFPRI ausgeführt wurde, kann auch für AGLINK-COSIMO im JRC-Konzept gesagt werden. Die genutzten Daten und ihre Quellen sind seit langem bewährt und Teil der großen Anerkennung, die gerade dieser PEM-Ansatz in der wissenschaftlichen Öffentlichkeit gewonnen hat. Weitere Bewertungen erübrigen sich. Im Konkreten werden aber auch hier nicht alle Daten offen gelegt, was insbesondere die Nachvollziehbarkeit für den nicht mit dem PEM-Ansatz sehr vertrauten Leser erschwert.

Abgesehen von diesen Argumenten, die im Wesentlichen dennoch für die grundsätzliche Zweckmäßigkeit vieler der genutzten Daten insbesondere zu den agrarökonomischen JRC-Modellen sprechen, müssen für die mit der „Spatial Allocation Procedure“ im JRC-Ansatz in Verbindung zu bringenden Daten zusätzlich folgende Kritikpunkte herausgestellt werden, die in ihrer Gesamtheit LUC-Effekte bzw. ILUC-Faktoren sehr wahrscheinlich überzeichnet darstellen:

- Die in Heiderer et al. (2010) und Marelli et al. (2011) genutzte Vorgehensweise beruht zuvorderst auf geographischen, biologischen, physikalischen und auch chemischen Informationen. Soweit es sich aus der Sicht von Agrarökonomen sagen lässt, sind die entsprechenden Einzeldaten und Datenpakete vergleichsweise intransparent beschrieben; eine Nachvollziehbarkeit ist nur im Einzelfall möglich.
- Oft werden „Adjustierungen“ vorgenommen, um überhaupt Kalkulationen durchführen zu können. Das hängt mit offensichtlichen, großen strukturellen und definitorischen Diskrepanzen bei den verschiedenen Datensätzen, die genutzt und am Ende auf Flächeneinheiten unterschiedlicher Größe bezogen werden, zusammen. Auf unterschiedliche Raumraster und Zeitbezüge der verschiedenen Datenpakete wurde bereits weiter oben hingewiesen. Daraus ergeben sich Kalibrierungsprobleme. Manche dieser Flächeneinheiten kön-

nen deshalb eigentlich gar nicht mit konsistenten Daten untersetzt werden. Infolge dessen lassen sich im Allgemeinen Fakten und zu treffende Annahmen (vgl. Kapitel 4) oft und eigentlich gar nicht voneinander unterscheiden. Im Speziellen ist wieder auf die partielle Nichtbeachtung der Stilllegungsflächen hinzuweisen.

- Viele der in diesem Zusammenhang dann notwendigerweise zu treffenden Datenüberlegungen muten darüber hinaus recht willkürlich bzw. pragmatisch getroffen an. Jedenfalls lässt die auch hier wieder lobenswerte, sehr transparente Beschreibung der Vorgehensweise durch die Autoren keine Abwägung mit eventuell vorhandenen wissenschaftlichen Erkenntnissen erkennen; oder: Sind die spezifischen wissenschaftlichen Erkenntnisse noch so schwach, dass ein Mehr an Genauigkeit nicht möglich ist?
- Das spezifische Datendilemma ist den Autoren auch durchaus bewusst, und sie sprechen es mehrfach deutlich und offen an, gerade auch im Hinblick auf die z.B. anzuwendenden Flächenerträge und die zu nutzenden THG-Emissionswerte (siehe auch Kapitel 4). Für beide Datenpunkte relevant ist etwa der Fakt, dass Effekte, die sich aus Unterschieden zwischen wendenden und nicht-wendenden Bodenbearbeitungsverfahren (die heute weit verbreitet sind in modernen landwirtschaftlichen Produktionssystemen) ergeben, nicht berücksichtigt werden können. Nicht-wendende Verfahren, die bekanntlich, wenn überhaupt, nur geringe Ertragseinbußen, aber mitunter große THG-Einsparungseffekte haben, werden demzufolge nicht zweckmäßig genug abgebildet. Zudem werden, um noch ein anderes Beispiel zu bemühen, notgedrungen, weil anders keine vernünftige Rastergebung im räumlichen Verfahren möglich scheint, alte Datensätze zu Regenwaldrodungen genutzt, wissend, dass aktuell geringere Abholzungsraten (und damit CO<sub>2</sub>-Freisetzungsraten) zu verzeichnen sind (vgl. u.a. UN, 2010). ILUC-Faktoren werden dann zwangsläufig eher am „oberen Rand“ determiniert.

Angesichts dieser Argumente verwundert es nicht, dass sich die Autoren des JRC wie folgt bekennen: Die sich aus dem Modellansatz ergebenden Resultate sollten nicht als wahres Bild realer und potenzieller Landnutzungen bzw. LUC angesehen werden, weil viele und hohe Datenunsicherheiten im gesamten Modellierungsprozess zu konstatieren sind und gerade auch die Hauptbestimmungsfaktoren von Landerweiterungen für landwirtschaftliche Zwecke (und damit ILUC) kennzeichnen (Heiderer et al., 2010).

Da auch hier wieder auf die nahezu vollständige Intransparenz der Datenlage in Bezug auf die konkreten modellbasierten Analysen in EC (2012a) hinzuweisen ist, lässt sich aus alledem das Kapitel 3 grundsätzlich und in Anlehnung an Finkbeiner (2013) wie folgt schließen: Die Qualität der außerhalb der agrarökonomischen Modelle genutzten Daten für die Berechnung der ILUC-Faktoren ist vergleichsweise schlecht und bedingt, dass die zu kalkulierenden ILUC-Faktoren voraussichtlich

als sehr unsicher und kaum belastbar eingeschätzt werden müssen. In vielen Fällen dürfte sogar eine Überhöhung der ILUC-Faktoren das Resultat vollzogener Datengenerierung sein.

## 4 Diskussion der getroffenen Annahmen

Das soeben geäußerte Argument der Ausweisung vergleichsweise hoher ILUC-Faktoren kann partiell auch auf die getroffenen Annahmen bezogen werden, wie die folgenden Ausführungen zu mehreren Aspekten immer wieder punktuell zeigen werden.

Sowohl Laborde (2011) als auch Heiderer et al. (2010) und Marelli et al. (2011) erkennen zunächst uneingeschränkt an, dass viele Modellparameter auf recht groben Schätzungen beruhen und die mit den Modellen bestimmten „baseline“- bzw. Referenzszenarien deshalb vergleichsweise unsicher sind. Zu den wesentlichen Unsicherheitsfaktoren der eigenen Analyse zählt Laborde (2011):

- die unterstellte Ertragsentwicklung und insbesondere die Erträge auf für landwirtschaftliche Zwecke neu gewonnenem Land;
- die unterstellten Produktionsfunktionen (welche die Reaktion auf veränderte Inputmengen und -relationen sowie neu verfügbare Technologien abbilden);
- Nachfrageentwicklungen nach agrarischen Rohstoffen;
- die Verwertbarkeit von Nebenprodukten in der Tierfütterung;
- die Preissensitivität und Kosten von Land-(re-)allokationen; und schließlich
- die Kohlenstoffbindung in Böden und agrarökologischen (Vegetations-)Zonen.

Fast alle dieser angesprochenen Modellvariablen und -parameter sind aus Sicht der Kalibrierung von besonderem Interesse. Aus Heiderer et al. (2010) sowie Marelli et al. (2011), die bekanntlich Angaben aus Laborde (2011) nutzen und die impliziten Unsicherheiten inkludieren, ergeben sich dann im Rahmen der „Spatial Allocation Procedure“ zusätzliche Unsicherheitsfaktoren in Bezug z.B. auf die Charakterisierung von Bodenqualitäten, Klimafaktoren und Landnutzungsabgrenzungen.

Dass die jeweiligen Autoren (wieder mit Ausnahme von EC, 2012a) diese Unsicherheiten benennen, ist anerkannte wissenschaftliche Praxis und zeugt von Realitätsbewusstsein in Bezug auf die Verwertbarkeit von Ergebnissen der jeweiligen Analysen und erleichtert dem Leser zudem die Interpretation deren Ergebnisse. Diese wird zusätzlich vereinfacht durch die transparente Beschreibung aller wesentlichen Fakten. Das ist bei vielen wissenschaftlichen Studien der angewandten Wirtschaftswissenschaften nicht immer der Fall und ermöglicht hier eine kon-

struktiv-kritische Auseinandersetzung mit den vorhandenen Studien, was noch einmal herausgehoben werden soll.

Im Kontext der hier zu ziehenden Implikationen für die politische Entscheidungsfindung in der EU sollen aus diesem Gesamtzusammenhang nur einige offensichtliche Argumente herausgezogen und in der Diskussion angerissen werden:

- In Laborde (2011) wird eine zusätzliche Nachfrage nach Bioenergie auf den Märkten realisiert durch (a) steigende Produktion und (b) Veränderungen bei anderen Nachfragen. Auf letztere hat insbesondere die Bereitstellung von Koppelprodukten der Bioenergiewirtschaft in der Tierfütterung einen entscheidenden Einfluss. „Abfallprodukte“ der Bioenergieerzeugung sind verschiedene Futtermittelkonzentrate, die einen teilweisen Verzicht auf zuvor für Futtermittel benötigte Futtergetreide-, Ölsaaten- und Hülsenfruchtflächen bewirken, z.T. auch Weideland. Wenngleich letzteres nicht überinterpretiert werden soll, ist in der Tat eine teilweise Flächensubstitution relevant. Das liegt daran, dass z.B. die Anteile von nutzbaren Mehlen aus Crushing-Verfahren am Primärprodukt zumindest bei einigen landwirtschaftlichen Primärprodukten deutlich, bei anderen etwas zu gering bemessen sind (vgl. hierzu alternative, weithin akzeptierte Daten aus FAO, 2012). In der Konsequenz wird in den Berechnungen weniger Fläche substituiert, und der partielle LUC-Effekt und damit der resultierende ILUC-Faktor sind größer als sie es eigentlich unter realistischeren Annahmen sein dürften.
- Im Kapitel 2 wurden bereits die Monte-Carlo-Simulationen in Laborde (2011) als probates Mittel charakterisiert, um Unsicherheit der Modellierung und bei der Interpretation der Ergebnisse zu minimieren. Für den konkreten Fall ist auf die wesentlichen Annahmen einzugehen. Obwohl der Autor ganz klar die für die Ergebnisse besonders wichtigen Unsicherheitsfaktoren darstellt, werden nur einige davon in die entsprechenden Monte-Carlo-Simulationen einbezogen. Der Fokus liegt bei solchen Modellvariablen bzw. -parametern, die LUC direkt determinieren. Viele andere Unsicherheiten blieben unberücksichtigt, insbesondere die zu den CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren.
- Um bei den berücksichtigten LUC-determinierenden Unsicherheitsfaktoren zu entsprechenden Verteilungsfunktionen zu gelangen, wird zweckmäßig wissenschaftliche Literatur ausgewertet. Allerdings wird dann stark vereinfacht: So werden z.B. regionale Unterschiede nur zwischen entwickelten und sich entwickelnden Ländern ins Berechnungskalkül einbezogen. Diese Vereinfachung negiert wichtige Unterschiede, mag aber bisweilen dem Umstand geschuldet sein, dass viele der erforderlichen Elastizitäten zwar für entwickelte Länder mit statistischen Verfahren analysiert und abgeleitet wurden, jedoch nur selten für Entwicklungsländer und sich entwickelnde Länder, die aber wiederum viel für das reale Auftreten globaler ILUC bedeuten können, weil dort Flächenreservoirs im Vergleich zu Flächenpotentialen in entwickel-

ten Ländern oft relativ hoch sind. So entsteht in der Modellierung in Teilen ein ILUC-verschärfender Effekt.

- Für einen Modellparameter „elasticity of substitution between non-land inputs and land“ ist es z.B. wichtig, genauer auf vergleichsweise kapitalintensive Produktionsmethoden wie in der EU und flächenintensive Technologien wie in Nordamerika zu achten und, um noch ein zweites Beispiel zu nennen: Der „shifter in the share of land extension occurring in primary forests“ dürfte sehr differenziert ausfallen, wenn man sich z.B. Brasilien und andere sich entwickelnde Länder sowie EU-Mitgliedstaaten anschaut. In Laborde (2011) sind die grundlegenden Annahmen hierzu aber für alle Regionen im Niveau gleich und zudem gleich verteilt, obwohl man spätestens seit Searchinger et al. (2008) wissen könnte, dass eine solche Uniformität der Flächenumwidmung zumindest historisch in keiner Weise gegeben war; und wohl auch für die Zukunft dürfte das nicht zutreffen.
- Daneben sind das Niveau und die Verteilung einzelner anderer Modellvariablen bzw. -parameter für die Monte-Carlo-Simulationen im Mindesten zu hinterfragen.

Zum Niveau: Warum eigentlich geht Landerweiterung (für neue Agrarflächen), wie übrigens auch bei Heiderer et al. (2010), besonders häufig zu Lasten von so genannten Primärwäldern, die oft – im Vergleich zu anderen Vegetationszonen – besonders viel Kohlenstoff speichern; was ist dann eigentlich mit den vielfach benannten Umbrüchen von Steppenlandschaften, für die in den Studien relativ geringe CO<sub>2</sub>-Freisetzungsraten postuliert werden? Und: Warum wird bei neu kultivierten Flächen pauschal als Ausgangsniveau ein Ertrag von 75 % bereits kultivierter Flächen angenommen, wenn doch über die Zeit zu erwartende Ertragssteigerungen den Landdruck reduzieren dürften? Schließlich: Sind einige Elastizitäten, insbesondere solche, die bei kleinen Werten methodenbedingt den Druck auf das Land erhöhen, angesichts regional oft schon ausgereizter Substitutionsmöglichkeiten von Land im Austausch zu anderen Inputs nicht zu gering angesetzt? Der Fragenkatalog ließe sich fortsetzen, weist aber in der Summe vor allem auf Optionen in Bezug auf die zu machenden Annahmen hin, die im Endeffekt zu geringeren ILUC führen sollten, es aber aufgrund der definierten Festlegung per se nicht tun können.

Zur Verteilung: Grundsätzlich ist im Hinblick auf die gewählte Verteilung von Zufallsereignissen in den Monte-Carlo-Simulationen zu fragen, warum Wahrscheinlichkeiten determiniert werden, um eine (im Übrigen wieder in der Summe hohe LUC begünstigende) schiefe Verteilung zu generieren, wenn doch Laborde (2011) selbst ausführt, dass man über die konkreten Wahrscheinlichkeiten der Ausprägung bestimmter Merkmalswerte eigentlich nichts weiß. Warum dann also dieses „scientific looking“, wenn doch schon

eine einfache Gaußsche Normalverteilung für die Berücksichtigung des Phänomens „Unsicherheit“ genügt hätte, gleichwohl den ILUC-Faktor in vielen Szenarioläufen abschwächen würde?

- Weitaus entscheidender als Niveau- und Verteilungsfragen in Bezug auf die Monte-Carlo-Simulationen ist aber ein bereits weiter oben nur ganz kurz benannter Aspekt. Die Benennung von ILUC-Faktoren bzw. -Emissionskoeffizienten beruht einmal auf LUC, und der bei deren Berechnung impliziert vorhandenen Unsicherheit wird in Laborde (2011) mittels der Monte-Carlo-Simulationen in gewisser Weise begegnet. ILUC-Faktoren sind dann aber mindestens genau so eng gekoppelt an die konkrete Definition von Kohlenstoff-Freisetzungsraten je Flächeneinheit. Hier attestiert Laborde (2011) ebenfalls eine hohe Unsicherheit; gleichwohl wird der „carbon stock“ in den Simulationen offensichtlich konstant belassen. Damit fließt die inhärente Unsicherheit trotz ihrer entscheidenden Bedeutung für die Determinierung des ILUC-Faktors nicht in die entsprechenden Analysen ein.
- Darauf hinzuweisen ist essentiell, denn die den „carbon stocks“ zugrunde liegenden Annahmen sind besonders kritisch zu betrachten. Laborde (2011) nutzt z.B. für nicht landwirtschaftlich oder anderweitig genutztes Land, also für naturbelassene Flächen, vergleichsweise hohe Niveaus an sequestriertem Kohlenstoff; Niveaus, die in der Mehrzahl der Fälle über die kalkulatorischen Annahmen in z.B. Tyner et al. (2010) hinausgehen. Tendenziell wird damit der resultierende CO<sub>2</sub>-Emissionskoeffizient aus LUC bzw. ILUC gegenüber eher auf konservative Statements ausgerichteten wissenschaftlichen Ansätzen, wie z.B. auch in Noleppa (2012), Noleppa und Hahn (2013) und Noleppa und von Witzke (2013), überschätzt.
- In diesem Zusammenhang ist neben den IFPRI-Arbeiten auch auf JRC-Studien einzugehen. Diese verwenden auf den ersten Blick zwar etwas geringere Kohlenstoffraten je Flächeneinheit. Bei genauerem Hinschauen aber wird das Ergebnis auch hier wieder besonders stark durch die Konversion von Wald in Ackerland bestimmt. Im Endeffekt heißt das, dass alle Angaben zu Kohlenstoff je Flächeneinheit, außer die spezifischen Annahmen für Wald, vergleichsweise wenig interessieren müssen. Freilich sind die Kohlenstoff-Freisetzungsraten bei einem Umbruch von Wald in Ackerland wieder vergleichsweise hoch angesetzt, etwa im Vergleich zu konservativen Annahmen (vgl. wieder Tyner et al., 2010).
- Abgesehen davon ist für alle analysierten Studien zu hinterfragen, ob die normale ackerbauliche Nutzung von Böden wirklich pauschal zu einer Minderung des Kohlenstoffgehalts in Böden führt. Dem soll ganz klar widersprochen werden: Müssten angesichts der dargelegten Kohlenstoffbilanzdaten dann nicht binnen weniger Jahre alle Böden ihre organische Substanz verlieren und nach und nach erodieren? Zu verweisen ist in diesem Zusammenhang auch

auf die bereits weiter oben geführte Diskussion zu der fehlenden Einbeziehung von modernen „low-tillage“ und „no-tillage“-Verfahren in vielen Ackerbausystemen der Welt, die gerade geeignet sind, Karbon zu speichern und die CO<sub>2</sub>-Freisetzung zu minimieren. Solche ILUC-Faktoren minimierenden Effekte fehlen also.

Wenngleich soeben bei aller notwendigen Konzentration auf Annahmen in Laborde (2011) punktuell auch schon auf die Studien von Heiderer et al. (2010) und Marelli et al. (2011) eingegangen wurde, lassen sich für diese Arbeiten dann im Mindesten noch die folgenden beiden Punkte anführen respektive hinterfragen:

- Willkürlich mutet zum einen bisweilen die Zuweisung von regionalen Flächen auf spezielle Vegetationssysteme und damit die Vergabe relevanter potenzieller Karbonfreisetzungen in den JRC-Studien an. Ein Beispiel: Warum eigentlich sind pauschal 60 % so genannter offener Wälder zu 30 % mit Bäumen bedeckt und 40 % dieser Wälder mit mehr als 30 %? Wo ist hierzu der wissenschaftliche Beleg? Zum anderen irritieren Ertragszuweisungen für verschiedene Landmanagementsysteme, die sehr einheitlich wirken, auch bei verschiedenen Bodenbearbeitungsintensitäten. Da wird selbst die Einbringung von organischem Dünger in „no tillage“-Verfahren mit gleichen Ertragsfaktoren versehen, wie die bei „full tillage“-Verfahren, wissend, dass sich diese Einbringung und damit die Ertragswirkungen aufgrund mehr oder weniger verzögerter biologischer Umsetzungsprozesse des Ausgangsmaterials doch deutlich voneinander unterscheiden sollten und es in der Praxis auch tun.
- Zum anderen muss thematisiert werden, dass in den JRC-Studien (und wohl auch, aber nicht so offensichtlich bei Laborde, 2011) die Karbonbestände jährlich anzubauender Pflanzen gleich Null gesetzt werden. Dabei wird völlig negiert, dass integrierte Pflanzenbausysteme sehr wohl Kohlenstoffbestände aufbauen können (vgl. u.a. Kern et al., 2012). Für die Berechnungen ist das entscheidend, denn so ist die akkumulierte CO<sub>2</sub>-Freisetzung größer bzw. die zu Freisetzungsprozessen zeitgleich ablaufende CO<sub>2</sub>-Sequestrierung geringer als realistisch angenommen werden sollte.

Es finden sich also zahlreiche Hinweise darauf, dass die im Endeffekt berechneten THG-Emissionen – in den getroffenen Annahmen begründet – vergleichsweise hoch ausfallen, was natürlich den ILUC-Faktor nach oben treibt. Inwieweit das auf die Ausgestaltung des methodischen Instrumentariums in EC (2012a) zutrifft, bleibt gleichwohl aus den bereits mehrfach angesprochenen Gründen eine weitgehend offene Frage, die hier noch nicht einmal annäherungsweise beantwortet werden kann.

## 5 Diskussion der Szenarien und Ergebnisse

Die Argumente zu den Modellen, Daten und Annahmen lassen bereits den Schluss zu, dass trotz aller sorgfältigen wissenschaftlichen Vorgehensweise, insbesondere in den Arbeiten des IFPRI und JRC, noch mit etlichen Unsicherheiten zu rechnen ist. Das ist auch nicht verwunderlich. Das Forschungsfeld ist noch jung und muss erst noch entwickelt werden. Die hier betrachteten Analysen spiegeln dies wider.

Die augenscheinliche Unsicherheit offenbart sich dann auch in den erzielten Ergebnissen. Um diese bewerten zu können, muss zunächst noch auf die Szenarien eingegangen werden:

- Szenarien werden durch Laborde (2011) in verschiedener Weise berechnet. Die erwähnten Monte-Carlo-Simulationen (insgesamt werden ca. 1 000 Simulationsläufe gerechnet) können de facto bereits als solche bezeichnet werden.
- Hinzu kommen in Laborde (2011) zwei verschiedene Liberalisierungsszenarien. Grundsätzlich sind diese Szenarien, wie im Übrigen alle Szenarien, auch die in den anderen Analysen, subjektiv definiert und entziehen sich von daher einer objektiven Bewertung. Gleichwohl mag man den Realitätsbezug der Freihandelsszenarien in Frage stellen, wobei anzumerken ist, dass dieser kaum Einfluss auf das Niveau der (unsicheren) Ergebnisse hat.
- Heiderer et al. (2010) nutzen ebenfalls die (früheren) IFPRI-Szenarien, auf die hier jedoch nicht weiter eingegangen werden soll, weil Marelli et al. (2011) mit ihrem Update von Heiderer et al. (2010) die Szenarien aus Laborde (2011) direkt übernehmen, und diese wurden bereits kurz charakterisiert.
- Hinzuweisen ist dann noch auf zwei vom JRC mittels AGLINK-COSIMO untersuchte Szenarien, die sich unterschiedlicher Disaggregationsebenen für die Abbildung von Getreide in den einzelnen Analysen bedienen. Offensichtlich ist es den Autoren dabei nicht möglich, Mais als Rohstoff für die Produktion von Bioethanol in allen definierten Modellregionen zweckmäßig abzubilden. Das ist durchaus als eine zusätzliche und sehr spezielle Datenlimitation im JRC-Ansatz anzusehen: Der für sinnvolle Schlussfolgerungen – gerade für Bioethanol – notwendige Detailgrad der betreffenden Szenarien wird so nicht erreicht.
- Gemeinsam ist darüber hinaus allen Szenarien des IFPRI und JRC, dass sie die zum Zeitpunkt der Erstellung der Studien gültigen politischen Vorgaben der EU versuchen adäquat zu modellieren. Dies ist nicht zu beanstanden. Nicht beanstandet soll auch die Transparenz werden: Allen IFPRI- und JRC-Autoren kann man attestieren, dass die jeweiligen Szenarien sehr transparent beschrieben sind und deshalb nachvollziehbar werden. In der Gesamtsicht ergibt sich ein guter Überblick über eventuell mögliche Zukunftsaussichten (unter den getroffenen Annahmen), mehr jedoch nicht.



Im Folgenden sollen deshalb auch nicht die einzelnen Ergebnisse der jeweiligen Szenarien interessieren, vielmehr die Konsequenzen, die sich aus deren Betrachtung in der Gesamtschau über alle Szenarien und die Resultate der modellbasierten Berechnungen ergeben. Folgende Schlüsse sind zu ziehen:

- Auffallend ist die große Variation in den konkreten Ergebnissen. Das mag man zunächst auf die konkrete Szenario-Definition, die Modelle und Parameterwahl zurückführen. Dennoch, die ermittelten Spannen, insbesondere für die Zielvariablen, die den hier besonders interessierenden ILUC-Faktor bestimmen, sind enorm. Kann es wirklich sein, dass die Nutzung etablierter und anerkannter agrarökonomischer Modelle zu (I)LUC führt, die einmal z.B. 0,8 Mio. ha betragen können, ein anderes Mal dann aber auch 5,2 Mio. ha ausmachen sollen und die zusätzliche globale Emissionen an CO<sub>2</sub> bedingen, die auf der einen Seite etwas mehr als 200 Mio. t ausmachen mögen, auf der anderen Seite aber auch mehr als das Fünffache, nämlich über 1 Mrd. t, betragen könnten?
- Eine Annäherung an die Antwort auf diese Frage ist im Mindesten zweiseitig: Zum einen liegt auf der Hand, dass die unsichere Datenlage und damit die getroffenen Datenkonventionen und vor allem Annahmen entscheidend sind für diese breite Variation; und das ist den Autoren auch bewusst und von ihnen wiederholt angesprochen. Das liegt aber zum anderen auch an den genutzten Modellen und Verfahren. Die ökonomischen Modelle nutzen i.d.R. Exponentialfunktionen, kommen also „on the margin“ zu höheren Wirkungen als etwa bei einer linearen Durchschnittsbetrachtung, wie sie oft kalkulatorischen Ansätzen eigen ist. Je weiter man sich in einem solchen log-linearen Algorithmus dann von dem Referenzsystem weg bewegt, umso drastischer müssen die Abweichungen werden. In einem sauber formulierten wirtschaftswissenschaftlichen, d.h. theoriegeleiteten Modell ist das völlig unkritisch, da dort ausschließlich Grenzkosten und Grenznutzen das Entscheidungskalkül bestimmen. In den konkret interessierenden Studien aber werden log-lineare ökonomische Modelle mit naturwissenschaftlichen Koeffizienten und biophysikalisch determinierten, linear-kalkulatorischen Analyseverfahren verbunden. Das führt dann zu im Mindesten als fragwürdig anzusehenden Ergebnissen, die jedoch ganz kritisch für den Gehalt der Analysen sind.
- Konkret geht es dann natürlich um den Emissionsfaktor aus (I)LUC, der einzelnen landwirtschaftlichen Primärprodukten als Ergebnis zugewiesen wird. Eigentlich sollte man denken, dass dieser eher technisch bedingte Faktor zwar zwischen den Kulturarten unterschiedlich sein kann, jedoch innerhalb einer Kulturart über alle Szenarien in etwa in der gleichen Größenordnung liegen sollte, da eine Kulturart immer ähnliche Flächenansprüche haben sollte und nicht völlig unlimitiert Fläche belegen kann. Dem ist aber offensichtlich nicht so. So wurden in den benannten Studien z.B. für Weizen CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren aus (I)LUC berechnet, die (ohne Berücksichtigung von

Unsicherheiten mittels z.B. Monte-Carlo-Simulationen) zwischen knapp über 10 und fast 40 g CO<sub>2</sub> je MJ aus landwirtschaftlichem Primärprodukt liegen. Ähnlich hoch sind die Spannen bei anderen Kulturarten. Hier ist eine modelltheoretische und verfahrenstechnische Rückkoppelung notwendig, die von der Forschung noch zu leisten ist. Zum jetzigen Zeitpunkt hätte man sich aber zumindest eine kritische Auseinandersetzung mit speziell diesem Ergebnis gewünscht, zumal bereits auf in der Tendenz ggf. zu hohe ILUC-Faktoren hingewiesen wurde.

- Abgesehen von dem konkreten, eine große Spannweite einnehmenden Niveau der jeweiligen Zielvariablen der Analyse, indizieren die Monte-Carlo-Simulationen zusätzliche Unsicherheit: Wenn z.B. die ermittelte Standardabweichung bisweilen enorme Abweichungen vom Mittelwert plausibel erscheinen lässt, legt das nur den Schluss nahe, dass die (mittleren) Ergebnisse eigentlich nicht belastbar sind. Das gilt, zumal die Monte-Carlo-Simulationen, wie oben beschrieben, nur einen, und noch nicht einmal den wichtigsten, Teil der implizierten Unsicherheit, den Karbongehalt von Vegetationssystemen, zu demaskieren versuchen.

Im Endeffekt muss man konstatieren: Wir kennen angesichts des frühen Standes der wissenschaftlichen Durchdringung des Untersuchungsgegenstandes und der damit verbundenen Unsicherheiten in keinem Fall das Niveau und bisweilen noch nicht einmal genau die Richtung von CO<sub>2</sub>-Flüssen durch die hier interessierende Biokraftstoffherzeugung.

Selbst wenn man die erzielten Resultate als ein einigermaßen zutreffendes Abbild der Realität ansehen möchte (wie gesagt: Zumindest die IFPRI- und JRC-Autoren raten ausdrücklich davon ab, und Stresstests, die die Belastbarkeit der Ergebnisse erhöhen würden, wurden nicht durchgeführt), bleiben weitere Probleme bestehen bzw. Fragen offen und bedürfen im Mindesten der expliziten Beachtung bei der Interpretation der Ergebnisse:

- Aus szenarischer Sicht diskussionswürdig ist z.B. die Verteilung von Biodiesel und Bioethanol an der energetischen Biokraftstoffherzeugung: Das unterstellte Verhältnis für die EU liegt in den jeweiligen Szenarien bei etwa 4:1. Hingewiesen sei deshalb darauf, dass jüngsten Zahlen zufolge zumindest für Deutschland, einem Haupterzeuger von Biokraftstoffen innerhalb der EU, das Verhältnis aktuell wohl eher bei zwei zu einem Drittel liegt (BLE, 2013). Laborde (2011) hingegen erwartet ein solch enges Verhältnis erst ab dem Jahr 2020, also dem Ziel- nicht dem Ausgangsjahr der Analyse. Da Bioethanol aber weniger Fläche verdrängt (weil die Ausgangsmaterialien eine höhere verwertbare Energiedichte je ha aufweisen), dürfte bei entsprechender zusätzlicher Beachtung dieser bereits eingesetzten Entwicklung ein LUC-Degressionseffekt und ein den ILUC-Faktor absenkender Effekt auszumachen sein.

- Die CO<sub>2</sub>-Emissionen dürften schließlich noch einmal geringer als ausgewiesen sein, wenn für ILUC nicht nur 20 Jahre Anrechnung auf die Klimagasbilanz angesetzt werden, sondern ein längerer Zeitraum, etwa ein Zeitraum von drei bis fünf oder noch mehr Dekaden, in denen sich im umgekehrten Fall ein Ökosystem mehr oder weniger vollständig nach Ausbleiben menschlicher Einflüsse regenerieren könnte. Zwar hat sich dieser Zeitraum von 20 Jahren, weil durch maßgebliche politische Direktiven vorgegeben (vgl. EC, 2012a), in der Analytik durchgesetzt, naturwissenschaftlich begründet ist er aber nicht. Auch hierzu wäre eine Sensitivitätsanalyse, die den Zeitraum verlängert, hilfreich gewesen.
- Schließlich wurde bereits angedeutet bzw. darauf hingewiesen: Im eigentlichen Sinne werden in den IFPRI- und JRC-Studien gar keine ILUC-Effekte, sondern nur LUC-Effekte ausgewiesen. Gleichwohl kann der mit den Methoden vertraute Leser zumindest approximativ auf ILUC bestimmende Flächenkonversionen aus naturbelassenen (d.h. nicht bewirtschafteten) Vegetationssystemen in bewirtschaftete Agrarsysteme schließen: Demnach betragen diese, soweit ableitbar, in etwa nur 1 % der ILUC-Effekte, die auch ohne die zusätzliche Herstellung von Biokraftstoffen bis 2020 von den Autoren erwartet werden (vgl. Laborde, 2011: S. 36 und S. 56). Der geringste Teil an ILUC im Zieljahr 2020 entfällt dann auf Bioethanol. Mit anderen Worten: Biokraftstoffe sind ein Bestimmungsfaktor von geringer Relevanz. Für Bioethanol gilt dies noch mehr.

Für die anstehende politische Entscheidungsfindung scheint das von besonderem Interesse zu sein, ebenso wie ein Fazit aus EC (2012a), das abschließend zur Diskussion der Ergebnisse hier thematisiert werden soll:

- Bereits weiter oben wurde hervorgehoben, dass EC (2012a) weder Zugang zu den konkreten Methoden, noch zu einigen zentralen Daten und Annahmen gewährt. Insofern kann man auch nicht bewerten, ob die in der Studie vorgeschlagenen politischen Vorhaben, nämlich mehr oder weniger massiv, aber immer intervenierend in die Bioenergieerzeugung einzugreifen, richtig oder falsch sind. Dennoch verwundert ein markantes Ergebnis in EC (2012a): Denn in einem Szenario „no policy action needed“ (als Szenario definiert werden verschiedene politische Interventionsmöglichkeiten) wird die mit der RED bzw. FQD formulierte politische Zielvorgabe im Hinblick auf zu vermeidende THG-Emissionen bereits erreicht! Aus wissenschaftlicher Perspektive im Sinne einer zweckmäßigen Ziel-Mittel-Betrachtung würde das also keinen politischen Handlungsbedarf indizieren. Zu fragen ist: Warum wird das von den Autoren der EC-Studie pauschal als nicht opportun angesehen?
- Vor diesem Hintergrund und der intransparenten Darstellung kann das mit EC (2012a) erbrachte „Impact Assessment“ der Europäischen Kommission nicht als wissenschaftlich fundierte Analyse angesehen werden, eher viel-

leicht als eine Argumentationszusammenstellung im Vorgriff auf eine möglicherweise gewünschte politische Weichenstellung.

Es bleibt festzuhalten: Die ausgewerteten Studien liefern als Ergebnis einen Raum von Möglichkeiten, in dem sich die durch die Herstellung von Biokraftstoffen in der EU ausgelösten LUC und resultierenden ILUC-Faktoren finden lassen könnten, mehr nicht. Im Gegenteil: (I)LUC und CO<sub>2</sub>-Emissionen scheinen oft in einer Art und Weise kalkuliert, die beide zentrale Zielparame-ter politischer Entscheidungsfindung „am oberen Rand“ des tatsächlichen Raumes lokalisiert.

## 6 Schlussfolgerungen für die politische Entscheidungsfindung

Grundsätzlich soll vor den eigentlichen Schlussfolgerungen, die wir aus dieser Analyse ziehen, festgestellt werden: Die Autoren dieser Expertise negieren keineswegs, dass LUC und vor allem ILUC ein reales Phänomen sind, das allerdings schon seit den ersten Tagen ackerbaulicher Nutzung manifest ist, nun aber erst in der öffentlichen Wahrnehmung einen breiten Raum einnimmt, weil zunehmend eine Zerstörung von intakten naturbelassenen Ökosystemen und THG-Emissionen thematisiert wird und in den Blickpunkt des Interesses rückt. Über die mit (I)LUC verbundenen Risiken für eine ökonomisch, soziale und vor allem ökologisch nachhaltige Entwicklung sind wir uns z.B. mit Stern (2007), Searchinger et al. (2008), Tyner et al. (2010) und einer Vielzahl anderer Kollegen einig: Diese Risiken sind nicht von der Hand zu weisen und müssen minimiert werden, auch und gerade durch geeignete (ordnungs-)politische Rahmenbedingungen.

Dies berücksichtigend sollen zehn Schlussfolgerungen bzw. Handlungsempfehlungen gezogen werden:

1. Die Anstrengungen der Politik, ILUC als Teil der Klimabilanzierung von Bioenergeträgern zu sehen, sind legitim. Sie folgen sogar zwingend aus der RED, denn diese schreibt fest, dass die Europäische Kommission die Aufnahme eines ILUC-Faktors bei der Berechnung von THG-Emissionen zu bewerten hat, wobei die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse zugrunde gelegt werden sollen (vgl. Europäisches Parlament und Rat der EU, 2009).
2. Fraglich ist jedoch, ob die Durchführung dieser Bewertung zur Aufnahme eines ILUC-Faktors zwangsläufig auch zu einer sofortigen Aufnahme eines solchen ILUC-Faktors in die Klimabilanzierung von Bioenergeträgern führen muss. In der Tat sprechen angesichts der aufgezeigten Unwägbarkeiten der wissenschaftlichen Analyse noch einige Aspekte dagegen, die selbst von den Autoren der jeweiligen Studien wiederholt betont werden, so unlängst wieder durch Laborde und Lahl (2013).

3. Zu betonen ist aus unserer Sicht noch einmal ganz deutlich, dass die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit ILUC – insbesondere, aber nicht nur, im Kontext der Biokraftstoffherzeugung – eine noch junge akademische Fachdisziplin ist. Erste wesentliche, breit reflektierte Arbeiten dazu sind vor gerade einmal fünf Jahren erschienen (Searchinger et al., 2008). Auch wenn seitdem ein reger Erfahrungsaustausch unter Akademikern und in der Kooperation von Wissenschaftlern mit Stakeholdern aus Politik und Wirtschaft stattgefunden hat, der auch zu der hier durchaus attestierten wissenschaftlichen Substanz der analysierten Studien geführt hat, ist zu konstatieren, dass die vorhandenen quantitativen Ergebnisse noch weitgehend ungesichert sind. In Bezug auf LUC und ILUC-Faktoren sind sie in Teilen überhöht und daher noch wenig belastbar.
4. Das liegt zum einen an den Modellen und Methoden. Diese sind einerseits im Allgemeinen bereits erprobt, bedürfen im Konkreten jedoch noch einer konsequenten und substanziellen Weiterentwicklung. Die in den verschiedenen akademischen Studien genutzten Methoden und Modelle stellen einen hohen wissenschaftlichen Standard dar, wenn es um die agrarökonomischen Komponenten geht. Die mit diesen Komponenten verknüpften kalkulatorischen und bio-physikalischen Verfahren bedürfen aber noch der weiteren wissenschaftlichen Fundierung. Zudem sind die Schnittstellen zwischen theoriegeleiteten log-linearen ökonomischen und eher linearen naturwissenschaftlich determinierten anderen Modellen konsequent weiterzuentwickeln. Um es deutlich zu sagen: Die Wissenschaft befindet sich noch im Stadium der Methodenentwicklung und -anpassung hin zu einem weithin anerkannten Standard. Ein solcher Standard ist aber noch nicht in Sicht.
5. Das spiegelt sich auch in den genutzten Daten und Informationen sowie den getroffenen Annahmen der verschiedenen Studien wider. Obwohl zahlreiche numerische Fakten aus Officialstatistiken und „peer reviewed“ Arbeiten entnommen worden sind, ist die Datenlage insgesamt noch unzureichend und von zu vielen Lücken geprägt. Diese Lücken werden momentan durch Transfers von „Expertenwissen“ und Annahmen gefüllt, die nicht immer nachvollziehbar und damit auch nicht objektiv begründbar sind. Im Mindesten sind in Teilen (interessengeleitete) Subjektivität und multiple Unsicherheiten vorhanden, die bislang nur ansatzweise ausgemerzt, d.h. demaskiert werden können.
6. All das wirkt sich auf die Ergebnisse der Arbeiten aus. Diese spiegeln vor allem wider, dass die Wissenschaft noch „ein gutes Stück des Weges“ vor sich hat, bevor verlässliche Informationen im Sinne von belastbaren Erkenntnissen generiert werden können. Wenn sich also ein politischer Handlungsbedarf abzeichnet, dann zuvorderst ein forschungspolitischer, der auf die Weiterentwicklung der vorhandenen ausbaufähigen Substanz abzielt.

7. Vor diesem Hintergrund ist eine politikinduzierte Analyse, die so weit geht, nicht nur – wie durch die RED gefordert – die ILUC-Problematik zu bewerten, sondern darüber hinaus bereits konkrete ILUC-Faktoren für politische Entscheidungen zu determinieren, als nicht sinnvoll, vielmehr willkürlich zu bezeichnen.
8. Nicht die wissenschaftlichen Studien sind fragwürdig, denn sie stellen nur den noch unvollkommenen tatsächlichen Erkenntnisstand dar. Fragwürdig ist der politische Umgang mit den Studien: Für die Etablierung eines ILUC-Faktors gibt es noch keine wenigstens weitgehend verlässliche und damit belastbare Methoden- und Datengrundlage. Der gegenwärtige Stand wissenschaftlicher Erkenntnis ist keine ausreichende Basis für ein Gesetzgebungsverfahren, wie es augenblicklich im Raum steht. Die Gefahr ungewollter Lenkungswirkungen, d.h. von Marktverzerrungen und Missallokationen von Ressourcen (siehe auch weiter unten) unzureichend belastbarer Politikentscheidungen (bzw. „falscher“ Politik) ist anzumerken.
9. Losgelöst von dem Fakt, dass im konkreten Fall (des Zusammenhangs zwischen Bioenergie und ILUC) fortbestehende methodische und Datenunsicherheiten eine politische Entscheidungsfindung als willkürlich erscheinen lassen, stellt sich noch eine ganz andere Frage: die nach der besonderen Relevanz der Determinierung von ILUC-Faktoren gerade für die Erzeugung von Biokraftstoffen. Biokraftstoffe sind nur eine von vielen Determinanten, die zu ILUC führen können. Eine singuläre politisch motivierte „Bestrafung“ der Biokraftstoffherzeugung ist allein von daher abzulehnen.

Dass ILUC geschehen, ist das Ergebnis von Nachfragezunahme und Angebotsverknappung auf internationalen Agrarmärkten im Allgemeinen. In einem solchen Kontext sind ausnahmslos alle speziellen Faktoren, die entweder das Angebot verknappen oder die Nachfrage erhöhen, „systemrelevant“; viele davon sind es sogar noch stärker als die Biokraftstoffe (vgl. auch Noleppa, 2013). Anders gesagt: Will man einen ILUC-Faktor für Bioenergie, dann:

- braucht man auch einen für den Ökolandbau, denn geringere Erträge pro Flächeneinheit verknappen ebenfalls das Angebot und bewirken demzufolge ILUC-Effekte;
- müsste man den Fleischkonsum entsprechend besteuern, zumal bei Männern, denn diese essen mehr Fleisch als Frauen, und mehr Fleischkonsum heißt mehr Soja und mehr Grasland zulasten tropischer Regenwälder;
- wäre für Aufforstungs- und Renaturierungsprogramme wie für „greening“-Maßnahmen in der EU ebenfalls ein ILUC-Effekt zu bewerten, denn Agrarflächen, die hier rückkonvertiert oder kaum noch bewirt-

schaftet würden, werden bei globalen Märkten durch neue Agrarflächen andernorts substituiert;

- wäre auf höhere Einkommen ebenfalls ein ILUC-Faktor zu beziehen, denn mit höheren Einkommen steigt die Nachfrage nach besonders viel natürliche Ressourcen in Anspruch nehmenden Nahrungsmitteln;
- wären flächenproduktivere Agrarbetriebe und Produktionsmethoden in der EU zu entlasten, denn deren relative Mehrproduktion mindert den ILUC-Effekt; und
- wären, um ein letztes Beispiel zu nennen, Forschung und Entwicklung im Hinblick auf produktivitätserhöhende innovative Technologien der Agrarwirtschaft und der mit ihr verbundenen vor- und nachgelagerten Bereiche der Wertschöpfungskette ebenfalls mit einem ILUC-Bonus zu versehen.

Die Liste ließe sich fortsetzen, und entsprechende ILUC-Faktoren müssten dann natürlich weltweit gelten, nicht nur in der EU. Sonst sind Marktverzerrungen und Veränderungen der Wettbewerbsfähigkeit einzelner landwirtschaftlicher Sektoren in der EU die unausbleibliche Folge. Laborde (2011) hat sich in einer der hier untersuchten Studien dazu bereits recht passend geäußert, wonach zu überlegen ist, ob man „Pandora’s Box“ wirklich öffnen will.

10. Schließlich sei auf folgendes verwiesen: Direkte Markteingriffe, wie sie die nun vorgeschlagenen partikulären politischen Entscheidungsoptionen darstellen, sind kein zweckmäßiger Weg. So lange das komplexe System der ILUC-Entstehung nicht umfassender durchleuchtet und die Methoden nicht sicherer und belastbarer, d.h. weiterentwickelt, sind, würden solche nur regional politisch postulierten negativen Marktanzreize lediglich zu Verlagerungseffekten führen und das Problem ILUC nicht einmal ansatzweise lösen, ggf. sogar verschärfen. Sinnvoller wäre es an den wirklichen Ursachen von ILUC anzusetzen, nämlich den geringen und abnehmenden Raten des Flächenproduktivitätswachstums in der EU-Landwirtschaft.

## Literaturverzeichnis

- BLE (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung) (2013): Evaluations- und Erfahrungsbericht für das Jahr 2012: Biomassestromnachhaltigkeitsverordnung und Biokraftstoffnachhaltigkeitsverordnung. Bonn: BLE.
- EC (European Commission) (2012a): Impact assessment accompanying the document 'Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 98/70/EC relating to the quality of petrol and diesel fuels and amending Directive 2009/28/EC on the promotion of the use of energy from renewable sources'. Commission staff working document. Brussels: EC.
- EC (European Commission) (2012b): Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 98/70/EC relating to the quality of petrol and diesel fuels and amending Directive 2009/28/EC on the promotion of the use of energy from renewable sources. Brussels: EC.
- Europäische Kommission (2007): Getreide: Rat genehmigt Stilllegungssatz von Null für die Aussaat von Herbst 2007 und Frühjahr 2008. Brüssel: Europäische Kommission.
- Europäisches Parlament und Rat der EU (2009): Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG. In: Amtsblatt der Europäischen Union L 140/16 vom 05.06.2009.
- FAO (Food and Agriculture Organization) (2013): FAOSTAT: Production: Crops. Rome: FAO.
- FAO (Food and Agriculture Organization) (2012): Technical conversion factors for agricultural commodities. Rome: FAO.
- Finkbeiner, M. (2013): Indirekte Landnutzungsänderungen in Ökobilanzen – Wissenschaftliche Belastbarkeit und Übereinstimmung mit internationalen Standards. Berlin: VDB und OVID.
- FNR (Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe) (2012): Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland 2012. Gülzow: FNR.
- Grain-Club (2013): ILUC-Richtlinie gefährdet Rapsanbau und Proteinversorgung in Europa. Berlin: Deutscher Raiffeisenverband.
- Hedi-Bchir, M.; Decreux, Y.; Guerin, J.L.; Jean, S. (2002): MIRAGE: un modele d'equilibre general calculable pour l'evaluation des politiques commerciales. In: Economie Internationale 89-90, p. 109-153.
- Hiederer, R.; Ramos, F.; Capitani, C.; Koeble, R.; Blujdea, V.; Gomez, O.; Mulligan, D.; Marelli, L. (2010): Biofuels: A new methodology to estimate GHG emissions from global land use change: A methodology involving spatial allocation



- of agricultural land demand and estimation of CO<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>O emissions. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Kern, M.; Noleppa, S.; Schwarz, G. (2012): Impacts of chemical crop protection applications on related CO(2) emissions and CO(2) assimilation of crops. In: *Pest Management Science* 68, p.1458-1466.
- Laborde, D.; Lahl, U. (2013): Joint opinion on indirect land use change by David Laborde, IFPRI, and Prof. Dr. Uwe Lahl, Technische Universität Darmstadt. Washington, DC: IFPRI.
- Laborde, D. (2011): Assessing the land use change consequences of European biofuel policies. Final Report October 2011. Washington, DC: IFPRI.
- Langeveld, J.W.A.; Dixon, J.; van Keulen, H.; Quist-Wessel, P.M.F. (2013): Analysing the effect of biofuel expansion on land use in major producing countries: Evidence of increasing multiple cropping. Biomass Research Report 1301. Wageningen: Biomass Research.
- Marelli, L.; Ramos, F.; Hiederer, R.; Koebler, R. (2011): Estimate of GHG emissions from global land use change scenarios. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- McCalla, A.F. (2010): Empirical approaches to trade modeling: computable general equilibrium and partial equilibrium. Davis, CA: University of California.
- Noleppa, S.; Hahn, T. (2013): The value of Neonicotinoid seed treatment in the European Union: A socio-economic, technological and environmental review. HFFA Working Paper 01/2013. Berlin: HFFA.
- Noleppa, S.; von Witzke, H. (2013): Die gesellschaftliche Bedeutung der Pflanzenzüchtung in Deutschland: Einfluss auf soziale Wohlfahrt, Ernährungssicherung, Klima- und Ressourcenschutz. HFFA Working Paper 01/2013. Berlin: HFFA.
- Noleppa, S. (2013): Biogaserzeugung und die „Tank vs. Teller“-Debatte: Situationsbeschreibung und modellbasierte Analyse. *agripol research paper* 2013-01. Berlin: *agripol*.
- Noleppa (2012): Klimawandel auf dem Teller: Ernährung, Nahrungsmittelverluste, Klimawirkung. Berlin: WWF Deutschland.
- OECD (Organization for Economic Cooperation and Development); FAO (Food and Agriculture Organization) (2013): OECD – FAO Agricultural Outlook 2013-2022. Paris: OECD.
- OVID (Verband der ölsaatenverarbeitenden Industrie in Deutschland e.V.): (2013): Umweltausschuss des Europäischen Parlaments sendet fatales Signal. Berlin: OVID.

- Riffell, S.; McIntyre, N.; Hayes, R. (2008): Agricultural set-aside programs and grassland birds: Insights from broad-scale population trends. In: *Landscape Online* 8, p. 1-20.
- Searchinger, T. (2013): *Understanding the biofuel trade-off between indirect land use change, hunger and poverty*. Princeton, NJ: Princeton University.
- Searchinger, T.; Heimlich, R.; Houghton, A.; Dong, F.; Elobeid, A.; Fabiosa, J.; Togko, S.; Hayes, D.; Yu, T.-H. (2008): *Use of U.S. croplands for biofuels increases greenhouse gases through emissions from land-use change*. Princeton, NJ: Princeton University.
- Stern, N. (2007): *The economics of climate change: The Stern review*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tyner, W.E.; Taheripour, F.; Zhuang, Q.; Birur, D.; Baldos, U. (2010): *Land use changes and consequent CO<sub>2</sub> emissions due to US corn ethanol production: a comprehensive analysis*. West Lafayette, IN: Purdue University.
- UN (United Nations) (2010): *Deforestation in decline but rate remains alarming, UN agency says*. New York: UN.
- Vannuccini, S. (2009): *The OECD-FAO AGLINK-COSIMO projection system*. Rome: FAO.



agripol research paper 2013-03

## **Imprint**

Biokraftstoffe in der Europäischen Union  
und indirekte Landnutzungsänderungen:

Eine Bestandsaufnahme wissenschaftlicher Studien  
und politischer Vorschläge

Steffen Noleppa; Harald von Witzke

Berlin, November 2013

agripol GbR  
c/o Dr. Steffen Noleppa  
Schivelbeiner Str. 21  
10439 Berlin, Germany

E-Mail: [noleppa@agripol.net](mailto:noleppa@agripol.net)

Web: [www.agripol.net](http://www.agripol.net)