

Nicht alles ist gut für die Quote

Ein zusätzlicher Biomassebedarf für den Klimaschutz erfordert effektive Regulierungen gegen unerwünschte Veränderungen der Landnutzung

Von Uwe Lahl und Björn Pieprzyk



Professor Dr. rer. nat. habil.
Uwe Lahl
Geschäftsführer BZL Kommunikation und
Projektsteuerung GmbH, Oytten



Dipl.-Ing. Björn Pieprzyk
Geschäftsführer ERA Energy Research
Architecture, Berlin

Die Biomasse macht derzeit in Deutschland und auch weltweit den größten Anteil der Erneuerbaren Energien aus. Auch in den Klimaschutzzielen spielt sie eine bedeutende Rolle. Gleichzeitig werden die Umwelt- und Klimaauswirkungen, die mit dem Ausbau der Biomassenutzung einhergehen können, sehr kritisch diskutiert. Dabei geht es vor allem um den Mehrbedarf an landwirtschaftlichen Flächen. Der folgende Beitrag geht daher als Schwerpunkt auf die Bewertung von direkten und indirekten Landnutzungseffekten ein und stellt aktuelle Regulierungsvorschläge vor.

1 Klimaschuttszenarien

Das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC; Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen, kurz Weltklimarat) hat umfangreiche Klimaschuttszenarien zur Politikberatung entwickelt. Mit Hilfe dieser Szenarien ist es möglich, Emissionsprognosen zu erstellen und auch die Auswirkungen auf das Klima abzuschätzen. In diese Szenarien fließt auch ein, wie die Treibhausgasemissionen durch den Einsatz von Erneuerbaren Energien gesenkt werden können. Derartige Berechnungen zeigen, dass es nicht einfach sein wird, das viel zitierte Zwei-Grad-Ziel zu erreichen. Als Erneuerbare Energien werden in diesen Berechnungen hauptsächlich die verstärkte Nutzung von Wind- und Sonnenenergie, Wasserkraft, Geothermie und Biomasse prognostiziert. [1]

Welchen Anteil haben die unterschiedlichen Erneuerbaren Energien in diesen Berechnungen? Abbildung 1 zeigt zunächst die globale Situation für das Jahr 2008.

Es wird deutlich, dass Erneuerbare Energien mit einem Anteil von 12,9 Prozent schon vor fünf Jahren einen beträchtlichen Beitrag zur Energieversorgung der Welt leisteten, wobei Biomasse hierfür die mit Abstand wichtigste Einzelquelle darstellte.

Wie wird sich die Situation zukünftig entwickeln? Abbildung 2 aggregiert das Ergebnis einer Analyse von 164 Klimaschuttszenarien. Es zeigt sich, dass Biomasse auch

zukünftig die wichtigste Einzelquelle für den Klimaschutz darstellen wird.

2 Die Reduzierung von Treibhausgasemissionen durch Biomassenutzung

Die Bandbreite der Einsparung von Treibhausgasemissionen durch Bioenergie ist ebenso groß wie ihre vielseitigen Einsatzmöglichkeiten. Die Höhe der Emissionseinsparung hängt zum einen davon ab, welche fossilen Energieträger im Strom-, Wärme- und Kraftstoffsektor ersetzt werden. Zum anderen wird das Einsparpotenzial durch die Emissionen der Bereitstellung von Bioenergie beeinflusst. Abbildung 3 zeigt die Treibhausgasemissionen verschiedener Bioenergie-Pfade (über den gesamten *Lebensweg*) im Vergleich zu fossilen Energien. Es wird deutlich, dass Bioenergie im Strombereich die meisten Emissionen vermeidet. Aufgrund des Einsparpotenzials scheint auf den ersten Blick der Einsatz von Bioenergie im Stromsektor daher am sinnvollsten. Allerdings bezieht Abbildung 3 den Einsatz von Biomasse für stoffliche Zwecke (etwa der Chemischen Industrie) und eine mögliche Nutzung als Kraftstoff oder chemisches Reduktionsmittel in der Industrie nicht mit ein.

Für die Bewertung der prioritären Einsatzmöglichkeiten von Bioenergie muss aber auch das Kriterium der *Alternativvielfalt* berücksichtigt werden. Damit ist ge-

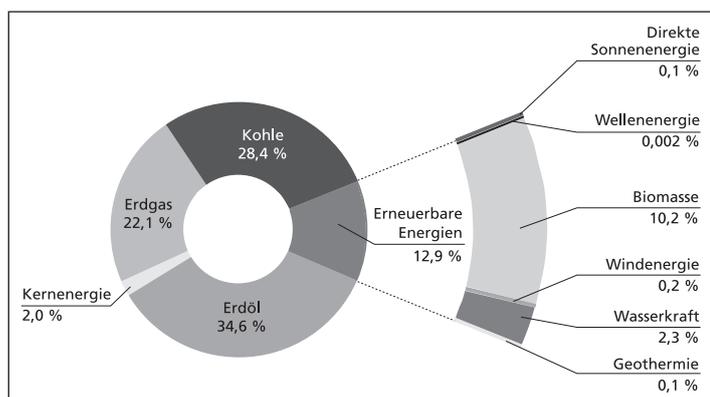


Abbildung 1: Anteil der Energiequellen für die globale Versorgung mit Primärenergie in 2008; RE = Renewable Energy (492 Exajoule) (Quelle: IPCC 2011 [1])

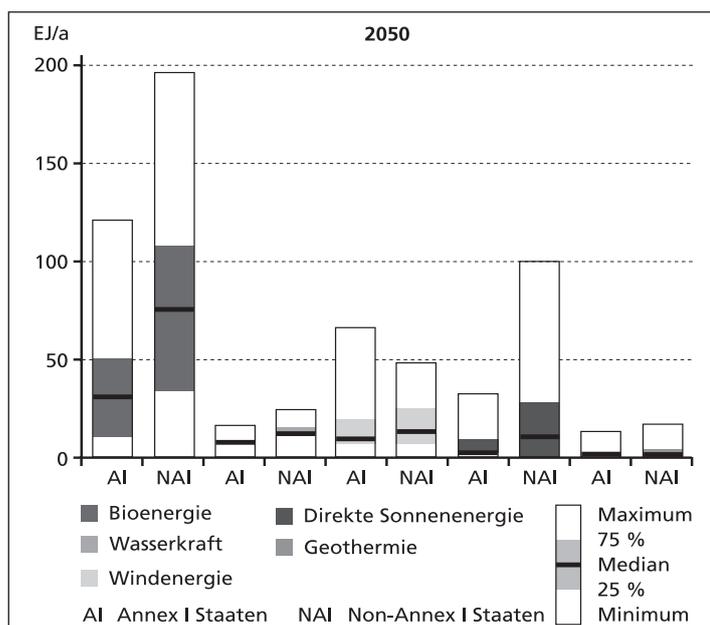


Abbildung 2: Prognose der globalen Energieversorgung aus Erneuerbaren Energien nach Einzelquellen für 2050 (Quelle: IPCC 2011 [1])

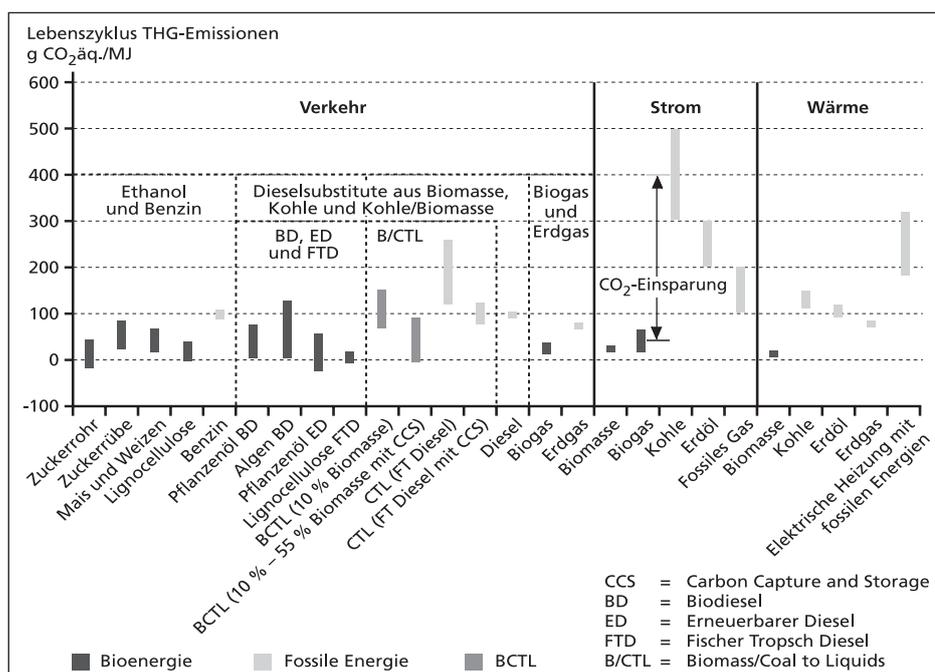


Abbildung 3: Das Einsparpotenzial an Treibhausgasemissionen durch Biomassenutzung im Vergleich mit fossiler Energie (Quelle: IPCC 2011 [1])

meint, wie viele erneuerbare Energiearten für Strom, Wärme, Kraft/Mobilität und Chemie zur Verfügung stehen. Strom und Wärme können aus vielen unterschiedlichen Erneuerbaren Energien bereitgestellt werden, dagegen kann für Kraft/Mobilität und Chemie mit wenigen Ausnahmen heute nur Biomasse genutzt werden. Wegen der Alternativlosigkeit sieht daher die Studie *Modell Deutschland* im Auftrag des WWF den Einsatz von Bioenergie in einigen Verkehrsbereichen (Straßengüter- und Flugverkehr) und der Industrie als notwendig an, um langfristige Klimaschutzziele zu erreichen. [22] Und es gibt Vorschläge, Strom zukünftig primär aus Wind und PV zu gewinnen und nicht aus Biomasse. [36]

Die „Life Cycle Assessment“-Ergebnisse in Abbildung 3 berücksichtigen nicht die direkten und indirekten Landnutzungsänderungen und weitere indirekte Effekte. Diese Aspekte können das Ergebnis des Vergleichs aber ändern. Sie werden daher im Folgenden näher analysiert.

Direkte Landnutzungsänderungen können zum Beispiel auftreten, wenn für den Anbau von Energiepflanzen Grünland umgebrochen oder Wald gerodet wird. Dadurch entstehen Treibhausgasemissionen, insbesondere durch die Freisetzung des gebundenen Kohlenstoffs.

Indirekte Effekte sind Umweltauswirkungen, die vor allem durch Verdrängungseffekte entstehen. Das können zum Beispiel indirekte Landnutzungsänderungen durch die Bioenergienutzung sein, wenn der Anbau von Energiepflanzen in Deutschland die vorherigen Anbauprodukte in andere Regionen der Welt verdrängt und dort zu einer Ausdehnung der landwirtschaftlichen Flächen beispielsweise in Form von Regenwaldrodungen führt.

Während direkte Umweltauswirkungen in der Regel noch relativ gut erfasst werden können, ist die Bewertung von indirekten Effekten inhaltlich, aber auch methodisch sehr schwierig. Die heutige Methodik der Ökobilanz berücksichtigt diese Effekte daher nicht. Im Folgenden wird die Bewertungsproblematik von indirekten Effekten beschrieben.

3 Erfassung und Bewertung von indirekte Effekten der energetischen Biomassenutzung

3.1 Systemgrenzen von direkten und indirekten Effekten der Bioenergie

Indirekte Effekte haben im Gegensatz zu direkten Effekten keine klaren Untersuchungsgrenzen und können nicht mit der Input-Output-Analyse der bestehenden Ökobilanzmethodik erfasst werden. Abbildung 4 zeigt eine schematische Darstellung der Systemgrenzen von direkten und indirekten Effekten von Biokraftstoffen. Indirekte Effekte können sowohl in unmittelbarer räumlicher und zeitlicher Nähe, aber auch in großer räumlicher und zeitlicher Entfernung stattfinden. Zum Beispiel können Biokraftstoffe die heutige Förderung von Nordseeerdöl vermeiden oder die zukünftige Produktion von Teersanden in Kanada verhindern.

3.2 Die Komplexität von indirekten Landnutzungseffekten

Im Vordergrund der Kontroverse über Sinn oder Unsinn von Biokraftstoffen stehen die Landnutzungseffekte. Die indirekten Land-

nutzungseffekte (indirect Land Use Change, iLUC) der Bioenergienutzung können vielfältig sein. Ein anschauliches Beispiel dafür ist die Produktion des Biokraftstoffs Ethanol in den USA. Dort wächst in Folge der Ethanol-Produktion aufgrund der Biokraftstoffziele der US-Regierung die Nachfrage nach Mais. Die erhöhte Maisnachfrage kann bewirken [2]:

1. Die Landwirte in den USA erhöhen die Produktivität.
2. Die Landwirte in den USA verändern die Fruchtfolgen.
3. Die Landwirte in den USA weiten die Anbaufläche aus.
4. Die Landwirte in den USA bauen mehr Mais als Soja an. Dadurch sinken die US-Sojaexporte und die Weltsojapreise steigen. Dadurch wird die Anbaufläche für Soja in Brasilien im Amazonasgebiet ausgeweitet.

Welche der genannten Entwicklungen werden eintreten? Keine einfache Aufgabe für einen Wissenschaftler, denn vieles lässt sich nur schwer kausal zuordnen. [3], [2] Es können Kausalketten unterschiedlicher Länge auftreten, das heißt mit unterschiedlich vielen Wirkungen, die miteinander verknüpft sind. [4] Die Komplexität von Prozessen mit indirekten Landnutzungseffekten ist aber nicht nur auf den großen räumlichen und zeitlichen Abstand zwischen Ursache und Wirkung und lange Kausalketten zurückzuführen. Der Grad der Unsicherheit wird außerdem von der Anzahl möglicher Effekte, die alternativ auftreten können, und der Anzahl möglicher Ursachen bestimmt, die den Effekt auslösen können (Multikausalität). Geist und Lambin, die 157 regionale Studien ausgewertet haben [27], beschreiben diese Multikausalität von Landnutzungsänderungen in den Tropen. Danach ist die Abholzung von tropischem Regenwald nie das Ergebnis einer einzelnen Ursache, sondern des Zusammenspiels vieler Faktoren. Untersuchungen der Landnutzungsänderungen in Costa Rica von 1966 bis 2006 bestätigen diese Ergebnisse [5]. Danach beeinflussen mindestens vierzehn Faktoren die Landnutzung in Costa Rica.

Der Vergleich der jährlichen Abholzung mit der Sojaproduktion und Viehhaltung in Brasilien ist ein weiteres Beispiel dafür, dass Landnutzungsänderungen – und damit auch indirekte Landnutzungseffekte – nicht auf monokausale Zusammenhänge zurückzuführen sind. Während die jährliche Abholzung um fast 80 Prozent gegenüber 2004 zurückgegangen ist, sind die Sojaproduktion und die Viehzucht weiter gestiegen (Abbildung 5). Damit lässt sich ein vereinfachter Zusammenhang zwischen Agrarproduktnachfrage und Waldrodung in Brasilien nicht nachweisen. Denn neben Landausdehnung kann das System auf einen erhöhten Bedarf an Agrarprodukten beziehungsweise Biomasse auch mit Erhöhung der Produktivität reagieren. Und wenn dies nicht ausreichen sollte, kann das System, wenn die Abholzung von Waldflächen gesetzlich reglementiert ist (Brasilien), durch Ausweitung in andere Bereiche reagieren. Hierzu kann die Wiedernutzung von aufgegebenen Landflächen gehören.

Die größten Produktivitätspotenziale von Brasilien liegen in der Viehhaltung. Während die landwirtschaftlichen Erträge pro Hektar sich in den letzten 50 Jahren verdreifacht und ein sehr hohes Niveau erreicht haben, ist die Weidelandnutzung in Brasilien mit etwa einem Rind pro Hektar sehr extensiv und führt aufgrund von schlech-

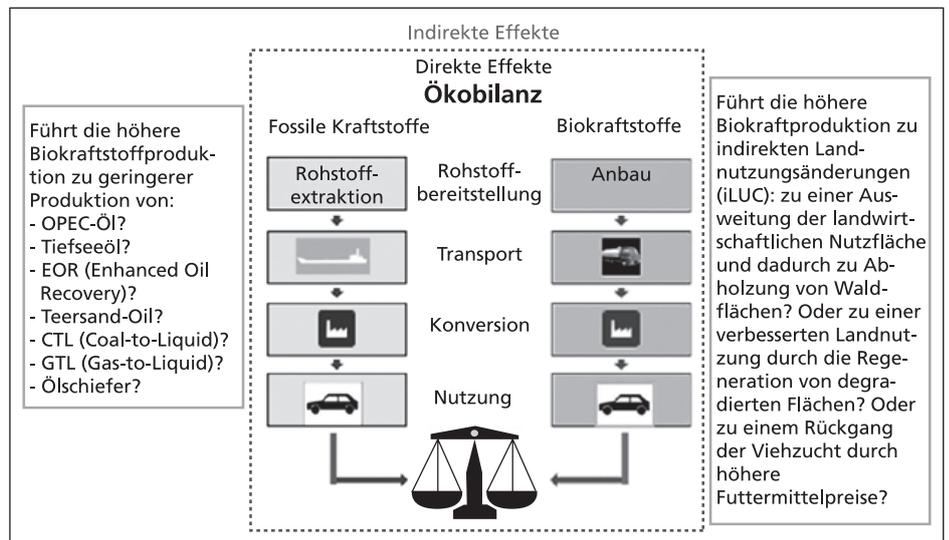


Abbildung 4: Systemgrenzen zwischen direkten und indirekten Effekten von fossilen Kraftstoffen und Biokraftstoffen

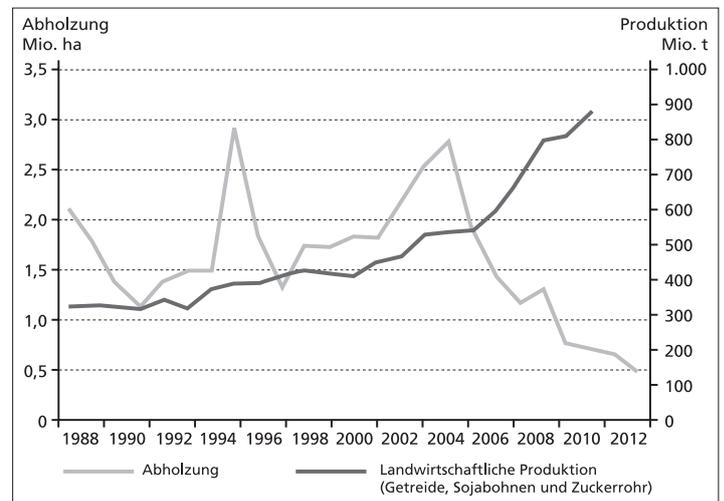


Abbildung 5: Abholzung und landwirtschaftliche Produktion in Brasilien (Quellen: Union of Concerned Scientists: Brazil's Success in Reducing Deforestation [6], INPE [7], FAOSTAT [8])

tem Weidelandmanagement oft zu einer Degradation der Böden. [8], [9], [10] Gleichzeitig ist das Weideland mit etwa 210 Mio. ha dreimal so groß wie die Ackerfläche mit 70 Mio. ha. [11], [8] Nach Nepstad et al. [28] kann mit verschiedenen Intensivierungsmaßnahmen (etwa ertragsreiche Gräser oder integrierte Crop-Livestock-Systeme) die Viehdichte auf sechs Rinder pro Hektar erhöht werden. Da neben der Viehdichte auch die Gewichtszunahme mit den Maßnahmen steigt, kann die Produktivität von derzeit etwa 50 Kilogramm cwe (Carcass Weight Equivalent = Schlachtkörperäquivalent) sogar um das 20-fache auf bis zu 1.000 Kilogramm pro Hektar (kg/ha) wachsen. [12], [13] Die Weltbank zeigt in einer Studie [14], wie vor allem diese Weideintensivierungsmaßnahmen die zukünftige Abholzung stark reduzieren können. Dafür werden die Landnutzungsänderungen von zwei Szenarien bis 2030 verglichen. Im „Business As Usual“-Szenario (BAU-Szenario) werden durch den steigenden Agrarflächenbedarf 16,6 Millionen Hektar (Mio. ha) Wald bis 2030 gerodet, im kohlendioxid-armen Szenario (Low-Carbon-Szenario) verringert sich die Abholzungsfläche auf 5,3 Mio. ha. Nach der Weltbankstudie sind viele der Maßnahmen, die für das Low-Carbon-Szenario notwendig sind, technisch machbar und werden lokal bereits heute erfolgreich angewendet. So ist etwa die Viehdichte im Bundestaat Sao Paulo, dem Hauptan-

baugbiet von Zuckerrohr, mit 1,6 Rindern pro Hektar deutlich höher als der brasilianische Durchschnitt mit einem Rind/ha. [9] Insgesamt wird aber in Brasilien nach einer Untersuchung des Amazon Environmental Research Institute (IPAM) die Verbreitung von Low-Carbon-Maßnahmen durch Hindernisse, wie etwa nicht ausreichende finanzielle und technische Hilfe für vor allem kleine und mittelgroße Landwirte, stark begrenzt. [35]

Dieses Beispiel macht deutlich, dass es für indirekte Landnutzungseffekte regelmäßig sehr unterschiedliche Zukunftsszenarien gibt, nicht nur für Brasilien. Die Szenarien und damit die Höhe des indirekten Landnutzungseffektes hängen zentral von zukünftigen Regierungsentscheidungen ab.

3.3 Die Bewertung von indirekten Landnutzungsänderungen (iLUC) mit ökonomischen Agrarmodellen am Beispiel von Biokraftstoffen

In den vergangenen Jahren wurden vorhandene ökonomische Agrarmodelle für die Berechnung von indirekten Landnutzungseffekten weiterentwickelt. Dazu gehören Berechnungsmodelle wie „Global Trade Analysis Project“ (GTAP) der Purdue Universität (Indiana/USA) [32], IMPACT des IFPRI (International Food Policy Research Institute, New York) [33] oder CAPRI (Common Agricultural Policy Regionalised Impact) [34] der Universität Bonn [16]. Die erste iLUC-Studie wurde 2008 von Searchinger et al. [17] veröffentlicht, der die globalen indirekten Landnutzungseffekte der US-amerikanischen Ethanolproduktion berechnet hat. Aufgrund der iLUC-Theorie, dass die Effekte über den internationalen Handel weitergegeben werden, berechnen die ökonomischen Modelle den iLUC-Effekt auf globaler Ebene, was die Aufgabenstellung nicht einfacher macht [15].

Die jeweiligen Ergebnisse hängen von den Modellen und von den Randbedingungen ab, die für Berechnungen vorliegen. Daher ist es nicht überraschend, dass die Ergebnisse streuen.

Abbildung 6 ist einer Arbeit von Wicke et al. [18] entnommen. Unterschiedliche Autoren haben mit eigenen Modellen die ur-

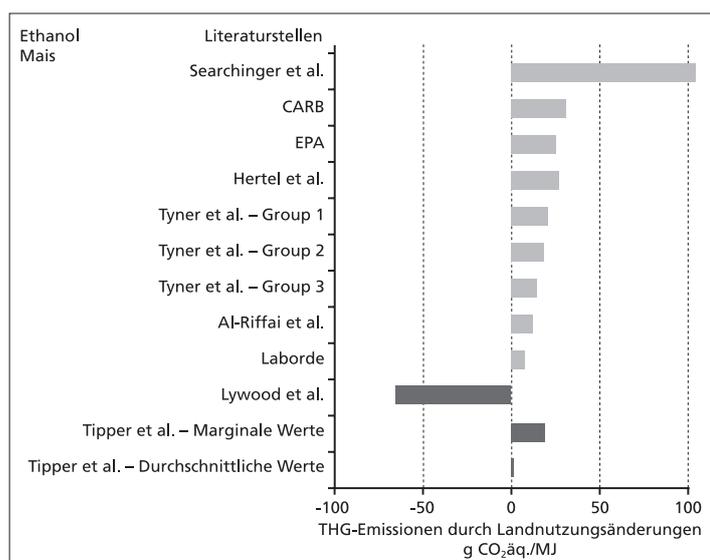


Abbildung 6: Übersicht über Treibhausgasemissionen aufgrund direkter und indirekter Landnutzungsänderungen von Biokraftstoffen der 1. Generation aufgrund von Literaturangaben (Allokationszeitraum: 30 Jahre). Hellgraue Balken beziehen sich auf Marktgleichgewichts-Modelle, dunkelgraue Balken auf Allokationsmodelle (Quelle: Wicke et al. [18])

sprünglichen Berechnungen von Searchinger et al. [17] nachvollzogen und kommen zu vergleichbaren, aber auch sehr unterschiedlichen Ergebnissen. Es besteht daher fachliche Unsicherheit über die Höhe des indirekten Landnutzungseffektes. Erschwerend kommt hinzu, dass mittels der Modelle in der Regel Zukunftsprognosen gerechnet werden (für das Jahr 2020 beispielsweise). Die Prognose von zukünftigen Regenwaldabholungen ist aber konfrontiert mit der Frage, wie die Regierungen der relevanten Länder derartige Landausdehnungen zukünftig regulieren werden (siehe oben am Beispiel Brasiliens). In allen relevanten Ländern gibt es Bestrebungen, diese Abholungen zu unterbinden oder zumindest zu begrenzen. Gleichzeitig gibt es in diesen Ländern mehr oder weniger große Zweifel an der Ernsthaftigkeit und Nachhaltigkeit dieser Bemühungen. Und global gibt die UN an, den Schutz dieser Flächen mit Hilfe des Instruments REDD+ (Reducing Emissions from Deforestation and Degradation) im Zuge von internationalen Klimaschutzvereinbarungen nachhaltig zu sichern. [19] Es gibt also gegenwärtig unterschiedliche Zukunftsperspektiven, deren Eintreten nicht sicher prognostiziert werden kann.

4 Das Flächenpotenzial für die Biomassenutzung

Eine wesentliche Voraussetzung der Bewertung von direkten und indirekten Landnutzungsänderungen der Biomassenutzung ist die Untersuchung der weltweiten Flächenpotenziale. Wenn es zusätzliche Flächen gäbe, könnten direkte und indirekte Landnutzungsänderungen durch Bioenergie zwar immer noch stattfinden, aber durch effektive Flächennutzungsinstrumente vermieden werden.

Die Studien zu globalen Bioenergiepotenzialen weisen sehr unterschiedliche Ergebnisse auf. Die Literaturschau im Rahmen des IPCC-Berichtes zu Erneuerbaren Energien hat eine Bandbreite von 50 bis 1.000 EJ/a ergeben. [1] Die starke Streuung der Ergebnisse ist vor allem auf unterschiedliche Annahmen in Hinblick auf zukünftigen Nahrungs- und Futtermittelbedarf, Flächenproduktivitätsentwicklung, Brachflächen, Flächenbedarf für Biodiversität und Naturschutz und degradierten Flächen zurückzuführen. [20] Eine Studie im Auftrag von World Wide Fund For Nature (WWF) et al. [21] verweist in ihrem weltweiten Energieszenario-Bericht außerdem auf die Flächenpotenziale, die durch die Verringerung des Flächenbedarfs für die Viehhaltung nutzbar gemacht werden könnten. Derzeit werden nach Angaben der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (Food and Agriculture Organization of the United Nations/FAO) etwa 3,4 Milliarden Hektar als permanentes Weideland genutzt. Die Flächenintensität dieser Flächen ist oft sehr gering, wie bereits das Beispiel Brasilien in Abschnitt 3.2. verdeutlicht hat. Durch die Intensivierung von Weideflächen kommt die WWF-Studie auf ein Potenzial von über 600 Millionen Hektar für Energiepflanzen.

In Russland, der Ukraine und weiteren Ländern Osteuropas wurde nach dem Zusammenbruch der Sowjetunion Ackerland aufgegeben. Verlässliche Angaben dieser ungenutzten Flächen sind schwierig, aber es wird mit einem Flächenpotenzial von mindestens 50 Millionen Hektar gerechnet. [22], [23], [24], [25], [26] Und der Ertrag auch der genutzten Flächen liegt nur bei einem Drittel des mitteleuropäischen Ertrags.

Die Beispiele ließen sich fortsetzen. Man erkennt, dass es durchaus Optionen gäbe, einen höheren Biomassebedarf decken zu können.

Und nicht zuletzt kann ein Blick zurück helfen. Nach FAO-Statistik (Arable land and permanent Cropland) ist die für die Agrarproduktion weltweit verfügbare Fläche in den letzten zwanzig Jah-

ren nur geringfügig gestiegen [8]. Berücksichtigt man die in diesen Zahlen enthaltenen gestiegenen Brachflächen, ist die kultivierte Fläche sogar leicht rückläufig. Die Produktionssteigerungen waren durch die Erhöhung der Erträge möglich geworden. Man könnte daher Zweifel formulieren, ob man die Regenwaldverluste von rund 5 Millionen Hektar jährlich der gestiegenen Agrarproduktion ursächlich anlasten darf oder ob man nicht eher die Urbanisierung als Ursache für die Verringerung der Agrarflächen dafür verantwortlich machen müsste.

5 Biomasse aus der Abfallwirtschaft

Eine weitere Option wäre es, vermehrt Biomasse aus dem Abfallsektor einzusetzen. Bei dieser Biomasse gibt es generell keine indirekten Landnutzungseffekte, weil sie nicht angebaut wird. Und sollte die originäre Biomasse direkte oder indirekte Landnutzungseffekte bewirkt haben, so wäre dieser Emissionsbeitrag methodisch der primären Nutzung zuzuordnen.

Ähnliches gilt für andere negative Effekte, die einer verstärkten Biomassenutzung in Klimaschutzszenarien angelastet werden, wie Verlust von Biodiversität, schlechte Arbeitsbedingungen, Landraub oder Chemikalieneinsatz in der Landwirtschaft. All diese Effekte sind der Primärnutzung zugeordnet. Also ist Biomasse aus der Abfallwirtschaft in der fachlichen und auch in der politischen Diskussion frei von diesen *Belastungen*. Dies erklärt die aktuelle Renaissance der Abfallbiomasse in Klimaschutz-Szenarien.

Bei einer Kaskadennutzung wird Biomasse zunächst stofflich genutzt. Im Fall der Abfallbiomasse könnte dies beispielsweise mit Hilfe biotechnologischer Verfahren zur Herstellung von Basischemikalien erfolgen. Aus diesen werden dann Kunststoffe oder andere Produkte erzeugt. Diese werden nach ihrer Nutzungsphase recycelt und nach einigen stofflichen Kreisläufen energetisch verwertet (*Kaskadennutzung*). Derartige Strategien werden heute vielfach favorisiert; sie sind aber noch nicht praxisreif und sind zum Teil auch noch in der Erforschung. Auf das Entwicklungsfeld *Bioraffinerien* sei verwiesen.

Aber insgesamt kann die Abfallwirtschaft, selbst bei optimierter Kaskadennutzung, nur einen Teil dazu beitragen, die Klimaschutzszenarien zu erfüllen, da die Mengen vergleichsweise niedrig sind. Je nach Klimaschutzszenario und den hierfür erforderlichen Randbedingungen dürfte der Beitrag der Abfallwirtschaft unterhalb von zehn, gegebenenfalls sogar unterhalb von fünf Prozent liegen. [29], [30]

6 Regulierungsvorschläge auf EU-Ebene

Bei der vergangenen Novelle der EU-Kraftstoffrichtlinie und der Erneuerbaren Energien-Richtlinie in 2008 wurde ein Auftrag an die EU-Kommission formuliert, Vorschläge zu entwickeln, wie man zukünftig indirekte Landnutzungseffekte in die Berechnung der Treibhausgas-Emissionseinsparungen von Biokraftstoffen und flüssigen Biobrennstoffen integrieren kann. Hierzu hat die Kommission in den Folgejahren eine ganze Reihe von Studien und Modellberechnungen durchführen lassen. Es sollte ermittelt werden, welche Höhe der iLUC-Effekt im Jahr 2020 haben dürfte, wenn das 10-Prozent-Ziel des Anteils an Biokraftstoffen an der gesamten Kraftstoffversorgung in der EU erreicht ist. Die Ergebnisse fielen uneinheitlich aus. Daher haben sich die federführenden Generaldirektionen darauf konzentriert, die Untersuchungen mit dem besten aller Modelle durchführen zu lassen (Best Science Approach). [31] Abbildung 7 zeigt das Ergebnis dieser Berechnung. Danach liegt das Gesamtergebnis von direkten Emissionen und

iLUC-Emissionen für Biokraftstoffe auf Pflanzenölbasis (Biodiesel) im gleichen Bereich oder sogar oberhalb der Emissionen von fossilen Kraftstoffen.

Allerdings konnte sich die Kommission als Ganzes nicht darauf verständigen, diese Faktoren verbindlich in die Berechnung der LCA für Biokraftstoffe in Europa einzuführen. Faktisch hätte diese Entscheidung bedeutet, dass Biodiesel aus Pflanzenöl nicht mehr anerkannt wäre, da seine LCA die geforderten 35 Prozent Treibhausgaseinsparung nicht mehr erbracht hätte. Hiernach wäre Biodiesel unter Klimaschutzgesichtspunkten zum Teil sogar schlechter ausgefallen als fossiler Diesel. Und politisch wurde sicherlich gefürchtet, diese Entscheidung in einem etwaigen Rechtsstreit vor dem EUGH rechtfertigen zu müssen (Best Science Approach).

Die Kommission hat daher als Kompromiss entschieden, dass diese iLUC-Faktoren nur unverbindlich bei der jährlichen Berichterstattung der Mitgliedsstaaten über die Quotenerfüllung eingeführt werden. Politisch sind hierdurch die Faktoren weiter im Spiel und stehen gegenwärtig (Mai 2013) auf der Abstimmungsliste des Europaparlaments.

Alternativ stellen die deutsche Biokraftstoffbranche und die europäischen Agrarverbänden derzeit die Frage, warum die heimische Produktion mit einem globalen iLUC-Faktor beschwert werden soll, da doch Waldabholzung in Deutschland verboten ist. Da rund 75 Prozent des globalen iLUC-Effekts auf ganz wenige Länder (Brasilien, Indonesien, Malaysia) zurückzuführen sind, wird gefordert, Anstrengungen zu unternehmen, die Verhältnisse in diesen Ländern zu verbessern und nicht die europäische Agrarwirtschaft in Mithaftung zu nehmen. Fachlich muss darauf hingewiesen werden, dass sich diese Mithaftung aus der iLUC-Theorie und dem zusätzlichen Bedarf, dem 10-Prozent-Ziel, ergibt. Wobei es fachlich schwierig ist, diesen Ansatz aufrecht zu halten, wenn die globale Agrarfläche weiter schrumpfen sollte (s.o.). Aber es wäre alternativ durchaus möglich, Biokraftstoffe aus diesen Ländern aufgrund der hohen Effekte insgesamt als *nicht nachhaltig produziert* einzustufen und für die Quote nicht mehr anzuerkennen. Dadurch würde der iLUC-Effekt deutlich reduziert und ein starkes Signal für eine Änderung der Landnutzungspolitik in diesen Ländern gesetzt. [39]

7 Fazit und weiterer Forschungsbedarf

Klimaschutzszenarien sind zwischenzeitlich ein anerkanntes Instrument geworden, um aufzuzeigen, mit welchen technischen und regulatorischen Maßnahmen Klimaziele auf lokaler, nationaler und globaler Ebene erreicht werden können. Daher dient dieses wissenschaftliche Instrument auch der Politikberatung, für die es in den vergangenen Jahren eine hohe Bedeutung erhalten hat. So wird die gesamte internationale Klimaschutzpolitik im Grundsatz auf derartige Szenarien aufgebaut. Regelmäßig stellt in diesen Szenarien die Nutzung von Erneuerbaren Energien den wesentlichen Hebel für mehr Klimaschutz dar. Und unter den Erneuerbaren Energien ist wiederum die Nutzung von Biomasse der wichtigste Grundpfeiler, um Treibhausgasemissionseinsparungen zu erreichen. In diesen Szenarien wird also angenommen beziehungsweise prognostiziert, dass Biomasse für die unterschiedlichsten Einsatzbereiche vermehrt genutzt werden wird.

Parallel zu diesem Entwicklungsstrang hat sich in den zurückliegenden Jahren in der Wissenschaft ein Forschungsbereich etabliert, der untersucht, wie diese verstärkte Biomassenutzung ökobilanziell zu bewerten ist. Aus einer kritischen Diskussion über Sinn oder Unsinn von Biokraftstoffen heraus sind Forschungsergebnisse erarbeitet worden, wonach ein Ausbau der Biomassenutzung zu

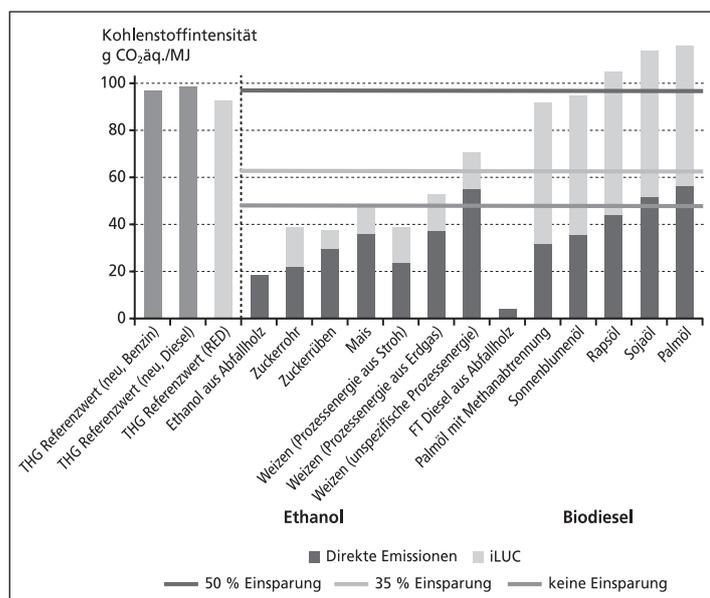


Abbildung 7: Berechnung des iLUC-Effektes (hellgrauer Balken) durch das MIRAGE-Modell (Quelle: Laborde [31])

einem Mehrbedarf an landwirtschaftlichen Flächen führen kann oder führen wird. Diese Flächen wiederum werden ganz oder anteilig – je nach Studie – durch Umwandlung kohlenstoffreicherer Naturflächen gewonnen, was zu neuen Treibhausgasemissionen führt, die die Treibhausgasemissionseinsparungen durch die Biomassenutzung ganz oder anteilig aufzehren würde.

Diese Ergebnisse werden auf der Basis von Modellen entwickelt, denen wiederum Annahmen zugrunde liegen. Diese Annahmen können zum Teil eine hohe Ergebnisrelevanz haben. Kein Wunder also, dass die Modellergebnisse, wie dargestellt, eine erhebliche Streubreite aufweisen.

Daher hat sich parallel zur Präsentation der Modellergebnisse, auch eine kritische Diskussion über diese Modelle und ihrer Anwendung etabliert. Die wesentlichen Aspekte dieser Diskussion werden in diesem Beitrag dargestellt. Wichtige Punkte sind:

- Die Vielfalt möglicher Landnutzungsänderungen: Wird für die zusätzliche Nachfrage die Agrarfläche ausgeweitet und dafür Wald gerodet oder Weideland umgebrochen? Oder wird die zusätzliche Nachfrage durch Flächenintensivierungen gedeckt, wie dies in den zurückliegenden 20 Jahren der Fall war?
- Die Multikausalität von Landnutzungsänderungen: Was sind die eigentlichen Ursachen von Waldrodungen?
- Reduzierung von Unsicherheit: Wie kann die Komplexität von Agrar- und Landnutzungssystemen bei der Modellierung von LUC- und iLUC-Effekten berücksichtigt werden?
- Und insbesondere Governance: Wie wirken sich beispielsweise Waldschutzpolitiken auf mögliche LUC- und iLUC-Effekte aus?

Auch der IPCC identifiziert die Unsicherheit, die Komplexität und Multikausalität als wesentliche Probleme für die iLUC-Erfassung. Sind effektive Landnutzungspolitiken (Governance) der Ausweg aus dem Dilemma? Der IPCC weist auch darauf hin, dass noch nicht ausreichend erforscht wurde, wie effizient die Instrumente von Good Governance auf die Biomasse-LCA wirken können. Also beispielsweise die Frage, ob die Modelle die Optionen von Regierungen im Bereich ihrer Landnutzungspolitiken erfassen können oder hier ihre Anwendungsgrenzen aufweisen.

Vielleicht lässt sich die Belastbarkeit der Modelle auch nicht so weit steigern, dass sie konsistente Ergebnisse liefern. Die Probleme der Modelle scheinen systeminhärent zu sein, das heißt, sie verfol-

gen Ziele, die sie wahrscheinlich nicht erfüllen können: die Prognose von globalen Landnutzungsänderungen.

Es wäre daher notwendig, die Modelle weiter zu entwickeln, um zu ermitteln, wie die Instrumente von Guter oder Schlechter Regierungsführung (englisch: Good / Bad Governance) auf die Biomasse-LCA wirken. Benötigt werden Modelle, die transparent machen, wie sich Governance auf iLUC auswirkt (beziehungsweise ausgewirkt hat) und wie sich hierdurch die LCA der Biomasse aus der Region verändert hat. Mit einem solchen Modell könnte die Politikberatung dann prognostizieren, mit welchen Instrumenten der iLUC-Effekt reduziert werden kann, um die Nachhaltigkeit der Biomassebereitstellung sicherzustellen.

In der EU ist gegenwärtig eine Rechtsetzung im Verfahren, die versuchen will, den iLUC-Effekt zu adressieren. Denn es kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Pflicht, Emissionen aus Kohlenstoffbestandsänderungen infolge geänderter Landnutzung in die Berechnung der Treibhausgasemissionen von Biokraftstoffen und flüssigen Biobrennstoffen einzubeziehen, dadurch umgangen wird, dass die Rohstoffe, die dafür verwendet wurden, auf Flächen produziert werden, die zuvor genutzt wurden, um Rohstoffe für andere Zwecke (wie die Nahrungsmittelerzeugung) zu gewinnen, und letztgenannte auf neuen Flächen mit hohen Kohlenstoffbeständen erzeugt werden.

Die Bekämpfung des iLUC-Effektes durch Einführung globaler iLUC-Faktoren erscheint nicht zielführend. Ein besseres Ergebnis könnte durch eine regional ausgerichtete iLUC-Regulierung erreicht werden. Regional (Staat oder Teilstaat) können in der Vergangenheit stattgefunden Landnutzungsänderungen (Land Use Change = LUC) mit vergleichsweise hoher Präzision vollständig und rechtssicher erfasst werden. Landnutzungsänderungen können zu erhöhten Treibhausgasemissionen führen, die ebenfalls präzise und rechtssicher berechnet werden können. Diese Emissionen können wiederum über eine festgelegte Methodik den regional erzeugten Biokraftstoffarten anteilig zugeordnet werden. Derartige Berechnungen zeigen, dass Biokraftstoffe aus Indonesien, Malaysia oder Brasilien sehr hohe LUC-Emissionen aufweisen, die teilweise die Emissionen von fossilen Kraftstoffen deutlich übersteigen. Daher sind Biokraftstoffe aus diesen Ländern als nicht nachhaltig erzeugt anzusehen. Sie sollten daher zukünftig für die Quotenerfüllung nicht mehr anerkannt werden. Ein Ausschluss von Biokraftstoffen aus Regionen mit hohen LUC-Emissionen (oberhalb eines definierten Grenzwertes) ist auf Grund der hohen Bedeutung der Vermeidung von Treibhausgasemissionen aus der Freisetzung großer Kohlenstoffbestände durch Landnutzungsänderungen, insbesondere kohlenstoffreicher Naturwälder oder Torfflächen, gerechtfertigt und gemäß den Artikeln 2.1 und 2.2 des „Agreement on Technical Barriers to Trade“ (TBT-Agreement) der Welthandelsorganisation (World Trade Organization) zulässig. [39]

Literatur und Anmerkungen

- [1] IPCC, 2011: Summary for Policymakers. In: IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation [O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, K. Seyboth, P. Matschoss, S. Kadner, T. Zwickel, P. Eickemeier, G. Hansen, S. Schlömer, C. von Stechow (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Im Internet: http://srren.ipcc-wg3.de/report/IPCC_SRREN_SPM.pdf
- [2] Dale, B. E.: Life cycle analysis of biofuels & land use change: a path forward? Vortrag auf dem Environmental Defense Fund Workshop. Berkeley, Kalifornien. 1.-2. Juli 2008, http://apps.edf.org/documents/8135_Microsoft%20PowerPoint%20-%20Session%206%20Dale%20-%20LCA%20and%20Indirect%20Land%20Use_EDF%20Workshop%20July%202008.pdf, 2011
- [3] Liska, A.; Perrin, R.: Indirect land use emissions in the life cycle of biofuels: regulations vs science. In: Biofuels, Bioproduction, Biorefinery. DOI: 10.1002/bbb.153, 2009

- [4] Bauen, A. et al.: A causal descriptive approach to modeling the GHG emissions associated with the indirect land use impacts of biofuels. Final report. A study for the UK Department for Transport. London 2010. Im Internet: www.apere.org/doc/1010_e4tech.pdf
- [5] Joyce, A. T.: Land Use Change in Costa Rica 1966–2006, as influenced by social, economic, political and environmental factors. San Jose, Costa Rica 2006. Im Internet: <http://www.luluc.com> oder www.uvm.edu/~amoulaer/ecoticos/usodelatierra/L2%20ND%20USE%20CHANGE%20IN%20COSTA%20RICA.pdf
- [6] Union of Concerned Scientists (editor): Brazil's Success in Reducing Deforestation. In: Tropical Forests and climate. Briefing #8, Washington DC 2011. Im Internet: http://www.ucsusa.org/assets/documents/global_warming/Brazil-s-Success-in-Reducing-Deforestation.pdf, 2011
- [7] INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais): Projeto Prodes Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite [WWW]. Verfügbar unter: <http://www.obt.inpe.br/prodes> [Stand 25.02.12], 2013
- [8] FAOSTAT: Statistics Division of the Food and Agriculture Organization of the United Nations [WWW]. Available from: <http://www.faostat.fao.org/> [Stand 25.04.13], 2013
- [9] Walter, A.; Dolzan, P.; Quilodrán, O.; Garcia, J.; Da Silva, C.; Piacente, F.; Segerstedt, A.: A Sustainability Analysis of the Brazilian Bio-ethanol. Campinas, Brasilien, 2008. Im Internet: <http://www.unica.com.br/download.php?idSecao=17&id=6548848>
- [10] Landers, J. N.: Tropical crop – livestock systems in conservation agriculture: The Brazilian experience. In: Integrated Crop Management, Volume 5, Rome 2007. Published by Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Im Internet: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1083e/a1083e.pdf> [Stand: 04.09.2012]
- [11] Harfuch, Leila (Brazilian Institute for International Trade Negotiations): Modeling Land Use and Land Use Change in Brazil. 2009
- [12] Martho, Geraldo (Embrapa): Land-Use and Livestock. Global Multi-Stakeholder Meeting on Responsible Livestock. Brasília, Juni 17–20, 2011. Im Internet: http://www.livestockdialogue.org/fileadmin/templates/res_livestock/docs/2011_Brasilia/18_05_GERALDO-MARTHA.pdf
- [13] Neppach, S.: Bioenergiepotenziale durch die Intensivierung von Weideland in den Tropen am Beispiel Brasiliens. Bachelorarbeit, eingereicht am 9. Oktober 2012, Fachgebiet Abfalltechnik, Fachbereich Bauingenieurwesen und Geodäsie, Technische Universität Darmstadt, 2012
- [14] The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank (editor): Brazil Low-carbon Country. Case Study. Washington DC 2010. Im Internet: http://siteresources.worldbank.org/BRAZILEXTN/Resources/Brazil_LowcarbonStudy.pdf
- [15] Lahl, U.: iLUC und Biokraftstoffe in der Analyse. Regionale Quantifizierung klimaschädlicher Landnutzungsänderungen und Optionen zu deren Bekämpfung. Oyten 2010. Im Internet: http://www.bdbe.de/files/6213/2196/7508/iLUC_Studie_Lahl.pdf
- [16] LCFS-Workgroup: Vortrag der Model Comparison Subgroup auf dem 5. Treffen der LCFS (Low Carbon Fuel Standard)-Workgroup am 17. Juli 2010 in Sacramento, Kalifornien. <http://www.arb.ca.gov/fuels/lcfs/workgroups/ewg/expertworkgroup.htm>
- [17] Searchinger, T.; Heimlich, R.; Houghton, R. A.; Dong, F.; Elobeid, A.; Fabiosa, J. et al.: Use of U.S. Croplands for Biofuels Increases Greenhouse Gases Through Emissions from Land-Use Change. In: Science, Volume 319, 29 February 2008, pages 1238–1240. Published online 7 February 2008; doi: 10.1126/science.1151861. Im Internet: <http://www.whrc.org/resources/publications/pdf/SearchingeretalScience08.pdf>
- [18] Wicke, B.; Verweij, P.; Meijl, H.; v. Vuuren, D. P.; v. Faaij, A. P. C.: Indirect land use change: review of existing models and strategies for mitigation. In: Biofuels, January 2012, Volume 3, No. 1, Pages 87–100, DOI 10.4155/bfs.11.154 (doi:10.4155/bfs.11.154). Im Internet: <http://www.future-science.com/doi/abs/10.4155/bfs.11.154>
- [19] Das Programm „Reduktion von Emissionen als Folge von Entwaldung und Waldschädigung“ (REDD) stellt einen Versuch dar, die Speicherung des Kohlenstoffs in Wäldern mit einem finanziellen Wert zu versehen. Dieser soll Entwicklungsländern Anreize bieten, Emissionen aus bewaldeten Gebieten zu verringern und in kohlenstoffarme Wege hin zu einer nachhaltigen Entwicklung zu investieren. REDD + geht über Abholzung und Waldschädigung hinaus und umfasst die Rolle der Erhaltung und nachhaltigen Bewirtschaftung der Wälder und die Verbesserung des Kohlenstoffspeichers Wald. Siehe hierzu im Internet: <http://www.un-redd.org/aboutredd/tabid/582/default.aspx>
- [20] Pieprzyk, B. (Agentur für Erneuerbare Energien): Globale Bioenergienutzung – Potenziale und Nutzungspfade. Analyse des WBGU-Gutachtens „Welt im Wandel: Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung“. Berlin 2009. Im Internet: http://www.unendlich-viel-energie.de/uploads/media/AEE_Globale_Bioenergienutzung_Kurzstudie_jun09_01.pdf, 2009
- [21] WWF, ECOFYS, OMA (editors): The Energy Report. 100% Renewable Energy by 2050. Gland 2011. ISBN 978-2-940443-26-0. http://assets.panda.org/downloads/the_energy_report_lowres_111110.pdf
- [22] Öko-Institut, Prognos: Modell Deutschland. Klimaschutz bis 2050. Vom Ziel her denken. (Endbericht) Basel und Berlin 2009. Im Internet: http://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/pdf_neu/WWF_Modell_Deutschland_Endbericht.pdf
- [23] Fischer, G.; Prieler, S.; Velthuisen van, H. et al.: Biofuel production potentials in Europe: Sustainable use of cultivated land and pastures, Part II: Land use scenarios. In: Biomass and Bioenergy, Volume 34, Issue 2, February 2010, Pages 173–187
- [24] Rullin, M.; Saviore, A.; D’Odrico, P.: Global Land and Water Grabbing. In: Proceedings of the National Academy of sciences of the United States of America (PNAS), January 15, 2013 vol. 110 no. 3 892–897. Published online before print January 2, 2013, doi: 10.1073/pnas.1213163110. Im Internet: <http://www.pnas.org/content/110/3/892>
- [25] Schierhorn, F.; Hahlbrock, K.; Müller, D.: Agrarpotenziale des europäischen Russlands. In: Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Mittel- und Osteuropa (Hrsg.): IAMO 2011, Halle 2011, S. 11–27. Im Internet: http://www.iamo.de/jump.php?doc=iamo2011_de.pdf&id=2469
- [26] Schierhorn, F.; Müller, D.: Russlands Beitrag zur Welternährung. Brachliegende Flächen und niedrige Erträge bieten ungenutztes Potenzial. In: Forschungsreport 2/2011, Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Mittel- und Osteuropa (IAMO), Halle 2011. Im Internet: http://www.bmelv-forschung.de/fileadmin/dam_uploads/ForschungsReport/FoRep_2011-2/Russlands%20Beitrag%20Welternahrung.pdf
- [27] Geist, H. J.; Lambin, E. F.: Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. In: BioScience, Volume 52, Issue 2, pages 143–150, February 2002, doi: 10.1641/0006-3568(2002)052[0143:PCAUDF]2.0.CO;2
- [28] Nepstad, D. et al.: Interactions Among Amazon Land Use, Forests and Climate: Prospects for a Near-Term Forest Tipping Point. In: Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 2008 May 27; 363(1498): 1737–1746. Published online 2008 February 11. doi: 10.1098/rstb.2007.0036. Im Internet: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2373903/>
- [29] Umweltbundesamt (Hrsg.): Energieziel 2050: 100 % Strom aus erneuerbaren Quellen. Dessau-Roßlau, Juli 2010. Im Internet: <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/fp-df-l/3997.pdf>, 2010
- [30] Kern, M.; Raussen, T.: Potenzieller Beitrag der Bioabfallverwertung zur Energieversorgung. In: Bio- und Sekundärrohstoffverwertung V. Stofflich – Energetisch, Seite 461–475, Witzhausen 2010. Im Internet: http://www.abfallforum.de/downloads/ks_22_kern_raussen.pdf
- [31] Laborde, D. (IFPRI): Assessing the Land Use Change Consequences of European Biofuel Policies. Final Report, October 2011. http://trade.ec.europa.eu/doclib/docs/2011/october/tradoc_148289.pdf, 2011
- [32] Global Trade Analysis Project (GTAP), <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/IMPACT/>, <http://www.ifpri.org/book-751/ourwork/program/impact-model>
- [33] Common Agricultural Policy Regionalised Impact - The Rural Development Dimension, http://www.ilr.uni-bonn.de/Agpo/rsrch/capri-rd/capri-rd_e.htm
- [34] Stabile, M. C. C.; Azevedo, A.; Nepstad, D.: Brazil's Low-Carbon Agriculture Program: Barriers to Implementation. Amazon Environmental Research Institute (IPAM), Brasília, June 2012. Im Internet: http://www.gcftaskforce.org/documents/brazil%27s_low-carbon_agriculture_program.pdf
- [35] AGORA Energiewende: 12 Thesen zur Energiewende. Ein Diskussionsbeitrag zu den wichtigsten Herausforderungen im Strommarkt. (Kurzfassung). Berlin 2012. Im Internet: http://www.agora-energiewende.de/fileadmin/downloads/Agora_Impulse_12_Thesen_zur_Energiewende_Kurzfassung_web.pdf
- [36] Baumann, M.; Kuemmerle, T.; Elbakidze, M. et al.: Patterns and drivers of post-socialist farmland abandonment in Western Ukraine. In: Land Use Policy, Volume 28, Pages 552–562, 2011. Im Internet: http://silvis.forest.wisc.edu/sites/default/files/pubs/baumann-et-al_2011_Patterns-drivers-abandonment-Ukraine.pdf
- [37] Nassar, A. M. et al.: European Commission Public Consultation on Indirect Land Use Change. Responses to the Consultation Document. São Paulo, Brazil, October 2010. http://www.iconebrasil.com.br/datafiles/biblioteca/documentos/2010/european_commission_public_consultation_on_indirect_land_use_change_3110.pdf
- [38] Lahl, Uwe: Regulierungsvorschläge zur Reduzierung von iLUC. Regulierungsvorschläge zum Thema „indirect Land Use Change“ (iLUC). Oyten 2013. Im Internet: <http://www.bzl-gmbh.de/de/?q=node/23>

Kontakt:

Professor Dr. rer. nat. habil. Uwe Lahl

Geschäftsführer BZL Kommunikation und Projektsteuerung GmbH

Lindenstr. 33 · D-28876 Oyten

Tel. 04207-69 98 37 · Fax: - 69 98 39

eMail: ul@bzl-gmbh.de

Internet: <http://www.bzl.info/de/?q=node/5>

<http://www.iwar.tu-darmstadt.de/abfalltechnik/fachgebietabfalltechnik/>

Dipl.-Ing. Björn Pieprzyk

ERA Energy Research Architecture

Kastanienallee 46 · D-10119 Berlin

Tel. 030-81 03 35 92

eMail: b.pieprzyk@energy-research-architecture.com

Internet: <http://energy-research-architecture.com/>