

Juli 2010

Expertisen und Dokumentationen  
zur Wirtschafts- und Sozialpolitik

# WISO-Diskurs

## Biokraftstoffe – Lösung, Problem oder nur Teil der Landschaft?

Bilanzen, Potenziale und  
Szenarien bis 2050



Gesprächskreis  
Verbraucherpolitik

**FRIEDRICH  
EBERT  
STIFTUNG**



Gutachten im Auftrag des Gesprächskreises  
Verbraucherpolitik der Friedrich-Ebert-Stiftung

---

## **Biokraftstoffe – Lösung, Problem oder nur Teil der Landschaft?**

Bilanzen, Potenziale und  
Szenarien bis 2050

Hans-Peter Piorr

Redaktionelle Bearbeitung:  
Klaus W. Schmidt

# Inhaltsverzeichnis

---

|  |    |
|--|----|
| <b>Vorbemerkung</b>  | 3  |
| <b>Abbildungs- und Tabellenverzeichnis</b>   | 5  |
| <b>1. Einleitung</b>   | 6  |
| <b>2. Biomasseverwertung zur Erzeugung Erneuerbarer Energien</b>                         | 10 |
| 2.1 Fruchtarten und ihre Verwendung  | 10 |
| 2.2 Sachstand, allgemeine Flächenbedarfe und Potenziale                                  | 12 |
| 2.3 Umwelt-, Energie- und soziale Bilanzen   | 14 |
| <b>3. Politische Programme und Szenarien</b>   | 23 |
| 3.1 Politische Programme   | 23 |
| 3.2 Rahmenbedingungen der Szenarien  | 25 |
| 3.3 Referenzszenario – „Weiter wie bisher“   | 31 |
| 3.4 Szenario „Worst Case“  | 33 |
| 3.5 Szenario „Best Case“   | 34 |
| <b>4. Ausblick – Politik, Bürger und Verbraucher reicher Länder in der Verantwortung</b> | 36 |
| <b>5. Literaturverzeichnis</b>   | 38 |
| <b>Der Autor und die Redaktion</b>   | 43 |

Diese Expertise wird von der Abteilung Wirtschafts- und Sozialpolitik der Friedrich- Ebert- Stiftung veröffentlicht. Die Ausführungen und Schlussfolgerungen sind vom Autor in eigener Verantwortung vorgenommen worden.

## Vorbemerkung

---

Bioenergien und Biokraftstoffe<sup>1</sup> stehen für ein Themenfeld, das stark schwankenden Konjunkturen unterliegt und zudem besonders facettenreich ist. 2007 und 2008, im Angesicht von „Tortilla-Krise“ und Aufständen wegen Nahrungsmittelknappheit, standen die sozialen Auswirkungen im Vordergrund, da in einigen Erdteilen die Flächenkonkurrenz zwischen Biokraftstoffen und Nahrungsmitteln unübersehbar geworden war. Der globale Rückgang der Nachfrage nach Biokraftstoffen – und auch nach Nahrungsmitteln – aufgrund der Finanz- und Wirtschaftskrise ließ diese Debatten in erstaunlich kurzer Zeit verstummen. Eine gewisse Erholung der globalen Konjunktur dürfte dieses Thema jedoch erneut akut werden lassen. Zwar sind Biokraftstoffe auch jüngst wieder in den Fokus der öffentlichen Aufmerksamkeit gerückt, nachdem Ergebnisse einer Studie im Auftrag der Europäischen Union vorab bekannt geworden sind – diesmal allerdings, weil ihre Klimabilanz darin weitaus weniger positiv erscheint als es von offizieller Seite bisher angenommen wurde.<sup>2</sup> Im Juni 2010 hat die Europäische Kommission einen Beschluss zur Zertifizierung nachhaltiger Biokraftstoffe gefasst, wobei auch jeweils unterschiedliche Potenziale zur Treibhausgaseinsparung berücksichtigt werden sollen.<sup>3</sup> Ob die damit verbundenen Erwartungen erfüllt werden, wird an der Praxis zu überprüfen sein.

Für Bürger/innen und Verbraucher/innen ist es angesichts der oft von Einzelinteressen geleiteten, einander widersprechenden Bewertungen von Biokraftstoffen schwierig, sich darüber eine fundierte Meinung zu bilden und ihr politisches

sowie ihr Konsumverhalten danach auszurichten. Auf der einen Seite finden sich Positionen, nach denen Biokraftstoffe eine der wichtigsten und besten Lösungen für Fragen der Mobilität, Nachhaltigkeit und Klimapolitik darstellen, auf der anderen Seite Positionen, nach denen klimaschonende Wirkungen und Nachhaltigkeitsaspekte grundsätzlich in Abrede gestellt werden und das Verbrennen von landwirtschaftlichen Erzeugnissen, die vielleicht auch als Nahrungsmittel geeignet wären, als unehrenhafter moralischer Skandal erscheint. Zumal vor dem Hintergrund milliardenfacher Unter- und Mangelernährung auf der Welt. Mit dem vorliegenden Gutachten möchte die Friedrich-Ebert-Stiftung einen Beitrag zur Ver sachlichung dieser Debatten leisten, denn wie so oft liegt die „Wahrheit“ offenbar in der Mitte der gegensätzlichen Positionen.

Das Gutachten liefert einen detaillierten Überblick über den aktuellen Sachstand hinsichtlich der derzeitigen ökonomischen, ökologischen und sozialen Bilanzen der Biokraftstofferzeugung und -verwertung. Darauf aufbauend werden ausgehend von einem Referenzszenario des „weiter wie bisher“ ein „worst case-Szenario“ und ein „best case-Szenario“ der Erzeugung und Nutzung von Biokraftstoffen im Hinblick auf zukünftig wachsende Nahrungsmittelbedarfe skizziert. Die Quintessenz des Gutachtens lässt sich in drei Thesen zusammenfassen:

1. Um eine ökologische und klimapolitische Nachhaltigkeit der Erzeugung, des Handels und des Verbrauchs von Biokraftstoffen zu erzielen, bedarf es zuallererst entsprechender Standards

---

1 Das vorliegende Gutachten betrachtet schwerpunktmaßig Biokraftstoffe, die vorwiegend für Mobilitätszwecke eingesetzt werden, berücksichtigt aber auch die Gesamtsituation von agrarischen Erzeugnissen, die zu energetischen Zwecken genutzt werden.

2 Financial Times Deutschland online vom 11.04.2010: Umweltrisiken – EU-Ziele für Biosprit wackeln, <http://www.ftd.de/politik/europa/umweltrisiken-eu-ziele-fuer-biosprit-wackeln/50099403.html>

3 „Kommission führt Zertifizierungssystem für nachhaltige Biokraftstoffe ein“, Pressemitteilung vom 10.06.2010 (IP/10/711).

und Zertifizierungen auf allen Etappen der Wert-schöpfungskette, die politisch wirksam durchgesetzt werden müssen. Beimischungsquoten und klima- bzw. energiepolitisch begründete Verbrauchsziele sollten deshalb nicht abstrakt verordnet werden. Vielmehr sollten nur jene Biokraftstoffe zugelassen und gefördert werden, die den erwähnten Standards genügen.

2. Erzeugung, Handel und Verbrauch von Biokraftstoffen müssen innerhalb eines globalen Bezugsrahmens regional differenziert nach ihren sozialen, ökologischen und klimatischen Auswirkungen beurteilt werden. Zum einen lassen sich nicht alle landwirtschaftlichen Erzeugnisse für die Nahrungsproduktion verwenden, die sich jedoch zur Biokraftstoffproduktion eignen. Zum anderen sind freie Flächenpotenziale zum Anbau von Pflanzen zur energetischen Verwertung global sehr unterschiedlich verteilt. Entsprechende regionale Differenzierungen wären daher in einer umfassenden Zertifizierungsstrategie zu berücksichtigen.
3. Im Hinblick auf das längerfristige Wachstum der Weltbevölkerung und einem entsprechend steigenden weltweiten Nahrungsmittelbedarfs – potenziert durch steigende Ernährungsansprüche in aufsteigenden Schwellen- und Entwicklungsländern – sind zeitliche Elemente besonders zu berücksichtigen. Die Erfüllung der beiden vorgenannten Punkte voraus gesetzt, kann der Förderung der Erzeugung, des Handels und des Verbrauchs von Biokraftstoffen eine wichtige entwicklungspolitische Funktion zukommen: Sie kann die Produktivität im Landwirtschaftssektor jener Länder und Regionen nachhaltig erhöhen, welche zwar vielversprechende Potenziale aufweisen, die jedoch aufgrund der derzeitigen Struktur der Nahrungsmittelnachfrage in den Regionen und auf dem Weltmarkt noch nicht realisiert werden

(können). Damit würden zusätzliche Einkommenschancen in den jeweiligen Ländern und Regionen entstehen und zugleich die Entwicklung des globalen Produktionspotenzials landwirtschaftlicher Erzeugnisse – insbesondere potenzieller Nahrungsmittel – an die längerfristig zu erwartende globale Nachfrage nach Nahrungsmitteln befördert werden.

Das Gutachten vertritt allerdings auch die These, dass die Nutzung von Biokraftstoffen in einem größeren Maßstab ein Übergangsphänomen sein wird, sofern es nicht zu einer massiven Verschärfung des Hungerproblems in ärmeren Ländern kommen soll. Denn selbst wenn sich das globale Bevölkerungswachstum deutlich verlangsamten sollte, ist bereits in wenigen Jahrzehnten der Punkt erreicht, wo die weltweiten Anbauflächen nahezu vollständig für Nahrungs- und Futtermittelanbau benötigt werden.

Dieses Gutachten ist aus einem früheren Arbeitszusammenhang mit Mitarbeitern der Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen heraus entstanden, aus dem bereits ein Kurzpapier mit verbraucherpolitischen Forderungen hervorgegangen ist.<sup>4</sup> In der vorliegenden Publikation wird die Gesamtsituation der Erzeugung, des Handels und des Verbrauchs von Biokraftstoffen ausführlicher behandelt, zusätzlich werden auch entwicklungspolitische Dimensionen berücksichtigt. Für die Erstellung des Gutachtens möchte ich Herrn Professor Hans-Peter Piorr von der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde herzlich danken, ebenso Herrn Klaus W. Schmidt für die redaktionelle Bearbeitung der streckenweise sehr komplexen Thematik.

Michael Fischer  
Wirtschafts- und Sozialpolitik  
Friedrich-Ebert-Stiftung

<sup>4</sup> Bernhard Burdick, Frank Waskow (2009): Flächenkonkurrenz zwischen Tank und Teller; WISO direkt, Friedrich-Ebert-Stiftung, Bonn.  
Online unter: <http://library.fes.de/pdf-files/wiso/06870.pdf>

## Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

---

|  |    |
|--|----|
| Abbildung 1: Einfluss der US Ethanolproduktion auf den Weltgetreidemarkt   | 7  |
| Abbildung 2: Kulturarten und ihre Verwendung zur Erzeugung Erneuerbarer Energien   | 10 |
| Abbildung 3: Flächenbedarf für Biokraftstoffe 2010<br>(Biodieselproduktion auf Basis von Raps und Ethanolproduktion aus Weizen)                                  | 12 |
| Abbildung 4: $\text{CO}_{2\text{eq}}$ -Vermeidungskosten ausgewählter Bioenergie-Linien  | 15 |
| Abbildung 5: Netto- $\text{CO}_{2\text{eq}}$ -Vermeidung pro Hektar (t $\text{CO}_{2\text{eq}}$ /ha)   | 16 |
| Abbildung 6: $\text{CO}_{2\text{eq}}$ -Vermeidung pro Hektar und $\text{CO}_{2\text{eq}}$ -Vermeidungskosten   | 17 |
| Abbildung 7: Problemdreieck Friedenspolitik, Armutsbekämpfung und<br>Nahrungsmittelversorgung  | 26 |
| Abbildung 8: Entwicklung der Weltbevölkerung 2000 bis 2050   | 27 |
| Abbildung 9: Nahrungsmittelbedarf im Spannungsfeld zwischen Mengenerzeugung<br>und veränderten Verzehrgewohnheiten   | 28 |
| Abbildung 10: Getreidepreisentwicklung von Mai 2007 bis Mai 2010   | 29 |
| Abbildung 11: Bevölkerungswachstum und Unterernährung von 1990 bis 2009  | 32 |
|  |    |
| Tabelle 1: Globale Flächennutzung für die Erzeugung von Biokraftstoffen 2007   | 14 |
| Tabelle 2: Anteil an der globalen Erzeugung von Bioethanol und Palmöl<br>sowie die Position der Länder im Welthungerindex im Vergleich zwischen<br>1990 und 2009 | 20 |
| Tabelle 3: Globale Bioethanolproduktion 2008 (1.000 t Ölequivalente)   | 21 |
| Tabelle 4: Politische Zielsetzungen zum Einsatz von Biokraftstoffen im globalen Vergleich  | 23 |
|  |    |
| Überblick über Bioenergiestoffe und verwendeter Fruchtarten sowie Pflanzenbestandteile   | 11 |

## 1. Einleitung

---

Seit Ende des Kalten Krieges hat die wirtschaftliche Entwicklung in Staaten mit großem Nachholbedarf zu einer beschleunigten Zunahme des Verbrauchs an Rohstoffen und fossilen Energieträgern geführt. Wesentliche Konsequenzen dieser Entwicklung sind die Verteuerung des Erdöls und ein stark steigender Ausstoß an Kohlendioxid mit all seinen Folgen für das Weltklima. Im Zusammenhang mit den zu erwartenden Versorgungsgängen wurde die Suche nach alternativen Brennstoffen, die auch in Zukunft Mobilität gewährleisten und gleichzeitig das Klima entlasten, intensiviert. Mit den sogenannten Biokraftstoffen glaubte man, einen möglichen gangbaren Weg gefunden zu haben. Bei den Biokraftstoffen handelt es sich nicht, wie irrtümlich angenommen werden könnte, um Produkte, die den engen gesetzlichen Kriterien für Lebensmittel aus dem ökologischen Landbau unterworfen sind. Die Bezeichnungen „Biokraftstoff“ und „Bioenergie“ (englisch „Biofuel“ und „Bioenergy“) sind international üblich und weisen lediglich darauf hin, dass Energie aus Biomasse gewonnen wird. Sie stammt in aller Regel aus konventionellem Anbau und wird mit Hilfe herkömmlicher Pflanzenschutz- und Düngemittel produziert.

Im vergangenen Jahrzehnt wurde der Markt für „Biofuels“ schnell ausgebaut. Mittlerweile stellt sich die Frage, ob die Energieversorgung auf Basis landwirtschaftlicher Biomasse zu Lasten der Nahrungsmittelversorgung und auf Kosten preiswerter Lebensmittel geht. Das muss im Rahmen der fünf Kernfragen behandelt werden, die seit einigen Jahren in der politischen Diskussion über globale Entwicklungen vorherrschen:

1. Wie kann die wachsende Weltbevölkerung ernährt werden?
2. Wie kann die Armut in der Welt bekämpft werden?

3. Welche Bedrohung geht vom Klimawandel aus?
4. Wie kann eine nachhaltige Landwirtschaft gesichert werden?
5. Können die zur Neige gehenden fossilen Rohstoffe durch nachwachsende Rohstoffe ersetzt werden?

Die vergangenen Jahrzehnte waren in den industrialisierten Ländern von Überschüssen in der Lebensmittelproduktion geprägt. Die Sicherung der Welternährung schien langsam Fortschritte zu machen. Dem Welthunger-Index 2009 (WHI 2009) ist zu entnehmen, dass seit dem Jahr 1990 in Süd- und Südostasien, Nahost, Nordafrika, Lateinamerika und in der Karibik insgesamt betrachtet bedeutende Fortschritte erzielt werden konnten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die einzelnen Werte je nach Region sehr unterschiedlich ausfallen und oft besonders krisenabhängig sind. Ernsthaftes Besorgnis erregen muss jedoch der Umstand, dass der aktuelle WHI seit dem Jahr 2008 einen deutlichen Rückschlag ausweist. Demnach stieg die Zahl der Hungernden wieder um etwa 100 Millionen auf über eine Milliarde Menschen (FAO 2008, WHI 2009).

Auf der Suche nach den Ursachen dieser Entwicklung rückten die Biokraftstoffe ins Blickfeld. Mexikos Grundnahrungsmittel gelangte in diesem Zusammenhang weltweit in die Schlagzeilen und gab einem Phänomen erstmals einen Namen: „Tortilla-Krise“. Die Produktion von Biokraftstoffen wurde als Hauptgrund für die hohen Lebensmittelpreise ausgemacht. So belegt beispielsweise eine Analyse des Weltgetreidemarktes (Heissenhuber 2008) die Beziehung zwischen der US-Ethanolproduktion und den weltweit verfügbaren Getreidevorräten (siehe Abb. 1). Der steigende Verbrauch an Mais führte von 1999 bis 2008 tatsächlich zu einer Halbierung der Weltgetreidevorräte. Diese Halbierung entspricht dem

US-Bedarf an Mais für die Ethanolerzeugung. Der Unwillen der betroffenen Menschen gipfelte in gewalttätigen Ausschreitungen.

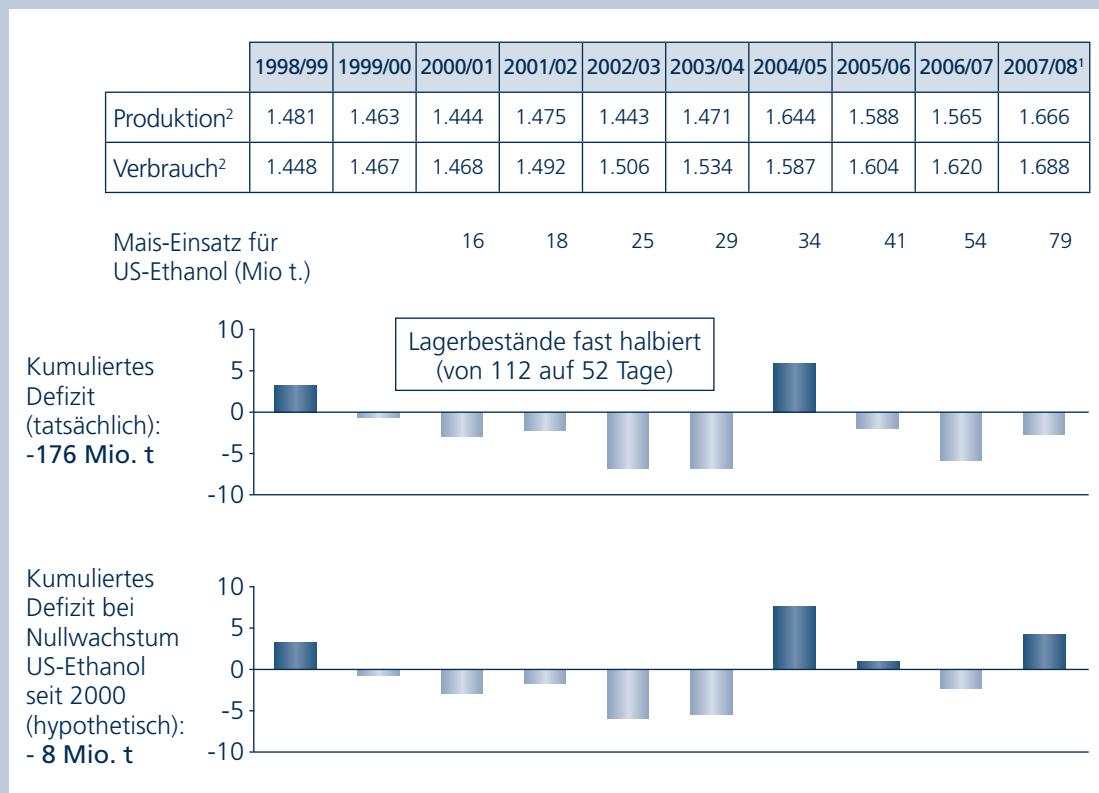
Die an sich lobenswerte Absicht vieler industrialisierter Länder, mit Hilfe politischer Förderprogramme für Biokraftstoffe ihre Energiepolitik CO<sub>2</sub>-neutraler zu gestalten, hatte ungeahnte Auswirkungen auf die Agrarsituation in den ärmeren Ländern. Ehrgeizige Ziele zur Deckung des Kraftstoffbedarfs aus Biomasse waren nicht nur in der Europäischen Union gesteckt worden. Auch die USA wollten nicht hinten anstehen. Die dafür erforderliche Biomasseproduktion scheint zwangsläufig auf Flächen stattzufinden, die ansonsten der Nahrungsmittelerzeugung zur Verfügung stehen.

Wenn auch den Analysen renommierter Forschungsinstitute zu entnehmen ist, dass die Produktion von Biokraftstoffen maximal 30 Prozent der Preissprünge beim Handelsgutreide betrage (Rosegrant 2008), so können Preissteigerungen am Weltmarkt in Entwicklungsländern verheerende Auswirkungen haben, machen doch dort die Ausgaben für Lebensmittel einen hohen Anteil des verfügbaren Einkommens aus.

Allerdings sind im globalen Maßstab regionale Unterschiede in den Auswirkungen der Marktbewegungen zu beachten. Denn ein Effekt der Preissteigerungen war auch, dass ein Anreiz für eine höhere Produktivität in der landwirtschaftlichen Erzeugung entstand, der zur Erholung

Abbildung 1:

### Einfluss der US Ethanolproduktion auf den Weltgetreidemarkt



<sup>1</sup>) April-Prognose des USDA-WAOB. <sup>2</sup>) Weltproduktion bzw. -verbrauch von Weizen und Grob-/Futtergetreide in Mio. t.

Quelle: Isermeyer, F.; Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim BMELV (2007): Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung – Empfehlungen an die Politik. (Darstellung nach Heißenhuber 2008.)

der Versorgungssituation und seit Mitte 2008 zu einem drastischen Preisverfall an den Agrarmärkten geführt hat. Davon sind jetzt vor allem die industrialisierten Länder mit ihrer Überproduktion negativ betroffen, weil sie nun wieder ihre Überschüsse nur mit entsprechenden Subventionen in die globalen Märkte exportieren können.

Welche Erkenntnisse lassen sich aus der Analyse der Agrarmärkte mit ihren Preisausschlägen nach oben und unten vor dem Hintergrund regionaler Nahrungsmittelkrisen, struktureller chronischer Lebensmittelunterversorgung in den armen Ländern und der Herausforderungen des Klimawandels mit dem Anspruch an eine globale Nachhaltigkeitsstrategie gewinnen?

Chronischer Lebensmittelmangel tritt vorrangig in Erdteilen mit witterungsbedingten Extremen in Erscheinung. Politische Krisensituationen und starkes Bevölkerungswachstum tun ein Übriges und sind weitere Auslöser für Hungerkrisen. Die Versorgungssituation in den sogenannten entwickelten Ländern hingegen erlaubte eine Trendwende in Richtung auf eine nachhaltige Entwicklung, eingeleitet durch die Brundtland-Thesen (1987) und die Agenda 21 (1992). Die Situation schien sich global betrachtet auf eine Bewältigung der Hunger- und Armutskrisen hinzubewegen (Sachs 2005).

Die in jüngerer Vergangenheit gemeldeten Daten zum Klimawandel führten innerhalb kürzester Zeit zu einer Kehrtwende auf dem bisherigen Weg der Hungerbekämpfung und Nachhaltigkeitsentwicklung. Die Begründung liest sich plausibel:

Verändert sich das Klima in der prognostizierten Schnelligkeit weiter, wird es nicht mehr möglich sein, die notwendige Steigerung der Nahrungsmittelerzeugung für eine wachsende Weltbevölkerung zu erreichen. Bleibt die Nahrungsmittelerzeugung auf der Strecke, wird sich die Spirale der Armutsentwicklung weiter drehen. Konfliktherde werden sich global weiterentwickeln. Werden die fossilen Energieträger knapper, werden sich die Preise erhöhen. Mit steigenden Energiepreisen wird sich der Einsatz landwirtschaftlicher Biomasse zur Erzeugung Erneuerbarer Energien immer mehr lohnen. Setzt sich die-

ser Trend fort, wird nicht alleine die Flächenkonkurrenz gesteigert. Die Erzeugung von Biomasse wird eine Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion mit Düng- und Pflanzenschutzmitteln nach sich ziehen. Landwirtschaftliche Flächen werden ausgeweitet werden, so dass in den Tropen noch mehr Regenwälder gerodet und in den humiden Klimaten schützenswerte Ökosysteme in Anspruch genommen werden würden. So könnten Klimaschutzstrategien zum Auslöser für weitergehende Probleme bei der Nahrungsmittelversorgung und Nachhaltigkeit werden. In letzter Konsequenz droht der Abbruch einer Nachhaltigkeitsstrategie, die über Jahrzehnte entwickelt wurde.

Der Klimawandel bietet den verschiedenen politischen Akteuren und Interessensgruppen eine Plattform zur Wiederaufnahme ideologischer Auseinandersetzungen. Haben sich Konflikte um politische Lösungen vor vier Jahrzehnten noch primär auf der nationalstaatlichen Ebene abgespielt, so wird die politische Debatte heute angesichts der drohenden globalen Krise zunehmend internationalisiert. Die vorliegende Studie soll einen Beitrag zur Versachlichung der Diskussion liefern und einen aktuellen Überblick über die unterschiedlichen Sachargumente und Perspektiven bieten. Sie kommt zu folgenden Ergebnissen:

- Steigende Lebensmittelpreise in den industrialisierten Ländern (insbesondere durch den Abbau entsprechender Subventionen) stellen, trotz der erschwerten Ernährungssituation für arme Menschen insbesondere in den Entwicklungsländern, eine indirekte Entwicklungshilfe dar. Dafür müssen sich die Industrieländer für landwirtschaftliche Produkte der Dritten Welt stärker öffnen.
- Maßnahmen zum Klimaschutz, wie der Ausbau der Nutzung von Biokraftstoffen, müssen mit der Lebensmittelversorgung einer wachsenden Weltbevölkerung und der Bekämpfung der Armut verknüpft werden.
- Die Entwicklung und Durchsetzung von Nachhaltigkeitsstandards in der gesamten Wertschöpfungskette ist Vorbedingung für einen Ausbau des globalen Handels mit agrarischen Rohstoffen.

- Bilaterale Abkommen zwischen den beiden Haupterzeugerländern für Palmöl, Malaysia und Indonesien, sowie beispielsweise der Europäischen Union mit den Hauptexporteuren von Zuckerrohrrethanol – Brasilien, Kolumbien, Paraguay, Pakistan, Indien und Thailand – könnten kurzfristig abgeschlossen werden, um die Zerstörung des Regenwaldes, die Bedrohung von Lebensraum und die Verletzungen von Menschenrechten nachhaltig zu verhindern. Die Ernsthaftigkeit dieser Abkommen müsste durch einen deutlichen Ausbau der Entwicklungshilfe unterstrichen werden.
- Unter den vorgenannten Voraussetzungen werden keine gravierenden Probleme mit dem weltweiten Handel von Biokraftstoffen und deren Vorstufen auftreten. Die Frage von Flächenkonkurrenzen zwischen Biokraftstoff- und Nahrungsmittelbau muss nicht nur regional, sondern auch im zeitlichen Verlauf unterschiedlich beantwortet werden.

## 2. Biomasseverwertung zur Erzeugung Erneuerbarer Energien

### 2.1 Fruchtarten und ihre Verwendung

Bioenergie ist Energie aus Biomasse. Nachwachsende Rohstoffe sind landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Rohstoffe, die nicht als Nahrungs- beziehungsweise Futtermittel, sondern energetisch oder stofflich genutzt werden (SRU 2007). Laut Definition der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e.V. (<http://www.fnr.de>) gehören Energiepflanzen zu den nachwachsenden Rohstoffen und werden ausschließlich für die energetische Nutzung angebaut.

Grundsätzlich lassen sich die mit heutigen Technologien nutzbaren Bioenergieressourcen nach Herkunft und Verwendungszweck unterteilen:

Zur Gewinnung von Biokraftstoffen kann grundsätzlich jede getrocknete Biomasse genutzt werden. Beispielsweise sind Mais- oder Heusilage mit hohem Wassergehalt zu diesem Zweck unbrauchbar, wohl aber getrocknetes Heu.

- Ethanol für die Beimischung zu Benzin oder als reiner Kraftstoff wird aus der Stärke oder dem Zucker in der Pflanze auf dem Wege einfacher alkoholischer Vergärung gewonnen.
- Ölfrüchte liefern nach ihrer Pressung „Roh“-Öl, das in robusten Motoren oder nach deren spezieller Umrüstung direkt verwertet werden kann. Diese Öle können „umgeestert“ in High-Tech-Motoren zum Einsatz kommen. Dazu muss beispielsweise Rapsöl durch den Zusatz von Methanol in „Rapsöl-Methylester“ (RME) umgewandelt werden.
- Biogas wird aus kohlenstoffreichen und zuckerhaltigen Materialien, aus Gülle (einem Gemisch aus Kot und Harn), Stallmist und Pflanzen nach der Silierung erzeugt. Silierung oder Silage ist eine Konservierungsmethode für Grünfutter und nachwachsende Rohstoffe. Dabei wird das Pflanzenmaterial verdichtet und luftdicht abgeschlossen. Bakterien „zerlegen“ energiereiche Biomasse wie Silomais oder

Abbildung 2:

### Kulturarten und ihre Verwendung zur Erzeugung Erneuerbarer Energien

**Energiepflanzen:** Stärkeliefernde Pflanzen (Getreide, Kartoffeln), zuckerliefernde Pflanzen (Zuckerrüben, Zuckerrohr), ölliefernde Pflanzen (Raps, Jatropha, Ölpalme), holzliefernde Pflanzen (alle Gehölze)

**Ernterückstände:** Stroh, Blatt, Wurzeln

**Organische Nebenprodukte:** Gülle, Mist

**Fester Brennstoff:**  
Stroh, Holz, Getreide

**Gasförmiger Brennstoff:**  
Biogas, Synthesegas

**Flüssiger Brennstoff:**  
Pflanzenöl, Biodiesel,  
Bioethanol

Quelle: Eigene Darstellung.

## Überblick über Bioenergiestoffe und verwendeter Fruchtarten sowie Pflanzenbestandteile

### Biokraftstoffe

1. **Biodiesel** aus Ölpflanzen wie Raps, Sonnenblumen, Ölpalme, Soja, Baumwolle, Rizinus, Jatropha und aus Altspeisefetten
2. **Pflanzliche Rohöle** ohne Weiterverarbeitung. Die pflanzliche Herkunft wie beim Biodiesel
3. **Bioethanol** als Beimengung oder vollständiger Ersatz von Ottokraftstoff auf Zucker- oder Zellulosebasis aus Zuckerrübe, Getreidekorn oder Stroh
4. **BtL-Kraftstoffe** = Biomass-to-Liquid, bedeutet so viel wie Biomasseverflüssigung. BtL-Kraftstoffe werden aus Holz, Stroh oder Ganzpflanzenbiomasse hergestellt. Sie werden beigemischt oder dienen als vollständiger Ersatz von Diesel- oder Ottokraftstoff.
5. **Biogas** als Ersatz für Erdgas aus der Biomasse-Fermentation, bevorzugt Gülle, Silomais und Ganzpflanzensilage

### Wärme und Strom

1. **Biogas** aus der Biomasse-Fermentation, bevorzugt Gülle, Silomais und Ganzpflanzensilage in dezentralen stationären Anlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung. Künftig auch nach Aufbereitung zur Einspeisung in die Erdgasnetze vorgesehen
2. **Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen**, vorrangig betrieben mit Holz- und Strohbiomasse

Ganzpflanzensilage aus Getreide. Das dabei ausgeschiedene Methan (Biogas) kann nach Aufarbeitung auch als Erdgaseratz in Fahrzeugen genutzt werden.

Die Nutzungsweisen von Bioenergeträgern lassen sich zusammenfassend in die folgenden Gruppen einteilen:

#### 1. Biokraftstoffe

##### (vorrangig für Mobilitätszwecke)

- Biodiesel aus Ölpflanzen, Altspeisefetten und Altspeiseölen,
- reines Pflanzenöl,
- Bioethanol als Alternative zu Motorenbenzin, zukünftig auch auf Basis von Lignozellulose,
- Biomass-to-Liquid (BtL) mit hohen Anpassungsfähigkeiten an den Kraftstoffbedarf – „Designerkraftstoff“,
- Biogas als Biokraftstoff zum Ersatz von Erdgas, • Biowasserstoff.

#### 2. Biogas für die stationäre Nutzung

Hier ergeben sich Möglichkeiten zur kombinierten stofflich-energetischen Nutzung. Die Biogaserzeugung ist in relativ kleinen, dezentralen Produktionseinheiten rentabel, da der

Transport von Gülle oder Silomais als Biogas-Substrat nur auf kurzen Strecken wirtschaftlich ist.

#### 3. Biomasse zur Strom- und Wärmeerzeugung

Sie schließt die dezentrale Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) aus Holz und Ernte-Nebenprodukten wie Stroh mit ein. Dieser Bereich ist für die landwirtschaftliche Produktion in Deutschland bisher kaum flächenrelevant und wird hier nicht weiter betrachtet.

#### 4. Bioenergie zur dezentralen Versorgung ländlicher Strukturen in Entwicklungsländern

Hier geht es sowohl um die erste Generation, beispielsweise der nicht weiterverarbeiteten Bioenergeträger, als auch um die zweite Generation, beispielsweise der Biomassevergasung. Diese Art der Energienutzung benötigt bislang kaum landwirtschaftliche Flächen, da vorwiegend Brennholz sowie land- und forstwirtschaftliche Reststoffe und Abfälle genutzt werden. Steigende Energiepreise können den Anbau aber auch auf bisher landwirtschaftlich genutzten Flächen forcieren.

## 2.2 Sachstand, allgemeine Flächenbedarfe und Potenziale

Die Nutzung von Biomasse als Ressource für Erneuerbare Energien hat sich im Laufe des vergangenen Jahrzehnts als eine der Alternativen für fossile Energiequellen herauskristallisiert. Die vielfältigen und faktisch allgegenwärtigen Möglichkeiten der Erzeugung von Biomasse, die Erfahrungen bei der Nutzung unter den verschiedensten Standortbedingungen, die verfügbaren Technologien und die weltweit entwickelten Nachhaltigkeitsstrategien in Land- und Forstwirtschaft scheinen ein schier unerschöpflicher Fundus für die Produktion klimafreundlicher Bioenergie zu sein, die allein durch den Bedarf entsprechender Anbauflächen begrenzt zu sein scheint.

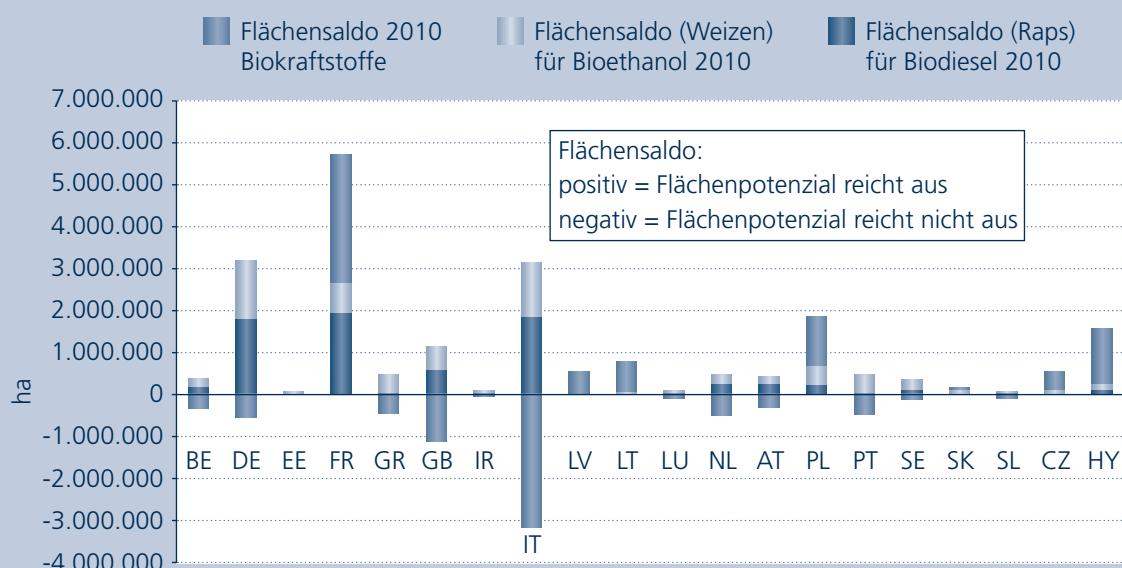
### Flächenbedarf in Deutschland und in der Europäischen Union

Bereits im Jahr 2006 äußerte sich Dieter Bockey von der Union zur Förderung von Oel- und

Proteinpflanzen e. V. (UFOP) dahingehend, dass es einen relativ hohen Flächenbedarf für die Erzeugung von Biokraftstoffen gebe, sollen die Ziele der EU erreicht werden, Biokraftstoffe mit einem Anteil von 5,75 Prozent an der Deckung des Kraftstoffbedarfes zu beteiligen. Die Bundesregierung hat in ihrem 2007 verabschiedeten Klima- und Energiepaket erklärt, den energetischen Anteil von Biokraftstoffen am Kraftstoffverbrauch bis zum Jahr 2020 auf 17 Prozent erhöhen<sup>5</sup> zu wollen (BMU 2007). Im Jahr 2007 umfasste der Anteil von Biokraftstoffen am Kraftstoffverbrauch 7,3 Prozent<sup>6</sup> (4,6 Millionen Tonnen). In Deutschland werden derzeit knapp zwei Millionen Hektar Anbaufläche für die Erzeugung von Biokraftstoffen und Biogas genutzt, was mehr als 15 Prozent der Ackerflächen entspricht. So stellen sich grundsätzlich Fragen, ob genügend Flächenpotenziale für den Anbau von Bioenergiemustern vorhanden sind und ob Landwirtschaftsflächen für die Nahrungs- und Futtermittelerzeugung nicht mehr benötigt werden.

Abbildung 3:

### Flächenbedarf für Biokraftstoffe 2010 (Biodieselproduktion auf Basis von Raps und Ethanolproduktion aus Weizen)



Quelle: IE 2007.

<sup>5</sup> Bis 2020 sollen 14% der Wärme, 17% der Treibstoffe und 27% des Stroms aus nachwachsenden Rohstoffen erzeugt werden.  
<sup>6</sup> Der Anteil bezieht sich auf den Energiegehalt.

Die steigende Produktivität bei stagnierender Nahrungsmittelnachfrage führte in Europa allerdings dazu, dass immer weniger Flächen für die Nahrungsmittelversorgung genutzt werden. Das Resultat daraus war die Verpflichtung zur Stilllegung von Flächen. Diese könnten theoretisch für den Anbau von Energiepflanzen reaktiviert werden. Einer Studie des Institutes für Energetik und Umwelt (IE 2007) zufolge ergeben sich in der Europäischen Union hinsichtlich der Erzeugung von Ethanol und Biodiesel mit Ausnahme von Italien und Großbritannien relativ günstige Flächenverfügbarkeiten mit insgesamt geringen Flächendefiziten (siehe Abb. 3). Auch in Deutschland fehlen demnach zur Erfüllung der Zielvorgaben 2010 lediglich rund 500.000 Hektar, während Frankreich hingegen ein besonders hohes Flächenpotenzial ausweist.

Nach Vorschlägen der EU-Kommission sollen die Mitgliedstaaten (EU-27) mindestens zehn Prozent des Kraftstoffverbrauchs mit Biokraftstoffen decken. Gleich bleibenden Kraftstoffbedarf unterstellt, erforderte die Substitution von jeweils zehn Prozent Benzin durch Bioethanol sowie Diesel durch Biodiesel eine Anbaufläche von 31 Millionen Hektar. Wie aus der inzwischen aufgelösten Zentralen Markt- und Preisberichtsstelle für Erzeugnisse der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft (ZMP 2008) zu erfahren war, hat sich im Zeitraum von 2004 bis 2007 in der EU die Verwendung von Ölsaaten zur Herstellung von Biodiesel mehr als verdoppelt – etwa ein Fünftel des EU-Ölsaatenverbrauchs einschließlich der Importe wurde 2007 zur Herstellung von Biokraftstoffen verwendet. Verschiedene Autoren haben die mögliche Anbaufläche für Biomasse zur Erzeugung von Strom, Wärme und Kraftstoffen berechnet. Dabei ergaben sich je nach Rahmenbedingungen zwischen 20 und über 140 Millionen Hektar, die zur Verfügung stehen könnten.

### Globaler Flächenbedarf

Die Analyse der globalen Landnutzung für die Erzeugung von Biokraftstoffen zeigt, dass die Hauptanteile der Produktionsflächen für die Bioethanol- und Biodieselherstellung in den USA, in Europa und Brasilien liegen. 3,2 Prozent der landwirtschaftlichen Flächen werden in den Indus-

trielländern für die Biokraftstofferzeugung in Anspruch genommen, 0,6 Prozent in den Entwicklungsländern. Hier wiederum dominiert die Zuckerrohranbaufläche in Südamerika, wo 3,1 Prozent des Agrarlandes entsprechend genutzt werden. Afrika als Hauptproblemkontinent in der Nahrungsmittelversorgung stellt unter 0,1 Prozent der Anbauflächen für die Kraftstofferzeugung zur Verfügung. Global werden 25 Millionen Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche für die Biokraftstofferzeugung genutzt, was einem Anteil von rund zwei Prozent der insgesamt 1.565 Millionen Hektar großen globalen Landwirtschaftsfläche entspricht (s. Tab. 1, alle Zahlen für 2007).

Ähnliche Zahlen werden auch durch Untersuchungen ausgewiesen, die Jürgen Zeddies von der Universität Hohenheim im Jahr 2008 durchgeführt hat. Er kommt auf insgesamt 1,5 Milliarden Hektar global verfügbarer Ackerflächen, von denen rund 28 Millionen für die Erzeugung von Biokraftstoffen in Anspruch genommen wurden. Davon erforderte Getreide zur Erzeugung von Bioethanol die bei weitem größte Anbaufläche mit rund 15 Millionen Hektar. Zehn Millionen Hektar nahm die Erzeugung von Biodiesel in Anspruch, auf rund 2,5 Millionen Hektar wurde Zuckerrohr angebaut, wiederum zur Bioethanol-Erzeugung (Zeddies 2008).

Einen Eindruck von den Mengen, die dabei verarbeitet werden, vermitteln Zahlen zur Verarbeitung von Getreide zu Bioethanol. Martin Schraa, damals noch Mitarbeiter der ZMP, prognostizierte auf Basis seiner Untersuchungen für das Jahr 2009 weltweit die Verarbeitung von etwa 118 Millionen Tonnen Getreide zu Bioethanol. Davon würden 110 Millionen Tonnen auf Mais entfallen, der primär in den USA angebaut wird. Diese Menge entspreche 15 Prozent des Weltmaisverbrauchs. Lediglich fünf Millionen Tonnen Weizen und 0,7 Millionen Tonnen Gerste werden weltweit für Biokraftstoffe eingesetzt. Alles in allem würden 2009 rund sieben Prozent der Weltgetreideproduktion „versprittet“.

In den USA liegt der Schwerpunkt energiepolitischen Handels auf einer größeren Unabhängigkeit bei der Energieversorgung. In der EU hingegen wird neben der Klimaschutzfunktion auch die Entlastung des Marktes durch den Einsatz

Tabelle 1:

**Globale Flächennutzung für die Erzeugung von Biokraftstoffen 2007**

| <b>Region</b>            | <b>Landwirtschaftliche Fläche</b> | <b>Erntefläche der sechs wichtigsten Fruchtarten für Nahrung, Futter und Biokraftstoffe</b> |                 | <b>Erntefläche der sechs wichtigsten Fruchtarten für die Erzeugung von Biokraftstoffen</b> |                 |
|--------------------------|-----------------------------------|---|-----------------|--|-----------------|
|                          |                                   | <b>(Mill. ha)</b>   | <b>Mill. ha</b> | <b>%</b>   | <b>Mill. ha</b> |
| Nordamerika              | 230                               | 75  | 33              | 11,4   | 5,0             |
| Europa & Russland        | 305                               | 24  | 8               | 7,2  | 2,4             |
| Ozeanien & Polynesien    | 53                                | 2   | 3               | 0,4  | 0,8             |
| Asien                    | 559                               | 105   | 19              | 1,8  | 0,3             |
| Afrika                   | 244                               | 48  | 20              | 0,2  | <0,1            |
| Zentralamerika & Karibik | 43                                | 12  | 28              | 0,2  | 0,5             |
| Südamerika               | 129                               | 71  | 55              | 4,0  | 3,1             |
| Industrieländer          | 591                               | 101   | 17              | 18,9   | 3,2             |
| Entwicklungsländer       | 972                               | 237   | 24              | 6,2  | 0,6             |
| Welt                     | 1.563                             | 338   | 22              | 25,1   | 1,6             |

Quelle: Fischer et al. 2009.

von Biokraftstoffen diskutiert. Allerdings kommt Schraa (2009) zu der Schlussfolgerung, dass eine nachhaltige und umfassende Marktentlastung hierdurch nicht zu erwarten sei – zu gering sei der Rohstoffeinsatz gemessen am Gesamtverbrauch. Um ein vollständiges Bild zu erhalten, bedarf es daher nicht nur einer Analyse von Flächenbedarf, sondern es müssen auch die Bilanzen hinsichtlich energetischer, ökologischer, ökonomischer und sozialer Aspekte berücksichtigt werden.

### 2.3 Umwelt-, Energie- und soziale Bilanzen

#### National und EU-weit

Ob Klimaschutzmaßnahmen wirksam sind, hängt maßgeblich von den jeweiligen Minderungspotenzialen für CO<sub>2</sub> und den entstehenden Vermeidungskosten der Erneuerbaren Energien ab (SRU 2007). Die Europäische Union wie auch Deutsch-

land haben Klimaschutzprogramme vorgelegt mit dem Ziel, eine deutliche Reduktion von Klimagassen durch den zusätzlichen Einsatz von Biokraftstoffen zu erreichen. Tatsächlich jedoch wird die Effizienz der Biokraftstoffstrategie von vielen Wissenschaftlern sowie von Umwelt- und Verbraucherverbänden – selbst innerhalb der EU – in Frage gestellt (EU 2007, OECD 2008, vzvb 2007, Zah et al. 2007, Crutzen et al. 2007, NABU 2008, WBGU 2008). Andererseits hat diese Problematik bei den Politikern das Bewusstsein geschärft und zu einem tendenziell realistischeren, weniger idealisierten Blick auf Biokraftstoffe beigetragen. So ist im August 2009 die „Biomasse-Nachhaltigkeitsverordnung“ (BioSt-NachV) in Kraft getreten, die ein Verminderungspotenzial bei Treibhausgasen von mindestens 30 Prozent – ab 1. Januar 2011 von mindestens 40 Prozent – voraussetzt, damit die betreffende Biomasse auf die Beimischungsquoten angerechnet und die Produktion steuerlich entlastet werden kann (BMZ 2008).

In Deutschland produzierte Biokraftstoffe verursachen  $\text{CO}_2$ -Vermeidungskosten zwischen 150 und 300 Euro je Tonne  $\text{CO}_2$ , wogegen beispielsweise die Strom- und Wärmeerzeugung mit Holzhackschnitzeln bei unter 50 Euro je Tonne  $\text{CO}_2$  liegen (siehe Abb. 4). Die  $\text{CO}_2$ -Minderung wird als „Relatives Treibhauspotenzial oder  $\text{CO}_2$ -Äquivalent ( $\text{CO}_{2\text{äq}}$ )“ angegeben. Es beschreibt, wie viel ein Treibhausgas zum Treibhauseffekt beisteuert und wie stark sich die durchschnittliche Erwärmung – in der Regel auf hundert Jahre hochgerechnet – entwickelt, wobei der Referenzwert am Kohlendioxid gemessen wird.

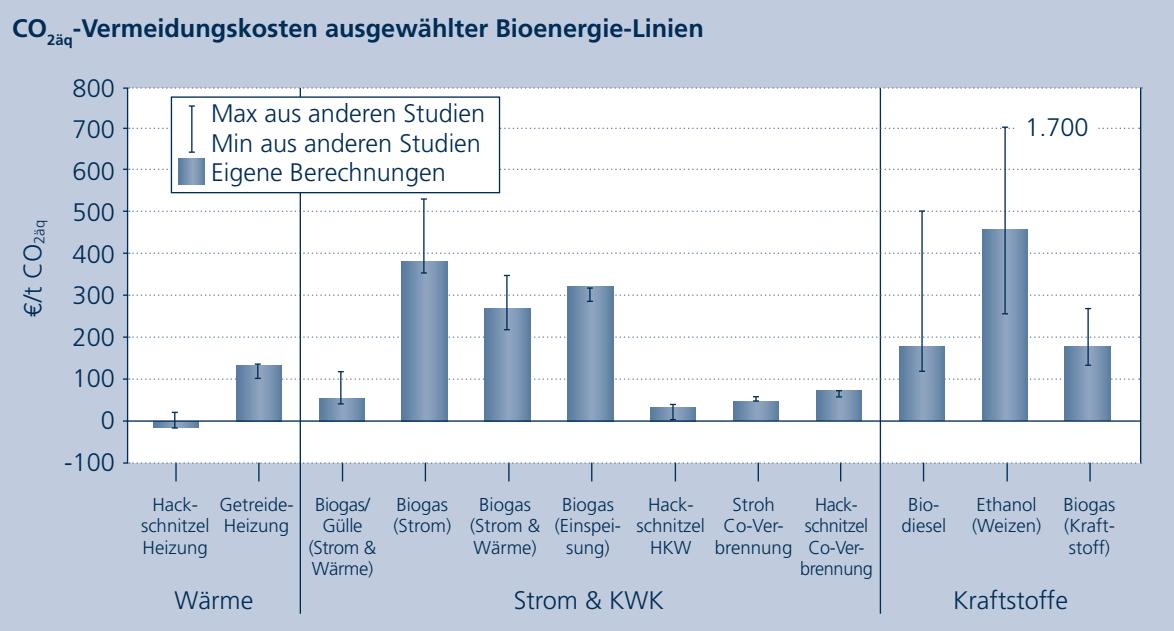
Während ein Holzhackschnitzel-Blockheizkraftwerk auf Basis von Hölzern aus „Kurzumtriebsplantagen“ – das sind Anpflanzungen mit schnell wachsenden Bäumen, sogenannte Energiewälder – eine Minderung von 12 Tonnen  $\text{CO}_{2\text{äq}}$  je Hektar erreicht, kommt die  $\text{CO}_{2\text{äq}}$ -Minderung von Biodiesel und Bioethanol auf lediglich drei Tonnen je Hektar. Einige Fachleute wie der Chemie-Nobelpreisträger Paul Crutzen gehen mittlerweile sogar, je nach Intensität der Düngung und Bodenbearbeitung, von einer Zunahme der Klimaemissionen durch den Anbau von Energiepflanzen für Biokraftstoffe aus (Crutzen et al. 2007). Insgesamt gesehen ist das  $\text{CO}_2$ -Einspar-

potenzial durch Biokraftstoffe eher gering. Würde in Deutschland ein Drittel der Agrarflächen für die Bioenergieerzeugung umgewidmet, könnten allenfalls 20 Millionen Tonnen  $\text{CO}_{2\text{äq}}$  eingespart werden, so der Beirat des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz – dabei liegt schon die derzeitige jährliche globale Zuwachsrate der Treibhausgas-Emissionen bei knapp einer Milliarde Tonnen  $\text{CO}_{2\text{äq}}$  (WBA 2007).

Joachim Nitsch, Ingenieur am Institut für Technische Thermodynamik im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), hat berechnet, dass der Energiemix in Deutschland voraussichtlich zu Vermeidungskosten in Höhe von 52 Euro je Tonne  $\text{CO}_2$  führen wird. Dabei hat er Photovoltaik ausgenommen. Die derzeitigen Vermeidungskosten für Windenergie betragen im Mittel 65 Euro je Tonne  $\text{CO}_2$ . Photovoltaik verursacht mit rund 740 Euro je Tonne  $\text{CO}_2$  noch sehr hohe Vermeidungskosten (Nitsch 2008).

Eine Projektion für das Jahr 2020 (WBA 2007) gibt eine Rangordnung der möglichen Beiträge zur  $\text{CO}_2$ -Minderung wieder. Danach stehen der Ausbau der Erneuerbaren Energien bei der Stromproduktion und die Effizienzsteigerungen im Wärmebereich vorne – hier sind zu 75 Pro-

Abbildung 4:



zent energetische Maßnahmen bei der Gebäude-technik entscheidend. Beides zusammen hat ein CO<sub>2</sub>-Minderungspotenzial von 70 bis 80 Millionen Tonnen pro Jahr. Danach folgt die Ausweitung der Kraft-Wärme-Kopplung in Verbindung mit Effizienzsteigerungen beim Strom. Hier ergibt sich ein jährliches Minderungspotenzial von etwa 60 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>. Mit insgesamt rund 70 Prozent der voraussichtlich bis 2020 ermittelten Emissionsminderungen erbringen diese drei Bereiche den Löwenanteil. Jeweils etwa gleichrangig mit Minderungspotenzialen von 20 bis 25 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr folgen die Effizienzsteigerungen im Verkehr, der Ausbau der Erneuerbaren Energien im Bereich der Wärme sowie die Ausweitung der Biokraftstoffe. Insgesamt betrachtet bringen bis zum Jahr 2020 die Effizienzsteigerungen etwas mehr als der Ausbau der Erneuerbaren Energien.

Dem Gutachten des Wissenschaftlichen Beirates für Agrarpolitik (WBA 2007) folgend können die CO<sub>2äq</sub>-Vermeidungskosten der verschiedenen Bioenergielinien folgendermaßen gruppiert werden:

- Die günstigsten CO<sub>2äq</sub>-Vermeidungskosten mit etwa 50 Euro je Tonne CO<sub>2äq</sub> entstehen bei Hackschnitzel-Heizungen, Hackschnitzel-HKWs, Güllebasierten Biogasanlagen sowie bei den beiden CO-Verbrennungsoptionen mit Stroh oder Hackschnitzeln.

- CO<sub>2äq</sub>-Vermeidungskosten von 100 bis 200 Euro je Tonne CO<sub>2äq</sub> ergeben sich für Getreideheizungen sowie Biodiesel und Biogas als Kraftstoff.

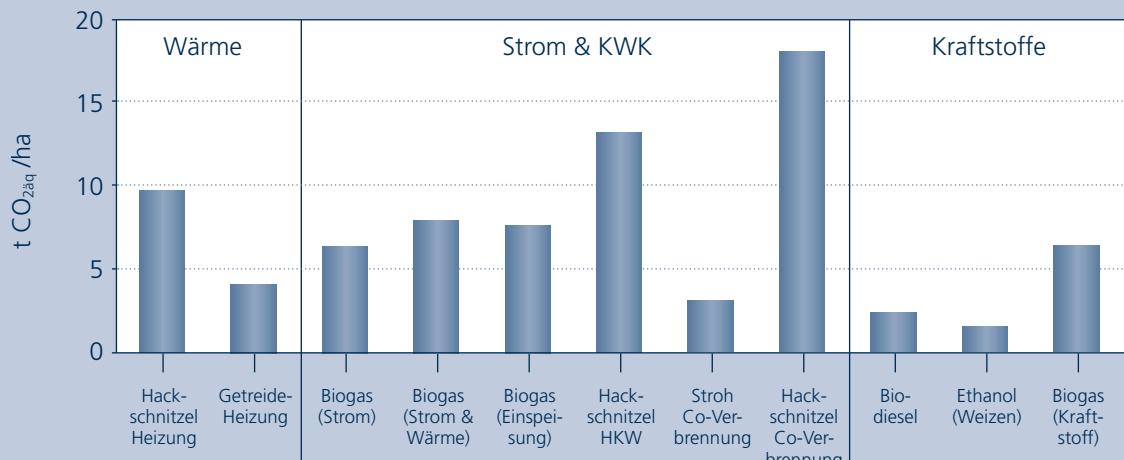
- Silomaisbasierte Biogasanlagen zur Strom- und Wärmeproduktion, Biogasanlagen ohne Verwertung der anfallenden Wärme und die Ethanolerzeugung aus Weizen rangieren bei Kosten von 250 bis 450 Euro je Tonne CO<sub>2äq</sub>.

Da die Flächenkonkurrenz zwischen den verschiedenen Bioenergiesträgern insbesondere in den dicht besiedelten Ländern der EU mit geringen Reserven an landwirtschaftlicher Nutzfläche ein wichtiger Faktor ist, spielt die Frage nach der CO<sub>2</sub>-Vermeidung je Flächeneinheit eine wesentliche Rolle. Auch unter dieser Prämisse liefern die auf Holz basierenden Verfahrenswege die günstigsten Ergebnisse (Abb. 5). Biogas schneidet durchschnittlich ab, die Biokraftstoffe zeigen die geringsten CO<sub>2</sub>-Vermeidungsleistungen je Hektar. Die Verbrennung von Stroh hingegen muss anders beurteilt werden, da Stroh als sogenanntes Koppelprodukt nebenbei anfällt und somit in keiner Flächenkonkurrenz zur eigentlichen Produktion steht.

Eine weitere Analyse des WBA befasste sich 2007 mit den volkswirtschaftlichen Auswirkungen der unterschiedlichen Biomasse-Verwertungslinien, da ja die Kombination aus CO<sub>2</sub>-Vermei-

Abbildung 5:

**Netto-CO<sub>2äq</sub>-Vermeidung pro Hektar (t CO<sub>2äq</sub>/ha)**



Quelle: WBA 2007.

dungskosten je Hektar und die Vermeidungsleistung je Hektar möglichst günstig ausfallen sollte. Das Ergebnis allerdings ergab kein anderes Bild, als die vorangegangenen Analysen. Holzbasierte Verfahren stellen die günstigste, Ethanol- und die Biodieselerzeugung die ungünstigsten Varianten dar. Pro Flächeneinheit wird mit Biokraftstoffen bei relativ hohem Kostenaufwand nur wenig  $\text{CO}_{2\text{aq}}$  vermieden. Die Erzeugung von Biogas führt zwar zu einer relativ hohen Vermeidung von  $\text{CO}_{2\text{aq}}$  je Hektar, ist aber wiederum mit beträchtlichen  $\text{CO}_{2\text{aq}}$ -Vermeidungskosten verknüpft. Das Ergebnis ist insgesamt betrachtet ernüchternd: Die  $\text{CO}_{2\text{aq}}$ -Vermeidungskosten von Bioenergie – insbesondere bei Biokraftstoffen und bei den meisten Biogasvarianten – liegen bei weit über 100 Euro je Tonne  $\text{CO}_{2\text{aq}}$ . Eine Ausnahme bildet die Nutzung von Hackschnitzeln (vgl. Abb. 6).

Die Rentabilität von Biostrom wird derzeit durch das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) gesichert:

Die Erzeugungskosten von Strom in Kohlekraftwerken liegen bei etwa 3,5 Cent/kWh. Das Entgelt für Strom, der aus Biomasse erzeugt wurde, wurde im EEG mit 15 Cent/kWh festgelegt. Zudem ist die Rentabilität von den Agrarpreisen abhängig. Steigen beispielsweise die Preise für

Weizen um 50 Euro je Tonne, hat das indirekt Auswirkungen auf den Preis für Silomais, der sich damit um etwa 10 Euro je Tonne erhöht. Auch nicht außer Acht gelassen werden darf die Beziehung zu den Energiepreisen herkömmlicher Energieträger. So liegt die Rentabilitätsgrenze von Biokraftstoffen in etwa bei den folgenden Erdölpreisen:

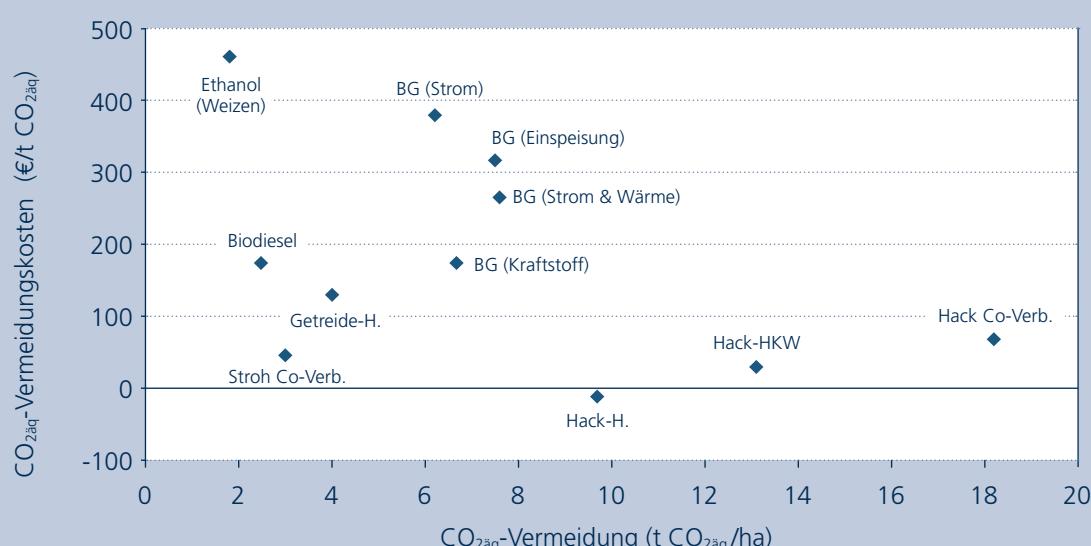
- Brasilien: Bioethanol aus Zuckerrohr  
35 US-Dollar je Barrel
- Indonesien: Biodiesel aus Palmöl  
45 US-Dollar je Barrel
- EU: Bioethanol z. B. aus Weizen  
90 US-Dollar je Barrel
- EU: Biodiesel z. B. aus Raps  
60 US-Dollar je Barrel

Der aktuelle Ölpreis je Barrel liegt derzeit (Juni 2010) bei knapp 80 US-Dollar – im Juli 2008 kletterte er kurzfristig auf 145 US-Dollar je Barrel, um innerhalb eines halben Jahres auf 40 US-Dollar abzustürzen.

Die Konkurrenzfähigkeit der Erneuerbaren Energie aus Biomasse ist also eng mit den Produktionskosten verbunden. Steigende Agrarpreise erhöhen zwangsläufig die Rentabilitätsschwellen. Dieser Zusammenhang begründet das Argument, dass steigende Preise für agrarische Rohstoffe

Abbildung 6:

### $\text{CO}_{2\text{aq}}$ -Vermeidung pro Hektar und $\text{CO}_{2\text{aq}}$ -Vermeidungskosten



Quelle: WBA 2007.

positive Regelungsfunktionen übernehmen. Höhere Agrarpreise können erneuerbare Energie aus Biomasse so weit verteuern, dass die Erzeugung nicht mehr lohnt. Es wird wieder Fläche freigesetzt für die Nahrungs- und Futtermittelversorgung. In der Folge würden die Preise für Nahrungsmittel wieder sinken und der Preiszyklus sich in einem nächsten Schritt fortsetzen. Diese Entwicklung wird auch von führenden Ökonomen prognostiziert und in einem komplexen und globalisierten Markt zu einer höheren Volatilität der Preise und des Angebots führen (Hagedorn 2008, Heissenhuber 2008, Zeddies 2008, Müller 2008).

Bei der Diskussion um CO<sub>2</sub>-Vermeidungs- und Produktionskosten muss bedacht werden, dass Deutschland und Europa nicht nur Produzenten von Biokraftstoffen sind, sondern auch wichtige Nachfrager auf dem Weltmarkt. Von den rund 1,5 Millionen Tonnen Biodiesel, die in Deutschland im Jahr 2007 beigemischt wurden, stammt nach Schätzungen des Bundesverbandes Biogene und Regenerative Kraft- und Treibstoffe (BBK 2007) lediglich die Hälfte aus deutschem Anbau, die andere Hälfte wurde importiert – aus den USA alleine 500.000 Tonnen. Die Organisation für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung und die UN-Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation gehen in ihrem gemeinsam herausgegebenen „Agricultural Outlook 2009–2018“ (OECD-FAO 2009) davon aus, dass in Zukunft rund drei Millionen Tonnen Ethanol aus Brasilien in die EU importiert werden müssen, um den verordneten Beimischungzwang erfüllen zu können. Jüngere länderspezifische Analysen für die EU27 gehen allerdings von einem Potenzial an Bioethanol in der EU von 23 Millionen Tonnen bei einem Bedarf von 13,4 Millionen Tonnen aus, wenn auf Getreideexporte verzichtet wird (Piorr 2010). Bei einem Anteil von 7,4 Prozent Biodiesel in der EU im Jahre 2018 würde die EU mehr als die Hälfte der weltweiten Biodieselproduktion benötigen. Der Markt für Biodiesel in der EU wird nach Schätzungen der OECD-FAO (2009) mehr als 22 Millionen Tonnen ausmachen. Das Potenzial innerhalb der EU27 liegt allerdings nur bei 13,4 Millionen Tonnen. In Abhängigkeit von der Ölpflanzenerzeugung in der EU und den

Weltmarktpreisen werden demnach erhebliche Mengenanteile importiert werden müssen.

### Globale Situation

Im Jahr 2005 waren etwa 14 Prozent der weltweiten Agrarfläche nicht genutzt worden und standen damit grundsätzlich für den Anbau von Biomasse zur Erzeugung Erneuerbarer Energien zur Verfügung, so Jürgen Zeddies (Zeddies 2008). Allerdings geht er von einer weiter wachsenden Weltbevölkerung innerhalb der nächsten Jahrzehnte mit einem entsprechend höheren Bedarf an Lebensmitteln aus, was schon bis zum Jahr 2020 alle Brachflächen für die Erzeugung von Nahrungsmitteln beanspruchen wird. Unter Annahme eines mittleren Bevölkerungswachstums bis zum Jahr 2050 wird ein Mehrbedarf an Nahrungsmitteln von 40 Prozent erwartet.

Auf der anderen Seite werden Ertragsreserven und -steigerungen in der EU-27 und im Osten Europas gesehen. So spricht die Zeddies-Studie (Zeddies 2008) von 40 Prozent der Agrarflächen in Europa, die 2050 für Nahrungsmittelexporte oder Bioenergieträger zur Verfügung stehen. Wenn die ehrgeizigen Ziele der Nahrungsmittelversorgung und der Produktion von Biomasse für Erneuerbare Energien erreicht werden sollen, sind allerdings für die Überwindung der absehbaren Ressourcenknappheit die Erträge und Leistungen in der Landwirtschaft zu steigern. Seitens der Ökonomen ergeben sich die Schlussfolgerungen in folgendem Ranking:

1. Sicherung der Nahrungsmittelversorgung;
2. Intensivierung der agrarischen Erzeugung zur Angebotssteigerung;
3. Beschränkung der Produktion landwirtschaftlicher Biomasse für Erneuerbare Energien auf diejenige (Überschuss-) menge, die nach Intensivierung der Agrarproduktion und Sättigung des Nahrungsmittelsektors anfällt;
4. globale Marktorientierung mit Liberalisierung der Agrarmärkte und Ausrichtung der Produktion auf die Optimierung der Wertschöpfungspotenziale.

Die Konsequenzen der Analyse von Zeddies decken sich im Wesentlichen mit den berühmt gewordenen Ergebnissen von Jeffrey Sachs (Sachs

2005). Sie münden zwangsläufig in einer Intensivierung der Landwirtschaft zur Erhöhung der Einkommen der ländlichen Bevölkerung und der Nahrungsmittelversorgung. Demnach könnten im Spiel der Marktkräfte Überschussmengen als Bioenergieträger genutzt werden.

Was bei dieser Analyse allerdings meist übersehen wird, ist die wirtschaftliche Konkurrenz zwischen Bioenergieträgern und Nahrungsmitteln. Letztlich bildet sich am Markt ein Preis für beide Produktionsrichtungen. Der Landwirt verkauft an den, der das Meiste bietet. Wie soll also bei steigenden Energiepreisen sichergestellt werden, dass nicht zu viel landwirtschaftliche Nutzfläche zum Anbau von Biomasse für Erneuerbare Energien genutzt wird? Schon heute wird in Fachkreisen davon gesprochen, dass der Ölpreis die Lebensmittelpreise bestimmt (EEA 2008, Funk 2009). Wie kann also in einem globalen und liberalisierten Welthandel gesichert werden, dass die reichen Nationen nicht die landwirtschaftlichen Ressourcen für Energiezwecke aufkaufen?

### Land schon heute verplant

Tatsächlich wird Agrarland angesichts wachsender Bevölkerung und Nutzungskonkurrenzen zu einer knappen Ressource. Dies belegen die Interessen unterschiedlicher Investoren in den Entwicklungs- und Schwellenländern. So hat Madagaskar bereits die Hälfte seiner landwirtschaftlichen Nutzflächen für 99 Jahre an einen südkoreanischen Konzern verpachtet, der dort Mais anbauen will. Saudi Arabien hat landwirtschaftliche Flächen im Sudan, in der Ukraine, in Pakistan und Thailand gepachtet, China Reisfelder in Südostasien (Blas 2009, Cotula et al. 2009, Rathing 2009). In den fruchtbarsten Gebieten Tansanias bauen ausländische Investoren Energiepflanzen für den Export an. Das betrifft insbesondere die Usangu-Ebene, wo etwa tausend Reisbauern einer Zuckerrohrplantage weichen mussten, und die Lindi-Region, wo das englische Unternehmen Sun Biofuels auf 18.000 Hektar Jatropha anbaut. Dabei handelt es sich um eine Pflanze, deren nicht als Lebensmittel verwendbarer Samen, die Purgiernuss, ein technisch nutzbares Pflanzenöl produziert. Bauern, die dort bislang Maniok, Reis

und Mais kultivierten, sollen nun die Produktion von Biodiesel vorantreiben (African Biodiversity Network 2007). In Äthiopien hat die Regierung 17 Millionen Hektar landwirtschaftlicher Fläche für den Anbau von Jatropha ausgewiesen, darunter die Gebiete mit den höchsten Niederschlägen im Land. Für mehr als eine weitere Million Hektar interessieren sich bereits ausländische Investoren (African Biodiversity Network 2007). Die indonesische Regierung stufte kurzerhand 27 Millionen Hektar Urwald als „unproduktive Waldgebiete“ ein, womit diese für eine Umwandlung in Ölpalmpflanzungen geeignet waren (Forest Peoples Programme 2006). Schon heute gibt es in Indonesien rund sechs Millionen Hektar Ölpalmpflanzungen, die die Existenz der ländlichen Bevölkerung bedrohen (Tauli-Corpuz & Tamang 2007). Die brasilianische Regierung stellt in ihrem „Nationalen Plan für Bioenergie“ fest, dass mittelfristig bis zu 100 Millionen Hektar Land zusätzlich für den Energiepflanzenanbau erschlossen werden können, ohne Nahrungsmittelproduktion oder Schutzgebiete zu gefährden. Feldforschungen zeigen jedoch, dass die Ausdehnung der Zuckerrohrplantagen vor allem auf dem Weideland der zentralen und südlichen Landesteile stattfindet (Ministério da Agricultura 2005).

In seiner Übersicht spricht Rathing (2009) von über sieben Millionen Hektar landwirtschaftlicher Flächen, die bereits von China, Südkorea, Japan, Saudi-Arabien und den Vereinigten Arabischen Emiraten gepachtet, gekauft oder in Investitionsplanungen vorgesehen sind. Vorrangig liegen diese Flächen in Entwicklungsländern, sind jedoch auch in den USA, Russland, Australien und Neuseeland zu finden.

Auch wenn diese Flächen im globalen Maßstab eine eher marginale Rolle spielen, muss hinterfragt werden, ob hier bereits ein Trend einsetzt, der in massiven Konkurrenzen zwischen Lebensmittelerzeugung und Biokraftstoffproduktion mündet. Dafür ist die Analyse der länderspezifischen Verhältnisse unerlässlich. So produzieren Malaysia und Indonesien über 80 Prozent der globalen Palmölmenge. Verantwortlich für die Ausdehnung der Palmölplantagen sind Armut und Hunger, was die Regierungen der betroffenen Län-

der dazu veranlasste, Förderprogramme zur Abholzung der Regenwälder aufzulegen. Erfolge bei der Bekämpfung des Hungers, wie sie der jüngste Welthungerbericht ausweist, bestätigen zwar diese Maßnahmen im Großen und Ganzen (siehe Tabelle 2). Dass sich dabei die Ölkartelle gegenüber Landbevölkerung und indigenen Völkern häufig rücksichtslos und kriminell verhalten, wird hingenommen. Doch wenn die Industrieländer hier ein tatsächliches entwicklungspolitisches Inter-

esse besitzen, werden sie sich beispielsweise in diesen beiden Ländern (Malaysia und Indonesien) der Gesamtproblematik von Hunger, Bevölkerungswachstum und Armut widmen müssen. Ein ernsthafter Beitrag zu Entwicklungshilfe und Klimaschutz gleichermaßen könnte das zertifizierte Palmöl sein, welches den Nachhaltigkeitskriterien entspricht und zu angemessenen Preisen gekauft wird. Nationale und EU-Bestrebungen zielen auf eine Absicherung der Nachhaltigkeits-

Tabelle 2:

**Anteil an der globalen Erzeugung von Bioethanol und Palmöl sowie die Position der Länder im Welthungerindex im Vergleich zwischen 1990 und 2009<sup>7</sup>**

| Land/Kontinent             | Produktion | % Anteil an der globalen Erzeugung | WHI  |      |
|----------------------------|------------|------------------------------------|------|------|
|                            |            |                                    | 1990 | 2009 |
| <b>Bioethanol</b>          |            |                                    |      |      |
| USA                        | 17.460     | 50,2                               | k.A. | k.A. |
| Kanada                     | 694        | 2,0                                | k.A. | k.A. |
| Brasilien                  | 13.549     | 38,9                               | 7,3  | < 5  |
| Kolumbien                  | 129        | 0,4                                | k.A. | k.A. |
| Paraguay                   | 45         | 0,1                                | 7,6  | 5,6  |
| EU                         | 1.337      | 3,8                                | k.A. | k.A. |
| Australien                 | 76         | 0,2                                | k.A. | k.A. |
| China                      | 1.021      | 2,9                                | 11,6 | 5,7  |
| Indien                     | 125        | 0,4                                | 31,7 | 23,9 |
| Pakistan                   | 199        | 0,6                                | 24,7 | 21   |
| Thailand                   | 164        | 0,5                                | 16,4 | 8,2  |
|                            | 34.800     | 100                                |      |      |
| <b>Palmöl (in 1.000 t)</b> |            |                                    |      |      |
| Malaysia                   | 17.700     | 86,6                               | 8,8  | < 5  |
| Indonesien                 | 19.700     |                                    | 19,7 | 14,8 |

Quelle: eigene Zusammenstellung nach BP (2010), WHI (2009).

<sup>7</sup> Im Welthungerindex (WHI) gelten Werte ab 20 als alarmierend. Malaysia als ein Hauptexporteur für Palmöl wird im jüngsten WHI-Report der FAO (FAO 2009) ausdrücklich als eines der Länder mit den größten Fortschritten in der Hungerbekämpfung genannt.

Tabelle 3:

**Globale Bioethanolproduktion 2008 (1.000 t Ölequivalente)**

| Land/Kontinent                          | Produktion    | % Anteil an der globalen Erzeugung |             |
|---|---------------|------------------------------------|-------------|
| USA                                     | 17.460        | 50,2                               |             |
| Kanada                                  | 694           | 2,0                                |             |
| <b>Summe Nordamerika</b>                | <b>18.154</b> |                                    | <b>52,2</b> |
| Brasilien                               | 13.549        | 38,9                               |             |
| Kolumbien                               | 129           | 0,4                                |             |
| Paraguay                                | 45            | 0,1                                |             |
| <b>Summe Südamerika</b>                 | <b>13.723</b> |                                    | <b>39,4</b> |
| <b>Summe EU</b>                         | <b>1.337</b>  | <b>3,8</b>                         | <b>3,8</b>  |
| Australien                              | 76            | 0,2                                |             |
| China                                   | 1.021         | 2,9                                |             |
| Indien                                  | 125           | 0,4                                |             |
| Pakistan                                | 199           | 0,6                                |             |
| Thailand                                | 164           | 0,5                                |             |
| <b>Summe Asiatisch-Pazifischer Raum</b> | <b>1.586</b>  |                                    | <b>4,6</b>  |
|   | <b>34.800</b> | <b>100</b>                         | <b>100</b>  |

(Quelle: BP (2010)).

kriterien sowohl für die inländische Erzeugung wie auch für die Importe von Biokraftstoffen. Die Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung wurde am 29.07.2009 im Bundesgesetzblatt veröffentlicht (BGBL 2009). Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) fördert seit 2008 das Pilotprojekt International Sustainability and Carbon Certification (ISCC). Im Vergleich zu anderen internationalen Zertifizierungssystemen ist das ISCC schon weit vorangeschritten und hat erste Test-Zertifizierungen in mehreren Ländern durchgeführt. Die EU legt in der Erneuerbare-Energien-Richtlinie verschiedene ökologische und soziale Nachhaltigkeitskriterien für Biokraftstoffe und flüssige Biobrennstoffe verbindlich fest (Art. 17–19). Wichtig sind insbesondere die Kriterien zur Gewährleistung der sozialen Nachhaltigkeit. Al-

lerdings liegt die Nachweispflicht in diesem Fall nicht beim Produzenten, sondern es sind im zweijährigen Turnus Berichte der EU-Kommision über die Einhaltung der Sozialstandards in den Exportstaaten vorgesehen (Kaphengst et al. 2009). Immerhin lässt sich feststellen, dass innerhalb eines kurzen Zeitraumes die Kritik an den Biokraftstoffen zu einer strengereren Überwachung der Nachhaltigkeit als bei Lebensmittelimporten geführt hat.

Die Bioethanolerzeugung beschränkt sich ebenfalls auf wenige Länder (siehe Tabelle 3 für das Jahr 2008). Gut 52 Prozent der globalen Produktionsmenge werden in Nordamerika, insbesondere in den USA erzeugt, knapp 39 Prozent in Brasilien und 2,9 Prozent in China. Alle anderen Produktionsländer haben mit zusammen 2,2 Prozent nur einen marginalen Anteil am Ethanol-

Weltmarkt. Für den globalen Handel mit Ethanol hat einzig die Ethanolerzeugung aus Zuckerrohr in Brasilien eine Bedeutung.<sup>8</sup>

Die Analyse weist darauf hin, dass auch von der Biokraftstoffproduktion nur wenige Länder in nennenswertem Ausmaß betroffen sind oder diese Rohstoffe in größerem Umfang exportieren. Wenn sich schon Erzeugung und Export von Palmöl auf lediglich zwei Länder beschränken, sollte es möglich sein, seitens der europäischen Union bilaterale Abkommen zur Entwicklung einer nachhaltigen Wertschöpfungskette für Palmöl abzuschließen. In einem ersten Schritt ist dies auch im Verbund von WWF Deutschland, lokalen WWF-Büros und der Bundesregierung in Zusammenarbeit mit dem „Roundtable on Sustainable Palmoil“ (RSPO) erfolgt. Grundlage der Beschei-

nigung für nachhaltige Produktion bildete der Standard „International Sustainability and Carbon Certification“ (ISCC). ISCC wurde in einem Multistakeholder-Prozess nach den Nachhaltigkeitskriterien der EU-Richtlinie zur Förderung Erneuerbarer Energien entwickelt. Dabei wurden bereits bestehende Standards, wie beispielsweise der RSPO, berücksichtigt. Allerdings hat zertifiziertes Palmöl in Europa bislang zu wenig Interessenten gefunden. Von 1,2 Millionen Tonnen zertifizierten Palmöls sind lediglich 320.000 Tonnen verkauft worden. Wie die Entwicklung der Einführung von Nachhaltigkeitskriterien einzuschätzen ist, wird sich erweisen müssen. Umweltorganisationen sind derzeit noch äußerst skeptisch und sprechen vom „Greenwashing“ der Biokraftstoffe (BMELV 2009, Lessner 2010).

---

8 Will man eine Nachhaltigkeitskontrolle einrichten, wie sie für den Palmölhandel in einem ersten Schritt schon erreicht ist, muss man sich daher weltweit mit sechs Ländern beschäftigen:

1. Brasilien
2. Pakistan
3. Thailand
4. Indien
5. Kolumbien
6. Paraguay

### 3. Politische Programme und Szenarien

#### 3.1 Politische Programme

Die politischen Vorgaben im Zusammenhang mit den Biokraftstoffen lassen sich auf vier grundsätzliche Ziele reduzieren: CO<sub>2</sub>-Reduktion zum Klimaschutz, Unabhängigkeit von Erdölimporten, Regulierung von Agrar-Überschussproduktionen

sowie Erwirtschaften von Devisen. Die untenstehende Tabelle 4 gibt eine Übersicht über die weltweit wichtigsten Regelungen zu den Biokraftstoffen. In der Regel werden die jeweiligen nationalen Ziele auch mit finanziellen Anreizprogrammen unterstützt. So ist es in den USA üblich, für den Bau neuer Ethanol-Fabriken günstige Kre-

Tabelle 4:

#### Politische Zielsetzungen zum Einsatz von Biokraftstoffen im globalen Vergleich

| Land/<br>Staatengemeinschaft | Ziele   |
|------------------------------|---|
| Australien                   | 350 Mio. l Biokraftstoffe bis 2010  |
| Kanada                       | 5 % Beimischung zu Kraftstoffen bis 2010  |
| EU                           | 5,75 % Biokraftstoffanteil bis 2010, 10 % bis 2020  |
| Deutschland                  | 5,25 % Biokraftstoffanteil bis 2010 und 6,25 % bis 2020   |
| Frankreich                   | 7 % Biokraftstoffanteil bis 2010, 10 % bis 2020   |
| Japan                        | 0,6 % Biokraftstoffe bis 2010, Reduzierung des Verbrauchs an fossilen Kraftstoffen um 20 % bis 2030                 |
| Neuseeland                   | 3,4 % Biodiesel- und Ethanolkraftstoffanteil bis 2012   |
| USA                          | 12 Mrd. Gallonen <sup>1</sup> Biokraftstoffe bis 2010, 20,5 Mrd. Gallonen bis 2015, 36 Mrd. Gallonen bis 2022       |
| Brasilien                    | 25 % Ethanol-Beimischung und 5% Biodiesel-Beimischung bis 2010  |
| China                        | 2 Mio. t Ethanol bis 2010, 10 Mio. t bis 2020; 0,2 Mio. t Biodieselerzeugung bis 2010, 2 Mio. t. Biodiesel bis 2020 |
| Indien                       | 10 % Ethanolbeimischung bis 2009, 20 % Ethanolbeimischung und 20 % Biodieselbeimischung bis 2017                    |
| Indonesien                   | 2 % Biokraftstoffeinsatz bis 2013, 3 % bis 2015, 5 % bis 2020   |
| Thailand                     | 10 % Biodieselbeimischung bis 2012, 10 % Ethanolbeimischung bis 2012  |
| Südafrika                    | 2 % Biokraftstoffe bis 2013   |

Quelle: eigene Zusammenstellung nach Fischer et al. 2009.

<sup>9</sup> 1 Gallone entspricht 3,785 l.

dite zu gewähren. In Europa erhält die Industrie für Investitionen im Ethanol-Bereich und in der FlexFuel-Technologie Steuererleichterungen, beispielsweise in Schweden bis zu dreißig Prozent (Fischer et al. 2009).

Innerhalb der EU steht der Klimaschutz im Vordergrund, wobei die „politisch korrekte“ Entsorgung der Überschussproduktion zusätzliche Argumente liefert. Die USA haben ihre Ethanol-Produktion enorm ausgeweitet. Die hohen Beimischungsziele sowie die standhafte Ablehnung des Kyoto-Protokolls zeigen, dass hier primär die Abhängigkeit von Erdölimporten gesenkt werden soll. Auch Schwellenländer wie Brasilien und Argentinien zielen auf die höhere Unabhängigkeit von den Ölimporten ab, wofür der hohe Eigenbedarf spricht. Im Falle Brasiliens, dem Hauptexporteur von Zuckerrohr-Ethanol, spielt zudem die expansive Exportpolitik für agrarische Rohstoffe eine tragende Rolle. Indonesien und Malaysia verfolgen eine klare Exportpolitik, selbst wenn die heimische Versorgung zunehmend an Bedeutung gewinnt (Berg 2009, Funk 2009, Schraa 2009, Keller 2009, WWF 2007).

Die politische Förderung von Bioethanol ist innerhalb der EU-Mitgliedsländer nicht einheitlich geregelt. In Deutschland ist der gesetzlich geregelte Mindestanteil von Bioethanol bezogen auf den Energiegehalt bis Ende 2009 mit 2,8 Prozent festgelegt, ab 2010 soll er 3,6 Prozent betragen. E-85, also Kraftstoff mit einem Mischungsverhältnis von 85 Prozent Bioethanol und 15 Prozent herkömmlichem Benzin, ist steuerbegünstigt. E-85 wird zudem durch den Ausbau des Tankstellennetzes gefördert. In Frankreich ist die Beimischung nicht Pflicht, die Hersteller profitieren jedoch steuerlich. In Großbritannien ist der Einsatz von Biosprit verpflichtend, die Beimischung liegt jedoch unterhalb der EU-Ziele. In Schweden gibt es überhaupt keine Beimengungspflicht, aber eine Befreiung von der Verbrauchssteuer sowie steuerliche Vergünstigungen für die FlexFuel-Fahrzeuge (Langbehn 2009, Fischer et al. 2009). In Brasilien muss dem Benzin 25 Prozent Bio-Ethanol beigemischt werden. Die Energy Bill 2007 der USA schreibt vor, dass bis zum Jahr

2022 136 Milliarden Liter Bioethanol erzeugt und 20 Prozent des herkömmlichen Ottokraftstoffes durch Biokraftstoffe ersetzt werden sollen (Langbehn 2009, Fischer et al. 2009).

Die EU ist der bedeutendste Markt für den Einsatz von Biodiesel. Im Wesentlichen orientieren sich die europäischen Regelungen an der Beimengungsvorgabe, die beispielsweise in Deutschland eine Beimischungspflicht von 5,25 Prozent, ab 2010 von 6,25 Prozent Mindestanteil im Dieselkraftstoff vorsieht. Die derzeitige Mengenregelung sorgt in Deutschland für einen Biodieselabsatz von 1,6–1,7 Millionen Tonnen jährlich. In Frankreich betragen die steuerlich begünstigten Biodieselquoten 2,3 Millionen Tonnen im Jahr 2009, 3,1 Millionen Tonnen 2010. Die europäische Biodieselproduktion soll 2009 etwa 9,6 Milliarden Liter erreichen und bis zum Jahr 2018 auf 18,4 Milliarden Liter ansteigen. Damit wird Europa weltweit zum bedeutendsten Biodieselhersteller werden. Die OECD-FAO-Prognose 2009 erwartet bis 2018 weiterhin eine Importmenge von Biodiesel in Höhe von 3,9 Milliarden Liter, um den Bedarf von geschätzten 22,3 Milliarden Litern in Europa decken zu können. Wichtige Exporteure werden die USA, Brasilien und Argentinien mit Biodiesel aus Sojaöl und Raps werden. In den USA gibt es trotz der Beimischungspflicht, die bis 2012 etwa 3,3 Milliarden Tonnen betragen soll, schon heute eine deutliche Überkapazität der Produktionsanlagen von über 50 Prozent. Brasilien und Argentinien planen eine Beimengungsquote von 5 Prozent (Keller 2009, OECD-FAO 2009). Ob Palmöl eine größere Rolle bei der Produktion von Biodiesel spielen wird, ist noch nicht sicher. Europa als einer der größten Importeure führt etwa 10 Prozent der Palmöljahresproduktion ein. Der übergroße Anteil wird allerdings für Nahrungsziele verwendet, der laut USDA (2010) 75 Prozent ausmacht. Global wurden bisher nur 5 Prozent für Strom, Wärme und Kraftstoffe verwendet. 2009 betrugen die Importmengen 4,9 Millionen Tonnen. Zum Vergleich: China und Indien importierten 2008/09 insgesamt 12,2 Millionen Tonnen Palmöl.

### 3.2 Rahmenbedingungen der Szenarien

Die Landwirtschaft befindet sich in einem Spannungsfeld aus Ernährungssicherung, Klimaschutz und Energieversorgung. Im Folgenden werden mögliche Entwicklungsrichtungen unter Charakterisierung der wesentlichen Kräfte skizziert, die die Agrarmärkte der Zukunft bewegen. Anschließend erst kann darüber diskutiert werden, welche Optionen für die Weichenstellung gegeben sind, um eine Verbesserung der Versorgungslage in den ärmeren Ländern zu erreichen. Aufgrund der enormen Komplexität des Themas sollte dieses kurze Kapitel als Diskussionsangebot verstanden werden, das auch den fachlich nicht vorbelasteten Leser erreichen kann. Zur besseren Übersicht werden im Anschluss an die Darstellung der Rahmenbedingungen drei Szenarien entwickelt:

1. Das Referenzszenario, in dem das „Weiter wie bisher“ beschrieben wird.
2. Das „Worst Case“-Szenario, das auf einer Kombination pessimistischer Annahmen basiert.
3. Das „Best Case“-Szenario, in dem die Bedingungen und Optionen für positive Veränderungen zusammengefasst werden.

Viele der grundsätzlichen Annahmen für die Szenarien haben den jüngsten OECD-FAO-Report „Agricultural Outlook 2009“ zur Basis, in dem der Versuch unternommen wurde, die globale landwirtschaftliche Entwicklung bis zum Jahr 2018 abzuschätzen (OECD-FAO 2009). Die Szenarien sollen darüber hinausgehen und den Zeitraum der nächsten zwei bis drei Dekaden abbilden.

#### Rahmenbedingungen

Die Landfläche unserer Erde beträgt etwa 144,5 Millionen km<sup>2</sup>, das sind 14,45 Milliarden Hektar. Davon werden rund 50 Millionen km<sup>2</sup>, also fünf Milliarden Hektar landwirtschaftlich genutzt, hiervon wiederum rund 1,4 Milliarden Hektar ackerbaulich.

Die global für den Anbau von Energiepflanzen genutzte Fläche ist derzeit mit etwa 20 Millionen Hektar relativ gering. Wälder bedecken weitere 57,1 Millionen km<sup>2</sup>. Knapp 21,4 Millionen km<sup>2</sup> sind mit Siedlungs- und Verkehrsfläche belegt.

Die Weltbevölkerung beträgt aktuell rund 6,7 Milliarden Menschen (WBGU 2008, Faaij 2008).

Deutschland hat eine Landfläche von rund 35 Millionen Hektar. Davon wird etwa die Hälfte landwirtschaftlich genutzt. Hiervon wiederum sind zwölf Millionen Hektar Ackerland und fünf Millionen Hektar Grünland. Die Waldfläche umfasst 11,1 Millionen Hektar. Weitere 13 Prozent Deutschlands sind mit Siedlungs- und Verkehrsflächen belegt.

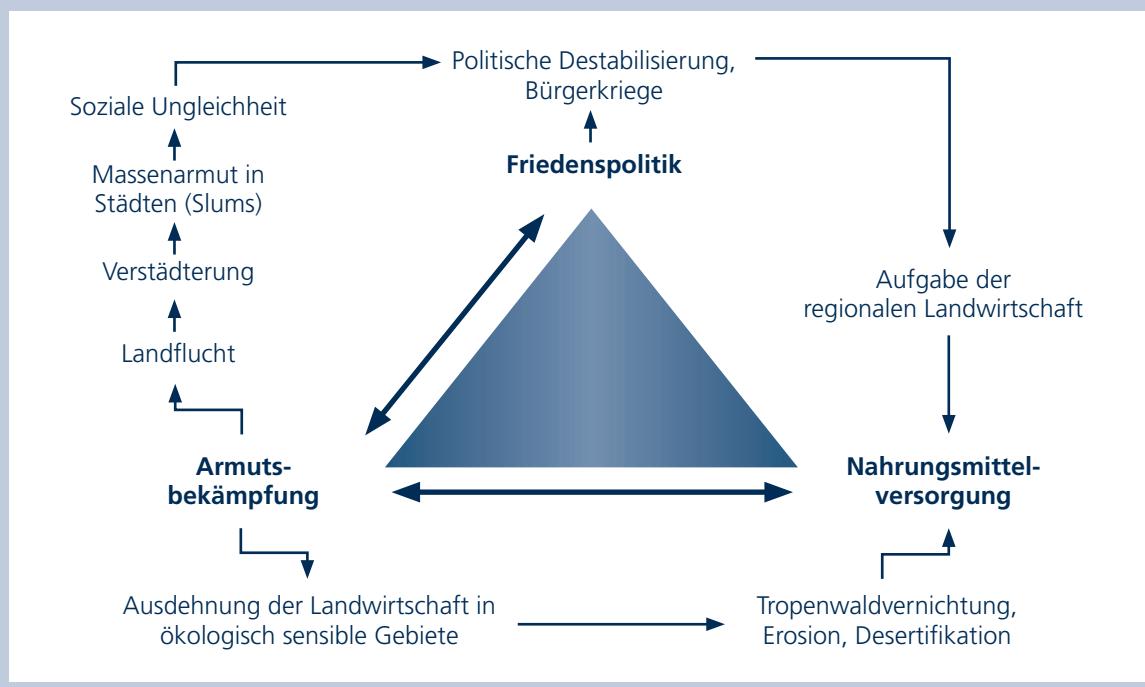
Die nutzbare Bodenfläche ist begrenzt. Beim Anbau von Energiepflanzen zur Energiegewinnung kann es zu einer Konkurrenz um Flächen kommen. Insbesondere bleibt die Frage offen, ob der Ausbau einer nachhaltigen Land- und Forstwirtschaft, der Schutz der Biodiversität und ein nachhaltiger Tourismus mit den Flächenansprüchen des Biomasseanbaus für Erneuerbare Energien in Einklang zu bringen sind.

#### Bevölkerungsentwicklung und Nahrungsmittelbedarf

Nach dem Zweiten Weltkrieg haben sich drei globale Hauptaufgaben in den Vordergrund geschoben: die Befriedung der Welt, die Versorgung mit Nahrungsmitteln und die Bekämpfung der Armut. Alle drei Themen stehen in unmittelbarem Zusammenhang und können daher nur gemeinsam diskutiert werden (Abb. 7).

In einem kriegerischen Umfeld ist die Versorgung mit Nahrungsmitteln grundsätzlich immer gefährdet, zudem verhindern Kriege die Entwicklung von Wohlstand in den betroffenen Ländern. Die mangelhafte Versorgung mit Nahrungsmitteln führt zu gesellschaftlichen Auseinandersetzungen und ist der Keim für Armut. Arme Menschen können keine Nahrungsmittel kaufen und besitzen auch nicht die Mittel dafür, die Produktivität ihrer Landwirtschaft zu steigern. Dieses Problemdreieck für sich alleine genommen lässt schon erahnen, welches Konfliktpotenzial die Konkurrenz zwischen landwirtschaftlichen Nutzflächen und Nahrungsmittelversorgung einerseits und Biomasse für Erneuerbare Energien andererseits beherbergt. Der britische Volkswirtschaftler Sir Nicolas Stern, der mit seinem Aufsehen erre-

Abbildung 7:

**Problemdreieck Friedenspolitik, Armutsbekämpfung und Nahrungsmittelversorgung**

Quelle: Eigene Darstellung.

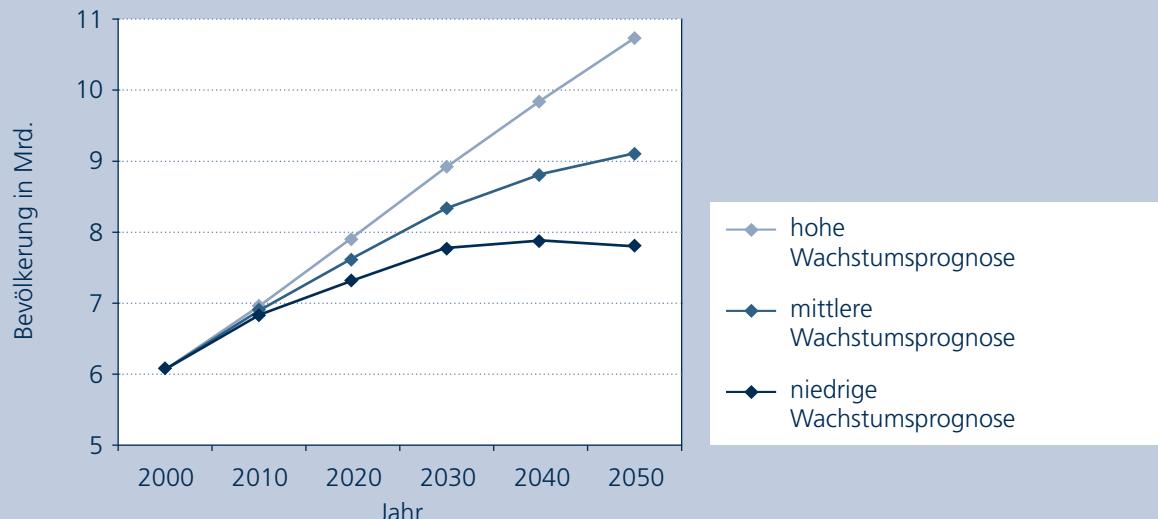
genden Stern-Report aus dem Jahr 2006 auf die dramatischen Folgen der verzögerten Reaktion auf den Klimawandel hinwiesen hatte, beschreibt die Situation in einem Satz: „Dem Klimawandel kann man nur beikommen, indem man die Armut bekämpft.“ (Stern 2006)

Experten der Vereinten Nationen (UN) haben prognostiziert, dass die Weltbevölkerung in vier Jahren die Sieben-Milliarden-Marke überschritten haben wird (Abb. 8). Bis zum Jahr 2020 wird von einem Bevölkerungswachstum von einem Prozent pro Jahr ausgegangen. Danach soll eine leichte Abschwächung der Zuwachsrate eintreten. In Afrika wird der Bevölkerungszuwachs auf etwa 2 Prozent geschätzt. Im Jahr 2050 soll unser Planet trotz Abschwächung der Zuwachsrate etwa 9,2 Milliarden Menschen beherbergen. Fast ein Drittel der Weltbevölkerung lebt in Indien und China, wo die Wirtschaften derzeit mit jährlichen Zuwachsrate von 8 bis 10 Prozent wachsen (FAOSTAT 2004, Zeddis 2008).

Hieraus ergibt sich voraussichtlich ein stark steigender Verbrauch von Grundnahrungsmitteln wie Getreide. Die Agrarhandelsexperten Qaim und Sänger (2009) schätzen, dass die Nachfrage nach Lebensmitteln alleine durch den Bevölkerungszuwachs um 1,75 Prozent pro Jahr steigen wird. Zeddis (Zeddis 2008) nimmt Zuwachsrate von 0,75 Prozent pro Jahr bis 2020 an.

Einen großen Anteil an dieser Entwicklung werden die veränderten Verbrauchergewohnheiten haben. Höhere Einkommen und wachsende Kaufkraft verändern die Ernährungsgewohnheiten breiter Bevölkerungsschichten, die sich nach westlichem Vorbild höherwertige Lebensmittel wie Milch- und Fleischprodukte leisten wollen. In China ist beispielsweise im Zeitraum von 1990 bis 2005 der Fleischkonsum pro Kopf um das Zweieinhalbfache gestiegen. Der Konsum von Milch und Milchprodukten hat sich sogar verdreifacht (Qaim & Sänger 2009). Jürgen Zeddis (Zeddis 2008) geht davon aus, dass im Jahr 2020

Abbildung 8:

**Entwicklung der Weltbevölkerung 2000 bis 2050**

Quelle: Eigene Darstellung nach Vereinte Nationen, World Population Prospects: The 2006 Revision, 2007.

im Vergleich zum Jahr 2003 weltweit etwa 55 Prozent mehr Geflügelfleisch, 50 Prozent mehr Schweinefleisch, 10 Prozent mehr Rindfleisch und Milch, 30 Prozent mehr pflanzliche Öle, 25 Prozent mehr Zucker und 10 Prozent mehr Getreide erzeugt werden müssen. An dieser Stelle zeigt die Armutsbekämpfung ihre Kehrseite, dass nämlich wachsender Wohlstand – insbesondere in den Schwellenländern – zu Importen höherwertiger Lebensmittel führt, die wiederum das Mengenangebot am Weltmarkt verringern und somit zu Preissteigerungen führen, wie es von Expertengruppen prognostiziert wird (v. Braun et al. 2008).

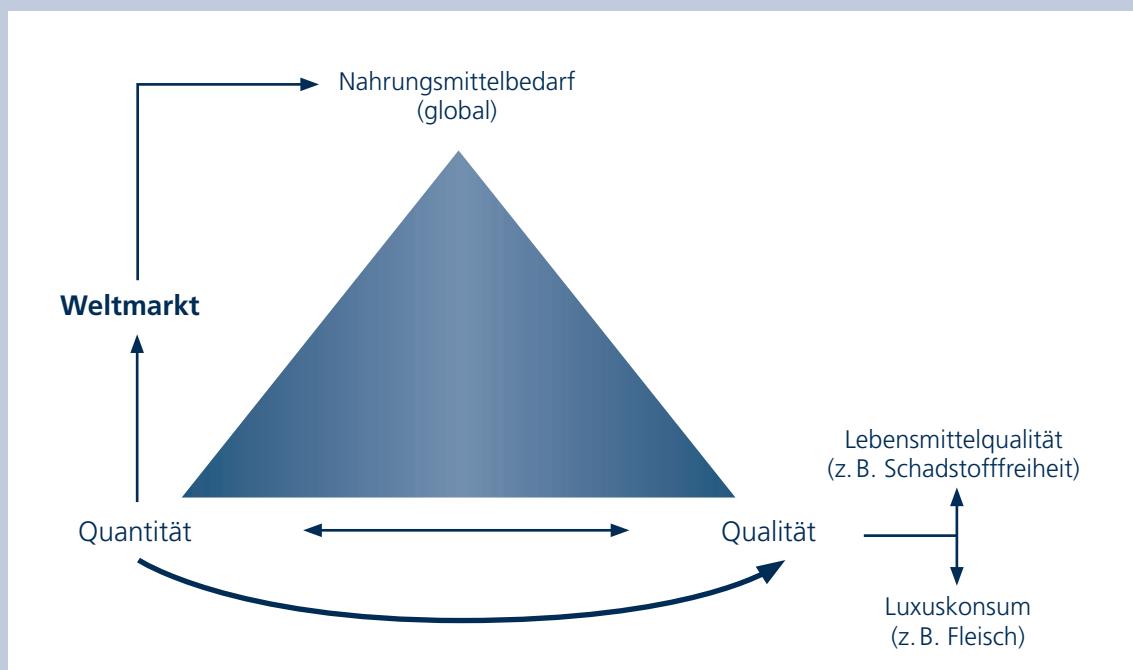
Der steigende Verzehr von Fleisch in den Schwellenländern wird den Futtermittelbedarf und damit den Flächenverbrauch erheblich erhöhen. Letztlich definiert sich der Lebensmittelbedarf dort nicht alleine nach der Produktionsmenge, sondern zunehmend auch nach der wachsenden Nachfrage nach „Luxusnahrung“ wie Fleisch. Um ein Kilogramm Geflügelfleisch zu erzeugen, benötigt man etwa zwei Kilogramm Getreide. Schon heute entfallen rund 36 Prozent des gesamten Getreideverbrauchs auf Futtermit-

tel, knapp 60 Prozent des Getreides wird als Nahrungsmittel und Saatgut verwendet. Die brasiliatische Sojaproduktion ist von 1,5 Millionen Tonnen im Jahr 1970 auf 57 Millionen Tonnen im Jahr 2006/07 primär für Exportzwecke ausgebaut worden (Meyer 2008). Gleichzeitig müssen Flächenverluste produktiver Landressourcen durch Bebauung, Erosion, Wüstenausbreitung und Versalzung von jährlich etwa 0,2 Prozent berücksichtigt werden. Das bedeutet, dass die Verluste landwirtschaftlicher Nutzfläche zuzüglich Bevölkerungszuwachs und steigendem Lebensmittelverbrauch sowie veränderten Essgewohnheiten in der Konsequenz dazu zwingen, die Produktion von Agrarerzeugnissen in den kommenden Dekaden um rund zwei Prozent jährlich zu steigern.

**Ernährungssicherung und Biomasseproduktion**

Den Erhebungen der FAO (FAOSTAT 2004) kann entnommen werden, dass 2004 weltweit nahezu 355 Millionen Hektar landwirtschaftlicher Nutzflächen brach lagen. Während der Phasen niedriger Agrarpreise waren Flächen vorrangig in Nordamerika, Europa und Russland still gelegt worden. Weitere 300 Millionen Hektar wurden bis zum

Abbildung 9:

**Nahrungsmittelbedarf im Spannungsfeld zwischen Mengenerzeugung und veränderten Verzehrgewohnheiten**

Quelle: Eigene Darstellung.

Jahr 2005 in Agrarüberschussländern für die Produktion von nachwachsenden Rohstoffen und Exportprodukten eingesetzt. In der Summe ergaben sich 655 Millionen Hektar an agrarischer „Überschussfläche“ für die Nahrungsmittelerzeugung. Diese Landwirtschaftsfläche wurde um etwa 128 Millionen Hektar für die Lebensmittel- und Futterversorgung von Importländern gekürzt, so dass von einer agrarischen Nutzfläche von 527 Millionen Hektar für Non-Food-Zwecke ausgegangen werden konnte. Dementsprechend blieben im Betrachtungszeitraum bis 2005 10 bis 14 Prozent der weltweit verfügbaren Agrarflächen ungenutzt. Wichtig in diesem Zusammenhang ist auch, dass die global verfügbaren Brachflächen sich nicht nur an marginalen und produktionschwachen Standorten befinden.

Berechnungen von Jürgen Zeddis (Zeddis 2008) zeigen, dass die genannten Flächenreserven durch den wachsenden Nahrungsmittelbedarf ab 2015 aufgezehrt sein werden. Wenn auch bis zum Jahr 2050 damit gerechnet wird, dass das

weltweit zur Verfügung stehende Ackerland von derzeit 1,37 Milliarden Hektar um 3,7 Prozent ausgeweitet werden kann, so wird damit jedoch insgesamt gesehen der Zuwachs an Agrarflächen weniger als 0,1 Prozent jährlich ausmachen und nur 10 Prozent des jährlichen Bevölkerungswachstums entsprechen (FAOSTAT 2004, OECD/FAO 2007, Zeddis 2008). Das bedeutet, sowohl die Ernährung der Weltbevölkerung als auch die Versorgung mit Biomasse für Erneuerbare Energien muss auf der bereits heute real existierenden landwirtschaftlichen Nutzfläche gesichert werden. Hieraus ist zwingend abzuleiten, dass auf den vorhandenen Agrarflächen die Produktivität im Sinne von Ertragsleistung je Flächeneinheit in den kommenden Jahrzehnten enorm gesteigert werden müsste. Das erscheint ange- sichts der bisherigen Produktivitätssteigerungen von etwa einem Prozent pro Jahr als eine schier unlösbare Aufgabe. Bei all dem muss auch be- rücksichtigt werden, dass in den Industriestaaten zunehmend höhere Ansprüche an Inhaltsstoffe

und Schadstofffreiheit gestellt werden. Das führt zu einer Extensivierung der Erzeugung und damit zu einem höheren Bedarf an landwirtschaftlicher Nutzfläche für die gleiche Produktmenge, beispielsweise im ökologischen Landbau.

### Preissteigerungen prognostiziert

Das globale Preisgefüge, das durch Überschussmengen aus Europa und Amerika mit subventionierten Dumpingpreisen künstlich niedrig gehalten wurde, hat in vielen der ärmsten Länder zu einer Aufgabe der Landwirtschaft geführt. Höhere Agrarpreise könnten demnach auch zu einer Wiederbelebung der Landwirtschaft in diesen Ländern führen (v. Braun 2008).

Seit Mitte 2008 jedoch beherrscht ein dramatischer Preisverfall die Agrarmärkte. Anfang des Jahres 2009 erreichte das Preisniveau den Stand von 2004 (ZMP 2009). Und der Preissturz ist bis heute nicht gebremst. Dennoch rechnet die FAO für die kommenden zehn Jahre mit einem um mindestens 50 Prozent höheren Preisniveau als noch vor der Jahrtausendwende. Verantwortlich dafür sei, dass bis 2030 etwa 50 Prozent mehr Getreide und 85 Prozent mehr Fleisch erzeugt

werden müssten, um die globale Nahrungsmittelnachfrage der aufstrebenden Schwellen- und Entwicklungsländer zu decken (Brockmeier u. Klepper 2008). Auch das International Food Policy Research Institute (IFPRI 2006) rechnet nach ersten Prognosen mit erheblichen Preissteigerungen für Nahrung und Futtermittel. Eines seiner Modelle prognostiziert für das Jahr 2010 Preissteigerungen bei Mais von 20 Prozent, bei Weizen von 11 Prozent und bei Maniok von 33 Prozent.

### Bioenergie und Produktivitätssteigerung

Es wird deutlich, dass die langfristige globale Nahrungsmittelversorgung für sich schon allergrößter Anstrengungen bedarf. Das heißt umgekehrt, die Nutzung von Biomasse als Energieträger wird zeitlich nur begrenzt möglich sein. Die völlig unzureichende Entwicklung der Versorgung mit lebensnotwendigen Gütern, insbesondere in Afrika, aber auch in Teilen Asiens, steht in direktem Zusammenhang mit der Frage, ob schon heute eine Bedrohung der Nahrungsmittelversorgung armer Bevölkerungsschichten durch die Preissteigerungen am Agrarrohstoffmarkt zu erkennen ist und ob gegebenenfalls die Gründe hierfür in der

Abbildung 10:

#### Getreidepreisentwicklung von Mai 2007 bis Mai 2010

Internationale Getreidepreise (monatlicher Durchschnitt)



Quelle: FAO 2010.

zunehmenden Produktion von Biomasse für Bioenergie zu suchen sind.

Bis in die 90er Jahre des 20. Jahrhunderts war ein stetiger Fortschritt in der Gesamtproduktivität landwirtschaftlicher Rohstoffe und teils sogar eine Erholung der globalen Ernährungssituation zu erkennen (FAO 2003). Ertragszuwächse wurden nahezu ausschließlich bei Ackerkulturen beobachtet, was auf die Ausdehnung von Ackerland zulasten von Grünland zurückzuführen ist. Fortschritte in der Anbautechnik, bei der Sortenentwicklung, im Pflanzenschutz- und Düngemittel-einsatz und im Flächennutzungswandel taten ein Übriges. Weltweit wird bei Getreide zwischen den Jahren 2005 und 2050 ein Ertragszuwachs von 32,5 Doppelzentner pro Hektar auf 54,8 Doppelzentner pro Hektar erwartet. Das Gesamtvolume würde damit auf 3,6 Milliarden Tonnen Getreide wachsen. Bei diesen Prognosen wurden die im Getreideanbau durchschnittlichen Ertragszuwächse der vergangenen Jahrzehnte in Höhe von 1,5 Prozent unterstellt.

Dieser Entwicklung steht allerdings ein jährlich um rund zwei Prozent wachsender Bedarf gegenüber. In der Folge würden zuerst die brach liegenden agrarischen Flächen in Anspruch genommen werden, ab 2015, spätestens ab 2020 würde eine Überschneidung mit der Nachfrage nach Nahrungsmitteln eintreten (Zeddies 2008). Und spätestens dann müsste man von einer ernsthaften Flächenverknappung für die Erzeugung von Biomasse für Erneuerbare Energien ausgehen. Wenn sich die strukturellen Voraussetzungen für die Nahrungsmittelerzeugung nicht entscheidend verbessern, ist bis 2050 mit einem Ende der Biomasseverwertung für andere als Nahrungsziele zu rechnen (Zeddies 2008).

### **Einfluss der Agrarpreise**

Steigende Preise für Agrarprodukte können dazu anreizen, brachliegende Flächen wieder zu nutzen sowie vor- und nachgelagerte Bereiche zu mobilisieren mit der Folge, dass die Agrarproduktion steigt. Höhere Produktpreise veranlassen die Landwirtschaft zu Anpassungsreaktionen, weil es wieder attraktiver wird, Lebensmittel anstelle von Bioenergie zu erzeugen. Hier erweist sich ins-

besondere das Segment der Getreide- und Rapsproduktion zur Erzeugung von Biokraftstoffen als kritisch, weil steigende Preise sofort zu einer Reaktion führen. Das hat das Jahr 2008 gezeigt, als mehrere Bioethanolhersteller ihre Anlagen aufgrund der hohen Getreidepreise stilllegen mussten (VDB 2009).

Weitere Indizien für die globale Anpassung der Landwirte an ein verändertes Preisgefüge sind den aktuellen Prognosen der OECD zu entnehmen, die auf eine Stabilisierung oder allenfalls auf leichte Preissteigerungen hindeuten (OECD-FAO 2008). Weil viele Landwirte mit der Aussicht auf höhere Erlöse wieder mehr Getreide angebaut haben, ist die Weizenernte 2008/09 auf eine Rekordhöhe von 676 Millionen Tonnen gestiegen. Im Jahr davor waren es 608 Millionen Tonnen. Der Weizenverbrauch hat 2008/09 nur um 5 auf 644 Millionen Tonnen zugenommen, obwohl die Weltbevölkerung in diesem Zeitraum um 82 Millionen Menschen gewachsen ist. Der schwache Verbrauchszuwachs kann auch durch die weltwirtschaftliche Entwicklung bedingt sein, die den Bedarf im Futtersektor wegen einer geringeren Nachfrage nach Fleisch und Milchprodukten gesenkt hat. Die weltweiten Weizenvorräte haben sich seit der Krise 2007/2008 mit Lagerbeständen von 120 Millionen Tonnen 2008/09 auf 164 Millionen Tonnen erholt und haben nach den jüngsten Berichten des amerikanischen Landwirtschaftsministeriums USDA einen Bestand von 196 Millionen Tonnen erreicht (Bickert 2010). In Indien sollen aktuell 550.000 Hektar zusätzlich mit Weizen bestellt worden sein, in der Ukraine 300.000 Hektar. Im Januar 2010 hat es in der Folge dieser Analysen enorme Preisverfälle gegeben. Insgesamt konnte beobachtet werden, dass sich die steigenden Lebensmittelpreise der Jahre 2007 und 2008 letztendlich als ein Instrument zur Behebung des Welthungers erwiesen haben. Allerdings führt der gegenwärtige Preisverfall an den Weltmärkten wieder zu einer Einschränkung der Produktion. In den USA zum Beispiel wurden die Weizenanbauflächen um 14 Prozent verringert. Steigende Lebensmittelpreise sorgen demnach für einen starken Anreiz, die Versorgungssituation zu verbessern. Es bleibt jedoch die Frage im Raum

stehen, wie gleichzeitig die Armut in den mittellosen Ländern Afrikas und Asiens bekämpft werden kann, damit die betroffenen Menschen höhere Lebensmittelpreise auch bezahlen können.

Höhere Biomassekosten führen zu einer erheblichen Verteuerung der Biokraftstoffe, weil die Rohstoffpreise mehr als die Hälfte der Gesamtkosten ausmachen. Dadurch verringert sich die Wirtschaftlichkeit der Biokraftstoffe. Die Kosten für Beimischungsquoten, an denen die Verbraucher über die Kraftstoffkosten beteiligt werden, ziehen an. Die Preisentwicklung hängt jedoch in beiden Bereichen, bei den Lebensmitteln wie bei der Bioenergie, davon ab, in welchem Maße die Regierungen der Industriestaaten die Förderung von Agrarenergie ausbauen werden, so OECD-Direktor Stefan Tangermann (Tangermann 2007). Es gilt, eine Balance zu finden, um mit der Förderung der Bioenergie indirekt eine Preissteuerung am Rohstoffmarkt möglich zu machen.

### Fazit

Ab 2015 wird sich bei einer weiteren Entwicklung der Nahrungsmittelversorgung wie in den vergangenen zwei Dekaden eine deutliche Flächenverknappung einstellen. Für den Umgang mit dieser Entwicklung gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten:

*Erste Möglichkeit: Der wachsende Bedarf an landwirtschaftlicher Biomasse für Energiezwecke wird in Konkurrenz zur Lebensmittelversorgung treten und zu einer Erhöhung der Agrarpreise führen. Höhere Preise für Lebensmittel schaffen neue Anreize zur Steigerung der Produktivität. Dies belebt die internationale landwirtschaftliche Entwicklung, was die einzige Chance dafür ist, die wachsende Weltbevölkerung zu ernähren. Weil im Energiesektor anders, als im Ernährungssektor, andere und preiswertere Alternativen zur Verfügung stehen, wird die Bioenergie aus dem Verdrängungswettbewerb letztlich als Verlierer hervorgehen.*

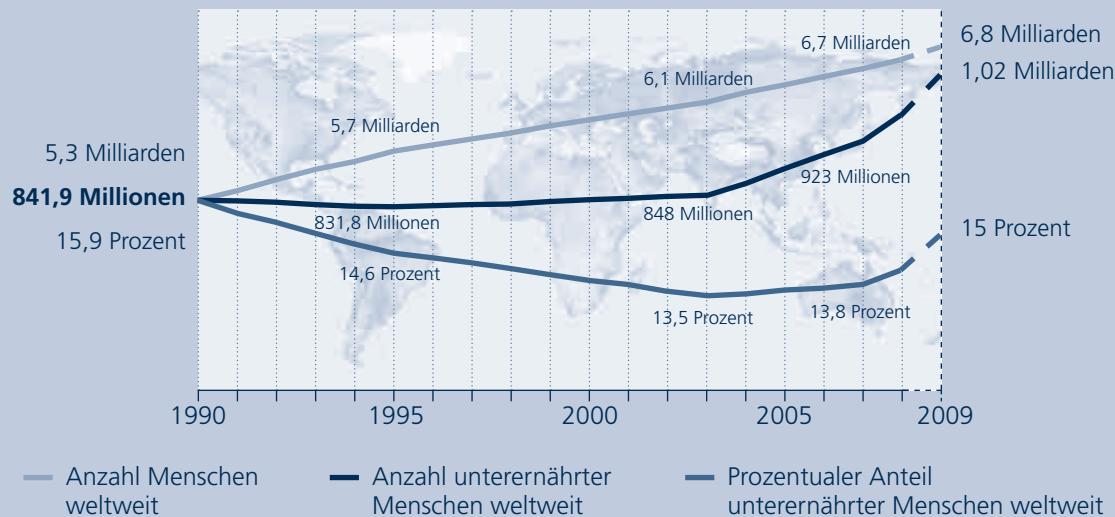
*Zweite Möglichkeit: Die Biokraftstoffe werden aufgrund steigender Energiepreise immer rentabler und damit wettbewerbsfähiger gegenüber Nahrungsmitteln. Der Mangel an Nahrungsmitteln wird ab 2015 zu dramatischen Krisensituationen führen.*

### 3.3 Referenzszenario – „Weiter wie bisher“

Folgende Voraussetzungen bestimmen das Referenzszenario:

- Der Ölpreis steigt in den kommenden beiden Jahrzehnten aufgrund sinkenden Bedarfs in den Industrieländern und wegen neuer Ölfinden beziehungsweise preisgünstiger Erschließung vorhandener Ressourcen moderat an. Der wachsende Bedarf der Schwellenländer wird dadurch kompensiert. Der Peak Oil verschiebt sich nach hinten.
  - In den Zeitraum 2015 bis 2018 hinein ist die Versorgung mit Nahrungsmitteln gleichbleibend, eventuell sogar leicht verbessert, weil die Menge der Getreidevorräte aus den Jahren 2008/2009 in vergleichbarer Dimension erhalten bleibt. Dies sichert ein niedriges Preisniveau agrarischer Rohstoffe.
  - Die Entwicklung der Weltbevölkerung wird sich in einer mittleren Größenordnung bewegen, jedoch ab Mitte des kommenden Jahrzehntes (2015–2020) vermehrt zu Engpässen in der Nahrungsmittelversorgung führen. Parallel werden die Nahrungsmittelpreise steigen. Gegenwärtig steigt die Anzahl der hungernden Menschen in der Welt, obwohl
  - der Ölpreis als treibende Kraft für die Ausweitung des Anbaus von Biomasse für die Produktion von Biokraftstoffen seit Mitte 2008 drastisch gesunken ist,
  - die Preise für agrarische Rohstoffe einen Tiefstand erreicht haben,
  - die Getreidelager nach mehreren guten Ernten seit 2008 wieder gut gefüllt sind – weltweit derzeit mit rund 365 Millionen Tonnen,
  - die Industrieländer den Weltmarkt mit ihren Überschussmengen an Getreide, Milch und Fleisch versorgen,
- und weil
- die Biokraftstofferzeugung aufgrund des Beimischungzwangs in Europa weiter zunimmt (Schumacher 2009, DLG-Mitteilungen 2009).
- Die landwirtschaftliche Fachpresse beurteilt die Situation wegen des starken Preisverfalls als kritisch. Die Gegensätze zwischen Überfluss und Mangel relativieren die Diskussion über den Ein-

Abbildung 11:

**Bevölkerungswachstum und Unterernährung von 1990 bis 2009**

Quelle: Deutsche Welthungerhilfe (2010).

fluss der Biokraftstoffe auf die Weltmarktpreise und den jüngsten Anstieg der Nahrungsmittelunterversorgung in den armen Ländern. So werden auch im jüngsten IFPRI-Bericht zum Welt hungerindex die Biokraftstoffe als Ursache nicht erwähnt. Zudem muss auf den prognostizierten relativ stabilen Ölpreis hingewiesen werden, der bei 60 – 70 US-\$ je Fass liegt (OECD-FAO 2009). Unter diesen Bedingungen bleiben Biokraftstoffe nicht rentabel. So wird beispielsweise Rapsdiesel erst ab Rohölpreisen von 70 US-\$ je Fass billiger als Diesel fossiler Herkunft (Funk 2009).

Offensichtlich ist, dass die Option eines „Weiter wie bisher“ keinen substantiellen Beitrag zur Verbesserung der Ernährungssituation leistet. Ernteausfälle und Marktspekulationen, die zum Beispiel in den Jahren 2006 und 2007 zu Mängelsituationen führten, können jederzeit wieder auftreten. Steigende Energiepreise würden die Flächenkonkurrenz zwischen Nahrungs- und Energiepflanzenanbau forcieren und trügen damit zur Volatilität der Agrarpreise bei. Die aktuelle Ernährungskrise hat natürlich auch ihre Ursache in der Weltwirtschaftskrise (FAO 2009; WHI 2009). Die Folge ist ein akuter Nachfragerückgang beispielsweise nach Futtermitteln. In den Schwellen-

lenländern wird bei verschlechterten Einkommensbedingungen zuallererst der Fleischkonsum eingeschränkt. Der verringerte Welttagrarhandel führt zu einem Überangebot, die Preise sinken – auch in den armen Ländern. Bauern, die in den vergangenen zwei Jahren aufgrund der steigenden Preise in die Produktion investiert und damit zur Verbesserung der Ernährungssituation beigetragen haben, können jetzt ihre Kredite nicht mehr zurückzahlen (WHI 2009).

Das Szenario „Weiter wie bisher“ wird unter den Bedingungen eines „Überangebotes“ an Nahrungs- und Futtermitteln kurz- bis mittelfristig die Agrarmärkte auf einem niedrigen Preisniveau halten, eventuell sogar zu einer leichten Verbesserung der Ernährungsversorgung armer Länder beitragen. Langfristig allerdings wird es in eine Katastrophe münden. Die strukturellen Probleme als eigentliche Ursache für die Nahrungsmittelkrise würden nicht beseitigt. Nahrungsmittelhilfen und Ad-Hoc-Maßnahmen hätten lediglich eine kaschierende Funktion. Die wachsende Weltbevölkerung wird unter den gegenwärtigen landwirtschaftlichen Produktionsbedingungen vor dem Hintergrund des sich anbahnenden Klimawandels innerhalb eines Jahrzehntes die schlimmste

Krise seit Menschengedenken erleben (Stern 2006, Stern 2009, Giddens 2009).

### 3.4 Szenario „Worst Case“

Verschiedene problematische Einflussgrößen bestimmen das Szenario „Worst Case“:

- Der Ölpreis steigt in den kommenden Jahren deutlich an und erreicht 100 US-\$ je Fass. Der Peak Oil wird früher erreicht als prognostiziert. Es lohnt sich, Biomasse für Erneuerbare Energien anzubauen.
- Der Klimawandel macht sich schon in den nächsten zehn Jahren spürbar bemerkbar. Missernten wie 2006/07 treten häufiger, zweimal bis viermal in diesem Jahrzehnt auf. Die Weltgetreidevorräte werden bis auf Notreserven aufgebraucht. Die Preise für Agrarrohstoffe steigen über das Niveau von 2007/2008.
- Das Bevölkerungswachstum beschleunigt sich stärker als die mittleren Prognosen annehmen. Im Jahr 2020 leben 8 Milliarden Menschen auf der Erde.
- Die Folgen der Weltwirtschaftskrise 2008/2009 sind noch immer nicht überwunden. Es fehlt in den armen Ländern an Investitionsmitteln, um Produktivitätsfortschritte in der Landwirtschaft zu erreichen oder weitere landwirtschaftliche Flächen in Nutzung zu nehmen.

Schon unter den Bedingungen des „Weiter so“-Szenarios mit einer Fortschreibung der gegenwärtigen Rahmenbedingungen würden das Bevölkerungswachstum und die strukturellen Probleme der armen Länder in einem überschaubaren Zeitraum zu größeren Krisen führen. Unter den verschärften Bedingungen des „Worst Case“-Falles trüten die Kernprobleme früher und stärker auf:

- Durch den steigenden Ölpreis werden insbesondere Entwicklungsländer über noch weniger Devisen verfügen können. Es können keine Investitionsgüter gekauft werden, womit die landwirtschaftliche Produktion nicht erhöht werden kann.
- In der ersten Phase dieser Entwicklung werden die gestiegenen Energiepreise den Einsatz von Biokraftstoffen lukrativ machen. Die politischen Programme zum Einsatz von Bioethanol

und Biodiesel werden ausgebaut, neue Produktionsanlagen werden entstehen.

- Weltweit wird Biomasse für die Erzeugung von Kraftstoffen aufgekauft. Die Flächenkonkurrenz zu Nahrungsmitteln nimmt zu.
- Sich wiederholende Ernteausfälle in mehreren Regionen der Welt, bedingt durch Klimawandel mit Wetterextremen, führen zu verringerter Handelsvolumina mit Agrarrohstoffen.
- Einhergehend mit den Angebotsschwankungen werden die Preise für Nahrungsmittel drastisch steigen, möglicherweise mit hoher Volatilität.
- Insbesondere die ärmeren Länder werden kurzfristig vor Versorgungsgängen stehen, da sich ihre landwirtschaftliche Produktion nicht in kurzen Zeiträumen auf die veränderten Rahmenbedingungen (lohnende Nahrungsmittelproduktion durch ein höheres Preisniveau) einstellen kann.
- Die Ernährungsversorgung wird sich ab 2015 drastisch verschlechtern. Jährlich werden 100 bis 150 Millionen Menschen mehr an Hunger leiden. Bis 2020 leiden zwei Milliarden Menschen an Unterernährung.
- Die Politik hat sich dem „Weiter wie bisher“ verschrieben. Die Verantwortlichen stehen in der zweiten Hälfte des kommenden Jahrzehntes vor einem Scherbenhaufen der Konzeptlosigkeit, da weder auf die Herausforderungen des Klimawandels noch auf die Armut in den Entwicklungsländern adäquat reagiert worden war.

Eine düsterere Version der Zukunft kann kaum gezeichnet werden. Sie ist vielleicht nur noch vergleichbar mit den Pestwellen im 15. Jahrhundert. Damals gab es keine direkte Abhilfe. Die Menschheit konnte diese Krise nur über sich ergehen lassen und auf ihr Ende hoffen. Ärzte und Mönche haben sich im Umgang mit den Kranken durch das Umhängen einer Pestwurz-Wurzel zu schützen versucht. Am Ende waren ganze Landstriche menschenleer, 30 Prozent der Bevölkerung starb.

Es gibt wichtige und deutliche Hinweise darauf, dass die Menschheit vor einer solchen „Worst-Case-Entwicklung“ steht:

- Bevölkerungswachstum und steigender Nahrungsmittelbedarf,
- Klimawandel und Ernteausfälle,

- steigende Energiepreise,
- strukturelle Anpassungsprobleme,
- mangelnde Zeit für die Anpassung,
- Forschung und Entwicklung fokussieren auf die Bedürfnisse der reichen Länder.

### 3.5 Szenario „Best Case“

Das Szenario „Best Case“ fasst eine moderate Entwicklung der Rahmenbedingungen und die Ausschöpfung verschiedener Handlungsoptionen zusammen:

- Der Ölpreis bleibt auf einem Niveau von 75 bis 85 US-\$ je Fass, damit deutlich unter der 100 US-\$ Marke. Der wachsende Treibstoffbedarf der Schwellenländer wird durch den massiven Einsatz moderner Antriebstechnologien und durch angepasste Infrastrukturen abgedeckt.
- Die Energiepreise erlauben den ökonomischen Einsatz von Biokraftstoffen. Die erste Generation der Biokraftstoffe wird allmählich von der zweiten Generation der BtL-Kraftstoffe abgelöst. Überproduktionen agrarischer Rohstoffe von industrialisierten Ländern werden zu energetischen Zwecken verwendet und fließen nicht mehr zu Dumpingpreisen auf die Weltmärkte. Regionale Lösungsansätze zur Produktion von Biokraftstoffen werden insbesondere in den Entwicklungsländern forciert. Die Biomasse-Erzeugung für den inländischen Bedarf und für den Export wird sowohl die landwirtschaftliche Entwicklung in armen Ländern unterstützen, als auch Devisen durch den Export von Biokraftstoffen für weitere Investitionen beschaffen. Importe von Biokraftstoffen aus Entwicklungsländern werden nur unter Einhaltung der Nachhaltigkeitsstandards erlaubt.
- Die Preise für Nahrungsmittel werden sich global moderat erhöhen. Die landwirtschaftliche Erzeugung wird auch zunehmend Marginalstandorte in Anspruch nehmen. Die Ausweitung der landwirtschaftlichen Flächen sowie Produktivitätsfortschritte werden die Nahrungsmittelversorgung absichern.
- Das Monitoring der Welternährungssituation wird ausgebaut. Die industrialisierten Länder

entwickeln Programme, um bei Nahrungsmittelengpässen kurzfristig die Produktion von Biokraftstoffen zugunsten der Produktion von Nahrungsmitteln umzusteuern.

- 2015 bis 2018 ist die Ernährungsversorgung gleichbleibend, eventuell leicht verbessert, da die Getreidevorräte der Jahre 2008/2009 in vergleichbarer Dimension erhalten werden konnten. Verbesserungen der strukturellen Situationen in den Entwicklungsländern werden eine spürbare Reduzierung der Nahrungsmitteluntersorgung herbeiführen.
- Die Entwicklung der Bevölkerungszahlen wird sich mit Unterstützung von Familienpolitikprogrammen, insbesondere mit Förderung des Gender-Ansatzes, sowie durch die Bekämpfung von Armut abschwächen. Ab der zweiten Hälfte des nächsten Jahrzehntes wird ein spürbarer Rückgang des Bevölkerungswachstums zu beobachten sein.

Tiefpreise der agrarischen Rohstoffe haben in der Vergangenheit nicht vermocht, die Unterernährung deutlich zu reduzieren. Das Fatale an den Tiefpreisen ist, dass sie auf der Überproduktion der reichen Länder beruhen. Diese setzen mit steuerlich finanzierten Dumpingpreisen die Weltmarktpreise unter Druck. In der Vergangenheit hatte das zur Folge, dass Bauern in der dritten Welt mit diesen Preisen nicht mithalten konnten und die Produktion aufgaben. Viele dieser Länder wurden auf diese Weise von billigen Agrarimporten abhängig. So mussten arme Länder, die in der Regel landwirtschaftlich geprägt sind, ihre Devisen für Nahrungsgüter ausgeben und ihre eigene landwirtschaftliche Produktion vernachlässigen. Denn auf dem Weltmarkt fanden ihre „teuren“ landwirtschaftlichen Produkte keine Abnehmer, dementsprechend konnten auch keine Devisen erwirtschaftet werden. Der Lösungsansatz muss also der sein, die Weltmarktpreise zu erhöhen, um finanzielle Anreize für die Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion in den Entwicklungsländern zu schaffen. Voraussetzung allerdings ist, dass reiche Länder nicht mehr mit ihrer subventionierten Überproduktion die Weltmarktpreise unter Druck setzen, also für die Erzeugung von Biokraftstoffen nutzen.

Bleibt die Frage offen, ob Ressourcen für eine solche Entwicklung zur Verfügung stehen. Immerhin geht die OECD-FAO-Studie (OECD-FAO 2009) von einem wachsenden Nahrungsmittelbedarf in den Entwicklungs- und Schwellenländern im Vergleich zum Jahr 2005 bis 2030 von 60 Prozent und insgesamt einer Verdopplung bis 2050 aus. Die Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion geht in den vergangenen Jahren allerdings maßgeblich auf die Produktivitätsfortschritte in den Industrieländern mit 13 Prozent bei Getreide zurück. Die Entwicklungsländer lagen bei nur zwei Prozent. Weltweit werden bis zum Jahr 2050 rund 70 Prozent mehr Nahrungsmittel benötigt als im Jahr 2005. Um diese Nachfrage abzusichern, muss die Produktionsmenge um 42 Prozent steigen.

Welche Potenziale stehen für eine derartige Ertragssteigerung zur Verfügung? Zunächst zieht die OECD-FAO-Studie ihren Optimismus aus den Erfahrungen der Vergangenheit, wonach sich die landwirtschaftliche Erzeugungsmenge zwischen

den Jahren 1970 und 2007 verdreifacht hat. Zudem stehen weltweit 1,56 Milliarden Hektar Land zur Verfügung, die zusätzlich landwirtschaftlich genutzt werden könnten. Allerdings liegen über 50 Prozent dieser Flächen in Afrika und Südamerika (Fischer et al. 2002). In den dortigen Ländern besteht wenig Interesse, neue Agrarflächen zu erschließen, weil das niedrige Preisniveau bei landwirtschaftlichen Produkten keine Spielräume für Investitionen erlaubt. Zudem muss auf die relativ höheren Kosten bei der Neulandgewinnung im Vergleich zu bereits bewirtschafteten Flächen hingewiesen werden (Bickert 2009). Investiert werden muss auch in die Modernisierung der Landwirtschaft, beispielsweise in wassersparende Techniken wie der Tröpfchenbewässerung, da ja in vielen Regionen der Welt mit zunehmenden Wasserproblemen gekämpft wird. Der Hebel für diese Entwicklung liegt im Preisniveau für landwirtschaftliche Produkte. Biokraftstoffe könnten ihren Beitrag im Rahmen einer „Best Case“-Entwicklung leisten.

## 4. Ausblick – Politik, Bürger und Verbraucher reicher Länder in der Verantwortung

---

Die Ausführungen sollten deutlich gemacht haben, wie komplex die Probleme sind, vor denen wir als Menschheit stehen: Die Bevölkerungsentwicklung geht einher mit dem steigenden Bedarf an Lebensmitteln und einer immer dringlicheren Bekämpfung von Armut, die ihrerseits Voraussetzung für eine ausreichende Versorgung mit Lebensmitteln ist. Der Klimawandel wiederum löst eine Kette zahlreicher Aktivitäten im Klimaschutz aus, wie die Produktion von Biokraftstoffen, die in Konkurrenz zur Produktion von Nahrungsmitteln treten. All das erfordert ein Umdenken in vielerlei Hinsicht.

Die globale Bedrohung der Welternährung durch Bevölkerungswachstum und Klimawandel wird nicht vor der Haustür der wohlhabenden Staaten halt machen. Alle werden betroffen sein, aber nicht alle werden den gleichen Beitrag leisten können. Die damit verbundenen politischen, wirtschaftlichen und technologischen Herausforderungen werden mit hoher Wahrscheinlichkeit mehr Geld kosten als die gegenwärtige Weltwirtschaftskrise. Die Lösung der Probleme hängt damit maßgeblich von den finanziellen Spielräumen der reichen Länder ab. Auch wenn die derzeitigen institutionellen Rahmenbedingungen schwierig sind, ist es unerlässlich, dass die Politik in Richtung auf eine globale – und wirksame – Koordination aller politischen und wirtschaftlichen Aktivitäten drängt, denn globale Probleme wie Klimawandel und Welternährung lassen sich nur auf dieser Ebene lösen. Dabei entsteht für demokratisch regierte Nationalstaaten ein gewisses Dilemma, denn um eine entsprechende Ebene wirksamer global governance zu etablieren und weiter auszubauen, müssten Politiker gewählt werden, die bereit sind, nationale Entscheidungsspielräume zugunsten einer weitergehenden globalen

Abstimmung mit anderen Ländern und Regionen zu beschneiden. Handhabbare und tragfähige Modelle einer globalisierten Demokratie sind noch nicht in Sicht und realistischerweise für die nähere Zukunft nicht zu erwarten, auch wenn die Vereinten Nationen und Gremien wie die G-20 zwischenzeitlich erheblichen Zuspruch von Bürger/innen aller Welt erleben (der allerdings auch schnell wieder abebben kann).

Den Bürger/innen und Verbraucher/innen insbesondere in den reichersten Ländern kommt somit eine besondere Verantwortung zu – einerseits als zivilgesellschaftliche politische Macht (die immer häufiger nationalstaatliche Grenzen überschreitet), andererseits als Konsumenten, die wirtschaftliche Macht entfalten. Am Beispiel der Frage der Bewertung von Biokraftstoffen zeigt sich jedoch in besonderer Weise, dass es hierzu verlässlicher – und vor allem unabhängiger – Informationen und eines entsprechenden Zusammenhangswissens bedarf, um ein entsprechend bewusstes Handeln zu ermöglichen. Allzu oft fehlt es dazu aber an geeigneten Rahmenbedingungen in den Wissenschaften, die nicht immer das nötige Maß an Unabhängigkeit gegenüber einzelnen wirtschaftlichen und politischen Interessen bewahren können. Zudem ist ein ausgeprägtes Nord-Süd-Gefälle auch in den Wissenschaften zu beobachten, denn die finanzielle Ausstattung der Forschung und Entwicklung in ärmeren Ländern ist völlig mangelhaft.

Wissenschaft und Forschung haben aber nicht nur die Aufgabe, Wirkungszusammenhänge zu entschlüsseln und zu kommunizieren, sondern auch Lösungskonzepte und Umsetzungsvorschläge (mit) zu entwickeln. Es ist fraglich, ob sich die Forschung im herkömmlichen Sinne an den Universitäten und Forschungsinstituten der

Thematik in einer angemessenen Weise umsetzungsorientiert widmet. Wissenschaftler sind primär gezwungen, sich in renommierten wissenschaftlichen Journalen und auf hochrangigen Konferenzen zu profilieren. Dort stehen in aller Regel Grundlagenfragen und neuartige Technologien im Vordergrund, während sich das Interesse an Möglichkeiten der Einführung schon bekannter und bewährter Technologien in Entwicklungsländern (etwa im Bereich Ressourceneffi-

zienz) in Grenzen hält. Dabei ließe sich auf diese Weise das Problemdreieck Armutsbekämpfung, Nahrungsmittelversorgung und Friedenspolitik mit aller Wahrscheinlichkeit besser und vor allem schneller lösen als mit immer neueren Technologien. Ohne die Lösung dieses Problemdreiecks hingegen ist auch jede Klima- und Welternährungspolitik von vornherein zum Scheitern verurteilt.

## 5. Literaturverzeichnis

---

- African Biodiversity Network (2007): Agrofuels in Africa – The Impacts on Land, Food and Forests. African Biodiversity Network, July 2007.
- BGBL – Bürgerliches Gesetzblatt (2009): „Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung vom 30. September 2009 (BGBl. I S. 3182)“. <http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/biokraft-nachv/gesamt.pdf>
- BBK (2007): Deutsches Biokraftstoffquotengesetz erhöht Importströme und produziert Arbeitsplätze im Ausland. Biokraftstoff-Experteninfo April 2007 des Bundesverbandes für biogene Kraft- und Treibstoffe e. V., Berlin/ Erkner 10.04.2007.
- Berg, C. (2009): 100 Mio t. Mais in der Diskussion. DLG-Mitt. 8, 24–27.
- Bickert, Ch. (2009): Die Prognosen bis 2018. DLG-Mitt. 10, 56–59.
- Bickert, Ch. (2010): Die Hoffnungen sind zerstoben. DLG-Mitt. 2, 81–83.
- Blas, J. (2009): Saudis Get First Taste of Foreign Harvest. Financial Times, 4 March.
- BMELV (2009): Erste Pilotauditierungen für Palmöl aus Malaysia abgeschlossen. Pressemitteilung 080 des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, 06.05.09.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2007): Eckpunkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm, Berlin.  
[http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/klimapaket\\_aug2007.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/klimapaket_aug2007.pdf)
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2008): Gesetz zur Änderung der Förderung von Biokraftstoffen vom 22.10.2008 (Entwurf und Begründung), Berlin.  
[http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/entw\\_foerderung\\_biokraftstoff.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/entw_foerderung_biokraftstoff.pdf)
- BMZ – Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (2008): Entwicklungs-politische Positionierung zu Agrartreibstoffen, Diskussionspapier, BMZ Diskurs 011, Bonn.
- Bockey, D. (2006): Biodiesel und pflanzliche Öle als Kraftstoffe – aus der Nische in den Kraftstoffmarkt, In: TECHNIKFOLGENABSCHÄTZUNG Theorie und Praxis Nr. 1, 15. Jahrgang – April 2006, S. 10–15.
- BP (2010): BP Statistical Review of World Energy June 2010. [http://www.bp.com/liveassets/bp\\_internet/globalbp/globalbp\\_uk\\_english/reports\\_and\\_publications/statistical\\_energy\\_review\\_2008/STAGING/local\\_assets/2010\\_downloads/renewables\\_section\\_2010.pdf](http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_and_publications/statistical_energy_review_2008/STAGING/local_assets/2010_downloads/renewables_section_2010.pdf)
- Brockmeier, M. & Klepper, R. (2008): Hunger – ein vielschichtiges Problem: die Entwicklung der Nahrungsmittpreise und ihre Auswirkungen auf die Welternährungssituation, in: Forschungsreport Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz, Heft 2.
- Cotula, L., S. Vermeulen, R. Leonard & J. Keeley (2009): Land grab or development opportunity? Agricultural investment and international land deals in Africa. IIED/FAO/IFAD, London/Rome.

- Crutzen, P. J., Mosier, A. R., Smith, K. A. und Winiwarter, W. (2007): N2O Release from Agro-Biofuel Production Negates Global Warming Reduction by Replacing Fossil Fuels. *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions* 7, S. 11191–11205.  
<http://www.atmos-chem-phys-discuss.net/7/11191/2007/acpd-7-11191-2007-print.pdf>
- Deutsche Welthungerhilfe (2010): Immer mehr Menschen leiden Hunger.  
[http://www.welthungerhilfe.de/fileadmin/media/pdf/infografiken/Welthungerhilfe\\_Grafik\\_Hungerleiden.pdf](http://www.welthungerhilfe.de/fileadmin/media/pdf/infografiken/Welthungerhilfe_Grafik_Hungerleiden.pdf)
- DLG-Mitteilungen (2009): Verbrauch und Produktion legen zu. *DLG-Mitt.* 10, 50.
- EEA – European Environmental Agency (2008): Energy and Environment Report 2008. European Environmental Agency, Report No. 6, Copenhagen.
- EU – European Union (2007): Biofuels in the European Context; JRC Workingpaper, Ispra.
- Faaij, A. (2008): Bioenergy and global food security, Externe Expertise für das WBGU-Hauptgutachten „Welt im Wandel: Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung“, Berlin.  
[http://www.wbgu.de/wbgu\\_jg2008\\_ex03.pdf](http://www.wbgu.de/wbgu_jg2008_ex03.pdf)
- FAO – Food and Agriculture Organisation of the United Nations (2003): The State of Food Insecurity in the World – monitoring progress towards the World Food Summit and Millennium Development Goals, Rome.
- FAOSTAT (2004): Agricultural data, Production, Crops primary. <http://faostat.fao.org/>
- FAO – Food and Agriculture Organisation of the United Nations (2008): FAO Crop Prospects and Food Situation – National Food Price Review, No. 5, December 2008.  
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/ai476e/ai476e00.pdf>
- FAO – Food and Agriculture Organisation of the United Nations (2009): Hunger in the Face of Crisis. Economic and Social Perspectives, Policy Brief 6, September 2009.
- FAO – Food and Agriculture Organisation of the United Nations (2010): FAO Crop Prospects and Food Situation, No. 2, May 2010.  
<http://www.fao.org/docrep/012/ak347e/ak347e00.pdf>
- Fischer, G., van Velthuizen, H., Shah, M., & Nachtergael, F.O., (2002): Global Agro-ecological Assessment for Agriculture in the 21st Century: Methodology and Results. Research Report, IIASA, Laxenburg, Austria, FAO, Rome, Italy, 119 pp.
- Fischer, G., E. Hizsnyik, S. Prieler, M. Shah & H. van Velthuize (2009): Biofuels and Food Security. International Institute for Applied Systems Analysis, Luxembourg, pp. 228.
- Forest Peoples Programme (2006): Promised Land: Palm Oil and Land Acquisitions in Indonesia – Implications for Local Communities and Indigenous Peoples. Moreton-in-Marsh (GB).
- Funk, H. (2009): Am Öl hängt einfach alles. *DLG-Mitt.* 9, 66–69.
- Giddens, A. (2009): Politics of Climate Change. Polity Press, Cambridge, pp. 264.
- Hagedorn, K. (2008): Regenerative Energien aus Biomasse: Bioenergie als Allesköpper oder ein Problem der Nahrungsmittelkonkurrenz?, Vortrag auf der Konferenz „Private Equity und Umweltverantwortung, 03.07.2008, European Business School, International University, Schloß Reichartshausen.  
[http://www.ebs.edu/lge-conference/Download/EBS\\_Private\\_Equity\\_Umwelt\\_Hagedorn.pdf](http://www.ebs.edu/lge-conference/Download/EBS_Private_Equity_Umwelt_Hagedorn.pdf)

- Heißenhuber, A. (2008): Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung – Empfehlungen für die Politik. Vortrag Masterclass Course Conference „Renewable Energies“: Energie, Kraftstoffe und die Aussichten für den Klimaschutz, 29.9.2008–2.10.2008, University of Applied Sciences Eberswalde, CD-Konferenzdokumentation.
- IFPRI – International Food Policy Research Institute (2006): Bioenergy and Agriculture: Promises and Challenges, 2020 Focus No 14 (12 briefs), edited by Hazell, P. & Pachauri, R. K., Washington. <http://www.ifpri.org/2020/focus/focus14/focus14.pdf>
- IE – Institut für Energetik und Umwelt (2007): Monitoring zur Wirkung des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse. Endbericht des Institutes für Energetik und Umwelt (IE), Leipzig. Forschungsvorhaben im Auftrag des BMU. Zit. in: Meyer, R., A. Grunwald, Ch. Rösch & A. Sauter (2007): Chancen und Herausforderungen neuer Energiepflanzen. Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag. Arbeitsbericht Nr. 121.
- Kaphengst, T., S. Schlegel & K. Umpfenbach (2009): Die Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung (BioSt-NachV): Eine kurze Einführung für AnlagenbetreiberInnen. Kurzgutachten des Ecologic-Institutes, Berlin, pp. 19.
- Keller, C. (2009): Wer produziert, was wir tanken? DLG-Mitteilungen 3, 18–20.
- Lessner, A. (2010): In der Palmöl-Falle. Erneuerbare Energien, Ausgabe 1, 78–80.
- Langbehn, L. (2009): Wer am meisten subventioniert. DLG-Mitt. 3, 22–24.
- Meyer, R. (2008): Landwirtschaftliche Pflanzenproduktion zur Energieerzeugung – ein Konkurrenzproblem?, In: TAB (Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag), Brief Nr. 33, Juni 2008, Berlin, S. 28–32. <http://www.tab-beim-bundestag.de/de/pdf/publikationen/tab-brief/TAB-Brief-033.pdf>
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2005): Plano Nacional de Agroenergia 2006–2011. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília.
- Müller, A. (2008): Biofuels – driver of rural development?, Rural 21 (3), 12–15.
- NABU – Naturschutzbund Deutschland e.V. (2008): NABU-Kurzposition Biokraftstoffe. <http://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/verkehr/39.pdf>
- Nitsch, J. (2008): Leitstudie 2008 – Weiterentwicklung der „Ausbaustrategie Erneuerbare Energien“ vor dem Hintergrund der aktuellen Klimaschutzziele Deutschlands und Europas, Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Stuttgart. [http://www.dlr.de/Portaldata/1/Resources/portal\\_news/newsarchiv2008\\_5/Leitstudie2008\\_unters.pdf](http://www.dlr.de/Portaldata/1/Resources/portal_news/newsarchiv2008_5/Leitstudie2008_unters.pdf)
- OECD (2008): OECD-Umweltausblick bis 2030. OECD, Paris.
- OECD-FAO (2007): OECD-FAO Agricultural Outlook 2007–2016. OECD, Paris.
- OECD-FAO (2009): OECD-FAO Agricultural Outlook 2009–2018, Paris.
- Piorr, H.-P. (2010): Biomasse für biogene Kraftstoffe – die europäische Dimension. Vortrag auf der Tagung der Deutschen Wissenschaftlichen Gesellschaft für Erdöl, Erdgas und Kohle, 12. Januar 2010, Schwedt.
- Qaim, M. & Ch. Sänger (2009): Auch Europa ist gefordert. DLG-Mitt. 4, 80–83.

- Rathing, F. (2009): Die Jagd auf Landreserven. DLG-Mitt. 10, 66–69.
- Rosegrant, M.W. (2008): Biofuels and Grain Prices: Impacts and Policy Responses. International Food Policy Research Institute (IFPRI), Washington D.C, pp. 4.
- Sachs, J. D. (2005): Das Ende der Armut. Ein ökonomisches Programm für eine gerechtere Welt, München.
- Schraa, M. (2009): War da mal was? DLG-Mitt. 5, 61–63.
- Schumacher, K.-D. (2009): Weizen gibt es im Überfluss. DLG-Mitt. 10, 52–55.
- SRU – Sachverständigenrat für Umweltfragen (2007): Klimaschutz durch Biomasse, Hausdruck des Sondergutachtens, Berlin.
- Stern, N. (2006): Stern Review – The Economics of Climate Change. Cambridge University Press.
- Stern, N. (2009): Der Global Deal. C.H. Beck Verlag München.
- Tangermann, S. (2007): Die Horrorszenarien explodierender Preise sind überzogen, Interview mit Stefan Tangermann, OECD Direktor für Handel und Landwirtschaft, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung, 3. August 2007.
- Tauli-Corpuz V. & P. Tamang (2007): Oil Palm and Other Commercial Tree Plantations, Monocropping: Impacts on Indigenous Peoples' Land Tenure and Resource Management Systems and Livelihoods. Permanent Forum on Indigenous Issues, Sixth Session, New York, 14–25 May 2007, E/C.19/2007/CRP.6.
- UN – United Nations (2007): United Nations World Population Prospects: The 2006 Revision, New York.
- USDA (2010): World: Palm Oil, Coconut Oil, and Fish Meal Supply and Distribution, Table 19. United States Department of Agriculture (USDA) Foreign Agricultural Service, Date Created 5/11/2010.
- VDB – Verband der Deutschen Biokraftstoffindustrie e. V. (2009): Biokraftstoffpolitik: Deutschland verliert Spitzenstellung im Anlagenbau und die Alternative zu fossilem Öl – Unternehmen gehen in die Insolvenz, Pressemitteilung v. 10.02.2009.
- von Braun, J. (2008): Biofuels, International Food Prices, and the Poor, Testimony to the United States Senates Committee on Energy and Natural Resources, Washington.  
<http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/vonbraun20080612.pdf>
- VZBV – Verbraucherzentrale Bundesverband (2007): Grüne Woche: Teureres „Brot“, euphorische Rapsbauern – Bioenergie: vzbv warnt vor neuen Abhängigkeiten, Pressemitteilung 17.01.2007.
- WBA – Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim BMELV (2007): Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung – Empfehlungen an die Politik, Bonn.
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2008): Welt im Wandel: Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung, Berlin.  
[http://www.wbgu.de/wbgu\\_jg2008.pdf](http://www.wbgu.de/wbgu_jg2008.pdf)
- WHI – Welthungerindex (2009): Herausforderung Hunger: Wie die Finanzkrise den Hunger verschärft und warum es auf die Frauen ankommt, Bonn/Washington D.C., Dublin.  
<http://www.welthungerhilfe.de/fileadmin/media/pdf/WHI/Welthunger-Index-2009.pdf>

- WWF – World Wide Fund for Nature (2007): Biomasse im Tank, in: Hintergrundinformationen, August 2007, Frankfurt. [http://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/pdf\\_neu/HG\\_Biokraftstoffe.pdf](http://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/pdf_neu/HG_Biokraftstoffe.pdf)
- Zah, R., Böni, H., Gausch, M., Hischier, R., Lehmann, M. & P. Wäger (2007): Ökobilanz von Energieprodukten: Ökologische Bewertung von Biotreibstoffen. St. Galen: EMPA.
- Zeddies, J. (2008): Globale Nutzungskonflikte und Auswirkungen auf die Agrarmärkte. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL) (2008): Ökologische und ökonomische Bewertung nachwachsender Energieträger, Ktbl-Tagung vom 8. bis 9. September 2008 in Aschaffenburg, Ktbl-Schrift 468, Darmstadt.
- ZMP – Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle GmbH (2008): Aktuelle Prognosen zur Welt-Weizenernte, 05.07.2008, Marktinformationen zum Ackerbau, Bonn.
- ZMP – Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle GmbH (2009): Marktinformationen zum Ackerbau, Bonn.

## Der Autor und die Redaktion

---

### **Professor Dr. Hans-Peter Piorr**

Professor für landwirtschaftliche Nutzung an der Hochschule für nachhaltige Entwicklung (FH) Eberswalde

Die redaktionelle Bearbeitung erfolgte durch:

### **Klaus W. Schmidt**

Journalist, Bonn





## Neuere Veröffentlichungen der Abteilung Wirtschafts- und Sozialpolitik

Projekt Zukunft 2020

**Deutschland 2020**

**Aus der Krise in eine soziale Zukunft**

WISO Diskurs

Projekt Zukunft 2020

**Zukunft 2020 – ein Modell für ein soziales**

**Deutschland**

WISO Diskurs

Projekt Zukunft 2020

**Eine soziale Zukunft für Deutschland –**

**Strategische Optionen für mehr Wohlstand für alle**

WISO Diskurs

Wirtschaftspolitik

**Die Zukunft der Landesbanken – Zwischen Konsolidierung und neuem Geschäftsmodell**

WISO Diskurs

Wirtschaftspolitik

**Staatsschulden und Schuldenstaaten –**

**Europa braucht ein neues Wachstumsmodell**

WISO direkt

Wirtschaftspolitik

**Die offenen Grenzen des Wachstums**

WISO direkt

Europäische Wirtschafts- und Sozialpolitik

**Letzter Ausweg gemeinsame Anpassung –**

**die Eurozone zwischen Depression und Spaltung**

WISO direkt

Steuerpolitik

**Welche Steuerpolitik gehört zum „sozialdemokratischen Modell“?**

WISO direkt

Arbeitskreis Mittelstand

**Fachkräftemangel im Mittelstand:**

**Was getan werden muss**

WISO Diskurs

Gesprächskreis Verbraucherpolitik

**Diagnose behandlungsbedürftig –**

**Patientenrechte in Deutschland**

WISO direkt

Arbeitskreis Innovative Verkehrspolitik

**Eckpfeiler einer zukünftigen nachhaltigen**

**Verkehrspolitik**

WISO Diskurs

Gesprächskreis Sozialpolitik

**Strategiewechsel in der Gesundheitspolitik**

**schafft mehr Probleme als Lösungen –**

**Aushöhlung des Solidaritätsprinzips**

**Einseitige Belastung der Versicherten**

**Noch mehr Klientelpolitik**

WISO Diskurs

Gesprächskreis Arbeit und Qualifizierung

**Gute Arbeit und lebenslanges Lernen –**

**das Versagen der Weiterbildung in Deutschland**

WISO Diskurs

Gesprächskreis Arbeit und Qualifizierung

**Perspektiven der Erwerbsarbeit: Facharbeit in Deutschland**

WISO Diskurs

Arbeitskreis Arbeit-Betrieb-Politik

**Die Mitbestimmung im Kontext europäischer**

**Herausforderungen**

WISO direkt

Arbeitskreis Dienstleistungen

**Arbeitsplatz Hochschule**

**Zum Wandel von Arbeit und Beschäftigung in der „unternehmerischen Universität“**

WISO Diskurs

Gesprächskreis Migration und Integration

**Objekte politischer Fürsorge oder**

**gleichberechtigte Akteure? – Zur politischen**

**Partizipation junger Menschen mit**

**Migrationshintergrund**

WISO direkt

Frauen- und Geschlechterforschung

**Wem werden Konjunkturprogramme gerecht?**

**Eine budgetorientierte Gender-Analyse der**

**Konjunkturpakete I und II**

WISO Diskurs