

# UNIVERSITÄT HOHENHEIM

Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre (410 B)

Prof. Dr. Enno Bahrs

Em. Prof. Dr. Drs. h.c. Jürgen Zeddies



## Bericht

# Globale Analyse und Abschätzung des Biomasse-Flächennutzungspotentials

vorgelegt von

**Prof. Dr. Drs. h.c. Jürgen Zeddies**

**Prof. Dr. Enno Bahrs**

**Dr. Nicole Schönleber**

**Dipl. Ing. (FH) Wilhelm Gamer**

Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre

Universität Hohenheim

15. Februar 2012 (*aktualisiert: August 2012*)

Gefördert durch das Bundesministerium für *Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz*  
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Zuwendungsgeber	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) 11055 Berlin  Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e.V. Hofplatz 1 18276 Gülzow-Prüzen
Zuwendungsempfänger	Universität Hohenheim Institut für landwirtschaftliche Betriebslehre Fg. Landwirtschaftliche Betriebslehre (410b) D-70599 Stuttgart
Förderkennzeichen (FKZ)	22003911
Vorhabenbezeichnung	Optimierung der Biomassenutzung nach Effizienz in Bereitstellung und Verwendung unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitszielen und Welternährungssicherung
Laufzeit	01.11.2011 - 31.01.2014
Berichtszeitraum	01.11.2011 - 15.02.2012
Kontaktpersonen	Prof. Dr. Jürgen Zeddies Tel. 05533 6414  Prof. Dr. Enno Bahrs Tel. 0711 459 22566  Dr. Nicole Schönleber Tel. 0711 459 22573

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zielsetzung und Vorgehensweise</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Methodik und Definitionen</b>	<b>8</b>
2.1	Methodik	9
2.2	Definition des Potenzialbegriffs	11
2.2.1	Nationale Flächenpotenziale	12
2.2.2	Globale Potenziale	13
<b>3</b>	<b>Definition der Szenarien</b>	<b>14</b>
3.1	Referenzszenario	15
3.2	Veränderter Nahrungsmittelbedarf	16
3.3	Veränderte Produktivität	17
3.4	Flächenausdehnung zur Erzeugung von Energie aus Biomasse	19
3.5	Restriktionen für ökologische Ziele	19
<b>4</b>	<b>Datengrundlage</b>	<b>23</b>
<b>5</b>	<b>Ergebnisse der Studie</b>	<b>23</b>
5.1	Ausgangssituation und Bestimmungsgründe der zukünftigen Entwicklung	23
5.1.1	Stellung der Länder mit Bioenergiepotenzialen im globalen Kontext	23
5.1.2	Die wichtigsten Bestimmungsfaktoren der Entwicklungen im Agrar-, Ernährungs- und Bioenergiesektor	27
5.1.2.1	Bevölkerung und Nahrungsmittelverbrauch	34
5.1.2.2	Die Angebotsentwicklung von Agrarrohstoffen	37
5.1.3	Methodische Berücksichtigung der Vorgabe: Sicherung der Welternährung	42
5.2	Ergebnisse der Abschätzung der Flächenpotenziale	43
5.2.1	Die Referenz „business as usual“	43
5.2.1.1	Nationale Flächenpotenziale	44
5.2.1.2	Verbleibendes Flächenpotenzial bei globaler Ernährungssicherung	53
5.2.2	Flächenpotenziale unter veränderten Entwicklungsszenarien	59
5.2.2.1	Veränderter Nahrungsmittelbedarf	61
5.2.2.1.1	Niedrigerer Nahrungsmittelbedarf um 10%	61
5.2.2.1.2	Stagnation des Nahrungsmittelverbrauchs bei „Überernährten“	62
5.2.2.1.3	Anstieg des Nahrungsmittelverbrauchs auf das Niveau der westeuropäischen Länder	64

---

5.2.2.2	Veränderte Produktivität	65
5.2.2.2.1	Niedrigere Ertragssteigerungen um 20 %	66
5.2.2.2.2	Niedrigere Ertragssteigerungen um 70 %	67
5.2.2.2.3	Höhere Ertragssteigerungen um 25 % bis 2015 und um 50 % von 2015 bis 2050	69
5.2.2.3	Die Nutzungskonkurrenz zwischen wachsender Flächenausdehnung für Bioenergie und wachsenden Nahrungsmittelbedarf	70
5.2.2.4	Restriktionen für Nachhaltigkeit und Naturschutz	77
5.2.2.5	Vergleich der Flächenpotenziale für verschiedene Szenarien	82
<b>5.3</b>	<b>Produkt- und Energiemengenpotenziale für Bioenergie</b>	<b>83</b>
<b>6</b>	<b>Biomassebereitstellung in Deutschland und in der EU im Kontext politischer Zielvorgaben und konkurrierender Nutzungsansprüche</b>	<b>92</b>
<b>6.1</b>	<b>Deutschland</b>	<b>92</b>
6.1.1	Die Ausgangssituation	92
6.1.2	Erwartungen der zukünftigen Entwicklung	93
<b>6.2</b>	<b>EU-27</b>	<b>94</b>
<b>7</b>	<b>Biomassebereitstellung im Kontext indirekter Landnutzungsänderungen</b>	<b>95</b>
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>99</b>
<b>Literatur</b>		<b>104</b>
<b>Anhang</b>		<b>106</b>

**Abbildungsverzeichnis**

Abb. 1:	Ablaufschema der Potenzialabschätzung _____	9
Abb. 2:	Weltkarte _____	11
Abb. 3:	Anteil der Ökolandbaufläche an landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) im Durchschnitt der Jahre 2006-2009 _____	23
Abb. 4:	Anteil Selbstversorgung bei Nahrungsmitteln im Durchschnitt der Jahre 2006-2009 _____	24
Abb. 5:	Zeitreihen und Regressionen der Flächenentwicklung in Deutschland ____	29
Abb. 6:	Trends der linearen und log. Schätzung der Entwicklung des Nahrungsverbrauchs in Deutschland _____	29
Abb. 7:	Zeitreihen und Regressionen der Ertragsentwicklung in Deutschland _____	30
Abb. 8:	Entwicklung der Einflussfaktoren auf Nahrungsverbrauch, Flächen, Erträge und Bioenergiepotenziale, Deutschland _____	34
Abb. 9:	Brachflächen in % der Ackerflächen (Durchschnitt 2006-2009) _____	40
Abb. 10:	Anteilsquotienten: Anteil des nationalen Potenzials, der bei Welternährungssicherung für Bioenergie noch verfügbar ist _____	55
Abb. 11:	Flächenpotenziale (verbleibend) für Bioenergie nach Sicherung der Welternährung (Welt) Szenario: Referenz _____	59
Abb. 12:	Globale Bioethanol- und Biodieselproduktion _____	71
Abb. 13:	Landwirtschaftliche genutzte Fläche (LF) - globale Potenziale für Bioenergie _____	82
Abb. 14:	Globale Produktmengenpotenziale (ohne Stroh) für Bioenergie bei Welternährungssicherung, Szenario: Referenz _____	84
Abb. 15:	Globale Energiepotenziale nach Produkten bei Welternährungssicherung, Szenario: Referenz _____	87
Abb. A-1:	Globale Produktmengenpotenziale für Bioenergie bei Welternährungssicherung, Szenario: SZ I _____	124
Abb. A-2:	Globale Produktmengenpotenziale für Bioenergie bei Welternährungssicherung, Szenario: SZ II _____	124
Abb. A-3:	Globale Produktmengenpotenziale für Bioenergie bei Welternährungssicherung, Szenario: SZ III _____	125
Abb. A-4:	Globale Produktmengenpotenziale für Bioenergie bei Welternährungssicherung, Szenario: SZ IV _____	125

Abb. A-5:	Globale Produktmengenpotenziale für Bioenergie bei Welternährungssicherung, Szenario: SZ V _____	126
Abb. A-6:	Globale Produktmengenpotenziale für Bioenergie bei Welternährungssicherung, Szenario: SZ VI _____	126
Abb. A-7:	Globale Produktmengenpotenziale für Bioenergie bei Welternährungssicherung, Szenario: SZ X _____	127
Abb. A-8:	Globale Produktmengenpotenziale für Bioenergie bei Welternährungssicherung, Szenario: SZ XI _____	127
Abb. A-9:	Globale Produktmengenpotenziale für Bioenergie bei Welternährungssicherung, Szenario: SZ XII _____	128

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1:	Ökolandbaufläche in der Basis (Durchschnitt der Jahre 2006-2009) _____	21
Tabelle 2:	Im- und Exporte von Agrarrohstoffen der Teilkontinente und Kontinente ____	25
Tabelle 3:	Im- und Exporte von Nahrungsmitteln tierischer Herkunft der Teilkontinente und Kontinente _____	26
Tabelle 4:	Flächen- und Ertragsentwicklung in Deutschland _____	28
Tabelle 5:	Zusammenstellung der Angebotspotenziale für Bioenergieträger in der Basis (2006 – 2009), Deutschland _____	31
Tabelle 6:	Veränderung der Flächenpotenziale für Bioenergie 2007 bis 2050, Deutschland _____	32
Tabelle 7:	Entwicklung wichtiger Variablen für das Potenzial für Bioenergieträger und/oder Agrarexporte nach Teilkontinenten und Kontinenten: Bevölkerung und Pro-Kopf-Verbrauch _____	35
Tabelle 8:	Entwicklung von Grünlandumwidmung und Waldrodung _____	38
Tabelle 9:	Entwicklung wichtiger Variablen für das Potenzial für Bioenergieträger und/oder Agrarexporte nach Teilkontinenten und Kontinenten; Ackerfläche und Erträge _____	39
Tabelle 10:	Getreide: Flächen- und Ertragsentwicklung bis 2050 _____	41
Tabelle 11:	Nationale Flächenpotenziale (LF) für Bioenergieträger 2007 bis 2050 im Szenario Referenz „business as usual“ _____	45
Tabelle 12	Anteilsquotienten: Anteil des nationalen Potenzials, der bei Welternährungssicherung für Bioenergie noch verfügbar ist _____	54

---

Tabelle 13:	Nationale und verbleibende Flächenpotenziale für Bioenergie-Verwendungen (Welt) Szenario: Referenz _____	58
Tabelle 14:	Übersichtstabelle zu den Ergebnissen der Szenarien-rechnungen (verbleibendes Flächenpotenzial für Bioenergie) _____	60
Tabelle 15:	Nationale und verbleibende Flächenpotenziale für Bioenergie; Szenario: Niedrigerer Nahrungsmittelbedarf um 10% _____	62
Tabelle 16:	Nationale und verbleibende Flächenpotenziale für Bioenergie; Szenario: Stagnation des Nahrungsmittelverbrauchs bei „Überernährten“ _____	63
Tabelle 17:	Nationale und verbleibende Flächenpotenziale für Bioenergie; Szenario: Anstieg des Nahrungsmittelverbrauchs auf das Niveau der westeuropäischen Länder _____	65
Tabelle 18:	Nationale und verbleibende Flächenpotenziale für Bioenergie; Szenario: Niedrigere Ertragssteigerungen um 20 % _____	67
Tabelle 19:	Nationale und verbleibende Flächenpotenziale für Bioenergie; Szenario: Niedrigere Ertragssteigerungen um 70 % _____	68
Tabelle 20:	Nationale und verbleibende Flächenpotenziale für Bioenergie; Szenario: Höhere Ertragssteigerungen um 25 % bis 2015 und um 50 % von 2015 bis 2050 _____	70
Tabelle 21:	Umfang der Biokraftstoffproduktion in den wichtigsten Ländern _____	73
Tabelle 22:	Vergleich der Bioenergiepotenziale bei unterschiedlichem Wachstum der existierenden Flächen in der Referenz in den wichtigsten Ländern/Regionen _____	75
Tabelle 23:	Nationale und verbleibende Flächenpotenziale für Bioenergie; Szenario: Restriktionen für Nachhaltigkeit und Naturschutz 2% _____	79
Tabelle 24:	Nationale und verbleibende Flächenpotenziale für Bioenergie; Szenario: Restriktionen für Nachhaltigkeit und Naturschutz 5% _____	80
Tabelle 25:	Nationale und verbleibende Flächenpotenziale für Bioenergie; Szenario: Restriktionen für Nachhaltigkeit und Naturschutz 10% _____	81
Tabelle 26:	Heiz- / Energiekennwerte(brutto) relevanter Agrarrohstoffe _____	86
Tabelle 27:	Verfügbare Flächen, Flächenbedarf für Ernährung, Bioenergieflächen, Agrarexport und Primärenergieanteil in der Referenz _____	88
Tabelle 28:	Nationale und verbleibende Energiepotenziale im Szenario Referenz _____	90
Tabelle 29:	Übersichtstabelle zu den Ergebnissen der Szenarien-rechnungen (verbleibendes Energiepotenzial) _____	91
Tabelle 30:	Wichtige Ergebnisse zu den Bioenergiepotenzialen in Deutschland und der EU-27 _____	102

---

Tabelle A:	Umrechnungsfaktoren für Grundnahrungsmittel auf Basis des Getreideeinheitenschlüssels _____	106
Tabelle A-1:	Entwicklung von Grünlandumwidmung und Waldrodung in 148 Ländern__	107
Tabelle A-2:	Verbleibende Flächenpotenziale für Bioenergie-Verwendungen (Welt) Szenario: Referenz _____	111
Tabelle A-3:	Vergleich der Bioenergiepotenziale bei unterschiedlichem Wachstum der existierenden Flächen in der Referenz in den wichtigsten Ländern _____	115
Tabelle A-4:	Nationale und verbleibende Energiepotenziale im Szenario Sz I _____	129
Tabelle A-5:	Nationale und verbleibende Energiepotenziale im Szenario Sz II _____	130
Tabelle A-6:	Nationale und verbleibende Energiepotenziale im Szenario Sz III _____	131
Tabelle A-7:	Nationale und verbleibende Energiepotenziale im Szenario Sz IV _____	132
Tabelle A-8:	Nationale und verbleibende Energiepotenziale im Szenario Sz V _____	133
Tabelle A-9:	Nationale und verbleibende Energiepotenziale im Szenario Sz VI _____	134
Tabelle A-10:	Nationale und verbleibende Energiepotenziale im Szenario Sz X _____	135
Tabelle A-11:	Nationale und verbleibende Energiepotenziale im Szenario Sz XI _____	136
Tabelle A-12:	Nationale und verbleibende Energiepotenziale im Szenario Sz XII _____	137
Tabelle A-13:	Übersichtstabelle zu den Ergebnissen der Szenarienrechnungen: nationale und verbleibende Energiepotenziale in Deutschland _____	138
Tabelle A-14:	Übersichtstabelle zu den Ergebnissen der Szenarienrechnungen: nationale und verbleibende Energiepotenziale in der EU-27 _____	139

## 1 Zielsetzung und Vorgehensweise

Mit Blick auf den bis zur Mitte des Jahrhunderts noch kräftig zunehmenden Bedarf an Nahrungsmitteln und Energie, einhergehend mit bedrohlichen Umwelteffekten, kommt den erneuerbaren Energien weltweit große und zunehmende Bedeutung zu. Die in den letzten Jahren veröffentlichten Studien über Bioenergiepotentiale weisen große Differenzen aus. Diese sind auf unterschiedliche methodische Ansätze, Datenquellen und Annahmen für die zukünftigen Entwicklungen der Bestimmungsfaktoren zurückzuführen.

Verlässliche wissenschaftliche Untersuchungen zu den Bioenergiepotenzialen liegen bisher nicht oder nur für ausgewählte Länder vor. Bisher vorgelegte Ergebnisse liegen auch nur in hoch aggregierter Form vor. Deshalb geht es auch darum, die Wissensbasis für die wichtigsten Länder der Welt über Strukturen und Entwicklungen von Landnutzung, Agrarproduktion, Bevölkerung, Nahrungsmittelbedarf, Agrar- und Nahrungsmittelhandel systematisch zu analysieren und zukünftige Potenziale für Nahrungsmittel und Bioenergie unter Szenarien der Nachhaltigkeit abzuschätzen.

Vor diesem Hintergrund erarbeiten das Johann Heinrich von Thünen-Institut<sup>1</sup>, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Institut für Betriebswirtschaft und das Institut für landwirtschaftliche Betriebslehre der Universität Hohenheim eine globale Analyse und Abschätzung des Biomasse-Flächennutzungspotentials. Diese Studie ist Teil des Projekts "Optimierung der Biomassenutzung nach Effizienz in Bereitstellung und Verwendung unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitszielen und Welternährungssicherung", welches über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe unter dem Förderkennzeichen 22003911 gefördert wird. Die Aufgabenstellung ist mit dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz abgestimmt.

*Ziel der Studie:  
Quantifizierung der  
globalen Potenziale für  
Bioenergie*

In diesem Bericht geht es um die Quantifizierung der Potenziale für Bioenergie unter Berücksichtigung verschiedener Szenarien, vor allem

---

<sup>1</sup> Teilstudie des vTI - vgl.: Kleinhanß, W. und F. Junker (2012): Analyse und Abschätzung des Biomasse-Flächennutzungspotentials. Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie, 03/2012, Braunschweig. Auf: [http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/125104/2/kleinhanss03\\_2012.pdf](http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/125104/2/kleinhanss03_2012.pdf)

des zukünftigen Bedarfs und des Angebots an Nahrungsmitteln, zukünftiger konkurrierender Flächenansprüche und zukünftiger Produktivitätsentwicklungen.

Die Bearbeitung folgt in aufeinanderfolgenden Arbeitsschritten:

- 1: Festlegung der methodischen Vorgehensweise
- 2: Definition von Szenarien für die Potenzialabschätzung
- 3: Abschätzung der Flächen-, Produktmengen- und Energiepotenziale, die aktuell und zukünftig für Bioenergie verfügbar gemacht werden können

*Bearbeitung zu verschiedenen Teilzielen:*

- *Methodik*
- *Szenarien*
- *Potenziale*

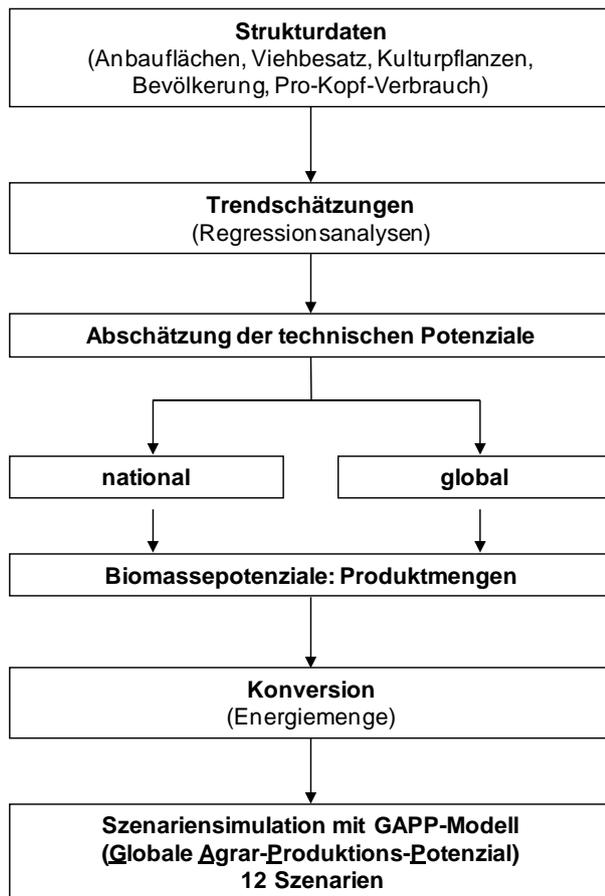
Die für diese Studie durchgeführten Berechnungen basieren auf einer weiterentwickelten Methode und auf neuesten verfügbaren Daten der FAO und anderer Quellen.

## **2 Methodik und Definitionen**

Die Potenziale für Bioenergie eines Landes müssen bestimmt werden unter Berücksichtigung der Nutzungskonkurrenz um die Fläche zur notwendigen Nahrungs- und Futtermittelproduktion sowie auch der Konkurrenz zu anderen Flächenansprüchen wie Naturschutz-, Siedlungs- und Verkehrsflächen u.a.

In Abb. 1 wird die Vorgehensweise in einem Ablaufschema dargestellt.

Abb. 1: Ablaufschema der Potenzialabschätzung



Ablaufschema der Potenzialabschätzung

Die Abschätzung der Bioenergiepotenziale basiert auf vorausgegangenen Untersuchungen und einschlägigen Quellen (vgl. THRÄN et al., 2006; SCHÖNLEBER, 2009; ZEDDIES, 2006), die in diesem Bericht für alle wichtigen Länder der Erde durch Szenarienrechnungen abgeschätzt werden.

## 2.1 Methodik

Die Potenzialabschätzung für Non-Food-Verwendungen wird mit Hilfe von Exceltabellen in komparativ-statischen agrarökonomischen Modellrechnungen ermittelt. Das so genannte GAPP-Simulationsmodell (**G**lobales **A**grar-**P**roduktions-**P**otenzial) wurde eigens für diese Fragestellungen entwickelt und liefert plausible Schätzergebnisse. Diese Kennzahlen werden als technische Potenziale für einzelne Länder sowie auch für Kontinente bzw. Teilkontinente abgeschätzt und dargestellt.

Excelbasiertes Simulationsmodell GAPP

Für 148 Länder der Erde mit nennenswerter Agrarproduktion (Abb. 2) wurden alle für die Nahrungsmittelproduktion, die Nachfrage nach Nahrungsmitteln und die Angebotspotenziale für Biomasse relevanten

Strukturdaten erfasst. Darunter fallen auch Daten zu Importen und Exporten von Agrarrohstoffen und Nahrungsmitteln.

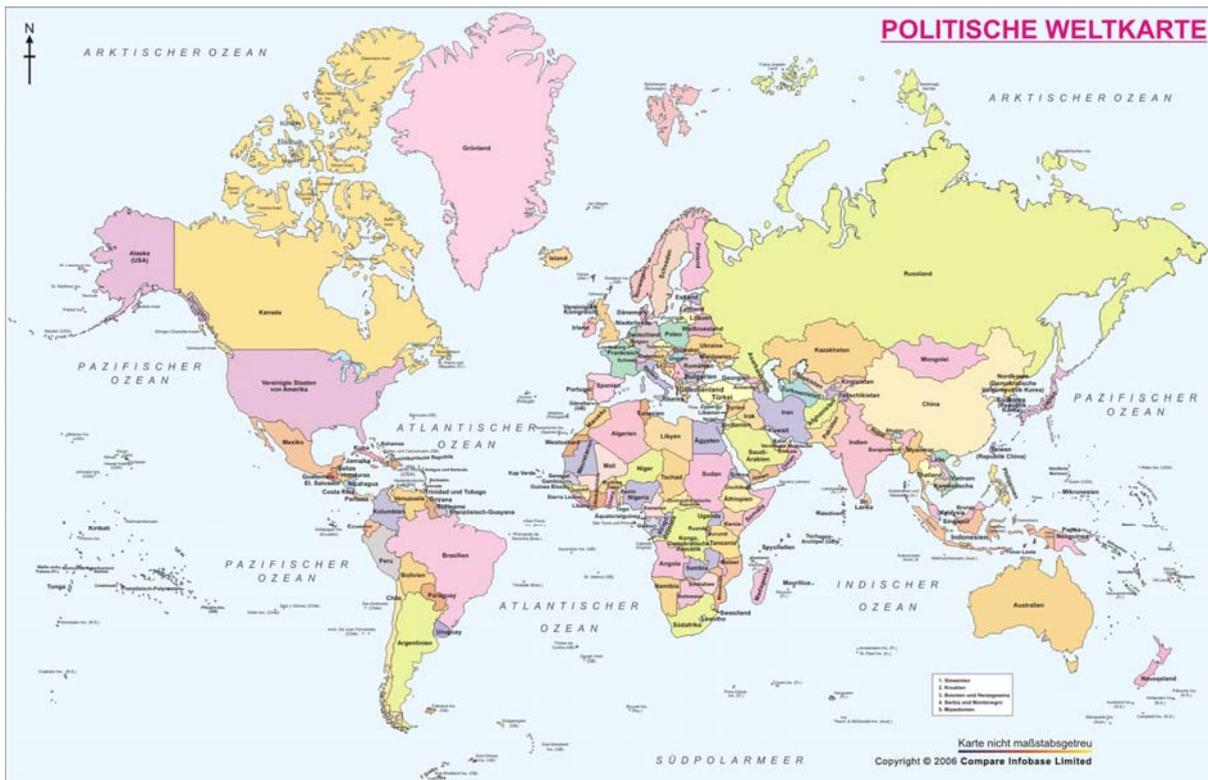
Um die Entwicklungen für die nächsten fünf, zehn, zwanzig und vierzig Jahre abzuschätzen, wurden für alle nachfrage- und angebotsrelevanten Parameter Zeitreihen etwa der letzten 20 Jahre erstellt, die für Regressionsrechnungen verwendet wurden. Dabei wurden verschiedene Funktionsformen für die Regressionsrechnung auf ihre Eignung für die Langzeitprognose (bis 2050) getestet (lineare und nichtlineare Funktionen), nach statistischen Kriterien (z.B. Bestimmtheitsmaß) bewertet und ausgewählt und für die Vorausschätzung von Flächenveränderungen, Nahrungsmittelnachfrage, Erträgen, Agrarrohstoffangebot und viele andere Parameter verwendet. Gleichwohl ist unabdingbar, vor Durchführung der Regressionsrechnung die Zeitreihen auf Brüche, Datenfehler und andere Unregelmäßigkeiten nach Plausibilitätskriterien zu prüfen und gegebenenfalls zu korrigieren.

*Trendeschätzungen auf  
der Basis von 20 Jahren*

So wurden beispielsweise in einigen Ländern nicht plausible Daten in den Zeitreihen (falsche Übertragung, Umstellung der Erfassungsverfahren etc.) durch Annahmen korrigiert.

In einem weiteren Schritt werden unter Berücksichtigung der Trendeschätzung die Flächenpotenziale ermittelt, die im Basiszeitraum (Durchschnitt 2006-2009) und zukünftig für die vorrangige Nahrungsmittelproduktion benötigt werden und somit für die Produktion heimischer Bioenergieträger oder für Exporte auf den Weltmarkt nicht zur Verfügung stehen.

Abb. 2: Weltkarte



Quelle: <http://www.mapsofworld.com/deutsch/images/politische-welkarte-v.jpg> (Zugriff Februar 2012)

## 2.2 Definition des Potenzialbegriffs

Die Bestimmung von Potenzialen bedarf der Definition von Systemgrenzen und Randbedingungen. Daher verwendet die Mehrzahl der bisherigen Untersuchungen Potenzialbegriffe, die durch Adjektive wie „theoretisch“, „technisch“ oder „wirtschaftlich“ konkretisiert werden. So beschreibt z. B. das „theoretische“ Potenzial das in einer gegebenen Region innerhalb eines bestimmten Zeitraumes theoretisch physikalisch nutzbare Energieangebot (z.B. die in der gesamten Pflanzenmasse gespeicherte Energie). Es ist allein durch die gegebenen physikalischen Nutzungsgrenzen bestimmt und markiert damit die Obergrenze des theoretisch realisierbaren Beitrags der Biomasse zur Energiebereitstellung. Da das theoretische Potenzial aufgrund bestimmter Restriktionen meist nur in sehr geringen Teilen erschlossen werden kann, kommt ihm zur Beurteilung der tatsächlichen Nutzbarkeit der Biomasse keine praktische Relevanz zu.

*Definition des Potenzialbegriffs*

Diese Studie beschäftigt sich daher vorwiegend mit technischen Potenzialen. Das technische Potenzial beschreibt den Teil des theoretischen

Potenzials, der unter Berücksichtigung der gegebenen technischen Möglichkeiten und Restriktionen nutzbar ist.

### 2.2.1 Nationale Flächenpotenziale

Für die Ermittlung der nationalen Flächenpotenziale für Bioenergie wird unterstellt, dass die untersuchten Länder den Teil der agrarischen Produktion für Bioenergieträger überwiegend auch wirtschaftlich nutzen können, der bisher auf dem Weltmarkt abgesetzt wurde. Das trifft vor allem für Industrieländer zu, die inländisch nicht verwendete Produkte wie Rindfleisch, Milchprodukte und teilweise auch Getreide und Zucker exportieren. Länder, die bisher Agrarexporte auf Grund komparativer Kostenvorteile für den Weltmarkt getätigt haben, beispielsweise Holland und Dänemark auf den Märkten für Schweine- und Geflügelfleisch, werden dieses Agrarpotenzial auch weiterhin für den Export nutzen, um die in der Regel höhere Wertschöpfung im Export als hochwertiges Nahrungsmittel für sich zu realisieren. Diese Annahme ist auch deshalb notwendig, weil bei einer Nutzung dieser Produkte bzw. Flächenpotenziale für Bioenergie anstatt wie bisher für hochwertige Nahrungsexporte der gesamte Welthandel zusammenbrechen würde und die Vorrangprämisse „Welternährungssicherung“ nicht mehr gewährleistet wäre.

Schließlich wird bei der Abschätzung der Flächenpotenziale zweistufig vorgegangen. Zunächst werden die Potenziale aus nationaler Sicht unter der Bedingung berechnet, dass das jeweilige Land die Nahrungsmittelversorgung nach dem bisherigen Selbstversorgungsgrad mit Nahrungsmitteln beibehält und nur die darüber hinaus verfügbaren, gegebenenfalls anwachsenden Produktionspotenziale für eine nationale Bioenergieproduktion genutzt werden. Demgegenüber gibt es Länder, in denen die Nahrungsnachfrage schneller wächst als das inländische Angebot. Rechnerisch ergibt sich hier ein wachsendes Flächendefizit und in der Konsequenz ein Einfuhrbedarf. Das wird (theoretisch) als negatives Flächenpotenzial bezeichnet und bedeutet, dass diese Länder Flächen in Agrarexportländern belegen.

Das Ergebnis dieser Vorgehensweise führt in der 1. Stufe zu einer Abschätzung des jeweils nationalen technischen Flächenpotenzials für Biomasse. Wenn beispielsweise alle Länder der Erde diese nationalen Potenziale nicht mehr für Nahrungsmittel sondern für Bioenergie nut-

*Nationale Potenziale aus:*

- Produktionsüberschüssen
- Brachflächen
- Intensivierungspotenzialen

zen würden, fehlte es in der globalen Bilanz in erheblichem Umfang an Nahrungsmitteln, weil die großen Agrarüberschussländer den Großteil ihrer Flächen zum Anbau von Energiepflanzen verwenden würden, um die nationale Energieversorgung zu verbessern. Es käme somit zu einer drastischen Verknappung von Agrarrohstoffen auf den Nahrungsmittelmärkten für die importierenden Länder (z.B. China und viele afrikanische und asiatische Länder). Insofern würde das globale Potenzial an Biomasse für Bioenergieträger bei einer solchen isolierten streng nationalen Betrachtungsweise überschätzt. Gleichwohl wird niemand verhindern können, dass einige Länder die Energieversorgungsziele aus Biomasse aus Gründen des Klimaschutzes und aus anderen national-egoistischen Erwägungen heraus höher bewerten als den Beitrag etwaiger Exporte zur Welternährung. Brasilien und die USA tun dies derzeit mit einer zum Teil steuerlich hoch begünstigten Bioenergieproduktion. Daraus folgt, dass die rein nationale Schätzung und Addition der Bioenergieressourcen aller Länder den notwendigen globalen Handelsausgleich nicht berücksichtigt und deshalb zu einer starken Überschätzung der globalen Potenziale führt.

*Nationale Potenziale werden um notwendige Beiträge zum Agrarexport korrigiert*

### **2.2.2 Globale Potenziale**

Um sicherzustellen, dass bei den Potenzialschätzungen das Gleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage auf dem Nahrungsmittelmarkt erhalten bleibt, werden in einem zweiten Schritt Abschlüsse von den nationalen Bioenergiepotenzialen zugunsten von Nahrungsexporten und somit zur Sicherstellung der Welternährung vorgegeben. Dazu werden die positiven und negativen Potenziale der betrachteten Länder saldiert. Die Flächen werden vorher mit länderspezifischen Produktivitätskoeffizienten gewichtet (Flächenäquivalente). Das Simulationsmodell geht so vor, dass sichergestellt wird, dass Länder mit Nahrungsmitteldefiziten zunächst durch Länder mit Nahrungsmittelüberschüssen ausgeglichen werden. Nur die darüber hinaus global noch verfügbaren Agrarrohstoffe werden als Potenziale für Bioenergieträger und andere Non-Food-Verwendungen betrachtet. Eine Schwierigkeit liegt allerdings in der Zuordnung des Handelsvolumens für die Ernährungssicherung auf die Überschussländer. Dies kann zum Beispiel proportional zur produktivitätsgewichteten Überschussfläche oder nach Wettbewerbskriterien im internationalen Handel oder nach bisherigen Exportanteilen

*Globale Potenziale bei Sicherung der Welternährung*

der Länder im Agrar- und Nahrungsmittelhandel geschehen. Logisch erscheint eine Zuordnung nach Wettbewerbskriterien. Allerdings ist die Ableitung schwierig. Eine Zuordnung nach bisherigen Anteilen am Welthandel ist möglich aber ebenfalls problematisch, weil sie vergangenheitsorientiert ist. Deshalb wird in dieser Studie die proportionale Zuordnung nach produktivitätsgewichteten Flächenäquivalenten vorgenommen.

Es ist darauf hinzuweisen, dass dieses methodische Konzept von dem Status quo des bisher noch vielfach durch Subventionen und Handelsbarrieren verzerrten Welthandels ausgeht. Für die Zeit ab 2015 wird unterstellt, dass die inländische Stützung abgebaut wird und sich eine Liberalisierung im Welthandel stärker durchsetzt. Darüber hinaus wird angenommen, dass die Infrastruktur der Wirtschaft und das Transportwesen auch in strukturschwachen Ländern einen Marktausgleich jederzeit durch Import und Export herstellen lassen.

### **3 Definition der Szenarien**

Bei der Auswahl der Szenarien stand das Ziel im Vordergrund, die möglichen Entwicklungen für die Zeiträume bis 2050 möglichst realistisch abzuschätzen. Deshalb wird zunächst in einem Referenzszenario davon ausgegangen, dass die politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen der letzten zwei Jahrzehnte auch zukünftig gelten. Dieses Szenario spiegelt ein ‚Business as usual‘ wider und wird als „Referenz“ bezeichnet. Darauf aufbauend werden mit Blick auf erwartbare Veränderungen Fortschreibungsszenarien entwickelt, die zum einen eine sowohl positiv als auch negativ veränderte Produktivität widerspiegeln und zum anderen von Veränderungen in der Nahrungsmittelnachfrage und Flächenumwidmung ausgehen.

*„Business as usual“ als Referenz sowie Szenarien mit veränderter Produktivität und Nahrungsbedarf*

Folgende Szenarien werden untersucht:

<p><b>Referenz (business as usual)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fortsetzung der Landnutzungsänderungen in Form von Waldrodung und Grünlandumbruch</li> <li>- Die zukünftigen Entwicklungen von Nahrungsverbrauch, Agrarflächen und Erträgen folgen den Trends der letzten 20 Jahre</li> </ul>
<p><b>Verändertes Ernährungsverhalten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sz I: 10 % geringerer Anstieg des Nahrungsverbrauch ab 2015</li> <li>- Sz II: Stagnation des Nahrungsverbauchs bei Überernährten, d.h. &gt;850 Getreideeinheiten (GE) ab 2015</li> <li>- Sz III: Anstieg des Nahrungsverbrauchs an das aktuelle westeuropäische Niveau ab 2015, d.h. 1100 GE von 2015 bis zum Jahr 2050; Länder &gt;1100 GE weitere Änderung gemäß Trendentwicklung</li> </ul>
<p><b>Veränderte Produktivität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sz IV: Ertragswachstum gegenüber dem Trend ab 2015 um 20 % reduziert</li> <li>- Sz V: Ertragswachstum gegenüber dem Trend ab 2015 um 70 % reduziert</li> <li>- Sz VI: Ertragswachstum gegenüber dem Trend um 25 % erhöht ab der Basis 2007 bis 2015 und um 50 % erhöht ab 2015</li> </ul>
<p><b>Ausdehnung Bioenergieflächen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sz VII: Ausdehnung der derzeitigen Bioenergieflächen um 1 % p.a.</li> <li>- Sz VIII: Ausdehnung der derzeitigen Bioenergieflächen um 2,5 % p.a.</li> <li>- Sz IX: Ausdehnung der derzeitigen Bioenergieflächen um 4 % p.a.</li> </ul>
<p><b>Konkurrierende Nutzungsansprüche (ökologische Restriktionen)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sz X: Zusätzliche Ausdehnung der Naturschutzfläche um 2 % der Ackerfläche, Verzicht auf Waldrodung und Grünlandumbruch</li> <li>- Sz XI: Zusätzliche Ausdehnung der Naturschutzfläche um 5 % der Ackerfläche, Verzicht auf Waldrodung und Grünlandumbruch</li> <li>- Sz XII: Zusätzliche Ausdehnung der Naturschutzfläche um 10 % der Ackerfläche, Verzicht auf Waldrodung und Grünlandumbruch</li> </ul>

### 3.1 Referenzszenario

Für dieses Szenario gilt, dass der Pro-Kopf-Verbrauch in den betrachteten Ländern den Trends der zurückliegenden Jahre folgt. Gleichermaßen wird davon ausgegangen, dass auch die unter den Bedingungen der letzten Jahre teilweise exzessiv durchgeführten Waldrodungen

und Umbruch von Grünlandflächen wenn auch nicht linear abnehmend fortgeschrieben werden können. Gleiches gilt für die Umwidmung von Agrarland zu Siedlungs- und Verkehrszwecken. Es wird davon ausgegangen, dass auch die Erträge der Ackerkulturen wie in der Vergangenheit durch technische Fortschritte oder ertragsmindernde Einflüsse weiterhin den Trends folgen.

*Referenz:*

- Trendfortschreibung
- Bevölkerung
- Landnutzungsänderung
- Unveränderte Preise und Preisrelationen

In den letzten zwei Jahrzehnten bis zum Jahr 2008 waren die globalen Entwicklungen gekennzeichnet durch vergleichsweise hohes wirtschaftliches Wachstum, Überschüsse auf den Märkten für wichtige Agrarrohstoffe und Nahrungsmittel weltweit und ein moderates Wachstum bei der Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Eine nicht geringe Wahrscheinlichkeit spricht dafür, dass in den nächsten Jahrzehnten ein Wandel wichtiger politischer und wirtschaftlicher Rahmenbedingungen stattfinden wird. Anhaltendes Bevölkerungswachstum und die globale Zunahme des Pro-Kopf-Verbrauchs nach Nahrungsmitteln werden nach der Mehrzahl vorliegender Prognosen zu deutlichen Preissteigerungen bei Agrarrohstoffen führen (FAPRI, 2008). Gleichzeitig werden unter dem internationalen Druck globaler Klimaveränderungen infolge höherer fossiler Energiepreise und zunehmender Zahl von Förderprogrammen attraktivere Produktlinien für nachwachsende Rohstoffe zu erwarten sein. Damit wird die Produktion nachwachsender Rohstoffe zunehmend zur Konkurrenz zu der Verwendung zur Nahrungsmittelerzeugung. Politische Anreizprogramme und Preissteigerungen können das Szenario „Referenz“ deutlich verändern.

### **3.2 Veränderter Nahrungsmittelbedarf**

Die sich abzeichnenden Tendenzen eines stärkeren Umweltbewusstseins in Verbindung mit einer zunehmenden strukturellen Veränderung der Nachfrage nach Agrarrohstoffen für Nahrungsmittel und Bioenergie ziehen natürlich Markt- und Preiseffekte lokal und global nach sich. Nachfrageinduzierte Preissteigerungen führen zum einen zu einem Rückgang der Nachfrage und zum anderen zu einer Steigerung des Agrarangebots. Der Effekt auf die Nachfrage nach Nahrungsmitteln ist vergleichsweise gering, weil der Wertanteil der Agrarrohstoffe in den Nahrungsmitteln gering ist (beispielsweise in den Industrieländern weniger als 20 %) und die Preiselastizität der mengenmäßigen Nachfrage relativ niedrig ist.

*Rückgang der Wachstumsrate der Nahrungsmittelnachfrage um 10 % durch hohe Preise und veränderte Verzehrsgewohnheiten*

In den meisten Entwicklungsländern ist das anders. Die Nahrungsmittelnachfrage kann mit der Einkommens-, Agrarpreis- und Bevölkerungsentwicklung stärker schwanken. Deshalb werden die Auswirkungen der Nahrungsmittelnachfrage in folgendem Szenario analysiert:

- die Nahrungsmittelnachfrage steigt in allen Ländern 10 % geringer als der Trend (1990-2009) ab dem Jahr 2015
- die Nahrungsmittelnachfrage stagniert bei „Überernährten“, die einen durchschnittlichen Pro-Kopf-Verbrauch von 850 GE/Jahr (das entspricht etwa einem Kalorienverbrauch von 2.700 kcal/Tag) aufweisen, während sie bei „Unterernährten“ wie bisher weiter steigt.
- die Nahrungsmittelnachfrage steigt in allen Ländern auf das Niveau der westeuropäischen Länder ab dem Jahr 2015

*Nahrungsmittelbedarf auf westeuropäischem Niveau*

### 3.3 Veränderte Produktivität

Das Szenario „Veränderte Produktivität“ geht grundsätzlich von Agrar- und Energiepreisänderungen und als Folge davon von einer stärkeren bzw. geringeren Nutzung der noch verfügbaren globalen Potenziale für die Nahrungsmittel- und Nichtnahrungsmittelproduktion aus.

*Rückläufige Ertrags-trends durch Klimaeffekte? 20 % bzw. 70 %*

Zunächst wird in einer ersten Variante angenommen, dass die Agrarpreise niedrig bleiben und Klimaveränderungen sich global stark negativ auf die Ertragszuwachsrate auswirken und in den genannten Zeiträumen jeweils um 20 % bzw. 70 % geringer sind als in der Basisperiode.

In einer zweiten Variante wird ein Szenario deutlich steigender Agrar- und Energiepreise unterstellt. Bei steigenden Agrarpreisen werden Flächen, die bisher aus wirtschaftlichen, sozialen oder politischen Gründen stillgelegt waren wieder in Nutzung genommen. Ferner wird erwartet, dass neben der Nutzung noch verfügbarer Flächen auch die Reserven in der Ertragssteigerung stärker genutzt werden. In wissenschaftlichen Untersuchungen ist nachgewiesen, dass höhere Preise für Agrarrohstoffe zu einer höheren Produktivität und Ausweitung der Produktion führen.

- Bessere Nutzung der Ressourcen
- Stärkere Förderung der Bioenergie
- Etwas höhere Agrarpreise
- Bevorzugung von Energiepflanzen

Der Preiseffekt höherer Agrarpreise auf das Agrarrohstoffangebot wird nach vorliegenden Studien immer noch hoch eingeschätzt. Agrarpro-

duzenten reagieren auf höhere Preise mit einer Steigerung des Einsatzes der ertragsteigernden Betriebsmittel (Dünger, Pflanzenschutz) und es wird versucht, mehrere Ernten von einer Fläche zu erzielen (cropping index). Ernteprodukte werden schneller verkauft und dadurch die bis zu 40 % großen Nachernteverluste reduziert. Dort wo es erlaubt ist, werden die potenziellen Vorteile der Grünen Gentechnik stärker genutzt (teureres Saatgut lohnt sich) mit beachtlichen Ertragseffekten (Qaim, 2009 und 2012). Auch die politischen Anbaurestriktionen für Grüne Gentechnik werden in vielen Ländern zumindest für nachwachsende Rohstoffe gelockert (heute schon in China und Indien der Fall). Besseres Wassermanagement lohnt sich und kann in Problemgebieten eine bis zu 50 % höhere Produktion ermöglichen. Die Pflanzenzüchtung realisiert höhere Ertragsfortschritte und stellt Sorten bereit, die sich im Anbau besser lohnen. Landwirte, insbesondere in den durch Kapitalmangel gekennzeichneten Agrarwirtschaften setzen verstärkt moderne Agrartechnik ein mit Wirkungen auf die Höhe und Stabilität der Erträge und die Zahl der Ernten in der Zeit. Wie jüngste Agrarpreissteigerungen gezeigt haben, setzt sehr schnell ein Kapitaltransfer in den Sektor Landwirtschaft und in unterfinanzierte Agrarregionen ein (z.B. Osteuropa, Afrika), die sogar von staatlichen Institutionen zur eigenen Agrarrohstoffversorgung getätigt werden. Dadurch werden teilweise 100%ige Produktionssteigerungen realisiert, wenn auch mit dem hohen Preis sozialer problematischer Verdrängung traditioneller Agrarstrukturen.

*Markt- und Preiseffekte  
durch Verknappung von  
Nahrungsmitteln*

Aus diesen und vielen weiteren Effekten folgt eine preisbedingte Angebotssteigerung. Die Preiselastizität des Angebots kann bis zu 1 betragen, d.h. eine Agrarpreissteigerung von z.B. 100 % kann in einer Angebotssteigerung von 100 % resultieren. Der Effekt ist je nach Land und Region sehr unterschiedlich. In Anlehnung an jüngere Analysen wird in dieser Studie eine Preiselastizität des Agrarangebots von etwa 0,2 einheitlich für alle Länder unterstellt (IFPRI, 2010).

In einer ersten Variante wird angenommen, dass die Agrarpreise am Weltmarkt ab dem Basisjahr (2006 – 2009) bis 2015, wie im Outlook von OECD/FAO (2011) prognostiziert, etwa 50 % über dem Niveau der Basisjahre liegen. Dies induziert bei Annahme einer Preiselastizität des Angebots von 0,2 einen Angebotszuwachs gegenüber dem bisherigen Trend im Jahr 2015 um ca. 4 %. Ab dem Jahr 2015 wird angenommen,

dass wegen stärkerer Verknappung der Agrarrohstoffe 100 % höhere Agrarpreise zu erwarten sind, mit dem Effekt einer weiteren Angebotssteigerung gegenüber der Referenz um etwa 20 % bis zum Jahr 2050. Im GAPP-Modell wird dieser Effekt aus modelltechnischen Gründen vereinfacht nur durch veränderte Ertragszuwachsrate abgebildet. Sie werden um 25 % gegenüber dem Trend von 2007 bis 2015 und um 50 % von 2015 bis 2050 erhöht und führen so zu dem um 4 % bzw. 20 % höheren Angebot.

*25 bzw. 50 % höhere Ertragszuwachsrate*

### **3.4 Flächenausdehnung zur Erzeugung von Energie aus Biomasse**

Seit den frühen „Energiekrisen“ Mitte der 70er Jahre des letzten Jahrhunderts sind zunächst in Brasilien umfangreiche Agrarflächen für die Produktion von Bioethanol umgewidmet worden. Seit 1995 haben die Vereinigten Staaten mit dem Aufbau einer Bioethanolproduktion begonnen, die die Brasiliens inzwischen weit übersteigt und seit Beginn des letzten Jahrzehnts sind einige Länder der EU und weitere Staaten wie China, Indien, Thailand, Indonesien u.a. in die Produktion von Biotreibstoffen eingestiegen.

*Wie weit reichen die Potenziale bei einer weiteren Ausdehnung der Bioenergieproduktion um 1 % bzw. 2 % bzw. 4 %?*

Darüber hinaus entwickelt sich die Produktion von Biodiesel vor allem in den Staaten der Europäischen Union, Argentinien, Indonesien, Thailand sowie auch Brasilien und den USA in beachtlichem Tempo. In einem weiteren Szenario wird die Frage geprüft, welche Auswirkungen eine weitere Flächenausdehnung für nachwachsende Rohstoffe auf die Sicherstellung der Nahrungsmittelversorgung haben wird. Dabei werden in Alternativrechnungen drei unterschiedliche Wachstumsraten nämlich 1 %, 2,5 % und 4 % der Ackerfläche für Bioenergie angenommen. Im Vergleich dazu wird geprüft, wie sich eine weitere Steigerung der Bioenergiefläche gemäß bisherigem Trend auswirken würde.

### **3.5 Restriktionen für ökologische Ziele**

Im Zusammenhang mit den Klimaschutzzielen und internationalen Klimaschutzvereinbarungen werden in einigen Ländern Nachhaltigkeit- und Naturschutzziele stärker verfolgt. Sie beziehen sich vor allem auf Restriktionen zur Vermeidung von direkten Landnutzungsänderungen etwa Waldrodung und Grünland- bzw. Weidelandumbruch, eine stärkere Ausdehnung von Naturschutzflächen und die Förderung des ökolo-

*Ökologische Ziele:  
- Vermeidung von LUC  
- Naturschutz*

gischen Landbaus. Dabei sind Annahmen über die zeitliche Entwicklung solcher Restriktionen für alle Länder der Erde spekulativ bzw. nicht möglich. Um dennoch die Wirkungsrichtung solcher Maßnahmen zu erkennen, wird in einem Szenario unterstellt, dass ab dem Jahr 2015 weltweit keine Waldrodungen und kein Grünland- bzw. Weidelandumbruch mehr stattfindet. Darüber hinaus wird in drei Unterszenarien unterstellt, dass in allen Ländern 2 bzw. 5 bzw. 10 % der jeweils verfügbaren Ackerfläche zu Naturschutzzwecke bei einem 100%igen Ertragsausfall auf dieser Fläche umgewidmet werden. Gleichzeitig ist zu beobachten, dass in Ländern mit bereits existierendem ökologischem Landbau eine zum Teil stärkere Ausdehnung dieser Flächen erfolgt. Bisher entfallen auf diese Landbauform in den betrachteten Ländern etwa 34 Mio. ha Acker- und Grünlandfläche (Tabelle 1). Davon finden sich etwa 7,5 Mio. ha in der EU, knapp 10 Mio. ha in Amerika und 12 Mio. ha in Australien. In Asien ist der Ökolandbau mit 3,5 Mio. ha weniger und in Afrika mit knapp 1 Mio. ha fast nicht vertreten (Abb. 3). Es ist kaum zu beurteilen welche Qualitätskriterien in den einzelnen Ländern angelegt wurden. Da die globale Bedeutung des ökologischen Landbaues noch gering ist und auch bei dieser Landnutzung Ertragssteigerungen stattfinden, die das Modell berücksichtigt, wird unterstellt, dass kein überproportionales Wachstum dieses Segments stattfindet.

*2 bzw. 5 bzw. 10 % der Ackerfläche für Naturschutz*

*Ökologischer Landbau nutzt 34 Mio. ha, ca. 0,7 % der LF. Weitere Zunahme wird unterstellt*

Tabelle 1: Ökolandbaufläche in der Basis (Durchschnitt der Jahre 2006-2009)

Erdteil Teilerdteil Land	Landwirtschaftlich genutzte Fläche Basis 2007 Ø 2006 - 2009 (Tsd ha)	Ökolandbaufläche		Erdteil Teilerdteil Land	Landwirtschaftlich genutzte Fläche Basis 2007 Ø 2006 - 2009 (Tsd ha)	Ökolandbaufläche	
		Ø 2006 - 2009 Tsd ha	% der LF			Ø 2006 - 2009 Tsd ha	% der LF
Deutschland	16.963	800	4,72	Mexico	104.444	341	0,33
Frankreich	29.486	593	2,01	Guatemala	4.529	9	0,20
Vereinigtes Königreich	17.183	676	3,93	Kuba	6.605	14	0,22
Italien	14.646	1.113	7,60	Dominikanische Republik	2.484	136	5,46
Spanien	28.829	1.209	4,19	Haiti	1.760	0	0,00
Polen	16.664	300	1,80	Honduras	3.158	9	0,30
Rumänien	14.216	137	0,96	El Salvador	1.553	7	0,45
Niederlande	1.932	49	2,52	Nicaragua	5.266	59	1,11
Griechenland	7.025	292	4,16	Costa Rica	1.791	0	0,00
Belgien Luxemburg	1.521	37	2,45	Jamaika	470	0	0,10
Tschechien	4.256	311	7,31	<b>Mittelamerika</b>	<b>132.061</b>	<b>575</b>	<b>0,44</b>
Portugal	3.750	220	5,88	Brasilien	265.837	1.766	0,66
Ungarn	5.838	123	2,10	Kolumbien	42.793	9	0,02
Schweden	3.142	315	10,04	Argentinien	136.978	3.728	2,72
Osterreich	3.279	403	12,29	Peru	21.193	146	0,69
Bulgarien	5.295	12	0,22	Venezuela	21.358	0	0,00
Slowakei	2.006	135	6,71	Chile	15.613	27	0,17
Daenemark	2.656	143	5,36	Ecuador	7.605	126	1,66
Finnland	2.255	154	6,81	Bolivien	37.020	41	0,11
Irland	4.219	0	0,00	Paraguay	20.291	51	0,25
Litauen	2.769	117	4,23	Uruguay	14.808	931	6,29
Lettland	1.625	161	9,92	Guyana	1.695	0	0,00
Slowenien	488	29	5,91	Surinam	78	0	0,00
Estland	835	84	10,04	<b>Südamerika</b>	<b>585.268</b>	<b>6.824</b>	<b>1,17</b>
Zypern	142	2	1,52	<b>Amerika</b>	<b>1.191.655</b>	<b>9.757</b>	<b>0,82</b>
Malta	9	0	0,00	Australien	437.434	11.993	2,74
<b>EU-27</b>	<b>191.027</b>	<b>7.413</b>	<b>3,88</b>	Neuseeland	12.324	96	0,78
Russland	215.465	0	0,00	Fidschiinseln	430	0	0,00
Ukraine	41.273	0	0,00	<b>Ozeanien</b>	<b>450.187</b>	<b>12.089</b>	<b>2,69</b>
Serbien Montenegro	5.540	0	0,00	China	528.899	1.603	0,30
Belarus	8.965	0	0,00	Japan	4.758	8	0,17
Schweiz	1.532	114	7,45	Südkorea	1.870	0	0,00
Norwegen	1.048	51	4,83	Nordkorea	2.947	0	0,00
Kroatien	1.181	12	1,01	Mongolei	118.811	0	0,00
Bosnien Herzegowina	2.136	0	0,00	<b>Ostasien</b>	<b>657.285</b>	<b>1.611</b>	<b>0,25</b>
Albanien	1.144	0	0,00	Usbekistan	26.770	0	0,00
<b>Europa andere</b>	<b>278.284</b>	<b>177</b>	<b>0,06</b>	Kasachstan	205.627	146	0,07
<b>Europa</b>	<b>469.311</b>	<b>7.589</b>	<b>1,62</b>	Tadschikistan	4.707	0	0,00
USA	406.703	1.728	0,42	Kirgisien	10.826	12	0,11
Kanada	67.623	630	0,93	Turkmenistan	32.565	0	0,00
<b>Nordamerika</b>	<b>474.326</b>	<b>2.358</b>	<b>0,50</b>	<b>Zentralasien</b>	<b>280.495</b>	<b>158</b>	<b>0,06</b>

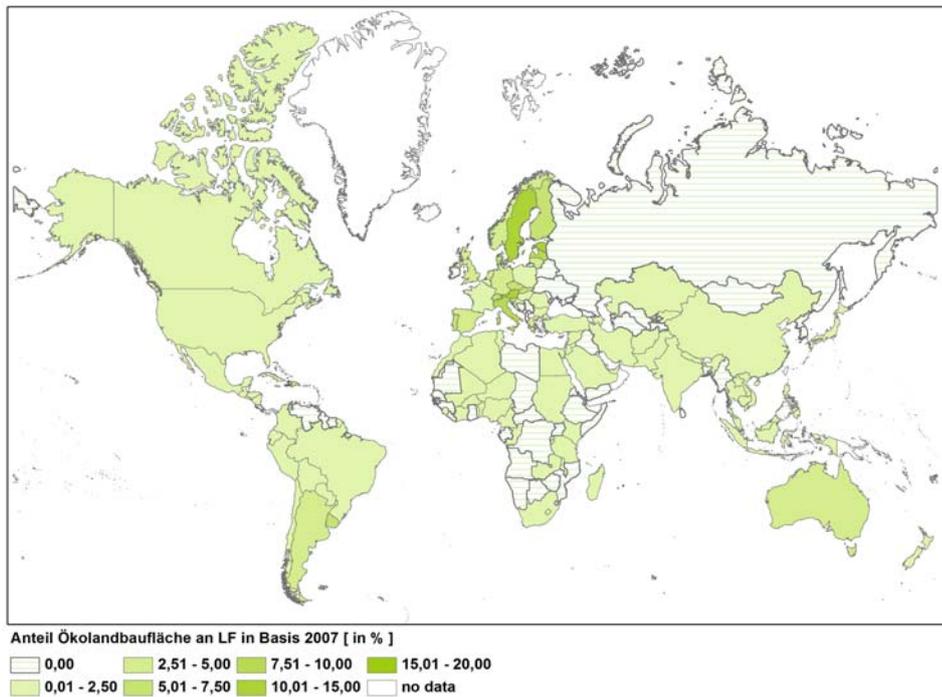
Quelle nach Daten von FAOSTAT

Tabelle 1 (Fortsetzung)

Erdeil Teilerdteil Land	Landwirtschaftlich genutzte Fläche		Ökolandbaufläche		Erdeil Teilerdteil Land	Landwirtschaftlich genutzte Fläche		Ökolandbaufläche	
	Basis 2007 Ø 2006 - 2009 (Tsd ha)		Ø 2006 - 2009			Basis 2007 Ø 2006 - 2009 (Tsd ha)		Ø 2006 - 2009	
	Tsd ha	% der LF	Tsd ha	% der LF		Tsd ha	% der LF	Tsd ha	% der LF
Indien	180.246		1.099	0,61	Congo Dem.Rep.	22.440		7	0,03
Pakistan	27.022		23	0,09	Kamerun	9.202		0	0,00
Bangladesh	9.167		0	0,00	Angola	57.696		0	0,00
Iran	55.795		14	0,03	Tschad	49.149		0	0,00
Afghanistan	37.828		42	0,11	Zentralafrikanische Rep.	5.234		0	0,00
Nepal	4.227		8	0,20	Congo Rep.	10.550		0	0,00
Sri Lanka	2.473		0	0,00	Gabun	5.144		0	0,00
<b>Südasien</b>	<b>316.757</b>		<b>1.187</b>	<b>0,37</b>	<b>Mittelafrika</b>	<b>159.415</b>		<b>7</b>	<b>0,00</b>
Indonesien	48.885		50	0,10	Aegypten	3.633		38	1,06
Philippinen	11.582		53	0,45	Sudan	135.336		465	0,34
Vietnam	10.342		12	0,12	Algerien	41.208		1	0,00
Thailand	19.641		25	0,13	Marokko	30.327		4	0,01
Myanmar	11.735		0	0,00	Tunesien	9.886		179	1,81
Malaysia	7.953		2	0,02	Libyen	15.542		0	0,00
Kambodscha	5.415		8	0,15	Westсахara	5.004		0	0,00
Laos	2.123		5	0,23	<b>Nordafrika</b>	<b>240.936</b>		<b>687</b>	<b>0,29</b>
<b>Südostasien</b>	<b>117.675</b>		<b>155</b>	<b>0,13</b>	Suedafrika	99.856		51	0,05
Tuerkei	40.219		259	0,64	Namibia	38.837		0	0,00
Irak	9.423		0	0,00	Lesotho	2.328		0	0,02
Saudi Arabien	182.195		47	0,03	Botsuana	25.839		0	0,00
Jemen	23.595		0	0,00	Swasiland	1.222		0	0,00
Syrien	13.871		31	0,22	<b>Südafrika</b>	<b>168.082</b>		<b>51</b>	<b>0,03</b>
Aserbaidtschan	4.788		21	0,44	Nigeria	75.809		5	0,01
Vereinigte Emirate	573		0	0,06	Ghana	15.083		0	0,00
Israel	532		5	1,01	Elfenbeinküste	20.195		7	0,03
Jordanien	1.022		1	0,10	Burkina Faso	11.003		13	0,12
Georgien	2.632		0	0,00	Mali	41.581		11	0,03
<b>Westasien</b>	<b>278.852</b>		<b>364</b>	<b>0,13</b>	Niger	40.824		0	0,00
<b>Asien</b>	<b>1.651.065</b>		<b>3.475</b>	<b>0,21</b>	Senegal	8.924		0	0,00
Aethiopien	34.081		0	0,00	Guinea	13.979		0	0,00
Tansania	34.875		69	0,20	Benin	3.566		2	0,04
Kenia	27.036		4	0,01	Togo	3.500		2	0,07
Uganda	13.511		0	0,00	Sierra Leone	3.451		73	2,10
Mosambik	49.055		0	0,00	Liberia	2.615		0	0,00
Madagaskar	41.506		15	0,03	Mauretanien	39.692		0	0,00
Malawi	5.202		1	0,01	Guinea-Bissau	1.627		0	0,00
Simbabwe	15.953		0	0,00	<b>Westafrika</b>	<b>281.850</b>		<b>113</b>	<b>0,04</b>
Sambia	23.272		5	0,02	<b>Afrika</b>	<b>1.152.569</b>		<b>955</b>	<b>0,08</b>
Ruanda	1.887		3	0,14	<b>148 Länder</b>	<b>4.914.788</b>		<b>33.866</b>	<b>0,69</b>
Somalia	44.167		0	0,00					
Burundi	2.259		0	0,02					
Eritrea	7.583		0	0,00					
Mauritius	104		0	0,00					
Dschibuti	1.748		0	0,00					
Reunion	47		0	0,42					
<b>Ostafrika</b>	<b>302.287</b>		<b>97</b>	<b>0,03</b>					

Quelle nach Daten von FAOSTAT

Abb. 3: Anteil der Ökolandbaufläche an landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) im Durchschnitt der Jahre 2006-2009



Quelle: eigene Darstellung nach Daten von FAOSTAT

## 4 Datengrundlage

Die dargestellte Methodik setzt voraus, dass für alle Länder eine einheitliche, in sich konsistente Datenbasis zur Verfügung steht. Eine weitere Voraussetzung besteht darin, dass die einzelnen Parameter der Datenbasis nach einheitlichem Vorgehen und schlüssigen Definitionen ermittelt worden sind. Diese Kriterien erfüllen die hier verwendeten Datenbanken der FAO und der UN in bestmöglicher Weise.

*Die Daten sind konsistent und basieren auf FAOSTAT*

## 5 Ergebnisse der Studie

### 5.1 Ausgangssituation und Bestimmungsgründe der zukünftigen Entwicklung

#### 5.1.1 Stellung der Länder mit Bioenergiepotenzialen im globalen Kontext

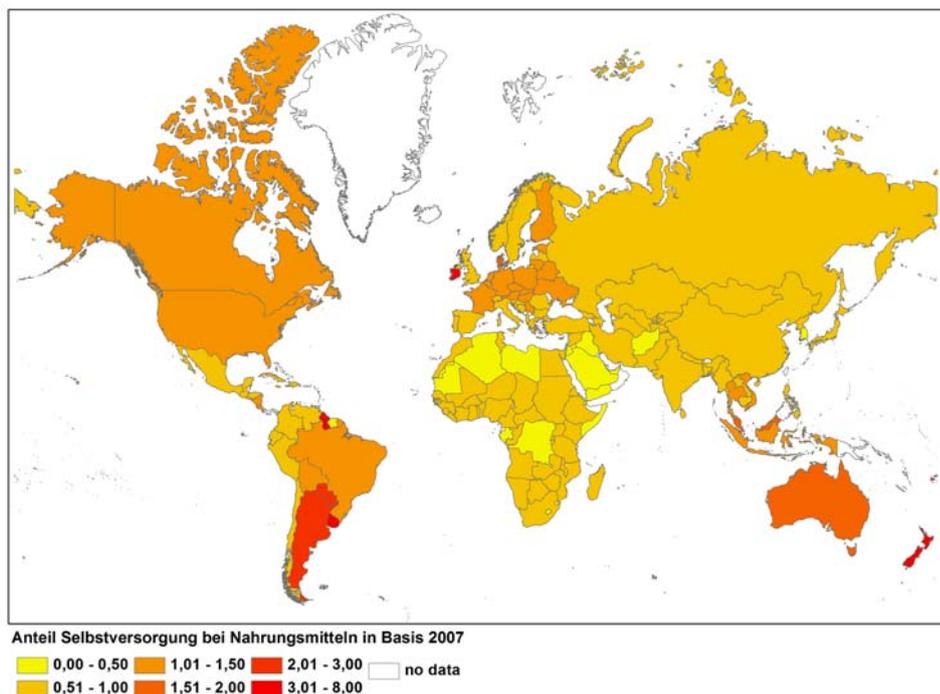
Wie die Abb. 4 zeigt, produzierten die großen Agrarexportstaaten bis zum Dreifachen des Inlandsbedarfs an Agrarprodukten, insbesondere Nordamerika, Südamerika, Australien und die EU 27. Die Abbildung zeigt den Selbstversorgungsanteil an Nahrungsmitteln der Länder. Der

*Die Bioenergiepotenziale liegen in Ländern mit hohem Selbstversorgungsgrad*

Faktor 2 sagt beispielsweise aus, dass das Land zweimal so viel Nahrungsmittel erzeugt, wie für die Inlandsversorgung benötigt wird. In den Staaten mit hohem Selbstversorgungsfaktor existierten auch die größten Potenziale für eine Umlenkung der meist subventionierten Agrarexporte in die inländische Verwendung für die stoffliche und energetische Nutzung. Die USA und Brasilien haben seit Jahren zunehmend davon Gebrauch gemacht.

*Agrarexporteure lenkten Agrarrohstoffe in Bioenergie um*

Abb. 4: Anteil Selbstversorgung bei Nahrungsmitteln im Durchschnitt der Jahre 2006-2009



Quelle: eigene Darstellung nach Daten von FAOSTAT

Amerika, Europa und Australien verfügen über die größten Agrarüberschüsse. Auf dem afrikanischen Kontinent fällt lediglich Südafrika infolge beträchtlicher Zuckerexporte als Land mit annähernd ausgeglichener Selbstversorgung ins Auge. In der Summe aller afrikanischen Länder liegt der Selbstversorgungsanteil an Nahrungs- und Futtermittel nur bei etwa 80 %, während die Länder Nord-Amerikas (Kanada und USA) trotz umfangreicher Bioenergieproduktion einen Selbstversorgungsgrad von 175 % aufweisen. Genauere Daten dazu werden in nachfolgenden Kapiteln dargestellt (z.B. Tabelle 7).

*Große Versorgungsdefizite in Afrika werden durch Agrarimporte ausgeglichen*

Die Folge der Ungleichgewichte in der inländischen Ernährungssicherung waren beträchtliche internationale und in großem Umfang inter-

kontinentale Handelsströme mit Agrarrohstoffen und Nahrungsmitteln. So waren nach Tabelle 2 die Salden des Getreidehandels in der Mehrzahl der Länder bzw. Ländergruppen negativ. Die Zahlen zu Exporten, Importen und Nettohandel basieren einheitlich auf Daten der FAO. Diese weichen von anderen Quellen aus schwer oder gar nicht nachvollziehbaren Gründen ab. Aus Konsistenzgründen wird für alle 148 Länder die gleiche Quelle, nämlich FAOSTAT verwendet. Für die EU-27 beinhalten die Daten nur den Handel mit Drittländern, nicht also auch den Intrahandel zwischen EU-Mitgliedstaaten.

Die großen Getreideexporteure sind die USA, Argentinien, Australien, Kanada, Russland, Ukraine und Kasachstan. Hauptimporteure sind Ost-Asien, West-Asien, Mittelamerika und Afrika.

Tabelle 2: *Im- und Exporte von Agrarrohstoffen der Teilkontinente und Kontinente*

Erdteil Teilerdteil Land	Export - Import Ø 2006 - 2009 in Tsd t														
	Getreide			Rapssaat			Sonnenblumen			Sojabohnen			Zucker		
	Export	Import	Netto-Export	Export	Import	Netto-Export	Export	Import	Netto-Export	Export	Import	Netto-Export	Export	Import	Netto-Export
Deutschland	11.238,9	6.829,6	4.409,3	360,1	2.509,8	-2.149,7	23,1	311,7	-288,7	36,0	3.464,9	-3.428,9	1.008,0	604,8	403,1
EU-27	69.330,1	66.188,0	3.142,0	5.025,5	6.894,0	-1.868,5	2.366,8	2.068,0	298,8	1.620,3	15.913,9	-14.293,6	7.741,6	8.128,6	-387,1
Europa	101.802,3	70.534,4	31.267,8	6.622,1	6.950,8	-328,7	2.889,0	2.193,7	695,3	1.913,3	16.819,0	-14.905,7	8.754,8	11.859,9	-3.105,1
Nordamerika	112.911,3	9.119,7	103.791,5	6.763,7	954,9	5.808,8	254,3	94,0	160,3	34.982,2	614,7	34.367,5	326,6	3.804,8	-3.478,2
Mittelamerika	1.329,3	22.753,8	-21.424,5	0,6	1.230,9	-1.230,3	0,2	15,1	-14,9	1,0	3.969,5	-3.968,5	3.977,7	912,0	3.065,7
Südamerika	36.192,3	23.889,2	12.303,1	34,1	23,0	11,0	166,2	87,6	78,7	38.191,3	2.473,5	35.717,7	22.971,9	1.293,4	21.678,5
Amerika	150.432,8	55.762,7	94.670,1	6.798,4	2.208,8	4.589,5	420,8	196,7	224,1	73.174,6	7.057,8	66.116,8	27.276,1	6.010,2	21.266,0
Ozeanien	17.870,9	778,8	17.092,2	682,7	15,7	667,0	2,7	9,2	-6,5	3,5	4,5	-1,1	2.483,1	292,3	2.190,7
Ostasien	5.264,1	47.168,2	-41.904,1	5,5	3.814,5	-3.809,0	120,6	9,6	111,0	412,5	42.125,8	-41.713,3	452,7	4.644,5	-4.191,8
Zentralasien	7.500,7	3.023,4	4.477,4	37,9	0,3	37,6	3,5	58,2	-54,7	3,2	19,2	-16,0	42,1	1.458,4	-1.416,3
Südasien	10.715,2	17.772,3	-7.057,2	26,8	1.007,0	-980,2	4,1	123,6	-119,5	20,7	1.073,9	-1.053,2	2.884,4	4.626,7	-1.742,3
Südostasien	14.626,9	20.109,5	-5.482,6	0,3	4,7	-4,4	0,5	17,9	-17,3	116,4	3.680,4	-3.564,0	4.930,1	3.884,8	1.045,3
Westasien	4.091,6	33.992,2	-29.900,5	0,1	555,3	-555,1	34,0	558,9	-525,0	2,3	2.395,4	-2.393,2	1.558,0	5.862,5	-4.304,5
Asien	42.198,6	122.065,6	-79.867,0	70,6	5.381,8	-5.311,2	162,7	768,1	-605,5	555,0	49.294,8	-48.739,7	9.867,4	20.476,9	-10.609,6
Ostafrika	639,1	7.604,0	-6.964,9	3,2	0,5	2,7	10,8	3,2	7,6	18,1	29,9	-11,8	1.104,5	1.282,0	-177,5
Mittelafrika	5,5	2.658,6	-2.653,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,5	-25,5	31,3	558,5	-527,3
Nordafrika	1.065,9	29.545,3	-28.479,4	0,0	10,9	-10,9	5,4	46,0	-40,6	0,4	1.316,6	-1.316,3	190,7	3.535,3	-3.344,7
Südafrika	994,9	3.407,0	-2.412,1	0,0	0,7	-0,6	23,5	24,3	-0,9	42,3	40,2	2,1	1.548,9	222,2	1.326,7
Westafrika	256,1	10.786,7	-10.530,7	0,0	1,7	-1,7	0,0	0,0	0,0	14,9	8,7	6,2	247,2	2.476,5	-2.229,3
Afrika	2.961,5	54.001,6	-51.040,1	3,3	13,8	-10,5	39,7	73,6	-33,9	75,7	1.420,9	-1.345,2	3.122,6	8.074,6	-4.952,0
148 Länder	315.266,1	303.143,1	12.123,0	14.177,1	14.570,9	-393,8	3.514,8	3.241,2	273,6	75.722,0	74.596,9	1.125,0	51.503,9	46.713,9	4.790,0

Quelle: nach Daten von FAOSTAT

Tabelle 3: *Im- und Exporte von Nahrungsmitteln tierischer Herkunft der Teilkontinente und Kontinente*

Erdeil Teilerdteil Land	Export - Import Ø 2006 - 2009 in Tsd t											
	Milch (incl. Butter)			Rindfleisch			Schweinefleisch			Geflügelfleisch		
	Export	Import	Netto-Export	Export	Import	Netto-Export	Export	Import	Netto-Export	Export	Import	Netto-Export
Deutschland	12.899,9	7.709,6	5.190,3	452,0	304,0	148,0	1.534,7	1.112,3	422,4	447,3	622,9	-175,6
EU-27	56.977,9	45.096,0	11.881,8	2.754,9	2.979,5	-224,5	7.519,5	6.296,5	1.223,0	3.760,3	3.434,7	325,6
Europa	61.155,5	48.019,6	13.135,9	2.879,0	3.922,6	-1.043,6	7.625,8	7.315,8	310,0	3.800,3	4.943,0	-1.142,7
Nordamerika	6.417,6	2.064,6	4.353,1	1.102,4	1.393,8	-291,4	2.371,6	573,9	1.797,7	3.764,3	277,7	3.486,6
Mittelamerika	363,1	3.808,1	-3.445,0	131,1	420,1	-289,0	97,8	542,7	-444,9	18,6	919,0	-900,3
Südamerika	3.546,1	2.249,1	1.296,9	2.860,4	323,4	2.537,0	814,8	82,3	732,5	3.751,9	200,1	3.551,8
Amerika	10.326,8	8.121,8	2.205,0	4.093,9	2.137,3	1.956,7	3.284,1	1.198,8	2.085,3	7.534,8	1.396,8	6.138,1
Ozeanien	15.844,9	679,8	15.165,1	1.750,9	19,4	1.731,5	41,0	157,6	-116,6	35,5	4,3	31,2
Ostasien	425,9	5.796,5	-5.370,6	78,2	1.013,8	-935,6	349,9	1.788,5	-1.438,6	476,7	1.851,4	-1.374,7
Zentralasien	69,1	475,5	-406,4	0,2	296,5	-296,3	0,0	1.120,6	-1.120,6	1,4	777,6	-776,2
Südasien	451,6	1.606,4	-1.154,8	500,9	96,8	404,1	2,7	1,2	1,5	8,2	23,0	-14,8
Südostasien	1.069,0	6.687,8	-5.618,8	12,5	336,4	-323,9	27,6	39,3	-11,7	555,8	260,1	295,7
Westasien	1.807,2	4.831,9	-3.024,6	30,4	361,0	-330,6	1,7	26,9	-25,2	142,9	1.049,7	-906,8
Asien	3.822,9	19.398,1	-15.575,2	622,1	2.104,5	-1.482,4	381,9	2.976,6	-2.594,6	1.184,9	3.961,7	-2.776,8
Ostafrika	68,4	343,8	-275,4	1,2	17,7	-16,5	4,0	3,4	0,6	0,2	21,4	-21,3
Mittelafrika	2,0	291,2	-289,2	0,0	43,1	-43,1	0,0	1,5	-1,4	0,0	260,6	-260,6
Nordafrika	284,1	3.737,9	-3.453,8	0,9	330,7	-329,7	0,1	1,5	-1,4	2,6	22,4	-19,8
Südafrika	112,6	314,0	-201,4	49,0	27,3	21,7	3,3	1,0	2,3	11,3	261,3	-250,0
Westafrika	87,8	2.132,6	-2.044,9	1,0	40,8	-39,8	0,1	2,9	-2,8	0,4	191,1	-190,6
Afrika	554,8	6.819,5	-6.264,7	52,1	459,4	-407,3	7,5	10,3	-2,8	14,5	756,9	-742,4
148 Länder	91.705,0	83.038,9	8.666,1	9.398,0	8.643,2	754,8	11.340,4	11.659,1	-318,7	12.570,0	11.062,6	1.507,4

Quelle: nach Daten von FAOSTAT

Allein die nordafrikanischen Länder hatten einen Netto-Einfuhrbedarf an Getreide von über 28 Mio. t und Afrika insgesamt in Höhe von 51 Mio. t. Legt man den kontinentalen Durchschnittsertrag zugrunde, ergäbe sich dafür ein Flächenbedarf in Afrika von ca. 35 Mio. ha Ackerfläche, um diese Importmenge inländisch zu erzeugen.

Bei Ölsaaten ist Soja das dominierende Handelsgut. Die Exporte aus Nord- und Südamerika gehen vor allem nach Ost-Asien und Europa.

Bei Zucker gibt es die größten Exportüberschüsse in Brasilien. Nur für Asien und Afrika bleibt jeweils für den gesamten Kontinent allerdings ein Defizit von etwa 10 bzw. 5 Mio. t.

Die Netto-Importe der genannten Agrarrohstoffe würden noch deutlich größer sein, wenn die Haupteinfuhrländer die Nahrungsmittel der tierischen Veredlung in vollem Umfang selbst herstellen würden. Im Basiszeitraum wurden beispielsweise Netto-Importe aller afrikanischen Länder von ca. 6,2 Mio. t Vollmilchäquivalente, 0,4 Mio. t Rindfleisch und 0,74 Mio. t Geflügelfleisch getätigt (Tabelle 3). Rechnet man auch den bei Eigenerzeugung für diese Netto-Importe entstehenden Flächenbedarf (Futtergetreide, Proteinfutter, Wirtschaftsfutter) in Afrika aus, ergibt sich ein weiterer Flächenbedarf. Dem steht eine Brachfläche von nur 30 Mio. ha gegenüber. Daraus lässt sich folgern, dass die Defizite im Flächenpotenzial für die Nahrungs- und Futtermittelbereitstellung in Afrika erheblich 10 größer waren als die derzeit nicht genutzten aber nutzbaren Brachflächen.

*Zur Substitution der Importe von Milch und Rindfleisch bräuchte Afrika ca. 250 Mio. ha*

*30 Mio. ha liegen brach*

Nach der kurzen Charakterisierung der gegenwärtigen Situation der Überschüsse und Defizite im Agrarhandel im internationalen Kontext stellt sich in den folgenden Kapiteln die Frage, welche Bestimmungsfaktoren die zukünftige Entwicklung der Ernährungssituation bestimmen und welche Potenziale bei unterschiedlichen Tendenzen zu erwarten sind.

### **5.1.2 Die wichtigsten Bestimmungsfaktoren der Entwicklungen im Agrar-, Ernährungs- und Bioenergiesektor**

Die Projektion der Bioenergiepotenziale basiert auf wichtigen Annahmen, die im Folgenden erläutert und begründet werden.

Für die Abschätzung der zukünftigen Flächenpotenziale für Bioenergie sind die Bevölkerungsentwicklung, die Veränderung des Pro-Kopf-Verbrauchs, die Ertragsentwicklung, die Flächenumwidmung und andere Entwicklungen entscheidende Parameter. Die Bevölkerungsentwicklung wird nach Schätzungen der UN übernommen. Der Pro-Kopf-Verbrauch an Nahrungsmittel sowie Erträge und Flächenumwidmungen werden nach Regressionsrechnungen geschätzt. Da diese Methodik ein Ergebnis entscheidendes Verfahren -auch gegenüber anderen Stu-

*Bevölkerungsentwicklung nach UN-Daten  
Der Pro-Kopf-Verbrauch wird nach Regressionsrechnungen geschätzt*

dien- darstellt, wird die Vorgehensweise im Folgenden an einem Beispiel Deutschlands erläutert.

Für die Berechnungen der Flächenveränderungen wird in den untersuchten Ländern die Entwicklung der landwirtschaftlich genutzten Fläche ab 1990 erfasst und mittels linearer oder logarithmischer Funktion der Trend bis 2050 geschätzt. Für Deutschland ergibt sich, wie in Tabelle 4 dargestellt, eine Abnahme der landwirtschaftlich genutzten Fläche. Bezogen auf den Durchschnitt der Jahre 2006-2009 (16,886 Mio. ha), betrug die absolute Abnahme der LF über den gesamten Zeitraum bei linearer Funktion 29.703 ha/Jahr, bzw. 0,1755 %. Das Bestimmtheitsmaß weist für die log. Funktion einen höheren Wert aus, nämlich 0,52 gegenüber der linearen mit 0,45. Vor der Entscheidung über den Trend werden die Zeitreihen für LF, Ackerfläche, Grünland und Forst vergleichend betrachtet. Die Graphiken (Abb. 5) vermitteln den Eindruck, dass für die landwirtschaftliche Nutzfläche der log. Trend eher die Realität bis 2050 widerspiegelt. Für die Ackerfläche wurde aber der lineare Trend angenommen, weil die damit angenommene geringfügige Ausdehnung von knapp 12 (2007) auf 12,4 Mio. ha (2050) bei knapper werdender Landverfügbarkeit realistisch erscheint.

*Trendschätzungen für:*

- Pro-Kopf-Verbrauch
- Flächen
- Erträge

*Auswahl der Funktion nach Bestimmtheitsmaß und ökonomischen Fakten*

Daraus folgt, dass es sich hier um eine Kombination aus formaler Trendanalyse und ökonomischer Sachbeurteilung handelt.

**Tabelle 4: Flächen- und Ertragsentwicklung in Deutschland**

**Flächenentwicklung (1000 ha)**

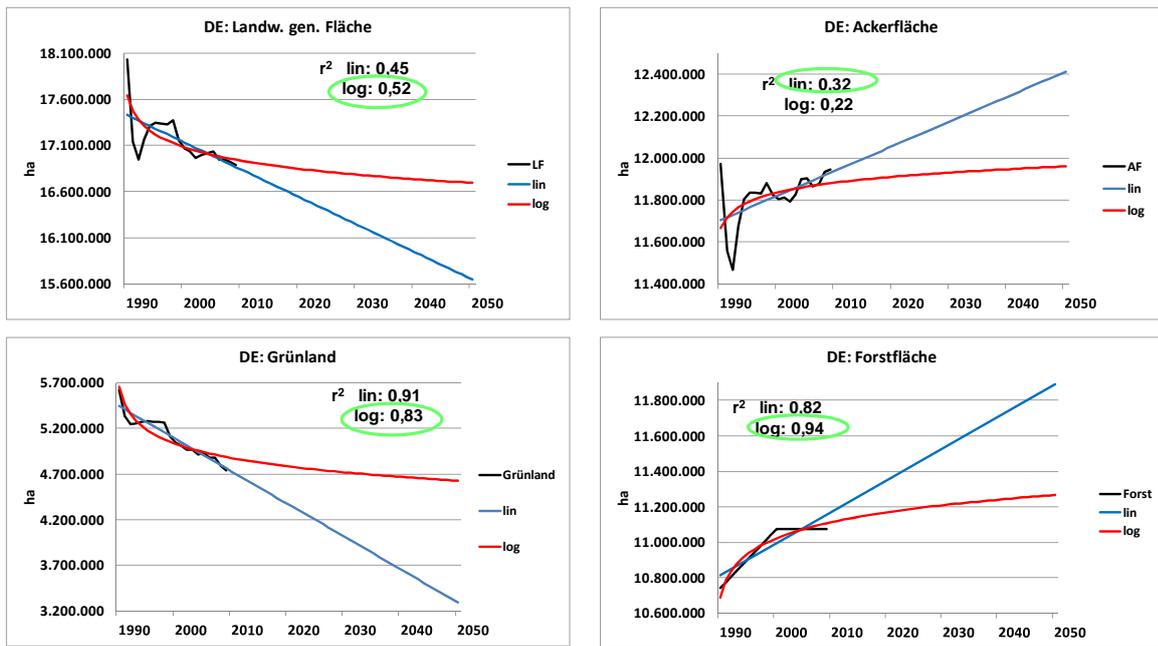
<b>Deutschland</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>
Ldw. gen. Fläche	18.032	17.136	16.951	17.162	17.308	17.343	17.337	17.327	17.373	17.152
Ackerfläche	11.971	11.559	11.467	11.676	11.805	11.835	11.835	11.832	11.879	11.822
Dauergrünland	5.618	5.329	5.243	5.251	5.271	5.282	5.273	5.267	5.266	5.114
Forstfläche	10.741	10.775	10.808	10.842	10.875	10.909	10.942	10.976	11.009	11.043
	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
Ldw. gen. Fläche	17.068	17.034	16.967	17.001	17.013	17.031	16.946	16.950	16.922	16.886
Ackerfläche	11.804	11.813	11.791	11.827	11.898	11.904	11.866	11.877	11.933	11.945
Dauergrünland	5.048	5.013	4.970	4.968	4.913	4.929	4.882	4.875	4.789	4.741
Forstfläche	11.076	11.076	11.076	11.076	11.076	11.076	11.076	11.076	11.076	11.076

**Ertragsentwicklung (dt/ha)**

<b>Deutschland</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>
Kartoffel	257,8	309,7	302,7	392,3	329,5	314,1	403,8	397,5	394,0	389,4
Getreide	54,1	59,9	53,4	57,1	58,3	61,1	62,8	64,7	63,4	67,0
Ölfrüchte	28,9	31,2	26,1	28,1	25,7	31,3	23,1	31,1	33,4	35,5
Zuckerrüben	496,6	467,9	508,8	548,3	481,6	497,5	505,6	511,1	532,2	563,8
	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
Kartoffel	449,9	422,4	404,5	345,2	441,8	419,8	365,7	423,5	437,6	440,6
Getreide	64,5	70,5	62,5	57,5	73,6	67,2	64,9	61,8	71,2	72,0
Ölfrüchte	33,1	36,2	29,5	28,5	40,7	37,3	36,9	34,3	37,3	42,5
Zuckerrüben	616,6	552,4	583,2	533,1	616,5	601,9	577,4	624,3	622,9	675,7

Quelle: Daten nach FAOSTAT

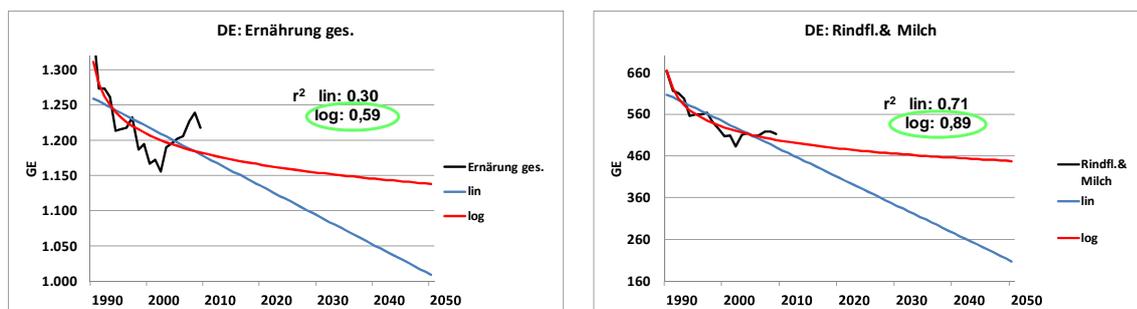
Abb. 5: Zeitreihen und Regressionen der Flächenentwicklung in Deutschland



Quelle: Daten nach FAOSTAT, eigene Berechnungen

Analog wird mit dem Pro-Kopf-Verbrauch verfahren. Die Graphik in Abb. 6 zeigt eine eher einen nicht linearen Trend. Die Abnahme ab 1992 und der Wiederanstieg legen eine Entscheidung für den nicht linearen Trend nahe. Bei linearem Trend würde Deutschland bis 2050 ein Verzehrsniveau erreichen, das deutlich unter dem vieler Industrieländer bliebe. Für Rindfleisch und Milch wird der log. Trend angenommen, weil die Zeitreihe auch in Deutschland durch die BSE-Krise vorübergehend einen starken Verbrauchsrückgang aufweist und ein linearer Trend weit mehr als eine Halbierung des Verbrauchs implizieren würde.

Abb. 6: Trends der linearen und log. Schätzung der Entwicklung des Nahrungsverbrauchs in Deutschland



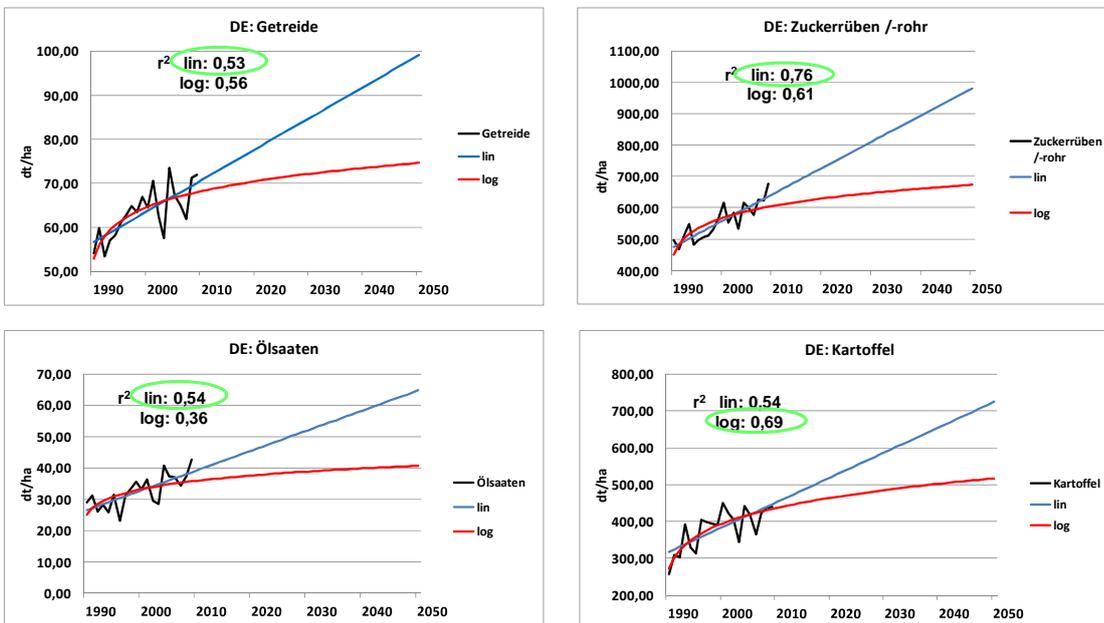
Quelle: Daten nach FAOSTAT, eigene Berechnungen

Die Schätzung der Ertragsentwicklung basiert auch auf den Ertragszeitreihen der FAO (Tabelle 4). Bei Getreide suggeriert die Graphik (Abb. 7) eher die Verwendung der linearen Regression. Ökonomische Überlegungen sprechen auch dafür, weil plausibel erscheint, dass es unter den auch unter Klimawandel günstigen klimatischen Bedingungen und höchstem Stand der Technik in Deutschland gelingen könnte im Jahr 2050 einen Durchschnittsertrag von knapp 100 dt/ha zu erreichen. Demgegenüber erscheint ein Ertragswachstum gemäß log. Funktion auf nur 7,5 t/ha in den nächsten 40 Jahren höchst unrealistisch. Bei Ölsaaten und Zuckerrüben ist auch der lineare Trend plausibel, bei Kartoffeln wiederum nicht, weshalb hier für den log. Trend entschieden wurde.

*Der Ertragstrend errechnet sich aus den Regressionskoeffizienten der Ackerkulturen, die mit den Flächenanteilen gewichtet werden*

Nach Festlegung des Trends für die einzelnen Kulturen wird ein gewogenes Mittel der Ertragszuwachsrate mit ihren Flächenanteilen berechnet und als durchschnittliche Ertragssteigerung in %/Jahr in die Flächenabschätzung einbezogen.

Abb. 7: Zeitreihen und Regressionen der Ertragsentwicklung in Deutschland



Quelle: Daten nach FAOSTAT, eigene Berechnungen

Die auf den Regressionsrechnungen aufbauende Potenzialabschätzung für Energiepflanzen für die Basis ist in Tabelle 5 im Detail dargestellt. Im Durchschnitt der vier Basisjahre 2006 - 2009 gab es nach der

FAO Statistik in Deutschland Grün- und Schwarzbrachefflächen im Umfang von 486.250 ha.

*Tabelle 5: Zusammenstellung der Angebotspotenziale für Bioenergieträger in der Basis (2006 – 2009), Deutschland*

Deutschland	Nettoexport in t	Durchschnittsertrag in t/ha	ha	% der landw. genutzten Fläche
Brachfläche			486.250	2,87
Abbau der Überproduktion				
- Pflanzenproduktion			698.639	4,12
- Getreide	4.409.322	6,75	653.490	
- Zuckerrüben	<sup>1)</sup> 2.822.048	62,50	45.149	
- Tierproduktion				
- Milch	5.190.265	-	838.393	4,94
- Rindfleisch	147.985	-	234.447	1,38
- Schweinefleisch	<sup>2)</sup> 422.406	6,75	234.762	1,38
- Geflügelfleisch	<sup>3)</sup> -175.583	6,75	-46.840	-0,28
<b>Saldo Flächenpotenzial</b>	<sup>4)</sup>		<b>2.257.729</b>	
<b>Landw. genutzte Fläche</b>			<b>16.962.676</b>	
<b>dgl. in %</b>			<b>13,31</b>	<b>13,31</b>

1) 1 t Zucker = 7 t Zuckerrüben

2) 3,75 t Getreide je t Schweinefleisch

3) 1,8 t Getreide je t Geflügelfleisch

4) ohne Schweine- und Geflügelfleisch

Quelle: Eigene Berechnungen

Der Nettoexportüberschuss für Getreide, Ölsaaten und Zucker war positiv. Das heißt, es wurde per Saldo mehr exportiert als importiert. Die Netto-Exportmengen entsprachen in Deutschland bei der hier erreichten Produktivität 698.639 ha Fläche. Ohne die inländische Ernährungssicherung in Deutschland zu gefährden, hätten diese Agrarflächen zur Erzeugung von Bioenergie verwendet werden können. Gleichermäßen sind die Exporte an Milch und Rindfleisch berücksichtigt, die in Deutschland über 1,7 Mio. ha ausmachten und ebenfalls ein Potenzial für Bioenergie darstellten.

Etwas anders wird bei Ölsaaten sowie Schweine- und Geflügelfleisch verfahren. Bei Einfuhren dieser Produkte werden eigentlich nicht wegen knapper Flächen getätigt, sondern wegen komparativer Kostennachteile aufgrund des Klimas (z.B. Soja) oder der Standortbedingungen wie in der flächenunabhängigen Veredlung gegenüber Ländern wie z.B. Brasilien, USA, Holland, Dänemark, u.a. Da es volkswirtschaftlich auch nicht sinnvoll wäre, auch diese Produktion im Inland aufzubauen, werden diese Flächendefizite nicht in der Gesamtschätzung des Non-Food-Potenzials berücksichtigt (deshalb in der Tabelle 5 nach rechts

*Flächenpotenzial der Basis:  
-Brachfläche  
plus Exportüberschuss  
minus Importüberschuss*

versetzt bzw. gar nicht aufgeführt). Diese Produkte sind weder bei den Exportländern als potenzielle Bioenergieflächenpotenziale noch bei den Importländern als vorrangig zu reservierende Flächen für die Nahrungsversorgung betrachtet worden. Die Saldierung aller Flächenpotenziale ergibt ca. 2.257.729 ha, die für Bioenergieträger zur Verfügung stünden; bezogen auf die gesamte landwirtschaftlich genutzte Fläche Deutschlands von ca.16,9 Mio. ha, etwa 13 %.

*Tabelle 6: Veränderung der Flächenpotenziale für Bioenergie 2007 bis 2050, Deutschland*

Deutschland	Basis 2007 (Ø 2006 - 2009)	2010	2015	2020	2030	2050
Bevölkerung abs.	82.483.000	82.302.000	81.471.000	80.988.000	79.469.000	74.781.000
- Änderung in % bis ...		-0,2194	-1,0097	-0,5928	-1,8756	-5,8992
Pro-Kopf-Verbrauch GE	1.185,8	1.180,6	1.172,0	1.164,9	1.153,8	1.138,1
- Änderung in % bis ...		-0,4408	-0,7308	-0,6022	-0,9555	-1,3551
<b>Verbrauchs-Änderung in % bis ...</b>		<b>-0,6603</b>	<b>-1,7405</b>	<b>-1,1951</b>	<b>-2,8311</b>	<b>-7,2543</b>
<b>Selbstversorgungsanteil</b>	1,0396					
Ackerfläche abs. ha	11.911.164					
- Flächenumwidmung in % bis ...		0,2472	0,4931	0,4907	0,9766	1,9344
Ertragssteigerung in % bis ...		2,8606	5,5372	5,2191	9,8705	17,8395
<b>Flächenbilanz</b>						
- Basis verfügbar ha	11.911.164	11.940.605	11.999.489	12.058.372	12.176.139	12.411.673
- Brachfläche in der Basis ha	486.250					
- Mehr(+) / Weniger(-) durch Umwidmung in ha		29.442	58.883	58.883	117.767	235.534
- Mehr(-) / Minderbedarf(+) für Nahrungsmittel		72.560	191.765	132.350	315.143	815.716
- Freisetzung durch Ertragssteigerungen in ha (+)		269.287	489.205	424.876	717.789	1.047.580
- Freisetzung durch bessere Futtermittelverwertung in ha (+)		46.456	77.427	77.427	154.854	309.708
<b>- Potenzial für Biomasse in ha im Jahr ...</b>	<b>2.257.729</b>	<b>417.745</b>	<b>817.280</b>	<b>693.536</b>	<b>1.305.552</b>	<b>2.408.537</b>
<b>dgl. akkumuliert in ha</b>		<b>2.675.475</b>	<b>3.492.755</b>	<b>4.186.291</b>	<b>5.491.843</b>	<b>7.900.380</b>
<b>- dgl. in % der in der Basis verfügbaren LF</b>	<b>13,31</b>	<b>15,77</b>	<b>20,59</b>	<b>24,68</b>	<b>32,38</b>	<b>46,58</b>

Quelle: Eigene Berechnungen

Die projizierten Entwicklungen der Flächenpotenziale zeigen die Daten in Tabelle 6 für die Jahre 2010, 2015, 2020, 2030 und 2050 im Vergleich zum Basisjahr 2007 (Durchschnitt der Jahre 2006-2009). Die dargestellten Änderungswerte in einer einzelnen Spalte beziehen sich dabei jeweils auf den zuvor dargestellten Zeitpunkt (z.B. Jahr 2015: Änderungen im Zeitraum 2010 bis 2015). Das gesamte Flächenpotenzial zu einem Zeitpunkt gibt die Zeile "dgl. akkumuliert in ha" wieder. Die bereits real existierende Fläche für nachwachsende Rohstoffe ist in

*Projektion der Potenziale:  
Flächenfreisetzung und  
Flächenverbrauch*

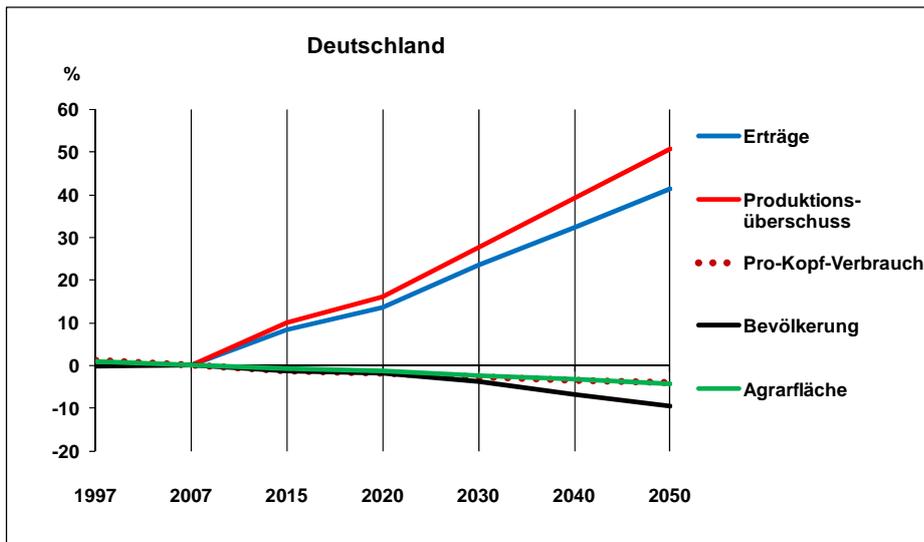
diesen Abschätzungen nicht einkalkuliert. Es handelt sich hierbei um das zusätzlich mögliche Flächenpotenzial.

Gegenüber der Basis wird mit einem Bevölkerungsrückgang im Zeitraum von 2007 bis 2050 um fast 8 Mio. und einer Abnahme des Pro-Kopf-Verbrauchs gerechnet. Somit wird für die zusätzliche Nahrungsmittel- und Futterproduktion eine aggregierte Angebotsänderung von -1,74 % bis 2015 und von -7,25 % von 2030 bis 2050 erforderlich.

Die Berechnungen gehen nach den Trendschätzungen weiter davon aus, dass im Zeitraum 2007 bis 2015 0,49 % landwirtschaftlich genutzte Fläche hinzukommt (hier mit negativem Vorzeichen definiert) und die Ertragssteigerung 5,54 % beträgt. Infolgedessen könnten im Jahr 2015 rund 490 Tsd. ha Ackerfläche freigesetzt werden, die theoretisch für die Erzeugung von energetischer Biomasse genutzt werden könnten. Weiterhin ergeben sich Flächenfreisetzungspotenziale durch eine verbesserte Futtermittelverwertung in der Tierproduktion (77.427 ha), Minderbedarf an Nahrungsmittel aufgrund des Bevölkerungsrückgangs und rückläufigem Pro-Kopf-Verbrauch (191.765 ha), abzüglich des Flächenbedarfs für Umwidmungszwecke (z.B. Nutzung als Siedlungs-, Verkehrs- oder Naturschutzfläche). Im Jahr 2015 ergibt sich ein Flächenpotenzial für bspw. Bioenergieerzeugung von 817.280 ha, zuzüglich der Flächenpotenziale aus dem Jahr 2007 insgesamt in Höhe von rund 3,5 Mio. ha.

In Abbildung 8 sind die Trends der Einflussfaktoren über den Betrachtungszeitraum graphisch dargestellt. Als Saldo der Änderungsraten ergibt sich ein kräftig wachsender Produktionsüberschuss über den Nahrungsmittelbedarf für die Projektionszeitpunkte.

Abb. 8: Entwicklung der Einflussfaktoren auf Nahrungsverbrauch, Flächen, Erträge und Bioenergiepotenziale, Deutschland



Quelle: Eigene Berechnungen

So steigt in Deutschland das Bioenergieflächenpotenzial auf fast 7,9 Mio. ha im Jahr 2050. Das entspricht rund 47 % der verfügbaren landwirtschaftlichen Nutzfläche. Die freigesetzte Grünlandfläche ist in einer separaten, hier nicht dargestellten Abschätzung für 2050 mit rund 1,5 Mio. ha veranschlagt. Das bedeutet, dass diese Grünlandfläche als Teilmenge der freigesetzten 7,9 Mio. ha weniger als in der Basis (2007) für Nahrung benötigt wird.

Nach der für Deutschland dargestellten Methode sind die Trends für alle 148 Länder jeweils für alle Bestimmungsfaktoren der zukünftigen Entwicklung analysiert worden. Die Ergebnisse werden im Folgenden für die Referenz ("Business as usual") dargestellt

### 5.1.2.1 Bevölkerung und Nahrungsmittelverbrauch

Da die Nahrungs- und Futtermittelproduktion mit der Bioenergie konkurriert, sind die Bevölkerungsentwicklung und die Veränderung des Pro-Kopf-Verbrauchs entscheidende Parameter für die Bioenergiepotenziale. Die Bevölkerungsentwicklung wird nach Schätzungen der UN übernommen. Der Pro-Kopf-Verbrauch wird nach Regressionsrechnungen geschätzt.

**Tabelle 7:** Entwicklung wichtiger Variablen für das Potenzial für Bioenergeträger und/oder Agrarexporte nach Teilkontinenten und Kontinenten: Bevölkerung und Pro-Kopf-Verbrauch

Erdteil Teilerdteil Land	Bevölkerung					Pro-Kopf-Verbrauch					Anteil Selbstver- sorgung Nahrungs- mittel Ø 2006 - 2009
	Basis 2007 Ø 2006 - 2009 (Tsd)	in Tsd				Basis 2007 Ø 2004 - 2007 (GE)	in GE				
		2015	2020	2030	2050		2015	2020	2030	2050	
Deutschland	82.483	81.471	80.988	79.469	74.781	1.186	1.172	1.165	1.154	1.138	1,0396
EU-27	496.044	506.556	511.192	516.092	511.899	1.184	1.194	1.201	1.216	1.248	0,9983
Europa	729.292	737.092	739.321	736.647	715.297	1.098	1.104	1.108	1.120	1.147	0,9747
Nordamerika	336.783	359.509	374.265	401.530	446.743	1.679	1.704	1.717	1.738	1.769	1,0698
Mittelamerika	180.145	197.589	208.407	227.221	249.500	766	813	844	904	1.018	0,8147
Südamerika	381.981	412.644	431.173	461.129	487.563	947	971	984	1.007	1.048	1,2773
Amerika	898.910	969.742	1.013.845	1.089.880	1.183.806	1.185	1.210	1.226	1.255	1.314	1,1068
Ozeanien	26.414	29.290	30.988	33.940	38.080	1.276	1.273	1.271	1.268	1.265	2,3157
Ostasien	1.556.088	1.604.111	1.622.681	1.625.464	1.511.963	609	670	712	794	958	0,9038
Zentralasien	58.951	64.337	68.104	74.095	81.800	717	715	716	718	735	0,8997
Südasien	1.643.445	1.825.125	1.940.223	2.140.519	2.392.518	409	425	436	456	494	0,9299
Südostasien	570.682	618.879	648.369	697.498	749.494	422	449	467	503	575	1,1921
Westasien	199.344	231.889	252.800	292.891	363.367	574	593	603	619	639	0,5849
Asien	4.028.509	4.344.341	4.532.177	4.830.467	5.099.142	501	532	552	590	658	0,9394
Ostafrika	303.327	367.949	417.343	525.101	777.329	301	314	323	338	363	0,8532
Mittelfrika	117.909	142.644	160.584	198.685	276.558	246	246	248	251	259	0,7535
Nordafrika	200.643	227.031	244.306	275.131	322.459	588	598	605	619	648	0,6713
Südafrika	56.442	59.584	61.187	64.125	67.326	679	697	708	731	777	0,8614
Westafrika	283.293	343.461	389.589	492.663	739.177	369	379	386	399	428	0,8281
Afrika	961.614	1.140.669	1.273.009	1.555.705	2.182.849	396	402	405	412	427	0,7961
148 Länder	6.644.738	7.221.134	7.589.340	8.246.639	9.219.174	647	664	675	695	728	0,9507

Quelle: Eigene Berechnungen

In Tabelle 7 sind die Bevölkerungsentwicklung und der Pro-Kopf-Verbrauch für den Basiszeitraum und die Projektionsdaten für die Zeiträume 2007 bis 2015, 2015 bis 2020, 2020 bis 2030 und 2030 bis 2050 dargestellt. Der Pro-Kopf-Verbrauch an Nahrungsmitteln ist in einem Energiemaßstab (Getreideeinheit = 1 kg Getreide) ausgedrückt. In der Basis ergibt sich dieser Kennwert aus den Verbrauchsmengen einzelner Nahrungsgüter, multipliziert mit den für deren Herstellung erforderlichen Getreideeinheiten (GE). Beispielsweise wird für die Herstellung

eines Kilogramms Rindfleisch unter Berücksichtigung der Ausschachtung 11,8 kg GE benötigt, für die Herstellung von einem Kilogramm Zucker 1,89 und für ein Kilogramm pflanzliche Öle 6,0 GE (weitere Koeffizienten sind in Tabelle A im Anhang dargestellt). Das heißt: der Nahrungsmittel-Pro-Kopf-Verbrauch wird ausgedrückt als Aufwand an Agrarrohstoffen in GE. Von GE kann unter Berücksichtigung der Flächenerträge auf die erforderliche Agrarfläche direkt umgerechnet werden. Beispielsweise können in Deutschland bei einem Flächenertrag von 6,7 t Getreide und einem Bedarf von 1.178 kg GE pro Kopf ca. 5,7 Personen je ha versorgt werden. Für die zukünftigen Zeitpunkte wird die Verbrauchsänderung geschätzt, der dazu erforderliche Aufwand an GE ermittelt und daraus die Änderungsrate des GE- und dafür benötigten Flächenbedarfs berechnet. Die ausgewiesenen Änderungsraten kennzeichnen also streng genommen nicht die Entwicklung des Pro-Kopf-Verbrauchs sondern die dazu notwendigen Agrarrohstoffe bzw. Agrarflächen.

*Die Fläche für den Nahrungsbedarf wird nach Verbrauchsmengen in Getreideeinheiten quantifiziert*

Da sich die Verzehrsgewohnheiten in der Mehrzahl der Länder zu überproportional höherem Verbrauch von Fleisch und pflanzlichen Ölen verschieben, steigt der Agrarrohstoffbedarf stärker als der Pro-Kopf-Verbrauch. In einigen Ländern ist das umgekehrt. Die gewählte Vorgehensweise berücksichtigt also die strukturellen Änderungen des Pro-Kopf-Verbrauchs gemäß der Trends der letzten 20 Jahre, ausgedrückt im Bedarf an GE. Demgegenüber wird auf der Angebotsseite keine strukturelle Änderung bzw. Anpassung an veränderte Nahrungsmengeverbrauchs mengen berücksichtigt. Diese können ja durch Veränderungen im Anbauverhältnis vollzogen werden, sind aber ohne große Änderungen praktisch nicht in das Modell zu integrieren. Im Übrigen sind solche strukturellen Anpassungen im Vergleich zu Ertragssteigerungen weit weniger effektiv.

Während in einigen Industrieländern in Zukunft nicht mit Bevölkerungswachstum und nur mit vergleichsweise geringem Pro-Kopf-Verbrauchszuwachs zu rechnen ist, findet in den meisten Entwicklungsländern ein kräftiges Bevölkerungswachstum statt. Entwicklungsländer werden auch eine steigende Nahrungsmittelnachfrage auf Grund des wachsenden Pro-Kopf-Verbrauchs haben. Das Durchschnittseinkommen und der Durchschnitts-Pro-Kopf-Verbrauch sind dort extrem niedrig. Bei geringem wirtschaftlichem Wachstum werden

*Der Bedarf an Agrarrohstoffen steigt stärker als der Pro-Kopf-Verbrauch, weil sich die Ernährungsgewohnheit zu Fleisch verschieben*

sich die Trends des niedrigen Pro-Kopf-Verbrauchszuwachses fortsetzen (Tabelle 6)

Für die Summe der 148 betrachteten Länder rechnen die demographischen Prognosen der UN mit einem Bevölkerungswachstum von knapp 40 % in 43 Jahren, das sind etwa 0,75 %/Jahr. Der durchschnittliche Pro-Kopf-Verbrauch aller Länder wurde durch Aggregation der nationalen Trends berechnet. Dieser errechnet sich bei 0,28% /Jahr zwischen 2007 und 2050. Das Wachstum des Pro-Kopf-Verbrauchs ist in den Schwellenländern deutlich höher als zum Beispiel in Afrika .

*Wachstum global:*  
*- Bevölkerung 0,75%*  
*- Pro-Kopf-Verbrauch 0,28%*

Die Tabelle 7 enthält auch eine Spalte mit dem Selbstversorgungsanteil bei Nahrungsmitteln. Ganz Afrika liegt nur bei 80 %, Süd-Amerika bei 127 % und Ozeanien bei 232 %. Weltweit ist die Selbstversorgung etwa 100 %. In der Tabelle sind 95 % ausgewiesen, weil für einige Länder der Wert Null mangels Daten über den Nahrungsbedarf in die Schätzung eingeht.

#### **5.1.2.2 Die Angebotsentwicklung von Agrarrohstoffen**

Die zukünftige Angebotsentwicklung von Agrarrohstoffen ergibt sich im Wesentlichen aus den drei Bestimmungsfaktoren Agrarfläche, Innutzungnahme von Brachflächen und Realisierung von Ertragssteigerungen.

In den letzten zwei Jahrzehnten hat in vielen Ländern ein Landnutzungswechsel stattgefunden. Wie Tabelle 8 zeigt, sind die Forstflächen aller Länder von rund 4.096 Mio. ha im Jahr 1993 auf ca. 3.983 Mio. ha im Jahr 2009, somit um 114 Mio. ha, zurückgegangen (vgl. Tabelle A-1, ausführliche Darstellung). Die Waldrodung übertraf also die Aufforstung, vor allem in den Ländern Brasilien, Indonesien, Nigeria, Tansania und der Dem. Republik Kongo. Gleichzeitig hat das Grünland um knapp 36 Mio. ha abgenommen. Auch bei Grünland übertraf der Umbruch die Einsaat. Allerdings geschah dies überwiegend in anderen Ländern, wie Australien, Iran, EU-27, Mexiko und Mongolei. Der größere Teil der Forst- und Graslandflächen ist also der Ackerfläche zugeschlagen worden. Aus den Zeitreihen ab 1993 sind die erwartbaren Trends abgeleitet worden.

*114 Mio. ha Forstfläche gerodet*  
*Grasland nahm um 36 Mio. ha ab*

Tabelle 8: Entwicklung von Grünlandumwidmung und Waldrodung

Erdeil Teilerdteil Land	Forstflächen				Grünland			
	in Tsd ha		Saldo aus Rodung / Aufforstung		in Tsd ha		Saldo aus Umwidmung / Einsaat	
	1993	2009	Tsd ha	%	1993	2009	Tsd ha	%
Deutschland	10.842	11.076	235	2,2	5.251	4.741	-510	-9,7
EU-27	146.572	156.361	9.789	6,7	71.814	67.550	-4.264	-5,9
Europa andere	844.410	846.612	2.202	0,3	104.193	108.114	3.921	3,8
Europa	990.981	1.002.972	11.991	1,2	176.007	175.664	-343	-0,2
Nordamerika	607.627	613.773	6.146	1,0	253.823	253.450	-373	-0,1
Mittelamerika	93.203	85.287	-7.917	-8,5	92.502	88.209	-4.293	-4,6
Südamerika	925.647	859.847	-65.801	-7,1	447.110	461.829	14.719	3,3
Amerika	1.626.478	1.558.907	-67.571	-4,2	793.435	803.488	10.053	1,3
Ozeanien	163.471	159.512	-3.959	-2,4	427.920	372.641	-55.279	-12,9
Ostasien	214.483	252.069	37.586	17,5	518.335	514.947	-3.388	-0,7
Zentralasien	11.879	12.068	189	1,6	252.374	250.841	-1.533	-0,6
Südasi	87.501	89.399	1.899	2,2	94.598	77.634	-16.964	-17,9
Südostasi	238.653	214.013	-24.640	-10,3	16.348	16.911	563	3,4
Westasi	16.755,9	18.300,0	1.544	9,2	222.240	224.644	2.404	1,1
Asien	569.270,8	585.849,1	16.578	2,9	1.103.895	1.084.977	-18.918	-1,7
Ostafrika	211.203	182.608	-28.595	-13,5	229.898	238.595	8.697	3,8
Mittelafrika	326.694	311.849	-14.845	-4,5	133.704	133.865	161	0,1
Nordafrika	84.708	78.559	-6.150	-7,3	184.034	193.583	9.549	5,2
Südafrika	32.233	28.795	-3.438	-10,7	149.146	150.560	1.414	0,9
Westafrika	91.504	73.798	-17.706	-19,3	182.014	190.802	8.788	4,8
Afrika	746.343	675.610	-70.733	-9,5	878.796	907.405	28.609	3,3
148 Länder	4.096.544	3.982.851	-113.693	-2,8	3.380.053	3.344.176	-35.877	-1,1

Quelle: Daten nach FAOSTAT

Der Umfang der für die Agrarproduktion entscheidenden Ackerfläche nimmt in den meisten Ländern durch Meliorationen, Bewässerungsprogramme, Graslandumbruch und Waldrodungen zu, während in wenigen Ländern, vor allem solchen mit Niederschlagsmangel, z.B. in Zentralasien, eine Abnahme durch Aufgabe der Agrarnutzung oder Umwidmung von Agrarland zu Siedlungs-, Verkehrsflächen und andere Zwecke stattfindet (Industrieländer).

Wie die Daten in Tabelle 9 zeigen, steigt die Ackerfläche in den 148 Ländern in Zukunft etwa wie bisher (im Übrigen ergibt sich hier eine hohe Übereinstimmung mit der im Bericht des vTI (Tabelle 3.2) ausgewiesenen Wachstumsrate der Ackerfläche - dort allerdings mit Dauerkulturen). Einen größeren Zuwachs wird es in Südamerika, Südostasi-

*Die Agrarfläche wird nur noch um weniger als 0,1 %/Jahr wachsen und kompensiert damit nur etwa ein Zehntel des Bevölkerungswachstums*

en und Afrika geben. Allerdings erreicht der Zuwachs an Agrarland in allen Ländern nicht einmal 0,07 %/Jahr, also nur etwa ein Zehntel des jährlichen Bevölkerungszuwachses. Dies hängt auch damit zusammen, dass die Landverluste durch Degradation, Wüstenausdehnung und andere Gründe hoch sind und im Trend eher zunehmen.

Tabelle 9: Entwicklung wichtiger Variablen für das Potenzial für Bioenergieträger und/oder Agrarexporte nach Teilkontinenten und Kontinenten; Ackerfläche und Erträge

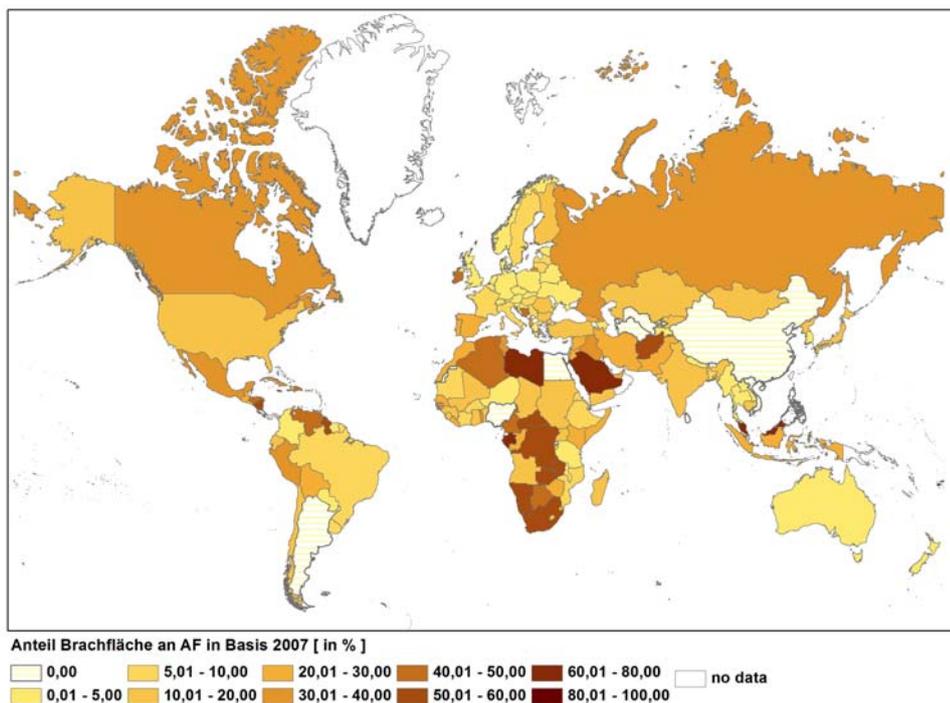
Erdteil Teilerdteil Land	Ackerfläche					Getreide- fläche Ø 2006 - 2009 (Tsd ha)	Getreide- ertrag Ø 2006 - 2009 dt/ha	Ölsaaten- fläche Ø 2006 - 2009 (Tsd ha)	Ölsaaten- ertrag Ø 2006 - 2009 dt/ha	Änderungsraten der Erträge (gewogenes Mittel) der Ackerfläche			
	Basis 2007 Ø 2006 - 2009 (Tsd ha)	Änderung in %								Änderung in %			
		Basis - 2015	2015 - 2020	2020 - 2030	2030 - 2050					Basis - 2015	2015 - 2020	2020 - 2030	2030 - 2050
Deutschland	11.911	0,74	0,49	0,98	1,93	6.805	67,47	1.481	37,75	8,3979	5,2191	9,8705	17,8395
EU-27	110.205	-1,44	-0,68	-1,01	-1,27	58.490	48,87	10.190	25,49	6,7947	4,3171	8,1666	14,7862
Europa andere	166.686	-1,35	-0,70	-1,10	-1,56	61.875	24,51	13.099	13,31	13,1523	7,8484	14,4179	24,8279
Europa	276.891	-1,39	-0,69	-1,07	-1,44	120.365	36,35	23.289	18,64	10,6219	6,4429	11,9299	20,8312
Nordamerika	212.494	-1,40	-0,72	-1,14	-1,62	74.354	59,77	37.896	26,14	10,8265	6,6163	12,3602	21,8640
Mittelamerika	36.205	1,14	0,69	1,27	2,24	12.932	30,70	85	18,64	9,3395	5,7094	10,6740	18,8684
Südamerika	111.915	3,70	2,15	3,87	6,60	37.011	35,78	44.123	25,01	8,7082	5,0045	8,9110	14,8715
Amerika	360.613	0,44	0,31	0,65	1,32	124.297	49,60	82.104	25,52	10,0198	6,0250	11,1205	19,3931
Ozeanien	46.454	-0,07	-0,04	-0,05	-0,06	19.853	14,76	1.428	10,17	-0,9625	-0,4809	-0,7379	-0,9894
Ostasien	125.554	-1,16	-0,59	-0,94	-1,33	91.047	54,02	16.899	17,09	7,4613	4,6853	8,9289	16,3162
Zentralasien	29.621	-6,77	-3,48	-5,44	-7,60	18.915	16,19	761	6,89	14,0999	8,1763	14,7466	24,8970
Südasien	216.301	-0,23	-0,11	-0,16	-0,20	145.878	28,49	20.273	12,57	10,0331	6,1044	11,3643	20,0407
Südostasien	66.661	4,68	2,98	5,73	10,55	56.473	39,06	1.880	11,74	11,9040	7,1797	13,2965	23,2097
Westasien	40.702	-1,17	-0,60	-0,95	-1,33	20.544	22,25	698	17,59	8,8282	5,3427	9,9137	17,4589
Asien	478.839	-0,27	-0,06	0,06	0,45	332.856	36,18	40.511	14,40	9,7684	5,9454	11,0806	19,5863
Ostafrika	56.032	8,95	5,38	9,95	17,36	27.267	14,17	751	9,77	6,2868	3,8164	7,1160	12,3575
Mittelafrika	22.973	3,02	1,89	3,58	6,49	7.546	8,89	66	5,69	7,6800	4,5538	8,3455	14,3524
Nordafrika	42.056	2,45	1,31	2,17	3,33	21.668	18,81	209	12,93	8,4339	5,1219	9,5399	16,8785
Südafrika	16.325	1,37	0,90	1,77	3,44	3.955	31,48	744	13,45	18,4500	10,5281	18,7748	30,9065
Westafrika	80.895	8,09	4,73	8,57	14,62	42.502	11,86	667	9,47	9,9217	5,4278	10,0372	17,5000
Afrika	218.282	6,19	3,65	6,66	11,45	102.938	14,47	2.437	10,97	9,1039	5,2447	9,6670	16,7316
148 Länder	1.381.079	0,72	0,50	1,03	2,02	700.310	34,79	149.769	21,06	9,5392	5,7390	10,6403	18,6422

Quelle: Daten nach FAOSTAT, eigene Berechnungen

Nicht die gesamte landwirtschaftlich nutzbare Fläche ist tatsächlich permanent genutzt. Gründe für eine Brachlegung sind vielfältig. In Industrieländern mit Agrarexportüberschüssen sind es politische Flächenstilllegungsprogramme (EU, USA u.a.), in Klimaregionen mit ext-

rem kurzer Vegetation sind es Fruchtfolgegründe und in wenig entwickelten Ländern oft die ungünstigen Preisrelationen und marginale Standorte. Abb. 9 zeigt die Brachflächen im globalen Maßstab und macht deutlich, dass im ersten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts auf allen Kontinenten umfangreiche Brachflächen vorhanden waren. Inzwischen entfallen sind die politisch durchgesetzten Stilllegungsprogramme, die aber zum Teil durch Naturschutzziele dieser Nutzung vorbehalten bleiben können.

Abb. 9: Brachflächen in % der Ackerflächen (Durchschnitt 2006-2009)



Quelle: eigene Darstellung nach Daten von FAOSTAT

In 148 Ländern waren im Zeitraum 2006 bis 2009 durchschnittlich 226 Mio. ha brachgelegt. Dies entsprach zwar nur etwa 4,6 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche aber 16 % der produktiven Ackerfläche. Die umfangreichsten Brachflächen befanden sich in den Teilkontinenten Nord-Amerika, Russland, Indien und Afrika. Obwohl es sich hier auch oft um Trockenstandorte handelt, kann davon ausgegangen werden, dass bei günstigen Preisrelationen und wachsendem Bevölkerungsdruck diese früher mal genutzten Flächen wieder in Nutzung genommen werden können.

*Global 226 Mio. ha  
Brachflächen*

Ein weiterer Ansatzpunkt zur Steigerung der Agrarproduktion besteht in der Erhöhung der Produktivität. Nach Berechnungen des IFPRI betrug

die Steigerung der globalen Produktivität in den letzten Jahren weltweit etwa 1 % pro Jahr, mit geringen Unterschieden zwischen den Kontinenten (von BRAUN, 2008). Diese vergleichsweise geringen Zuwachsraten waren deutlich negativ beeinträchtigt durch die Ineffizienz der Produktion in 'Least Developed Countries', die sich überwiegend in Afrika befinden.

*Die Produktivität der Agrarproduktion steigt, in Entwicklungsländern allerdings geringer als die Nahrungsmittelnachfrage*

Die Zusammenstellung der Getreide- und Ölsaatenenerträge und Änderungsraten der gewogenen Erträge auf den Ackerflächen zeigt die eklatanten Unterschiede in der Produktivität zwischen den wichtigen Agrarländern (Tabelle 10).

Tabelle 10: Getreide: Flächen- und Ertragsentwicklung bis 2050

Erdeil Teilerdteil Land	Getreide- fläche Ø 2006 - 2009 (Tsd ha)	Getreide- ertrag Ø 2006 - 2009 dt/ha	Änderungsraten der Getreideerträge				Getreideerträge			
			Änderung in %				in dt/ha			
			Basis - 2015	2015 - 2020	2020 - 2030	2030 - 2050	2015	2020	2030	2050
Deutschland	6.805	67,47	7,57	4,76	9,09	16,67	72,58	76,04	82,95	96,78
EU-27	58.490	48,87	6,17	3,92	7,46	13,62	51,89	53,92	57,94	65,84
Europa andere	61.875	24,51	12,35	7,37	13,55	23,34	27,54	29,57	33,58	41,42
Europa	120.365	36,35	9,35	5,70	10,59	18,62	39,75	42,01	46,46	55,11
Nordamerika	74.354	59,77	12,52	7,59	14,08	24,62	67,26	72,36	82,54	102,86
Mittelamerika	12.932	30,70	10,37	6,34	11,84	20,91	33,88	36,03	40,30	48,72
Südamerika	37.011	35,78	10,78	6,05	10,58	17,14	39,64	42,04	46,49	54,45
Amerika	124.297	49,60	11,78	7,00	12,80	22,00	55,45	59,33	66,92	81,65
Ozeanien	19.853	14,76	-1,02	-0,52	-0,80	-1,11	14,61	14,54	14,42	14,26
Ostasien	91.047	54,02	7,91	4,96	9,46	17,26	58,29	61,18	66,96	78,52
Zentralasien	18.915	16,19	12,87	7,62	13,95	24,02	18,28	19,67	22,41	27,80
Südasien	145.878	28,49	10,49	6,36	11,82	20,76	31,48	33,48	37,44	45,21
Südostasien	56.473	39,06	12,62	7,59	14,04	24,43	43,98	47,32	53,97	67,15
Westasien	20.544	22,25	8,85	5,34	9,87	17,33	24,22	25,51	28,03	32,88
Asien	332.856	36,18	10,18	6,20	11,55	20,40	39,86	42,33	47,22	56,85
Ostafrika	27.267	14,17	7,36	4,46	8,29	14,41	15,21	15,89	17,21	19,69
Mittelfrika	7.546	8,89	9,06	5,49	10,18	17,81	9,69	10,22	11,26	13,27
Nordafrika	21.668	18,81	7,81	4,75	8,87	15,75	20,28	21,25	23,13	26,77
Südafrika	3.955	31,48	20,31	11,52	20,45	33,43	37,88	42,24	50,88	67,89
Westafrika	42.502	11,86	11,90	6,55	12,11	21,13	13,28	14,14	15,86	19,21
Afrika	102.938	14,47	9,95	5,73	10,60	18,45	15,91	16,82	18,61	22,04
148 Länder	700.310	34,79	9,97	5,99	11,12	19,48	38,26	40,56	45,06	53,84

*Extrem große Unterschiede in den Erträgen der Ackerflächen: Schlusslicht ist Afrika*

Quelle: Daten nach FAOSTAT, eigene Berechnungen

Während Deutschland mit einem Durchschnittsertrag von 67,5 dt/ha Getreide (2006-2009) ein hohes Ertragsniveau aufweist, fallen besonders der Durchschnitt Afrikas und Australiens im Ertragsniveau mit knapp 15 dt/ha und in den Zuwachsraten mit weniger als 1 %/Jahr in Afrika und Stagnation in Australien deutlich gegenüber anderen Kontinenten ab. In Australien und Afrika werden wie auch weltweit mit Ausnahme weniger hoch fruchtbarer Grünlandstandorte (z.B. Niederlande) auf den umfangreichen Graslandflächen praktisch keine Ertragszuwächse erzielt. Außerdem gibt es keine brauchbaren Messungen und Statistiken über Grünlanderträge. Deshalb werden keine Ertragszunahmen bei Grünland unterstellt und auch keine Steigerung des Viehbesatzes angenommen.

*Die Prämisse:  
Die globale Ernährung muss vorrangig gesichert sein – nur was darüber hinaus zur Verfügung steht, kann für Non-Food verwendet werden*

Auf der Grundlage der bisher dargestellten Entwicklungen zeigt sich bereits, dass die zukünftige Nachfrage nach Agrarrohstoffen derzeit in den ärmsten Entwicklungsländern, insbesondere in Afrika stärker steigt als das Angebot und dass es in einigen Staaten und Teilkontinenten zu deutlichen Defiziten in der Nahrungsmittelversorgung kommt.

### **5.1.3 Methodische Berücksichtigung der Vorgabe: Sicherung der Welternährung**

Unter der Prämisse, dass die Welternährung vorrangig sichergestellt werden soll, bevor Flächenpotenziale zur Bereitstellung von Bioenergie genutzt werden, muss eine Quantifizierung des Flächenbedarfs für die Nahrungsmittelnachfrage erfolgen.

Methodisch wird so vorgegangen, dass zunächst der Flächenanteil eines Landes bestimmt wird, der für die Sicherung der Inlandsversorgung benötigt wird. Dann wird der Flächenanteil berechnet, der für die Sicherung der Welternährung exportiert werden sollte. Nur die darüber hinaus verbleibende Fläche kann für Bioenergie im Inland verwendet werden.

*Vorrang der Nahrungsmittelversorgung*

Der Anteil der verfügbaren Fläche, die für die inländische Bioenergienutzung bereitgestellt werden kann (sog. Non-Food-Fläche), wird für jedes Szenario aus dem globalen Saldo von Flächenüberschuss und Flächendefizit der Länder abgeleitet. Im Basiszeitraum gab es praktisch nur kleine Flächendefizite, weil alle Länder eine ausgeglichene Nahrungsversorgungsbilanz durch Exporte und Importe hatten. Für die spä-

teren Zeitpunkte (2015, 2020, 2030 und 2030) ergaben sich je nach Szenario meist in Asien und Afrika große Flächendefizite, die durch umfangreichere Importe aus Überschussländern ausgeglichen werden müssen. Berechnet man den Quotienten der negativen nationalen Bioenergie-Flächenpotenziale aller Länder zu den positiven aller Länder, ergibt sich der Anteil der Flächenüberschüsse, der bei Erfüllung der Prämisse „Vorrang Welternährung“ maximal im Inland für Non-Food-Verwendungen verbliebe. Dieser Quotient drückt also aus, welcher Anteil des gesamten sog. nationalen Non-Food-Flächenpotenzials eines Landes reserviert werden muss für Exporte zur Sicherung der Welternährung. Aus dem Residuum zu 1 dieses Anteilkoeffizienten ergibt sich der Anteil des Flächenpotenzials, der für die Non-Food-Verwendung des jeweiligen Landes genutzt werden kann.

*Länder mit wachsenden Nahrungsdefiziten müssen von Überschussländern vor der Bioenergieproduktion mit Agrarexporten bedient werden*

## 5.2 Ergebnisse der Abschätzung der Flächenpotenziale

Die Ergebnisdarstellung erfolgt für die verschiedenen Szenarien nacheinander. Sie werden dargestellt für Ländergruppen (Teilkontinente) beziehungsweise für den gesamten Kontinent und alle 148 Länder.

Die vielfältigen Agrarrohstoffe für Biokraftstoffe werden zum einen auf Ackerflächen durch Anbau geeigneter Energiepflanzen wie Zuckerrohr, Getreide, Energieholz oder Silomais und zum anderen von Grünland in Form von Grassilage oder Heu gewonnen. Daneben können auch Reststoffe wie Stroh und Stallmist verwendet werden. Letztere stammen auch von Agrarflächen, nehmen sie aber nicht als Hauptnutzung in Anspruch. Für die Potenzialabschätzung soll in dieser Studie zunächst ermittelt werden, wie viel Landwirtschaftliche Nutzfläche und zu welchen Anteilen davon Acker- und Grünlandfläche für Non-Food-Verwendungen zur Verfügung steht. Im Anschluss daran wird abgeschätzt, welche und wie viele Rohstoffe für eine energetische Verwendung damit bereitgestellt werden kann. Durch Multiplikation mit Konversionsfaktoren ergibt sich das Produktionspotenzial in Energieeinheiten.

*Die Potenzialabschätzung ermittelt im ersten Schritt die Flächen*

### 5.2.1 Die Referenz „business as usual“

Wie an anderer Stelle bereits ausgeführt, beschreibt das Szenario „Referenz“ auf der Grundlage der Basisdaten (Durchschnitt 2006 bis 2009)

die weitere Entwicklung der wichtigsten Bestimmungsfaktoren für Flächenpotenziale für eine Non-Food-Verwendung unter der Annahme „business as usual“ zu den Zeitpunkten 2015, 2020, 2030 und 2050.

Für das Referenzszenario ergeben sich die Flächenpotenziale eines Landes für Bioenergie aus der agrarischen (Über-) Produktion, die bisher nicht für die Inlandsversorgung benötigt und auf dem Weltmarkt abgesetzt wurde. Hinzu gerechnet werden die Brachflächen (nur Ackerfläche), die auf Grund sozialer und wirtschaftlicher Gründe im Basiszeitraum (2006-2009) nicht genutzt wurden. Hier ist anzumerken, dass Schätzungen in der Regel davon ausgehen, dass nur ein Teil der Brachflächen als Ackerland nutzbar sind. In den folgenden Berechnungen ist aber angenommen, dass auch auf weniger anbauwürdigen Brachflächen nachwachsende Rohstoffe immer noch hinreichende Erträge bringen.

Für die jeweiligen Zeitpunkte bis 2050 wird in diesem Szenario von einer weitgehenden Konstanz der wirtschaftlichen, politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen ausgegangen, das heißt, es wird „business as usual“ unterstellt. Die Entwicklungen werden dabei vor allem durch die Änderungen der Bevölkerung und des Pro-Kopf-Verbrauchs, Landnutzungsänderungen und Flächenumwidmungen sowie Ertragsänderungen bestimmt, während von weitgehend unveränderten Agrarpreisen im Vergleich zur Basis 2006-2009 ausgegangen wird. Die jeweiligen Änderungen der Variablen sind - wie im methodischen Teil dargestellt - aus Trendschätzungen abgeleitet worden.

### 5.2.1.1 Nationale Flächenpotenziale

In Deutschland gab es im Basiszeitraum ca. 2,25 Mio. ha Flächenpotenzial für die Non-Food-Produktion (neben den in der Zeit bereits für nachwachsende Rohstoffe genutzten Flächen von etwa 2 Mio. ha; FNR, 2011). In der EU-27 waren es ca. 10 Mio. ha. Dieses Flächenpotenzial (LF Non-Food) umfasst sowohl Ackerfläche als auch Grünland. Da für Deutschland zukünftig eine stagnierende Bevölkerung vorausgeschätzt wird und auf der Angebotsseite der Agrarproduktion weiterhin mit Ertragssteigerungen zu rechnen ist, wird im Zeitablauf zunehmend Flächenpotenzial für Non-Food-Verwendungen verfügbar. Tabel-

*Welche Flächenpotenziale stehen in der Basis für Bioenergie zur Verfügung?*

- subventionierte Überschüsse
- Brachflächen
- Produktionssteigerungen

*Die nationalen Bioenergiepotenziale berücksichtigen nicht Agrarexporte zur Ernährungssicherung*

le 11 enthält die Flächenpotenziale für den Basiszeitraum (Durchschnitt 2006 bis 2009) und die Vorschätzung bis 2050

**Tabelle 11: Nationale Flächenpotenziale (LF) für Bioenergieträger 2007 bis 2050 im Szenario Referenz „business as usual“**

Erdeil Teilerdeil Land	Flächenpotenzial										
	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	in Tsd ha					Basis 2007 Ø 2006 - 2009	Anteil an der LF in %			
		Basis - 2015	2015 - 2020	2020 - 2030	2030 - 2050	Basis - 2015		2015 - 2020	2020 - 2030	2030 - 2050	
Deutschland	2.258	3.493	4.186	5.492	7.900	13,31	20,59	24,68	32,38	46,58	
Frankreich	5.803	5.997	6.160	6.525	7.396	19,68	20,34	20,89	22,13	25,08	
Vereinigtes Koenigreich	-1.482	-1.961	-2.252	-2.770	-3.315	-8,62	-11,42	-13,11	-16,12	-19,29	
Italien	-2.366	-2.359	-2.164	-1.656	-474	-16,15	-16,11	-14,78	-11,31	-3,24	
Spanien	-194	512	974	1.898	3.455	-0,67	1,78	3,38	6,58	11,98	
Polen	1.433	2.104	2.526	3.441	5.497	8,60	12,63	15,16	20,65	32,99	
Rumaenien	1.210	989	876	748	784	8,51	6,96	6,17	5,26	5,51	
Niederlande	-983	-894	-839	-732	-506	-50,87	-46,30	-43,44	-37,87	-26,18	
Griechenland	-758	-800	-791	-720	-522	-10,79	-11,40	-11,26	-10,25	-7,44	
Belgien Luxemburg	-407	-346	-309	-245	-130	-26,76	-22,74	-20,35	-16,12	-8,57	
Tschechien	466	690	833	1.106	1.573	10,94	16,22	19,57	26,00	36,95	
Portugal	-930	-882	-816	-648	-264	-24,81	-23,52	-21,76	-17,27	-7,04	
Ungarn	1.557	1.865	2.040	2.353	2.870	26,67	31,95	34,94	40,31	49,17	
Schweden	294	237	214	204	285	9,37	7,55	6,83	6,49	9,06	
Oesterreich	396	436	467	527	675	12,09	13,30	14,23	16,08	20,59	
Bulgarien	604	924	1.122	1.509	2.173	11,41	17,44	21,18	28,51	41,03	
Slowakei	134	208	251	338	539	6,67	10,39	12,50	16,84	26,85	
Daenemark	306	352	388	468	677	11,53	13,25	14,62	17,63	25,49	
Finnland	337	343	354	390	514	14,95	15,23	15,68	17,31	22,81	
Irland	1.975	2.047	2.092	2.178	2.334	46,82	48,52	49,58	51,61	55,33	
Litauen	630	659	678	713	778	22,73	23,78	24,49	25,76	28,09	
Lettland	596	663	694	745	808	36,67	40,76	42,67	45,84	49,70	
Slowenien	-84	-81	-76	-63	-29	-17,29	-16,55	-15,61	-12,82	-5,98	
Estland	102	110	118	135	158	12,23	13,15	14,13	16,21	18,88	
Zypern	-438	-447	-451	-453	-442	-309,38	-315,64	-318,14	-319,96	-311,91	
Malta	-28	-28	-27	-26	-23	-301,81	-298,68	-295,46	-284,13	-248,65	
<b>EU-27</b>	<b>10.431</b>	<b>13.831</b>	<b>16.246</b>	<b>21.460</b>	<b>32.709</b>	<b>5,46</b>	<b>7,24</b>	<b>8,50</b>	<b>11,23</b>	<b>17,12</b>	
Russland	52.542	62.048	67.347	77.039	91.605	24,39	28,80	31,26	35,75	42,52	
Ukraine	6.961	10.009	11.761	15.046	20.423	16,87	24,25	28,50	36,46	49,48	
Serbien Montenegro	565	775	919	1.189	1.675	10,19	13,98	16,60	21,46	30,23	
Belarus	545	1.473	1.944	2.718	3.840	6,07	16,43	21,68	30,32	42,83	
Schweiz	-57	-60	-59	-52	-5	-3,71	-3,91	-3,87	-3,39	-0,33	
Norwegen	-100	-177	-218	-291	-382	-9,57	-16,91	-20,80	-27,79	-36,47	
Kroatien	40	-12	-23	-25	18	3,37	-1,02	-1,94	-2,08	1,53	
Bosnien Herzegowina	152	200	231	289	433	7,11	9,34	10,79	13,55	20,27	
Albanien	26	77	108	169	311	2,31	6,74	9,41	14,79	27,17	
<b>Europa andere</b>	<b>60.673</b>	<b>74.333</b>	<b>82.009</b>	<b>96.083</b>	<b>117.917</b>	<b>21,80</b>	<b>26,71</b>	<b>29,47</b>	<b>34,53</b>	<b>42,37</b>	
<b>Europa</b>	<b>71.104</b>	<b>88.163</b>	<b>98.256</b>	<b>117.543</b>	<b>150.626</b>	<b>15,15</b>	<b>18,79</b>	<b>20,94</b>	<b>25,05</b>	<b>32,10</b>	
USA	38.402	38.511	38.880	39.757	42.231	9,44	9,47	9,56	9,78	10,38	
Kanada	20.688	20.897	21.094	21.608	23.120	30,59	30,90	31,19	31,95	34,19	
<b>Nordamerika</b>	<b>59.090</b>	<b>59.409</b>	<b>59.973</b>	<b>61.365</b>	<b>65.351</b>	<b>12,46</b>	<b>12,52</b>	<b>12,64</b>	<b>12,94</b>	<b>13,78</b>	

Die nationalen Bioenergiepotenziale sind für 148 Länder berechnet worden

Quelle: Eigene Berechnungen nach Daten von FAOSTAT

Tabelle 11 Fortsetzung: Nationale Flächenpotenziale (LF) für Bioenergieträger  
2007 bis 2050 im Szenario Referenz „business as usual“

Erdteil Teilerdteil Land	Flächenpotenzial									
	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	in Tsd ha				Basis 2007 Ø 2006 - 2009	Anteil an der LF in %			
		Basis - 2015	2015 - 2020	2020 - 2030	2030 - 2050		Basis - 2015	2015 - 2020	2020 - 2030	2030 - 2050
Mexico	2.061	1.467	1.209	883	1.244	1,97	1,40	1,16	0,85	1,19
Guatemala	-570	-726	-834	-1.050	-1.435	-12,59	-16,03	-18,42	-23,19	-31,68
Kuba	-426	-34	215	674	1.653	-6,46	-0,51	3,25	10,20	25,03
Dominikanische Republik	-67	-104	-122	-145	-141	-2,69	-4,17	-4,91	-5,85	-5,68
Haiti	-837	-1.141	-1.345	-1.733	-2.351	-47,56	-64,83	-76,41	-98,47	-133,58
Honduras	32	-77	-124	-180	-191	1,01	-2,44	-3,93	-5,71	-6,05
El Salvador	-501	-474	-469	-471	-439	-32,26	-30,54	-30,19	-30,30	-28,29
Nicaragua	1.658	1.707	1.723	1.749	1.828	31,49	32,42	32,73	33,22	34,72
Costa Rica	-183	-199	-206	-215	-214	-10,20	-11,10	-11,52	-11,99	-11,95
Jamaika	-638	-641	-642	-642	-627	-135,59	-136,28	-136,57	-136,44	-133,27
<b>Mittelamerika</b>	<b>529</b>	<b>-221</b>	<b>-595</b>	<b>-1.130</b>	<b>-673</b>	<b>0,40</b>	<b>-0,17</b>	<b>-0,45</b>	<b>-0,86</b>	<b>-0,51</b>
Brasilien	20.470	21.235	21.667	22.880	27.563	7,70	7,99	8,15	8,61	10,37
Columbien	-556	-713	-779	-845	-789	-1,30	-1,67	-1,82	-1,97	-1,84
Argentinien	11.025	14.579	16.789	21.159	30.046	8,05	10,64	12,26	15,45	21,93
Peru	235	292	304	309	468	1,11	1,38	1,43	1,46	2,21
Venezuela	-3.427	-3.440	-3.439	-3.410	-3.238	-16,05	-16,11	-16,10	-15,97	-15,16
Chile	-608	-803	-891	-1.001	-1.049	-3,89	-5,14	-5,71	-6,41	-6,72
Ecuador	-114	-93	-69	4	112	-1,50	-1,23	-0,90	0,06	1,48
Bolivien	759	876	900	874	776	2,05	2,37	2,43	2,36	2,10
Paraguay	4.059	4.229	4.312	4.453	4.558	20,01	20,84	21,25	21,94	22,46
Uruguay	4.790	5.105	5.288	5.625	6.234	32,35	34,47	35,71	37,99	42,10
Guyana	250	245	243	240	245	14,77	14,44	14,31	14,17	14,45
Surinam	-19	-27	-31	-37	-38	-24,36	-34,21	-39,47	-47,03	-48,44
<b>Südamerika</b>	<b>36.864</b>	<b>41.487</b>	<b>44.294</b>	<b>50.251</b>	<b>64.888</b>	<b>6,30</b>	<b>7,09</b>	<b>7,57</b>	<b>8,59</b>	<b>11,09</b>
<b>Amerika</b>	<b>96.483</b>	<b>100.675</b>	<b>103.672</b>	<b>110.486</b>	<b>129.566</b>	<b>8,10</b>	<b>8,45</b>	<b>8,70</b>	<b>9,27</b>	<b>10,87</b>
Australien	21.365	18.619	17.135	14.696	11.542	4,88	4,26	3,92	3,36	2,64
Neuseeland	4.260	4.196	4.182	4.183	4.239	34,57	34,05	33,93	33,95	34,40
Fidschiinseln	29	33	35	38	44	6,73	7,61	8,08	8,92	10,24
<b>Ozeanien</b>	<b>25.654</b>	<b>22.848</b>	<b>21.351</b>	<b>18.917</b>	<b>15.826</b>	<b>5,70</b>	<b>5,08</b>	<b>4,74</b>	<b>4,20</b>	<b>3,52</b>
China	-3.208	-11.288	-14.989	-18.865	-15.065	-0,61	-2,13	-2,83	-3,57	-2,85
Japan	-3.790	-3.846	-3.821	-3.645	-3.100	-79,66	-80,83	-80,31	-76,59	-65,16
Suedkorea	-1.811	-1.984	-2.048	-2.084	-1.808	-96,83	-106,04	-109,49	-111,39	-96,65
Nordkorea	92	11	-42	-121	-100	3,12	0,39	-1,44	-4,09	-3,38
Mongolei	-125	-201	-235	-258	-248	-0,11	-0,17	-0,20	-0,22	-0,21
<b>Ostasien</b>	<b>-8.844</b>	<b>-17.308</b>	<b>-21.136</b>	<b>-24.971</b>	<b>-20.321</b>	<b>-1,35</b>	<b>-2,63</b>	<b>-3,22</b>	<b>-3,80</b>	<b>-3,09</b>
Usbekistan	-301	355	541	830	1.416	-1,12	1,33	2,02	3,10	5,29
Kasachstan	9.678	6.856	5.589	3.885	1.464	4,71	3,33	2,72	1,89	0,71
Tadschikistan	-411	-272	-219	-133	18	-8,73	-5,78	-4,66	-2,83	0,38
Kirgisien	-71	-70	-90	-101	-80	-0,66	-0,65	-0,83	-0,93	-0,74
Turkmenistan	-451	-274	-192	-30	326	-1,38	-0,84	-0,59	-0,09	1,00
<b>Zentralasien</b>	<b>8.445</b>	<b>6.595</b>	<b>5.628</b>	<b>4.451</b>	<b>3.144</b>	<b>3,01</b>	<b>2,35</b>	<b>2,01</b>	<b>1,59</b>	<b>1,12</b>

Quelle: Eigene Berechnungen

Tabelle 11 Fortsetzung: Nationale Flächenpotenziale (LF) für Bioenergieträger  
2007 bis 2050 im Szenario Referenz „business as usual“

Erdeil Teilerdeil Land	Flächenpotenzial									
	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	in Tsd ha				Basis 2007 Ø 2006 - 2009	Anteil an der LF in %			
		Basis - 2015	2015 - 2020	2020 - 2030	2030 - 2050		Basis - 2015	2015 - 2020	2020 - 2030	2030 - 2050
Indien	27.879	19.300	14.809	8.014	3.494	15,47	10,71	8,22	4,45	1,94
Pakistan	6.234	5.657	5.362	4.946	5.274	23,07	20,93	19,84	18,30	19,52
Bangladesh	-669	-959	-1.148	-1.350	-1.012	-7,30	-10,46	-12,53	-14,73	-11,04
Iran	548	-401	-920	-1.571	-2.162	0,98	-0,72	-1,65	-2,81	-3,88
Afghanistan	3.340	3.166	3.049	2.827	2.460	8,83	8,37	8,06	7,47	6,50
Nepal	-96	-145	-168	-181	-6	-2,27	-3,43	-3,98	-4,29	-0,14
Sri Lanka	-1.583	-1.674	-1.718	-1.765	-1.744	-64,02	-67,70	-69,47	-71,39	-70,52
<b>Südasiien</b>	<b>35.653</b>	<b>24.943</b>	<b>19.266</b>	<b>10.919</b>	<b>6.304</b>	<b>11,26</b>	<b>7,87</b>	<b>6,08</b>	<b>3,45</b>	<b>1,99</b>
Indonesien	-2.992	-253	1.544	5.507	14.159	-6,12	-0,52	3,16	11,27	28,96
Philippinen	-1.735	-2.120	-2.377	-2.851	-3.488	-14,98	-18,30	-20,52	-24,62	-30,12
Vietnam	-220	-87	5	379	1.536	-2,12	-0,84	0,05	3,67	14,85
Thailand	3.573	3.728	3.900	4.276	5.262	18,19	18,98	19,86	21,77	26,79
Myanmar	317	879	1.200	1.914	3.904	2,70	7,49	10,23	16,31	33,27
Malaysia	-4.462	-4.335	-4.256	-4.101	-3.795	-56,11	-54,51	-53,51	-51,57	-47,71
Kambodscha	-703	-247	-6	475	1.124	-12,99	-4,57	-0,10	8,77	20,76
Laos	-465	-239	-100	181	964	-21,91	-11,24	-4,72	8,52	45,40
<b>Südostasien</b>	<b>-6.687</b>	<b>-2.674</b>	<b>-89</b>	<b>5.779</b>	<b>19.666</b>	<b>-5,68</b>	<b>-2,27</b>	<b>-0,08</b>	<b>4,91</b>	<b>16,71</b>
Tuerkei	4.043	3.574	3.482	3.642	5.201	10,05	8,89	8,66	9,05	12,93
Irak	-3.970	-4.183	-4.316	-4.568	-4.934	-42,13	-44,39	-45,81	-48,48	-52,36
Saudi Arabien	-4	-542	-830	-1.262	-1.748	0,00	-0,30	-0,46	-0,69	-0,96
Jemen	-3.896	-4.835	-5.407	-6.446	-8.189	-16,51	-20,49	-22,91	-27,32	-34,70
Syrien	-464	-839	-1.106	-1.618	-2.159	-3,34	-6,05	-7,97	-11,66	-15,57
Aserbaidschan	-584	-769	-878	-1.012	-1.232	-12,20	-16,06	-18,34	-21,13	-25,72
Vereinigte Emirate	-2.050	-2.279	-2.363	-2.522	-2.803	-357,45	-397,34	-412,05	-439,85	-488,81
Israel	-1.054	-1.108	-1.133	-1.175	-1.238	-198,01	-208,06	-212,91	-220,82	-232,53
Jordanien	-2.282	-2.363	-2.401	-2.461	-2.525	-223,17	-231,13	-234,80	-240,72	-246,95
Georgien	-349	-465	-509	-561	-604	-13,27	-17,65	-19,34	-21,31	-22,95
<b>Westasien</b>	<b>-10.610</b>	<b>-13.807</b>	<b>-15.461</b>	<b>-17.984</b>	<b>-20.230</b>	<b>-3,80</b>	<b>-4,95</b>	<b>-5,54</b>	<b>-6,45</b>	<b>-7,25</b>
<b>Asien</b>	<b>17.957</b>	<b>-2.251</b>	<b>-11.792</b>	<b>-21.805</b>	<b>-11.436</b>	<b>1,09</b>	<b>-0,14</b>	<b>-0,71</b>	<b>-1,32</b>	<b>-0,69</b>
Aethiopien	94	480	667	1.108	3.191	0,27	1,41	1,96	3,25	9,36
Tansania	-604	-3.059	-4.795	-8.378	-15.942	-1,73	-8,77	-13,75	-24,02	-45,71
Kenia	108	-1.135	-1.947	-3.515	-6.530	0,40	-4,20	-7,20	-13,00	-24,15
Uganda	937	165	-380	-1.692	-4.631	6,93	1,22	-2,81	-12,53	-34,27
Mosambik	-697	-635	-732	-1.174	-2.410	-1,42	-1,29	-1,49	-2,39	-4,91
Madagaskar	264	3	-178	-573	-1.317	0,64	0,01	-0,43	-1,38	-3,17
Malawi	-181	-72	-160	-545	-2.217	-3,47	-1,39	-3,08	-10,48	-42,61
Simbabwe	-285	-1.008	-1.575	-2.397	-3.642	-1,79	-6,32	-9,87	-15,03	-22,83
Sambia	1.503	1.382	1.252	933	-41	6,46	5,94	5,38	4,01	-0,18
Ruanda	-96	-201	-297	-504	-1.116	-5,06	-10,65	-15,76	-26,71	-59,16
Somalia	-962	-949	-934	-896	-803	-2,18	-2,15	-2,11	-2,03	-1,82
Burundi	55	-182	-313	-531	-877	2,41	-8,08	-13,87	-23,51	-38,84
Eritrea	-200	-265	-307	-405	-661	-2,64	-3,49	-4,05	-5,35	-8,72
Mauritius	-55	-59	-61	-65	-70	-52,66	-56,69	-58,90	-62,47	-66,72
Dschibuti	-543	-545	-547	-549	-554	-31,09	-31,19	-31,27	-31,42	-31,70
Reunion	1	1	2	2	3	1,82	2,97	3,65	4,94	7,38
<b>Ostafrika</b>	<b>-663</b>	<b>-6.079</b>	<b>-10.306</b>	<b>-19.182</b>	<b>-37.617</b>	<b>-0,22</b>	<b>-2,01</b>	<b>-3,41</b>	<b>-6,35</b>	<b>-12,44</b>

Quelle: Eigene Berechnungen

*Tabelle 11 Fortsetzung: Nationale Flächenpotenziale (LF) für Bioenergieträger  
2007 bis 2050 im Szenario Referenz „business as usual“*

Erdeil Teilerdeil Land	Flächenpotenzial										
	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	in Tsd ha					Basis 2007 Ø 2006 - 2009	Anteil an der LF in %			
		Basis - 2015	2015 - 2020	2020 - 2030	2030 - 2050	Basis - 2015		2015 - 2020	2020 - 2030	2030 - 2050	
Congo Dem. Rep.	-1.841	-2.943	-3.659	-5.038	-7.336	-8,20	-13,12	-16,31	-22,45	-32,69	
Kamerun	1.752	1.382	1.159	748	52	19,04	15,02	12,60	8,13	0,57	
Angola	-1.450	-2.013	-2.456	-3.361	-4.970	-2,51	-3,49	-4,26	-5,83	-8,61	
Tschad	326	382	387	271	84	0,66	0,78	0,79	0,55	0,17	
Zentralafrikanische Rep.	956	766	642	407	13	18,26	14,64	12,26	7,78	0,24	
Congo Rep.	-783	-913	-995	-1.172	-1.510	-7,42	-8,66	-9,43	-11,11	-14,32	
Gabun	-132	-165	-191	-242	-340	-2,57	-3,21	-3,71	-4,70	-6,60	
<b>Mittelafrika</b>	<b>-1.173</b>	<b>-3.504</b>	<b>-5.113</b>	<b>-8.386</b>	<b>-14.007</b>	<b>-0,74</b>	<b>-2,20</b>	<b>-3,21</b>	<b>-5,26</b>	<b>-8,79</b>	
Aegypten	-1.393	-1.716	-1.906	-2.214	-2.557	-38,34	-47,23	-52,47	-60,92	-70,39	
Sudan	-1.028	-3.119	-4.645	-7.686	-13.317	-0,76	-2,30	-3,43	-5,68	-9,84	
Algerien	-3.556	-3.362	-3.218	-2.720	-1.206	-8,63	-8,16	-7,81	-6,60	-2,93	
Marokko	-2.270	-2.815	-3.120	-3.524	-3.445	-7,48	-9,28	-10,29	-11,62	-11,36	
Tunesien	-907	-1.039	-1.105	-1.160	-1.062	-9,17	-10,51	-11,17	-11,74	-10,74	
Libyen	-2.772	-2.926	-3.058	-3.233	-3.444	-17,83	-18,83	-19,68	-20,80	-22,16	
Westsahara	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
<b>Nordafrika</b>	<b>-11.926</b>	<b>-14.977</b>	<b>-17.052</b>	<b>-20.537</b>	<b>-25.031</b>	<b>-4,95</b>	<b>-6,22</b>	<b>-7,08</b>	<b>-8,52</b>	<b>-10,39</b>	
Suedafrika	8.372	9.256	9.737	10.476	11.709	8,38	9,27	9,75	10,49	11,73	
Namibia	370	341	326	300	286	0,95	0,88	0,84	0,77	0,74	
Lesotho	-553	-610	-644	-694	-753	-23,76	-26,23	-27,67	-29,80	-32,33	
Botsuana	-181	-162	-148	-120	-63	-0,70	-0,63	-0,57	-0,46	-0,25	
Swasiland	-193	-685	-954	-1.402	-2.169	-15,81	-56,09	-78,06	-114,70	-177,48	
<b>Südafrika</b>	<b>7.814</b>	<b>8.138</b>	<b>8.316</b>	<b>8.561</b>	<b>9.010</b>	<b>4,65</b>	<b>4,84</b>	<b>4,95</b>	<b>5,09</b>	<b>5,36</b>	
Nigeria	-14.411	-17.675	-20.341	-26.256	-40.095	-19,01	-23,32	-26,83	-34,63	-52,89	
Ghana	-2.058	-2.500	-2.836	-3.556	-4.983	-13,65	-16,57	-18,80	-23,58	-33,03	
Elfenbeinküste	-2.015	-2.126	-2.256	-2.556	-3.113	-9,98	-10,53	-11,17	-12,65	-15,41	
Burkina Faso	-480	-1.545	-2.373	-4.177	-8.061	-4,37	-14,04	-21,57	-37,96	-73,26	
Mali	391	1.248	1.612	2.009	1.834	0,94	3,00	3,88	4,83	4,41	
Niger	-698	-4.208	-6.832	-12.585	-25.049	-1,71	-10,31	-16,73	-30,83	-61,36	
Senegal	-2.297	-2.657	-2.913	-3.458	-4.525	-25,74	-29,77	-32,65	-38,75	-50,71	
Guinea	-216	-996	-1.506	-2.478	-4.174	-1,54	-7,13	-10,77	-17,72	-29,86	
Benin	17	51	31	-89	-889	0,46	1,42	0,88	-2,48	-24,94	
Togo	548	478	427	322	176	15,64	13,65	12,19	9,19	5,02	
Sierra Leone	19	189	283	444	758	0,54	5,47	8,19	12,87	21,96	
Liberia	-263	-358	-406	-508	-712	-10,04	-13,71	-15,52	-19,43	-27,24	
Mauretanien	-1.059	-1.261	-1.384	-1.618	-2.026	-2,67	-3,18	-3,49	-4,08	-5,10	
Guinea-Bissau	19	-28	-60	-128	-265	1,14	-1,69	-3,71	-7,87	-16,27	
<b>Westafrika</b>	<b>-22.506</b>	<b>-31.388</b>	<b>-38.555</b>	<b>-54.632</b>	<b>-91.124</b>	<b>-7,99</b>	<b>-11,14</b>	<b>-13,68</b>	<b>-19,38</b>	<b>-32,33</b>	
<b>Afrika</b>	<b>-28.454</b>	<b>-47.810</b>	<b>-62.710</b>	<b>-94.177</b>	<b>-158.769</b>	<b>-2,47</b>	<b>-4,15</b>	<b>-5,44</b>	<b>-8,17</b>	<b>-13,78</b>	
<b>148 Länder</b>	<b>182.745</b>	<b>161.625</b>	<b>148.776</b>	<b>130.964</b>	<b>125.812</b>	<b>3,72</b>	<b>3,29</b>	<b>3,03</b>	<b>2,66</b>	<b>2,56</b>	

Quelle: Eigene Berechnungen

Bis zum Jahr 2020 sind die Bestimmungsfaktoren der Entwicklung vergleichsweise zuverlässig einschätzbar. Daher wird erwartet, dass das Flächenpotenzial in Deutschland bis zum Jahr 2020 auf 3,5 Mio. ha ansteigen wird (zuzüglich der in der Basis genutzten Nawaro-Fläche). Für die dann folgenden Jahre wird sich der Steigerungstrend fortset-

*Bis 2020 sind die Potenziale ziemlich sicher abschätzbar*

zen. Die Unsicherheiten sind allerdings relativ groß. Es ist deshalb nur mit geringerer Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass im Jahr 2030 der Schätzwert des Flächenpotenzials tatsächlich 5,5 Mio. ha und in 2050 sogar 7,9 Mio. ha der landwirtschaftlich genutzten Fläche Deutschlands ausmachen wird. Die im Zeitablauf zunehmende Unzuverlässigkeit der Schätzwerte ergibt sich weniger aus den zentralen Annahmen zu Nahrungsmittelverbrauch und Angebotsentwicklung als aus der Annahme, dass die als „Referenz“ beschriebenen Rahmenbedingungen über den Zeitraum von 40 Jahren nahezu unverändert bleiben.

Alle ausgewiesenen Flächenpotenziale beziffern die zusätzlichen landwirtschaftlich genutzten Flächen, die über die in der Basis bereits existierenden Flächen für Non-Food-Verwendungen hinaus zur Verfügung stehen werden. Das heißt beispielsweise für Deutschland, dass im Zeitraum 2006 bis 2009 durchschnittlich - wenn auch stark steigend - nach Daten der Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe (FNR, 2011) bereits rund 2 Mio. ha landwirtschaftlich genutzte Fläche für die stoffliche und energetische Nutzung verwendet wurden und das gesamte Flächenpotenzial in der Basis über 4 Mio. ha betrug und entsprechend bis zum Jahr 2030 auf über 6 und bis 2050 auf 9 Mio. ha anwachsen könnte.

In der EU-27 gibt es Länder mit sehr großen Flächenpotenzialen, wie Frankreich, Spanien, Ungarn und andere. Daneben gibt es Länder mit wachsendem Flächenbedarf für die Nahrungsmittelproduktion und andere Zwecke wie Großbritannien, Italien u.a. Dadurch kommt es im Saldo der EU-27 zu einer geringeren Steigerung des Flächenpotenzials als in Deutschland. Gleichwohl ergibt sich für die EU-27 ein Flächenpotenzial von 10,4 Mio. ha in der Basis, das bis 2020 auf 16,2 Mio. ha und bis 2050 sich fast verdoppeln kann.

Die größten Flächenpotenziale entstehen im Zuge der erwartbaren Entwicklung in den übrigen europäischen Staaten. Schon in der Basis hätte ein gigantisches Flächenpotenzial dort genutzt werden können. Allein in Russland wurden um die 50 Mio. ha Ackerland aus wirtschaftlichen und anderen Gründen nicht genutzt. Ähnliche Verhältnisse waren in der Ukraine und anderen ehemaligen GUS-Ländern vorzufinden. Bei insgesamt eher stagnierender Bevölkerung und teilweise abnehmendem Pro-Kopf-Verbrauch sowie steigenden Ertragserwartungen

*Deutschland verfügt über große nationale Bioenergiepotenziale: 4 Mio. ha in der Basis, bis 9 Mio. ha in 2050*

*Auch in der EU-27 sind kräftig wachsende nationale Potenziale zu erwarten: bis zu 30 Mio. ha in 2050*

*Europa kann sich zum größten Agrarüberschussgebiet entwickeln*

auf vergleichsweise niedrigem Produktivitätsniveau, ergeben sich dort enorme Flächenpotenziale. Wenn sie nicht für die Non-Food-Verwendungen eingesetzt werden, wird sich vor allem durch die übrigen Staaten Europas der europäische Kontinent zu dem größten Agrarüberschussgebiet und gegebenenfalls zum größten Exportkontinent entwickeln. Dem gegenüber werden die derzeit hohen Potenziale für Non-Food-Verwendungen in Nordamerika im Zeitablauf nur noch moderat weiter steigen, weil sich dort sowohl die Bevölkerung als auch der Pro-Kopf-Verbrauch erhöhen. Neben Europa wird Südamerika zumindest ein hohes Potenzial behalten und den nordamerikanischen Teilkontinent voraussichtlich um 2050 einholen.

*Demgegenüber gehen die Potenziale in Nord- und Südamerika wegen des hohen Bevölkerungs- und Pro-Kopf-Verbrauchswachstums zurück*

Die Ergebnisse zeigen, dass Asien und Afrika durch besonders hohe Zuwachsraten der Nahrungsmittelnachfrage abnehmende Potenziale für Non-Food-Verwendungen besitzen und im Basiszeitraum 2006-2009 nur noch in Asien insgesamt positive Bilanzen ausgewiesen sind, mit Defiziten in Ost- und Westasien und hohen aber abnehmenden Überschüssen in Südasien. Das heißt: die Kaufkraft schafft Nahrungsmittelnachfrage, mit der Folge, dass die genannten Länder in West- und Ostasien im weiteren Zeitverlauf zunehmend auf Nahrungsmittelimporte angewiesen sein werden.

*Kaum Potenziale in Afrika und Asien*

Afrika, das sich zur Zeit nur zu etwa 80 % selbst ernährt, sieht sich ausgenommen Südafrika stark wachsenden Nahrungsversorgungsdefiziten gegenüber. Nur Südafrika und Namibia verfügen über nennenswerte Bioenergiepotenziale. In der Summe fehlten schon in der Basis 28 Mio. ha zur Selbstversorgung mit Nahrungs- und Futtermitteln sowie Milch und Rindfleisch. Diese Flächen wären notwendig, um alle derzeitigen Importe an Getreide, Ölsaaten, Zucker, Milchprodukte und Rindfleisch durch eine inländische Erzeugung zu substituieren. Nur in Südafrika gab es im Basiszeitraum mit ca. 8 Mio. ha ein nennenswertes Flächenpotenzial für die Non-Food-Produktion (neben dem bereits für nachwachsende Rohstoffe genutzten Flächen von unbekanntem Umfang (Baumwolle, Palmöl, Faserpflanzen u.a.).

Saldiert man die Flächen einzelner Länder und Ländergruppen für alle 148 Länder ergibt sich aus globaler Sicht folgendes (Tabelle 11 letzte Zeile):

- In dem Szenario „Referenz“ besteht ein beträchtliches nationales Non-Food-Flächenpotenzial für einzelne Länder und auch für Ländergruppen bzw. Kontinente. In dem Basiszeitraum 2006-2009 betrug es etwa 183 Mio. ha, das waren aber nur 3 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche. Dabei handelt es sich - um Missverständnissen vorzubeugen - um Potenziale, die im Basiszeitraum nicht genutzt wurden. Diese Potenziale beziehen sich auf die Vergangenheit, in der die Nutzung nicht wirtschaftlich oder möglich war. Stattdessen lagen umfangreiche Flächen brach, und von anderen Flächen wurden Agrarüberschüsse produziert und mit Subventionen exportiert.
- Durch anhaltendes Bevölkerungswachstum und bei vermutlich zunehmendem Pro-Kopf-Verbrauch nimmt das Non-Food-Flächenpotenzial ab, wenn die Flächen mit unterschiedlicher Produktivität saldiert werden (in Folge der Finanz- und Wirtschaftsentwicklung der letzten Jahre und in den nächsten Jahren könnte die ausgewiesene Zunahme der Nahrungsmittelnachfrage vermutlich etwas überschätzt sein).
- Bis zum Jahr 2020 kommt es im Referenzszenario vermutlich zu einer zunehmenden Verknappung von Flächen zur Non-Food-Produktion. Da die Anlagen für die stoffliche und energetische Nutzung von Biomasse vorhanden sind und solange arbeiten wie ihre Grenzkosten gedeckt sind, kommt es dann zu einer stärkeren Nachfragekonkurrenz zwischen Food und Non-Food mit in der Folge steigenden Agrarrohstoffpreisen.
- Auch bis zum Jahr 2050 kann die Nahrungsmittelnachfrage gedeckt werden. Gleichwohl ist diese Prognose unsicher; denn in 40 Jahren können sich viele Einflussfaktoren entscheidend ändern.

*Im Basiszeitraum wurden umfangreiche Potenziale (13% der LF) für Bioenergie aus wirtschaftlichen und anderen Gründen nicht genutzt: global 183 Mio. ha*

*Beim Referenzszenario nimmt das Flächenpotenzial bis 2050 allerdings ab*

Insgesamt folgt aus den Zahlen in Tabelle 11, dass bis zum Jahr 2020 zwar abnehmende aber immer noch große Potenziale für Non-Food-Verwendungen bestehen bleiben. Den für das Jahr 2020 für alle Länder ausgewiesenen landwirtschaftlichen Nutzflächen für Non-Food-Zwecke von rund 150 Mio. ha sind die in den Basisdaten schon für Non-Food-Zwecke aufgeführten Flächen im Umfang von ca. 30 Mio. ha

*Doch auch bis zum Jahr 2050 kann die Nahrungsmittelnachfrage gedeckt werden*

hinzuzuaddieren. Das wären zusammen etwa 3 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche (ca. 10 % der Ackerfläche) weltweit.

Flächenpotenziale für die Non-Food-Verwendungen haben vor allem Industrie- und Schwellenländer mit gut entwickelter Infrastruktur, die auch durchaus in der Lage wären, entsprechende Konversionsanlagen für die Herstellung von Bioenergieträgern zu installieren und unter den Rahmenbedingungen wirtschaftlich zu betreiben. Diese Unternehmen können sich dann in diesen Ländern die Rohstoffbasis unter vergleichsweise sicheren wirtschaftlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen sichern. Gleichwohl ist zu berücksichtigen, dass der Importbedarf an agrarischen Rohstoffen insbesondere in bevölkerungsreichen Ländern in Asien und Afrika zunehmen wird. Daraus folgt, dass es zu einer stärkeren Konkurrenz zwischen Agrarrohstoffen für die Non-Food-Verwendung und den Export in Einfuhrländer kommen wird. Allein daraus können Preiseffekte entstehen, die das in diesem Szenario „Referenz“ unterstellte „Business as usual“ so stark tangieren, dass die Schätzergebnisse sowohl in die eine als auch in die andere Richtung in stärkerem Maße abweichen könnten.

*Die größten Bioenergiepotenziale besitzen wenige Industrie- und Schwellenländer, die auch die Konversionsanlagen installieren konnten*

Insgesamt lässt sich zu den Ergebnissen der Potenzialschätzung für das Szenario Referenz festhalten, dass schon in der Basis (2006 – 2009) erhebliche Flächenpotenziale zur Verfügung standen. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass diese rund 180 Mio. ha Ackerland fast ausschließlich aus damals existierenden Brachflächen bestand. Die beträchtlichen Potenziale der klassischen Agrarexportländer dienen dazu, die Defizite der ressourcenarmen Defizitländer in Teilen Asiens und in fast allen Staaten Afrikas zu decken. Die Abschätzungen zeigen, dass die Flächendefizite in Afrika kräftig und in Asien moderat zunehmen und sie werden aber weit überkompensiert von den zunehmenden Potenzialen für nachwachsende Rohstoffe in den großen Agrarexportländern.

Abschließend wird darauf hingewiesen, dass das nationale Bioenergiepotenzial nur für die Länder nicht für Salden von Teilkontinenten oder Kontinenten aussagefähig ist. Bei Saldierung werden nämlich Flächen ungeachtet ihrer Produktivität verrechnet. Um Aussagen zum Produktionspotenzial zu erlangen, müssen die Flächen gewichtet werden, was im folgenden Kapitel geschieht.

### 5.2.1.2 Verbleibendes Flächenpotenzial bei globaler Ernährungssicherung

Wie bereits mehrfach erwähnt, kann das nationale Potenzial für Bioenergie unter der Vorgabe einer vorrangig sicherzustellenden Welternährung nur zum Teil für inländische Bioenergie genutzt werden. Die Berechnung der Anteilsfaktoren für das verbleibende Potenzial wird auf der Basis der produktivitätsgewichteten Ackerflächen ermittelt. Dabei werden die Flächenerträge des jeweiligen Landes als Wägungsfaktor für die Gewichtung der Fläche verwendet, da auf einer deutschen Überschussfläche etwa 6 mal so viel produziert wird wie auf einer Defizitfläche im Durchschnitt der afrikanischen Länder (Durchschnitt des Kontinents). Es werden bei dieser Methodik nur die Ackerflächen für die Berechnung der Anteilsquotienten zu Grunde gelegt, weil nur für diese Flächen das Potenzial für Energiepflanzen berechnet wird (Ausnahme: Grünland in der EU).

*Ein Teil des nationalen Non-Food-Potenzials muss für Agrarexporte vorrangig verwendet werden, um die Weltbevölkerung zu ernähren. Das darüber hinaus verfügbare Potenzial wird als verbleibendes Bioenergiepotenzial bezeichnet*

Zu den Zeitpunkten 2015, 2020, 2030 und 2050 weisen beispielsweise die Länder Mittelamerikas, Ost- und Westasiens und Afrikas in allen Szenarien ein defizitäres Flächenpotenzial auf. Dem steht ein positives Flächenpotenzial von Europa, Nord-, Südamerika und Ozeanien gegenüber. Der Quotient aus negativen und positiven Potenzialen im Szenario „Referenz“ ergibt 0,6922 im Jahr 2050. Das bedeutet, dass (nur) 69% der Flächenpotenziale aller Länder mit positiven Potenzialen für die Non-Food-Verwendung genutzt werden dürfen, während die restlichen 31% für Exporte in Defizitländer für die Ernährungssicherung vorgehalten werden müssten. Im Jahr 2020 wären es 34 % für Exporte zur Ernährungssicherung.

Wenn der Anteilsquotient negativ wird, wären die Flächendefizite für die Nahrungsbereitstellung sogar größer als die Flächenpotenziale für Bioenergie-Verwendungen, d.h. der Anteilskoeffizient für Bioenergie-Verwendungen in den Ländern mit positiven Potenzialen würde Null betragen, weil die Potenziale voll zur Sicherung der Welternährung verwendet werden würden. Dieser Verteilungsalgorithmus ist pragmatisch, da er nicht die Wettbewerbsfähigkeit auf den Exportmärkten widerspiegelt. Er entspricht auch nicht den bisher beobachteten Welthandelsanteilen. Allerdings wäre auch jeder andere Zuteilungsschlüssel kaum projizierbar und deshalb angreifbar.

*Der zusätzliche Bedarf an Fläche für Agrarexporte wird global einheitlich proportional zu den Agrarüberschüssen zugeordnet*

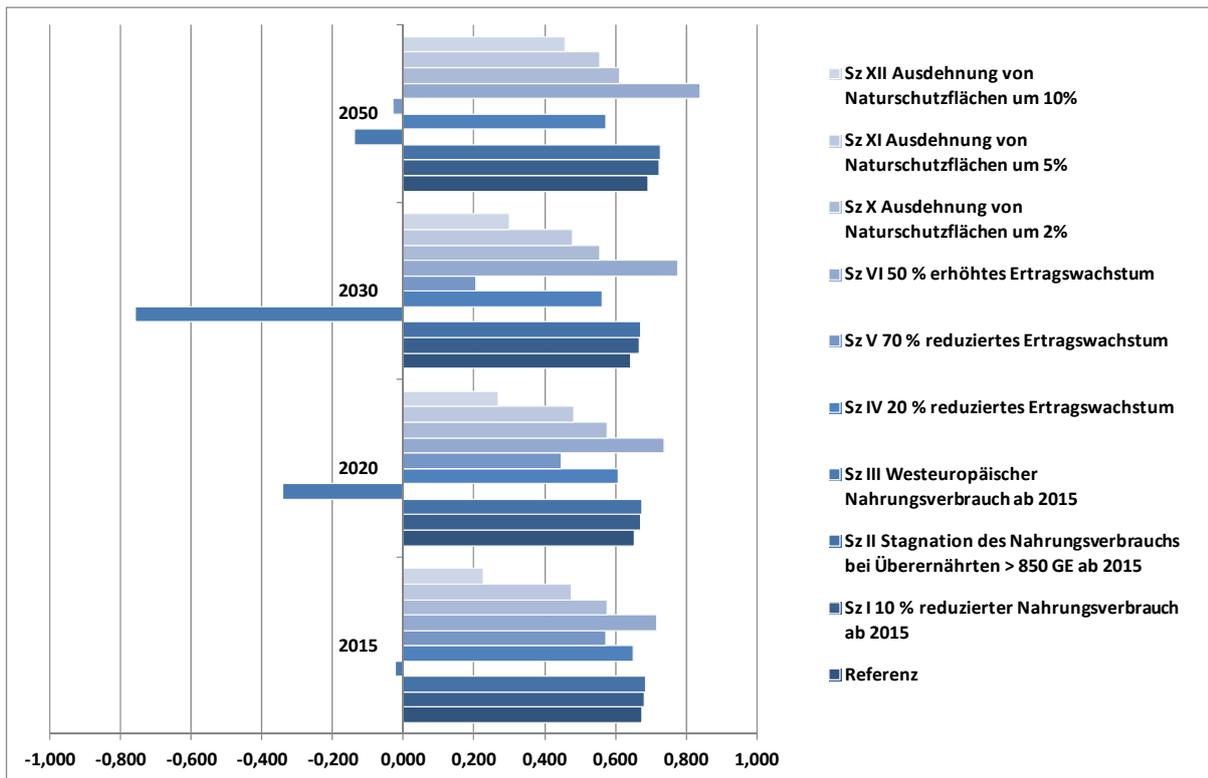
In Tabelle 12 sind im Vorgriff auf die später dargestellten Szenarienrechnungen die Anteilskoeffizienten für alle Szenarien und alle Zeitpunkte aufgeführt.

*Tabelle 12      Anteilsquotienten: Anteil des nationalen Potenzials, der bei Welternährungssicherung für Bioenergie noch verfügbar ist*

Szenario	2015	2020	2030	2050
Referenz	0,676	0,657	0,644	0,692
Sz I 10 % reduzierter Nahrungsverbrauch ab 2015	0,684	0,671	0,668	0,726
Sz II Stagnation des Nahrungsverbrauchs bei Überernährten > 850 GE ab 2015	0,688	0,676	0,673	0,727
Sz III Westeuropäischer Nahrungsverbrauch ab 2015	-0,020	-0,339	-0,757	-0,136
Sz IV 20 % reduziertes Ertragswachstum	0,650	0,609	0,562	0,576
Sz V 70 % reduziertes Ertragswachstum	0,575	0,448	0,208	-0,029
Sz VI 50 % erhöhtes Ertragswachstum	0,718	0,739	0,778	0,842
Sz X Ausdehnung von Naturschutzflächen um 2%	0,579	0,577	0,557	0,613
Sz XI Ausdehnung von Naturschutzflächen um 5%	0,475	0,484	0,479	0,558
Sz XII Ausdehnung von Naturschutzflächen um 10%	0,228	0,270	0,303	0,460

*Quelle: Eigene Berechnungen*

Abb. 10: Anteilsquotienten: Anteil des nationalen Potenzials, der bei Welternährungssicherung für Bioenergie noch verfügbar ist



Quelle: Eigene Berechnungen

Im Szenario Sz VI „Um 50 % erhöhtes Ertragswachstum“ können zum Beispiel im Jahr 2020 von der Summe der nationalen Non-Food-Potenziale aller Länder 74 % genutzt werden, während 26 % zur Sicherung der Welternährung vorgehalten werden müssen. Im Jahr 2050 wäre die Relation 84 zu 16 %. Im Szenario Sz XII „Ausdehnung von Naturschutzflächen um 10 %“ liegt der zu reservierende Anteil zur Sicherung der Welternährung im Jahr 2020 bei 73 % und in 2050 bei 54 %. Diese Beispiele zeigen, dass bei der Prämisse „Vorrang der Welternährungssicherung“ durch wachsenden Nahrungsmittelbedarf bei begrenzten Angebotsressourcen immer nur ein Teil des nationalen Non-Food-Potenzials für Bioenergie genutzt werden kann, während der andere Teil für Nahrungsexporte bereitgestellt würde.

In Tabelle 13 ist im rechten Teil das verbleibende Flächenpotenzial bei globaler Sicherung der Welternährung ausgewiesen. Die Einzeldarstellung aller 148 Länder würde aus Platzgründen unpraktikabel sein. Deshalb ist nur Deutschland als Einzelstaat ausgewiesen (hier handelt es sich im Sinne des Wortes um nationales Potenzial), während bei den Kontinenten (bzw. Teilkontinenten) der Saldo der beteiligten Länder als

nationales Potenzial dargestellt ist. Bei einigen Teilkontinenten ist als nationales Potenzial eine negative Bioenergiefläche ausgewiesen. Das bedeutet diese Flächen fehlen zur Nahrungsbedarfsdeckung aus inländischer Produktion. Bei den Teilkontinenten und Kontinenten handelt es sich um reale Flächen. In der Zeile „Gesamt 148 Länder“ sind die realen Flächen der Kontinente saldiert. Das heißt: ein Hektar wenig produktive Fläche in Afrika hat dieselbe Wertigkeit wie ein Hektar hoch ertragreiche Fläche in Deutschland oder Nordamerika. In der untersten Zeile „Bei Berücksichtigung der Produktivität“ sind die realen Flächen der Länder mit der Produktivität gewichtet, d.h. gemessen am Welt-durchschnittsniveau, um eine Vergleichbarkeit aller Länder zu ermöglichen und dann saldiert.

Die Salden in der letzten Zeile müssen im linken Teil der Tabelle mit dem rechten Teil identisch sein. Denn, das nationale Potenzial aller Länder wird solange zugunsten des Nahrungsexports reduziert, bis alle Flächendefizite der Defizitländer bei null sind. Der Saldo des verbleibenden Potenzials muss exakt so groß sein wie der Saldo der produktivitätsgewichteten Flächen des nationalen/kontinentalen Potenzials. Die Salden der realen (vorletzte Zeile) und produktivitätsgewichteten Flächen weichen voneinander ab, weil die Länder mit den stark wachsenden Flächendefiziten (Afrika, Asien) eine geringere Produktivität aufweisen als die Länder mit steigenden Flächenüberschüssen (Europa).

Würde in diesem Szenario („Referenz“) die EU-27 „egoistisch“ handeln, sich aber nicht an der Sicherung der Welternährung beteiligen, würden die vollen nationalen Potenziale genutzt, nämlich ein Flächenumfang in Höhe von 16,246 Mio. ha im Jahr 2020 (Tabelle 13). Gleichwohl würden Teile dieser Fläche für die Welternährung fehlen. Es käme zu deutlichen Preissteigerungen bei Agrarrohstoffen für Nahrungsgüter, die in der EU-27 bewirken würden, die Bioenergie-Verwendung zugunsten von Weltmarktexporten zurück zu fahren. Insofern ist dieses Ergebnis vergleichsweise unrealistisch und nicht nachhaltig. Die EU-27 würde nämlich bei globalem Handelsausgleich, also durch Beteiligung mit Exporten zur Welternährungssicherung, nur etwa 13,2 Mio. ha als verbleibendes Potenzial besitzen und für die Bioenergieproduktion nutzen können (Tabelle 13).

*Auch Deutschland und die EU würden einen Teil des Bioenergiepotenzials vorrangig für Nahrungsmittelexport bereitstellen*

Die Summe der nationalen Potenziale geht von der Basis bis 2050 von 183 auf 126 Mio. ha zurück. Demgegenüber steigt die Summe der verbleibenden Potenziale von 197 auf 258 Mio. ha und bei „Produktivitätsgewichtung“ sogar auf 283 Mio. ha an. Eine ausführliche Darstellung aller Länder zu den verbleibenden Potenzialen in der Referenz befindet sich im Anhang, vgl. Tabelle A-2.

Die Abschätzung der zukünftigen Flächenpotenziale definiert grundsätzlich nur die freiwerdenden Ackerflächen. Denn freigesetzte Grünlandflächen werden gegenwärtig nur in Deutschland und einigen EU-Ländern infolge massiver Förderung zur Biogaserzeugung genutzt, obwohl auch hier Energiepflanzen vom Ackerland (Mais) die weitaus größere Bedeutung besitzen. Für Deutschland und die EU-Länder weisen die Tabellen deshalb auch die ab der Basis freiwerdende Grünlandfläche aus. Wenn diese negativ sind, wie beispielsweise in der EU 27, bedeutet das lediglich, dass von dem ausgewiesenen Flächenpotenzial eine entsprechende Grünlandfläche zur Ernährungssicherung bereitgestellt werden muss. Für die weiterführenden Abschätzungen des Flächenpotenzials wird allerdings nur von freigesetzten Ackerflächen ausgegangen, weil das Grünland eine geringe Rolle spielt und bisher kaum als Ressource für Bioenergie einsetzbar ist.

**Tabelle 13: Nationale und verbleibende Flächenpotenziale für Bioenergie-Verwendungen (Welt) Szenario: Referenz**

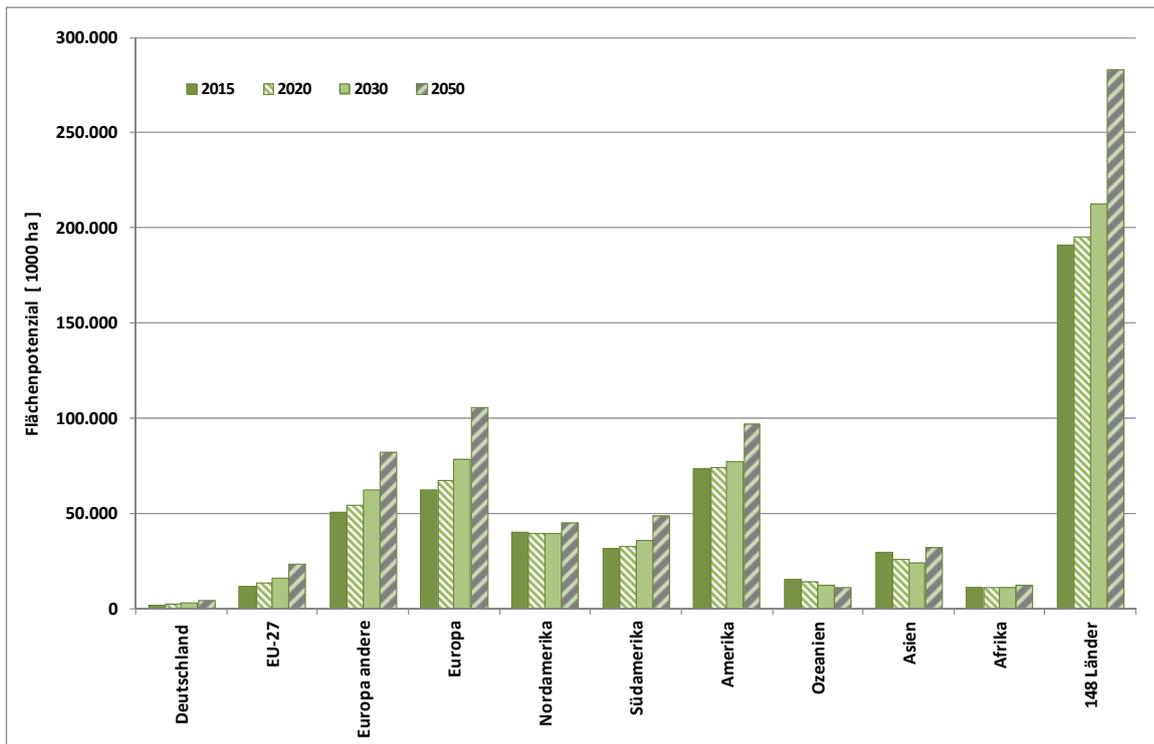
Erdteil Teilerdteil Land	nationales Potenzial					verbleibendes Potenzial bei Ernährungssicherung (Welt)				
	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050
	Tsd ha					Tsd ha				
Deutschland	2.258	3.493	4.186	5.492	7.900	1.050	1.738	2.101	2.807	4.429
<i>zusätzlich freigesetztes Grünland</i>							622	648	732	1.039
EU-27	10.431	13.831	16.246	21.460	32.709	9.822	11.882	13.198	16.070	23.563
<i>zusätzlich freigesetztes Grünland</i>							-2.533	-2.531	-2.241	-924
Europa andere	60.673	74.333	82.009	96.083	117.917	43.535	50.414	54.045	62.151	81.885
Europa	71.104	88.163	98.256	117.543	150.626	53.357	62.296	67.243	78.220	105.449
Nordamerika	59.090	59.409	59.973	61.365	65.351	42.290	40.157	39.379	39.542	45.233
Mittelamerika	529	-221	-595	-1.130	-673	2.685	2.146	2.067	2.131	3.271
Südamerika	36.864	41.487	44.294	50.251	64.888	29.764	31.474	32.503	35.791	48.452
Amerika	96.483	100.675	103.672	110.486	129.566	74.738	73.777	73.948	77.464	96.956
Ozeanien	25.654	22.848	21.351	18.917	15.826	18.360	15.444	14.019	12.190	10.954
Ostasien	-8.844	-17.308	-21.136	-24.971	-20.321	66	8	0	0	0
Zentralasien	8.445	6.595	5.628	4.451	3.144	6.927	4.875	4.025	3.039	2.232
Südasien	35.653	24.943	19.266	10.919	6.304	27.196	19.009	15.247	10.173	7.771
Südostasien	-6.687	-2.674	-89	5.779	19.666	2.784	3.114	4.366	8.204	18.653
Westasien	-10.610	-13.807	-15.461	-17.984	-20.230	2.894	2.416	2.286	2.347	3.600
Asien	17.957	-2.251	-11.792	-21.805	-11.436	39.866	29.422	25.924	23.762	32.256
Ostafrika	-663	-6.079	-10.306	-19.182	-37.617	2.119	1.373	1.261	1.317	2.211
Mittelafrika	-1.173	-3.504	-5.113	-8.386	-14.007	2.171	1.710	1.437	919	103
Nordafrika	-11.926	-14.977	-17.052	-20.537	-25.031	0	0	0	0	0
Südafrika	7.814	8.138	8.316	8.561	9.010	6.256	6.487	6.607	6.944	8.303
Westafrika	-22.506	-31.388	-38.555	-54.632	-91.124	710	1.328	1.545	1.788	1.915
Afrika	-28.454	-47.810	-62.710	-94.177	-158.769	11.256	10.898	10.850	10.968	12.532
148 Länder	182.745	161.625	148.776	130.964	125.812	197.577	191.837	191.984	202.604	258.146
Bei Berücksichtigung der Produktivität	190.353	190.932	195.037	212.710	282.932	190.353	190.932	195.037	212.710	282.932

*Auch Deutschland und die EU würden vorrangig für den Weltmarkt Nahrungsmittel exportieren*

Quelle: Eigene Berechnungen

Die Abbildung 11 zeigt die verbleibenden Flächenpotenziale nach Sicherung der Welternährung. Es wird anschaulich, dass sich die Bioenergiepotenziale auf bestimmte Regionen konzentrieren und im Zeitverlauf noch zunehmen.

Abb. 11: Flächenpotenziale (verbleibend) für Bioenergie nach Sicherung der Welternährung (Welt) Szenario: Referenz



Quelle: Eigene Berechnungen

## 5.2.2 Flächenpotenziale unter veränderten Entwicklungsszenarien

Die zukünftige Entwicklung der Erträge beeinflusst zum einen die Flächenpotenziale in besonders starkem Maße, und sie ist zum anderen vergleichsweise unsicher vorherzusagen. Es ist also nicht auszuschließen, dass sich die im Szenario „Referenz“ angenommenen Trends in die Richtung höherer oder niedrigerer Nahrungsmittelnachfrage verändern. Wie das sich quantitativ auswirken würde sollen die folgenden Szenarien beschreiben.

**Tabelle 14: Übersichtstabelle zu den Ergebnissen der Szenarienrechnungen (verbleibendes Flächenpotenzial für Bioenergie)**

Szenario	Basis 2007 (Ø 2006 - 2009)	Zeitraum			
		Basis - 2015	2015 - 2020	2020 - 2030	2030 - 2050
<b>Referenz</b>		Veränderung im Zeitraum in %			
Bevölkerung	6.644,7 Mio	8,67	5,54	9,89	14,64
Getreideertrag	3,48 t/ha	9,97	5,99	11,12	19,48
Nahrungsverbrauch	647 GE	2,68	1,60	2,94	4,76
		Mio. ha (produktivitätsgewichtet)			
Flächenfreisetzung (akkumuliert)	190,4	190,9	195,0	212,7	282,9
<b>Sz I 10 % reduzierter Nahrungsverbrauch ab 2015</b>					
Flächenfreisetzung (akkumuliert)	190,4	194,1	201,0	223,5	302,2
<b>Sz II Stagnation des Nahrungsverbrauchs bei Überernährten &gt; 850 GE ab 2015</b>					
Flächenfreisetzung (akkumuliert)	190,4	199,7	208,8	234,6	317,8
<b>Sz III Westeuropäischer Nahrungsverbrauch ab 2015</b>					
Flächenfreisetzung (akkumuliert)	190,4	0,0	0,0	0,0	0,0
(Defizitfläche)*		(-125,8)	(-261,3)	(-478,1)	(-386,8)
<b>Sz IV 20 % reduziertes Ertragswachstum</b>					
Flächenfreisetzung (akkumuliert)	190,4	178,0	170,5	168,1	208,4
<b>Sz V 70 % reduziertes Ertragswachstum</b>					
Flächenfreisetzung (akkumuliert)	190,4	144,4	105,8	47,1	0,0
(Defizitfläche)*					(-148,4)
<b>Sz VI 50 % erhöhtes Ertragswachstum</b>					
Flächenfreisetzung (akkumuliert)	190,4	214,7	246,7	308,9	440,5
<b>Sz X Ausdehnung von Naturschutzflächen um 2%</b>					
Flächenfreisetzung (akkumuliert)	190,4	147,1	155,5	165,7	229,6
<b>Sz XI Ausdehnung von Naturschutzflächen um 5%</b>					
Flächenfreisetzung (akkumuliert)	190,4	107,7	117,8	130,7	198,4
<b>Sz XII Ausdehnung von Naturschutzflächen um 10%</b>					
Flächenfreisetzung (akkumuliert)	190,4	42,1	54,4	71,8	149,2

\* nicht produktivitätsgewichtet

Quelle: Eigene Berechnungen

Ein Blick auf die Tabelle 14 zeigt, dass im oberen Teil die wichtigsten Basiswerte und Wachstumsraten bei „Business as usual“ dargestellt sind. In der Referenz werden die Bioenergiepotenziale von 190 Mio. ha bis auf 283 Mio. ha ansteigen. Da hier nur saldierte Länderpotenziale betrachtet werden, sind die produktivitätsgewichteten Potenziale als der bessere Produktionsindikator heranzuziehen. Die Szenarien zum reduzierten Nahrungsverbrauch ändern die Bioenergiepotenziale nur unwesentlich, während das eher theoretische Szenario mit Erhöhung des Nahrungsverbrauchs auf westeuropäisches Verbrauchsniveau überhaupt keine Bioenergiepotenziale ermöglicht (im Gegenteil, hier würde die gesamte globale Agrarfläche nicht für die Nahrungsmittelproduktion ausreichend sein, vgl. Defizitfläche). Bei reduzierten Ertragszuwachsrate um etwa 20 %, ließe sich das Bioenergiepotenzial der Basis etwa erhalten, während bei 70 % geringeren Ertragszuwachsrate schon 2030 keine Bioenergiepotenziale mehr verfügbar wären. Eine globale Umsetzung von LUC (land use change) und Flächenumwidmungen zu Naturschutz von 2 oder 5 % ließen noch nennenswerte Bioenergiepotenziale verfügbar. Im Folgenden wird auf die Szenarienergebnisse im Detail eingegangen.

*Die Ergebnisse der Szenarienrechnungen im Überblick*

### **5.2.2.1 Veränderter Nahrungsmittelbedarf**

Der Nahrungsmittelbedarf wird vom Bevölkerungswachstum und von dem Pro-Kopf-Verbrauch bestimmt. In dem vorausgegangenen Szenario „Referenz“ wurden nach den bisherigen Trends Wachstumsraten von etwa 0,75 % für die Bevölkerung und 0,28 % für den Pro-Kopf-Verbrauch unterstellt. Als eine realistische Abweichung davon wird ein um 10 % geringerer Pro-Kopf-Verbrauch angenommen.

#### **5.2.2.1.1 Niedrigerer Nahrungsmittelbedarf um 10%**

Bei einer um 10 % niedrigeren Wachstumsrate des Nahrungsmittelbedarfs erhöht sich erwartungsgemäß das Flächenpotenzial für Bioenergie. Wie die Ergebnisse der Übersichtstabelle (Tabelle 15) zeigen, wird bis 2050 das Potenzial an Fläche für Bioenergie etwa 20 Mio. ha höher sein (302,2 minus 282,9 Mio. ha produktivitätsgewichtet).

Die ausführliche Darstellung der Ergebnisse nach Ländern zeigt erwartungsgemäß, dass in diesem Szenario mehr Länder Flächenpotenziale besitzen und über den gesamten Betrachtungszeitraum behalten. We-

*Bioenergieflächenpotenziale erhöhen sich global sich um 20 Mio. ha*

gen der geringeren Nahrungsmittelnachfrage bleiben in diesem Szenario im Vergleich zur Referenz nur geringfügig höhere Bioenergiepotenziale verfügbar: nämlich 2020 ca. 6 Mio. ha, 2030 ca. 10 Mio. ha und 2050 ca. 20 Mio. ha.

**Tabelle 15:** Nationale und verbleibende Flächenpotenziale für Bioenergie; Szenario: Niedrigerer Nahrungsmittelbedarf um 10%

Erdeil Teilerdeil Land	nationales Potenzial					verbleibendes Potenzial bei Ernährungssicherung (Welt)				
	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050
	Tsd ha					Tsd ha				
Deutschland	2.258	3.502	4.202	5.518	7.940	1.050	1.766	2.157	2.929	4.673
<i>zusätzlich freigesetztes Grünland</i>						630	662	759	1.089	
EU-27	10.431	13.972	16.507	21.924	33.490	9.822	12.101	13.622	16.903	25.125
<i>zusätzlich freigesetztes Grünland</i>						-2.542	-2.546	-2.249	-819	
Europa andere	60.673	74.520	82.339	96.624	118.643	43.535	51.145	55.440	64.812	86.396
Europa	71.104	88.492	98.847	118.548	152.133	53.357	63.246	69.061	81.715	111.520
Nordamerika	59.090	59.549	60.219	61.762	65.927	42.290	40.738	40.406	41.282	47.848
Mittelamerika	529	-93	-352	-672	162	2.685	2.238	2.241	2.448	3.890
Südamerika	36.864	41.612	44.523	50.649	65.540	29.764	31.927	33.346	37.354	51.202
Amerika	96.483	101.067	104.390	111.740	131.629	74.738	74.903	75.992	81.085	102.940
Ozeanien	25.654	22.852	21.358	18.929	15.845	18.360	15.633	14.331	12.653	11.500
Ostasien	-8.844	-16.401	-19.391	-21.669	-14.284	66	11	0	0	0
Zentralasien	8.445	6.654	5.736	4.643	3.465	6.927	4.967	4.173	3.256	2.570
Südasien	35.653	25.442	20.223	12.727	9.614	27.196	19.512	16.092	11.506	10.023
Südostasien	-6.687	-2.478	291	6.378	20.876	2.784	3.199	4.672	8.836	20.286
Westasien	-10.610	-13.739	-15.332	-17.746	-19.809	2.894	2.448	2.341	2.443	3.788
Asien	17.957	-522	-8.473	-15.668	-137	39.866	30.137	27.278	26.040	36.668
Ostafrika	-663	-5.881	-9.914	-18.400	-36.047	2.119	1.471	1.412	1.607	2.830
Mittelafrika	-1.173	-3.456	-5.021	-8.211	-13.681	2.171	1.737	1.481	977	155
Nordafrika	-11.926	-14.884	-16.866	-20.169	-24.308	0	0	0	0	0
Südafrika	7.814	8.159	8.355	8.634	9.148	6.256	6.575	6.770	7.236	8.772
Westafrika	-22.506	-31.182	-38.150	-53.844	-89.601	710	1.362	1.613	1.902	2.122
Afrika	-28.454	-47.245	-61.595	-91.989	-154.489	11.256	11.145	11.276	11.722	13.879
148 Länder	182.745	164.644	154.526	141.560	144.980	197.577	195.065	197.939	213.214	276.507
Bei Berücksichtigung der Produktivität	190.353	194.059	200.962	223.536	302.201	190.353	194.059	200.962	223.536	302.201

Quelle: Eigene Berechnungen

### 5.2.2.1.2 Stagnation des Nahrungsmittelverbrauchs bei „Überernährten“

In diesem Szenario wird unterstellt, dass entgegen dem langjährigen Trend in allen Ländern mit einer überdurchschnittlich ernährten Bevölkerung („Überernährte“) kein weiteres Wachstum des Nahrungsmittelverbrauchs mehr stattfindet. Als Schwellenwert für „Überernährte“ wurde ein Nahrungsmittelverbrauch von 1100 GE-pro-Kopf und Jahr angenommen. Die Ergebnisse in Tabelle 16 zeigen, dass sich gegenüber der Referenz für Deutschland nichts ändert. In Deutschland nimmt der Nahrungsmittelverbrauch nicht mehr zu, und deshalb bleibt es bei einem unveränderten nationalen Potenzial für Bioenergie.

**Tabelle 16: Nationale und verbleibende Flächenpotenziale für Bioenergie;  
Szenario: Stagnation des Nahrungsmittelverbrauchs bei  
„Überernährten“**

Erdteil Teilerdteil Land	nationales Potenzial					verbleibendes Potenzial bei Ernährungssicherung (Welt)				
	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050
	Tsd ha					Tsd ha				
Deutschland	2.258	3.493	4.186	5.492	7.900	1.050	1.770	2.163	2.932	4.655
<i>zusätzlich freigesetztes Grünland</i>						634	667	765	1.092	
EU-27	10.431	15.043	18.232	24.847	38.501	9.822	12.595	14.406	18.188	27.353
<i>zusätzlich freigesetztes Grünland</i>						-2.244	-2.082	-1.464	652	
Europa andere	60.673	74.436	82.236	96.477	118.721	43.535	51.382	55.763	65.142	86.598
Europa	71.104	89.478	100.469	121.324	157.222	53.357	63.977	70.169	83.330	113.951
Nordamerika	59.090	61.599	63.164	65.993	71.653	42.290	42.388	42.699	44.418	52.120
Mittelamerika	529	1.174	1.614	2.564	5.543	2.685	3.144	3.621	4.711	7.958
Südamerika	36.864	42.836	46.311	53.306	69.542	29.764	32.927	34.766	39.352	54.032
Amerika	96.483	105.609	111.089	121.863	146.737	74.738	78.460	81.086	88.481	114.110
Ozeanien	25.654	22.848	21.351	18.917	15.826	18.360	15.722	14.433	12.733	11.512
Ostasien	-8.844	-17.308	-21.136	-24.971	-20.321	66	8	0	0	0
Zentralasien	8.445	7.181	6.532	5.903	5.453	6.927	5.366	4.755	4.151	4.025
Südasien	35.653	24.943	19.266	10.919	6.304	27.196	19.352	15.697	10.626	8.167
Südostasien	-6.687	-2.674	-89	5.779	19.666	2.784	3.170	4.495	8.569	19.602
Westasien	-10.610	-13.742	-15.130	-17.097	-17.701	2.894	2.460	2.354	2.451	3.783
Asien	17.957	-1.599	-10.558	-19.466	-6.599	39.866	30.356	27.300	25.798	35.577
Ostafrika	-663	-6.079	-10.306	-19.182	-37.617	2.119	1.398	1.299	1.375	2.323
Mittelafrika	-1.173	-3.504	-5.113	-8.386	-14.007	2.171	1.741	1.479	960	108
Nordafrika	-11.926	-14.977	-17.052	-20.537	-25.031	0	0	0	0	0
Südafrika	7.814	8.138	8.316	8.561	9.010	6.256	6.604	6.803	7.253	8.725
Westafrika	-22.506	-31.388	-38.555	-54.632	-91.124	710	1.352	1.590	1.868	2.013
Afrika	-28.454	-47.810	-62.710	-94.177	-158.769	11.256	11.095	11.171	11.456	13.170
148 Länder	182.745	168.527	159.641	148.461	154.416	197.577	199.610	204.160	221.798	288.320
Bei Berücksichtigung der Produktivität	190.353	199.739	208.848	234.648	317.817	190.353	199.739	208.848	234.648	317.817

Quelle: Eigene Berechnungen

Demgegenüber fällt das verbleibende Potenzial bei Ernährungssicherung auch für Deutschland gegenüber der Referenz höher aus, weil Deutschland einen geringeren Beitrag zur Sicherung der Welternährung erbringen muss. Da in der EU jedoch zahlreiche Länder einen „überdurchschnittlichem Nahrungskonsum“ aufweisen und in Zukunft weitere Zuwachsraten erwarten lassen, ergibt sich in diesem Szenario für die EU-27 eine Steigerung des nationalen Bioenergiepotenzials und des verbleibenden Energiepotenzials. Den größten Zuwachs an Bioenergiepotenzial bringt die Annahme einer Stagnation bei „Überernährten“ für Nord- und Südamerika. In Westasien fällt das Defizit an Flächen zur Sicherstellung der Ernährung geringer aus. In den Ländern Afrikas ändert sich überhaupt nichts, weil es dort keine Länder mit Überernährung und weiterem Wachstum des Nahrungsmittelverbrauchs gibt. Im Gesamtergebnis steigt das verbleibende Potenzial bei Ernährungssicherung in diesem Szenario gegenüber der Referenz um etwa

*Stagnation des Pro-Kopf-Verbrauchs bei „Überernährten“ bringt 10 bis 35 Mio. ha Bioenergiepotenzial*

9 Mio. ha im Jahr 2015 bis auf 35 Mio. ha (produktivitätsgewichtet) im Jahr 2050.

#### **5.2.2.1.3 Anstieg des Nahrungsmittelverbrauchs auf das Niveau der westeuropäischen Länder**

Als Schwellenwert für das durchschnittliche westeuropäische Nahrungsverbrauchs-niveau wurde ein Nahrungsmittelverbrauch von 1100 GE/pro-Kopf und Jahr angenommen. Ab dem Jahr 2015 wächst der Nahrungsmittelverbrauch für alle Länder unter diesem Schwellenwert auf 1100 GE an, die Länder über diesem Wert (im Jahr 2015) folgen dem ermittelten Trend. Die Ergebnisse (Tabelle 17) zeigen, dass nur noch die bisher schon deutlich über dem westeuropäischen Verbrauch liegenden Länder ihre nationalen Potenziale für Bioenergie behalten, während die Mehrzahl der Länder Asiens und Afrikas bei Anhebung auf das westeuropäische Nahrungsverbrauchs-niveau extrem hohe Flächendefizite für die Sicherstellung der Ernährung aufweisen würden.

*Steigt der Pro-Kopf-Verbrauch bei „Unterenährten“ auf westeuropäisches Niveau fehlen 500 Mio. ha für Nahrungsmittel*

Der Saldo der Flächenpotenziale und -defizite aller Länder beträgt im Jahr 2015 minus 130 Mio. ha. Das ist gegenüber der Referenz (plus 157 Mio. ha) ein Differenzbetrag von über 280 Mio. ha. Das Flächendefizit nimmt noch bis 2030 bis auf 480 Mio. ha dramatisch zu. Danach erreichen viele Länder mit unterdurchschnittlichem Pro-Kopf-Verbrauch den Schwellenwert Westeuropas, sodass das weitere Flächendefizit bis zum Jahr 2050 geringer wird.

Insgesamt folgt aus dieser sehr hypothetischen Alternativrechnung, dass im Fall eines kräftigen Anstiegs des Pro-Kopf-Verbrauchs in den unterdurchschnittlich mit Nahrungsmitteln versorgten Ländern auf westeuropäisches Niveau ein gigantisches Nahrungsmittelversorgungsproblem entsteht. Während die traditionellen Überschussländer bei ihrem bereits sehr hohem Pro-Kopf-Verbrauch keine wesentliche Änderung in Nahrungsmittelversorgung und nationalem Bioenergiepotenzial erfahren, würde der Importbedarf für Nahrungsmittel in den Ländern mit den größten Nahrungsmitteldefiziten extrem steigen.

Die Berechnung des verbleibenden Potenzials bei Ernährungssicherung führt zu dem Ergebnis, dass in der Basis noch rund 197 Mio. ha verbleibendes Potenzial für Bioenergie verfügbar war. Aber schon im Jahr 2015 reichen die Überschüsse der Länder mit positivem Bioenergiepotenzialen nicht mehr aus, um die Nahrungsmitteldefizite

der anderen Länder zu decken. Die Flächendefizite erreichen per Saldo 480 Mio. ha im Jahr 2030. Bezieht man diese absolute Fläche auf die global verfügbare Ackerfläche, sind das etwa 30 %.

**Tabelle 17:** Nationale und verbleibende Flächenpotenziale für Bioenergie;  
Szenario: Anstieg des Nahrungsmittelverbrauchs auf das  
Niveau der westeuropäischen Länder

Erdteil Teilerdteil Land	nationales Potenzial					verbleibendes Potenzial bei Ernährungssicherung (Welt)				
	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050
	Tsd ha					Tsd ha				
Deutschland	2.258	3.493	4.186	5.492	7.900	1.050	0	0	0	0
<i>zusätzlich freigesetztes Grünland</i>							-69	-1.418	-4.157	-1.074
EU-27	10.431	11.950	13.420	17.039	29.503	9.822	0	0	0	0
<i>zusätzlich freigesetztes Grünland</i>							-237	-4.546	-12.898	-4.011
Europa andere	60.673	63.077	64.963	69.007	93.576	43.535	0	0	0	0
Europa	71.104	75.027	78.383	86.046	123.078	53.357	0	0	0	0
Nordamerika	59.090	59.409	59.973	61.365	65.351	42.290	0	0	0	0
Mittelamerika	529	-3.601	-5.464	-8.448	-3.634	2.685	0	0	0	0
Südamerika	36.864	39.362	41.123	45.031	62.560	29.764	0	0	0	0
Amerika	96.483	95.170	95.633	97.947	124.277	74.738	0	0	0	0
Ozeanien	25.654	22.846	21.348	18.913	15.820	18.360	0	0	0	0
Ostasien	-8.844	-41.027	-55.426	-76.600	-44.829	66	0	0	0	0
Zentralasien	8.445	3.776	1.514	-1.825	-1.441	6.927	0	0	0	0
Südostasien	35.653	-57.882	-97.571	-158.400	-136.753	27.196	0	0	0	0
Südostasien	-6.687	-27.109	-34.893	-46.013	-23.370	2.784	0	0	0	0
Westasien	-10.610	-21.468	-26.658	-35.147	-34.341	2.894	0	0	0	0
Asien	17.957	-143.710	-213.035	-317.984	-240.734	39.866	0	0	0	0
Ostafrika	-663	-47.378	-68.078	-103.273	-115.206	2.119	0	0	0	0
Mittelafrika	-1.173	-23.659	-32.279	-46.286	-50.982	2.171	0	0	0	0
Nordafrika	-11.926	-27.846	-36.380	-51.043	-52.063	0	0	0	0	0
Südafrika	7.814	5.734	4.763	3.058	4.849	6.256	0	0	0	0
Westafrika	-22.506	-81.935	-111.665	-165.457	-195.791	710	0	0	0	0
Afrika	-28.454	-175.085	-243.639	-363.001	-409.193	11.256	0	0	0	0
148 Länder	182.745	-125.752	-261.311	-478.079	-386.751	197.577	0	0	0	0
Bei Berücksichtigung der Produktivität	190.353	0	0	0	0	190.353	0	0	0	0

Quelle: Eigene Berechnungen

Obwohl die Annahmen zu diesem Szenario sehr hypothetisch sind, zeigen die Ergebnisse doch sehr eindeutig, dass die Entwicklung des Nahrungsmittelverbrauchs der Weltbevölkerung eine ganz entscheidende Rolle für das Potenzial für Bioenergie in der zukünftigen Entwicklung spielen wird.

### 5.2.2.2 Veränderte Produktivität

Die Ertragsentwicklung der letzten Jahrzehnte war zunächst geprägt von hohen züchterischen und technischen Fortschritten- auch als Grüne Revolution in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts bezeich-

net. In den letzten 10 bis 15 Jahren war die Ertragsentwicklung unter veränderten wirtschaftlichen und sozialen Rahmenbedingungen stärker durch Ausschöpfung des genetischen Potenzials und Verlagerung der Zuchtziele auf Resistenzen und andere Sekundärmerkmale gekennzeichnet. Dieser Trend könnte sich wieder zu stärkeren Ertragsfortschritten verändern, insbesondere bei höheren Agrarpreisen.

Die Agrarpreise waren in den letzten Jahrzehnten auf niedrigem Niveau und weitgehend konstant. In den Jahren 2007-2008 und 2010-2011 stiegen die Agrarpreise weltweit um 100 % und mehr. In der Zeit hat sich schon gezeigt, dass die Agrarbetriebe mit einer Intensivierung der Produktion reagieren.

In den folgenden drei Szenarien wird angenommen, dass sich die Produktivität in einem „negativen“ Szenario mit ungünstigen Agrarpreisen und starker Klimaerwärmung die bisher beobachteten Trends der Ertragsentwicklung so verändert, dass sie in einem moderaten Szenario um 20 % und in einem extremen Szenario um 70 % ab 2015 zurückgeht. In einem optimistischen Szenario wird der Ertragstrend in „positiver“ Richtung angenommen, nämlich um plus 25 % ab 2015 und plus 50 % ab 2020 bis 2050. Das heißt: dass in Ländern mit negativem Ertragstrend der Rückgang um 25 bzw. 50% vermindert wird.

*Annahmen:  
-20 bzw. -70 % Trend-  
abweichung vom Referen-  
zertrag*

#### **5.2.2.2.1 Niedrigere Ertragssteigerungen um 20 %**

Bei einer um 20 % niedrigeren Wachstumsrate der Erträge vermindert sich erwartungsgemäß das Flächenpotenzial für Bioenergie. Wie die Ergebnisse der Tabelle 18 zeigen, reduziert sich für Deutschland das nationale Bioenergiepotenzial gegenüber der Referenz um ca. 100.000 ha in 2015 und ca. 450.000 ha in 2050. Das nach Welternährungssicherung verbleibende Potenzial vermindert sich allerdings im Jahr 2050 um ca. 1 Mio. ha in Deutschland, das zugunsten größerer Agrarexporte genutzt werden würde. Das globale Bioenergiepotenzial reduziert sich gegenüber der Referenz in 2050 von 282 Mio. ha auf 208 Mio. ha, also um mehr als 25 %.

*Sinken die Ertragszu-  
wachsrate global um  
20 %, stehen 25% we-  
niger Bioenergiepoten-  
ziale zur Verfügung (75  
Mio. ha)*

**Tabelle 18: Nationale und verbleibende Flächenpotenziale für Bioenergie;  
Szenario: Niedrigere Ertragssteigerungen um 20 %**

Erdteil Teilerdteil Land	nationales Potenzial					verbleibendes Potenzial bei Ernährungssicherung (Welt)				
	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050
	Tsd ha					Tsd ha				
Deutschland	2.258	3.399	4.015	5.200	7.461	1.050	1.612	1.844	2.285	3.433
<i>zusätzlich freigesetztes Grünland</i>							599	601	639	864
EU-27	10.431	13.024	14.763	18.857	28.484	9.822	11.009	11.521	12.887	17.802
<i>zusätzlich freigesetztes Grünland</i>							-2.538	-2.531	-2.283	-1.397
Europa andere	60.673	72.955	79.573	92.237	112.794	43.535	47.621	48.658	52.110	65.233
Europa	71.104	85.979	94.336	111.094	141.277	53.357	58.630	60.179	64.997	83.035
Nordamerika	59.090	57.501	56.398	55.180	55.773	42.290	37.399	34.345	31.033	32.122
Mittelamerika	529	-586	-1.293	-2.368	-2.064	2.685	1.868	1.526	1.290	2.032
Südamerika	36.864	40.639	42.720	47.473	60.465	29.764	29.805	29.315	29.892	38.074
Amerika	96.483	97.554	97.825	100.285	114.174	74.738	69.072	65.186	62.215	72.228
Ozeanien	25.654	22.792	21.246	18.726	15.498	18.360	14.824	12.938	10.531	8.926
Ostasien	-8.844	-18.583	-23.612	-29.735	-29.246	66	0	0	0	0
Zentralasien	8.445	6.237	4.989	3.376	1.477	6.927	4.517	3.447	2.223	1.045
Südasien	35.653	22.817	15.170	3.501	-6.060	27.196	17.126	12.035	5.362	3.539
Südostasien	-6.687	-3.606	-1.859	2.496	14.188	2.784	2.797	3.419	5.653	12.802
Westasien	-10.610	-14.013	-15.850	-18.670	-21.319	2.894	2.201	1.898	1.679	2.381
Asien	17.957	-7.146	-21.162	-39.033	-40.960	39.866	26.641	20.800	14.917	19.768
Ostafrika	-663	-6.725	-11.551	-21.512	-41.810	2.119	1.132	892	661	980
Mittelafrika	-1.173	-3.707	-5.500	-9.099	-15.262	2.171	1.579	1.211	592	0
Nordafrika	-11.926	-15.452	-17.964	-22.263	-28.193	0	0	0	0	0
Südafrika	7.814	7.995	8.063	8.156	8.433	6.256	6.154	5.984	5.849	6.604
Westafrika	-22.506	-32.331	-40.369	-58.176	-97.513	710	1.157	1.245	1.265	1.024
Afrika	-28.454	-50.220	-67.320	-102.895	-174.345	11.256	10.022	9.332	8.367	8.608
148 Länder	182.745	148.959	124.925	88.178	55.644	197.577	179.190	168.435	161.027	192.565
Bei Berücksichtigung der Produktivität	190.353	177.997	170.461	168.094	208.400	190.353	177.997	170.461	168.094	208.400

Quelle: Eigene Berechnungen

### 5.2.2.2 Niedrigere Ertragssteigerungen um 70 %

Bei einer um 70 % niedrigeren Wachstumsrate der Erträge zeigen die Ergebnisse für die Zeitpunkte bis 2050 gravierende Verminderungen des zu erwartenden Flächenpotenzials für Bioenergie (Tabelle 19). In Deutschland reduziert sich das nationale Bioenergiepotenzial gegenüber der Referenz um etwa 600.000 ha im Jahr 2020 und ca. 1,7 Mio. ha im Jahr 2050. Ähnlich verläuft die Potenzialminderung in allen wichtigen Agrarüberschussgebieten der Welt, und die Defizite in den Agrarzuschussgebieten der Welt steigen kräftig an.

Die Saldierung der Flächenüberschüsse und Flächendefizite aller Länder führt schon in der Zeit zwischen 2020 und 2030 zu einer Erschöpfung der globalen Bioenergieflächen. Bei dieser Betrachtung ist allerdings die produktivitätsgewichtete Fläche maßgeblich. Sie wird erst nach dem Jahr 2030 gegen 0 gehen. Daraus folgt, dass das globale Potenzial für Bioenergie im Zeitablauf immer mehr und schließlich voll-

*Auch bei 70 % geringem Ertragszuwachs behält Deutschland bis 2030 Bioenergiepotenziale*

ständig für die Ernährungssicherung bereitgestellt werden muss. Das verbleibende Potenzial nach Ernährungssicherung ist ebenfalls in allen Ländern deutlich geringer und rasch abnehmend.

Deutschland kann bis 2030 nur noch einen kleinen Teil des nationalen Potenzials für Bioenergie verwenden und müsste im Umkehrschluss einen größeren und wachsenden Teil für Agrarexporte bereitstellen. Insgesamt zeigen die Berechnungen zu diesem Szenario, dass zukünftig ein beträchtliches Wachstums des Produktionsvolumens benötigt wird. Da die Ertragssteigerungen in diesem Zusammenhang die wichtigste Variable darstellt, hängt sowohl die Welternährung als auch die Bioenergieproduktion in Zukunft entscheidend davon ab, wie das weitere Ertragswachstum auch bei teilweise ungünstigeren Klimabedingungen gestaltet werden kann.

*Nach 2030 gibt es global keine Bioenergiepotenziale mehr und die Welternährung ist nicht mehr zu sichern*

**Tabelle 19: Nationale und verbleibende Flächenpotenziale für Bioenergie; Szenario: Niedrigere Ertragssteigerungen um 70 %**

Erdteil Teilerdteil Land	nationales Potenzial					verbleibendes Potenzial bei Ernährungssicherung (Welt)				
	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050
	Tsd ha					Tsd ha				
Deutschland	2.258	3.156	3.562	4.397	6.165	1.050	1.286	1.154	677	0
<i>zusätzlich freigesetztes Grünland</i>							530	442	236	-179
EU-27	10.431	10.968	10.918	11.928	16.803	9.822	8.900	7.220	3.672	0
<i>zusätzlich freigesetztes Grünland</i>							-2.590	-2.327	-1.196	-487
Europa andere	60.673	69.293	72.928	81.127	96.509	43.535	40.032	32.866	16.957	0
Europa	71.104	80.261	83.846	93.055	113.312	53.357	48.932	40.086	20.629	0
Nordamerika	59.090	52.496	46.815	37.794	26.553	42.290	30.200	20.983	7.846	0
Mittelamerika	529	-1.537	-3.139	-5.801	-8.750	2.685	1.197	761	405	0
Südamerika	36.864	38.447	38.595	39.970	47.565	29.764	25.259	19.997	9.756	0
Amerika	96.483	89.406	82.272	71.963	65.368	74.738	56.656	41.741	18.007	0
Ozeanien	25.654	22.377	20.459	17.291	13.010	18.360	12.873	9.170	3.590	0
Ostasien	-8.844	-21.904	-30.041	-42.031	-52.155	66	0	0	0	0
Zentralasien	8.445	5.325	3.306	421	-3.366	6.927	3.639	2.034	409	0
Südostasien	35.653	17.288	4.351	-16.841	-42.215	27.196	12.455	4.727	790	0
Südostasien	-6.687	-5.978	-6.399	-6.237	-1.193	2.784	2.008	1.336	941	0
Westasien	-10.610	-13.896	-15.628	-18.198	-20.251	2.894	1.662	965	246	0
Asien	17.957	-19.165	-44.412	-82.885	-119.180	39.866	19.764	9.062	2.386	0
Ostafrika	-663	-9.056	-16.128	-30.258	-58.293	2.119	764	513	150	0
Mittelafrika	-1.173	-4.239	-6.525	-11.033	-18.956	2.171	1.242	653	103	0
Nordafrika	-11.926	-16.666	-20.297	-26.667	-36.238	0	0	0	0	0
Südafrika	7.814	7.592	7.330	6.906	6.470	6.256	5.233	4.107	1.925	0
Westafrika	-22.506	-34.723	-45.010	-66.989	-113.869	710	799	579	158	0
Afrika	-28.454	-57.093	-80.631	-128.042	-220.886	11.256	8.039	5.852	2.336	0
148 Länder	182.745	115.786	61.534	-28.619	-148.377	197.577	146.263	105.911	46.948	0
Bei Berücksichtigung der Produktivität	190.353	144.430	105.780	47.145	0	190.353	144.430	105.780	47.145	0

Quelle: Eigene Berechnungen

### 5.2.2.2.3 Höhere Ertragssteigerungen um 25 % bis 2015 und um 50 % von 2015 bis 2050

Wie oben bereits erwähnt wurde, sind insbesondere bei steigenden Agrarpreisen höhere als die bisher beobachteten Ertragssteigerungen nicht unrealistisch. Für die folgenden Berechnungen wurde etwa von einer Preiselastizität des Angebots von 0,2 ausgegangen und eine nachhaltige Steigerung der Agrarpreise um 50 % gegenüber der Agrarpreissituation vor 2008 und um 100 % ab 2015 angesichts der zunehmenden Verknappung der Agrarrohstoffe unterstellt.

*Preissteigerungen-  
Angebotssteigerungen-  
Mehr Bioenergiepoten-  
ziale*

Die Ergebnisse der Berechnungen in Tabelle 20 zeigen im Vergleich zur Referenz, dass sich das nationale Flächenpotenzial für Bioenergie beispielsweise in Deutschland bis zum Jahr 2020 um ungefähr 350.000 ha und bis zum Jahr 2050 um fast 1 Mio. ha erhöhen würde. Besonders hohe Zuwächse im Bioenergiepotenzial ergeben sich erwartungsgemäß in den Ländern mit Hohertragsstandorten wie Nordamerika. Die Flächendefizite der Zuschussregionen in Asien und Afrika verringern sich ebenfalls erheblich. Entsprechend fallen die verbleibenden Potenziale unter Berücksichtigung der globalen Ernährungssicherung in den wichtigsten Agrarüberschussländern und weltweit erheblich höher aus.

Deutschland wird beispielsweise weniger Agrarexporte tätigen müssen und gewinnt dadurch überproportional an Bioenergiepotenzial, das schon im Jahr 2020 gut 500.000 ha höher sein wird als in der Referenz und im Jahr 2050 um 1,7 Mio. ha höher liegt. Das nach Sicherung der Welternährung verbleibende globale Potenzial für Bioenergie steigt vom Basiszeitraum von 190 Mio. ha auf 440 Mio. ha (produktivitätsgewichtet). Unter diesem Szenario könnten sogar 30 % der weltweiten Ackerflächen für Bioenergiepflanzen zur Verfügung gestellt werden.

*Das Bioenergiepotenzial  
steigt auf 30 % der LF*

An dieser Stelle kann die Schlussfolgerung zu den Ertragsminderungsszenarien nur wiederholt werden. Die weitere Entwicklung der Produktivität der Agrarstandorte ist der entscheidende Ansatzpunkt zur Sicherung der Welternährung und gleichzeitigen Nutzung von Potenzialen für Klimaschutz, Beschäftigung und Einkommenssicherung in den ländlichen Räumen.

**Tabelle 20:** Nationale und verbleibende Flächenpotenziale für Bioenergie;  
Szenario: Höhere Ertragssteigerungen um 25 % bis 2015 und  
um 50 % von 2015 bis 2050

Erdteil Teilerdteil Land	nationales Potenzial					verbleibendes Potenzial bei Ernährungssicherung (Welt)				
	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050
	Tsd ha					Tsd ha				
Deutschland	2.258	3.668	4.546	6.118	8.807	1.050	1.972	2.629	3.874	6.154
<i>zusätzlich freigesetztes Grünland</i>						661	729	883	1.264	
EU-27	10.431	15.189	19.243	27.051	41.830	9.822	13.388	16.578	22.688	34.766
<i>zusätzlich freigesetztes Grünland</i>						-2.481	-2.361	-1.651	470	
Europa andere	60.673	76.906	86.992	103.923	127.683	43.535	55.390	64.469	81.078	107.870
Europa	71.104	92.096	106.236	130.974	169.513	53.357	68.778	81.047	103.766	142.636
Nordamerika	59.090	62.925	67.394	74.407	84.701	42.290	45.183	49.789	57.866	71.349
Mittelamerika	529	451	851	1.510	3.486	2.685	2.699	3.304	4.433	7.089
Südamerika	36.864	43.078	47.621	56.228	74.742	29.764	34.424	38.722	47.309	66.194
Amerika	96.483	106.454	115.865	132.145	162.928	74.738	82.306	91.815	109.607	144.631
Ozeanien	25.654	22.924	21.503	19.201	16.322	18.360	16.460	15.886	14.933	13.749
Ostasien	-8.844	-14.908	-15.739	-13.891	1.122	66	27	6	0	4.683
Zentralasien	8.445	7.156	6.867	6.678	5.960	6.927	5.456	5.168	5.193	5.020
Südasien	35.653	28.857	27.862	26.954	30.890	27.196	22.541	22.471	22.778	27.899
Südostasien	-6.687	-920	3.807	12.526	30.229	2.784	3.986	7.351	14.386	30.061
Westasien	-10.610	-13.347	-14.446	-16.087	-17.160	2.894	2.819	3.138	3.931	6.253
Asien	17.957	6.838	8.350	16.181	51.042	39.866	34.828	38.133	46.289	73.916
Ostafrika	-663	-4.956	-7.817	-14.223	-28.352	2.119	1.915	2.242	3.145	5.395
Mittelafrika	-1.173	-3.128	-4.293	-6.803	-11.222	2.171	1.950	1.924	1.730	1.286
Nordafrika	-11.926	-14.077	-15.061	-16.519	-17.434	0	0	0	0	1.240
Südafrika	7.814	8.399	8.822	9.369	10.108	6.256	7.067	7.785	8.963	10.961
Westafrika	-22.506	-29.617	-34.640	-46.793	-76.063	710	1.648	2.280	3.207	4.134
Afrika	-28.454	-43.378	-52.988	-74.969	-122.963	11.256	12.579	14.231	17.044	23.016
148 Länder	182.745	184.934	198.966	223.534	276.842	197.577	214.951	241.112	291.640	397.949
Bei Berücksichtigung der Produktivität	190.353	214.727	246.730	308.925	440.512	190.353	214.727	246.730	308.925	440.512

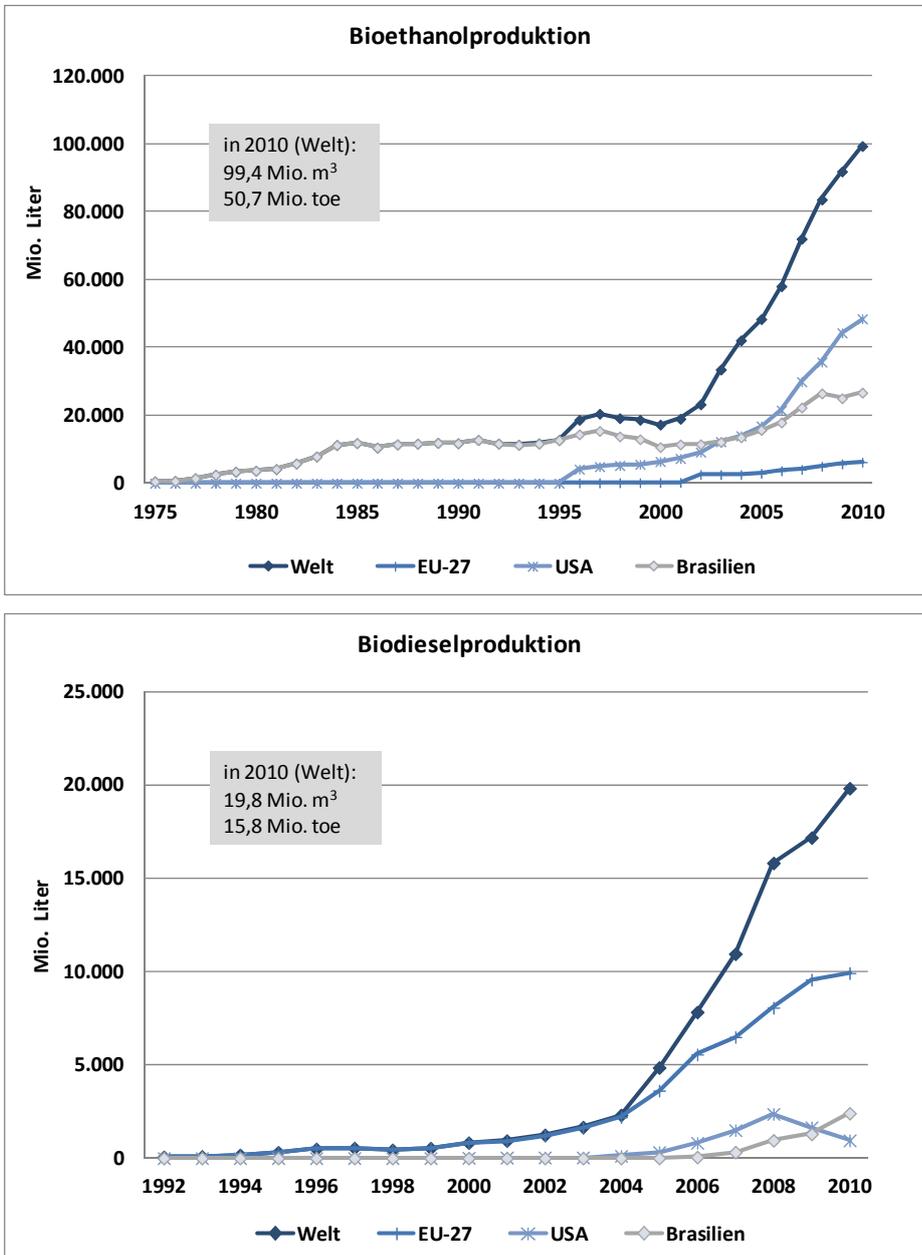
Quelle: Eigene Berechnungen

### 5.2.2.3 Die Nutzungskonkurrenz zwischen wachsender Flächenausdehnung für Bioenergie und wachsenden Nahrungsmittelbedarf

Seit den ersten globalen Energieversorgungskrisen in den 70er und 80er Jahren des letzten Jahrhunderts wurden neue Kapazitäten zur Nutzung von Biomasse für Bioenergie in einigen Ländern aufgebaut. Wie die Abbildungen (Abb. 12) zeigen, begann die Entwicklung der Bioethanolproduktion in Brasilien schon 1980. Eine zunehmende Konkurrenz mit der Nahrungsmittelproduktion und globalen Welternährungssicherung ergab sich aber erst Ende der 90er Jahre des letzten Jahrhunderts, als Deutschland mit einigen anderen EU-Ländern aus Gründen der Beseitigung von Agrarüberschüssen und mit politischen Instrumenten zur Erreichung der Klimaschutzziele begannen, Biotreibstoffe zu fördern. Die stärkste Expansion und damit deutlichere Wir-

kungen auf die Nutzungskonkurrenz ergab sich mit dem massiven Ausbau der Bioethanolproduktion in den USA.

Abb. 12: Globale Bioethanol- und Biodieselproduktion



Quelle: [http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=HIGH\\_AGLINK\\_2011](http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=HIGH_AGLINK_2011) (Zugriff Januar 2012)

52 Mio. ha allein für Biokraftstoffe

Wie die Daten in Tabelle 21 zeigen wurden im Jahr 2010/11 allein für die Herstellung von Biokraftstoffen weltweit etwa 60 Mio. ha Fläche in Anspruch genommen. Allerdings werden dabei nur die Agrarprodukte berücksichtigt, die den einzelnen Ländern gemäß Produktion zugeordnet werden können. Rohstoffe, wie bspw. Palmöl, die in z.B. Deutschland zu Biodiesel verarbeitet werden und keinem Herkunftsland zuge-

ordnet werden können, sind in Tabelle 21 nicht berücksichtigt. Rechnet man die Verwendung von Agrarflächen für die Herstellung von Bioethanol außerhalb des Transportsektors und sonstige Verwendungen nachwachsender Rohstoffe beispielsweise für eine stoffliche Nutzung hinzu, dürfte der Umfang der Flächen für nachwachsende Rohstoffe etwa bereits 70 bis 80 Mio. ha erreicht haben.

In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, wie groß die Flächen für die Bereitstellung von Bioenergie in den einzelnen Ländern und weltweit bereits angewachsen sind, mit welchen Wachstumsraten sich die Bioenergieflächen derzeit weiter entwickeln und wann die Ausdehnung der Nutzung für Bioenergie die dafür bereit stehenden Potenziale erreicht und damit in einen ernsthaften Konflikt mit der Welternährungssicherung gerät.

Zur Berechnung bzw. Beantwortung dieser Fragen wurden die existierenden Produktionsmengen biogener Endenergieträger ermittelt und die Wachstumsrate der Flächenveränderung für diese Nutzungsrichtung abgeschätzt. Mit Bezug auf die Referenz (business as usual) wurde sodann das für die Referenz berechnete Bioenergieflächenpotenzial den bereits existierenden und den zukünftig zu erwartenden Bioenergieflächen bei unterschiedlichen Wachstumsraten gegenüber gestellt.

Es konnten nur die wichtigsten Energiepflanzen berücksichtigt werden. Das sind bei globaler Betrachtung zweifellos die Biokraftstoffe. In Deutschland und einigen anderen Ländern spielen natürlich nach wie vor traditionelle Biomassen (Holz) für die stoffliche Nutzung und die energetische Nutzung eine große Rolle, allerdings nicht im Zusammenhang mit der Nutzungskonkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion.

Tabelle 21: *Umfang der Biokraftstoffproduktion in den wichtigsten Ländern*

Land	Kraftstoffe	t Pflanzenöl für Biodiesel bzw. t Ethanol	Frucht	Rohstoffverwendung t	Ertrag dt/ha	ha für Biotreibstoff
Deutschland	Ethanol		Getreide		75,14	250.000 <sup>c</sup>
	Biodiesel		Raps		38,05	910.000 <sup>c</sup>
Österreich	Ethanol		Getreide	400.000	61,28	65.269
	Biodiesel	330.000	Raps		30,82	267.707
Belgien	Biodiesel	300.000	Raps		37,22	201.515
Tschechien	Biodiesel	210.000	Raps		30,48	172.269
Dänemark	Biodiesel	100.000	Raps		35,75	69.934
Frankreich	Ethanol <sup>a</sup>	1.100.000	Getreide	1.800.000	68,86	261.396
	Biodiesel	1.800.000	Raps		32,36	1.390.689
Italien	Ethanol <sup>a</sup>	70.000	Getreide	140.000	52,20	26.822
	Biodiesel	700.000	Raps, Sonnenbl.		21,01	833.103
Niederlande	Biodiesel	410.000	Raps		38,90	263.505
Polen	Ethanol <sup>a</sup>	250.000	Getreide	500.000	31,35	159.488
	Biodiesel	500.000	Raps		27,84	449.067
Portugal	Biodiesel	340.000	Sonnenbl.		6,82	997.721
Slowakei	Biodiesel	80.000	Raps		22,84	87.570
Spanien	Ethanol <sup>a</sup>	500.000	Mais, Weizen	1.000.000	33,75	296.256
	Biodiesel	750.000	Sonnenbl.		16,58	904.571
Schweden	Ethanol <sup>a</sup>	210.000	Getreide	420.000	48,37	86.824
	Biodiesel	195.000	Raps		27,91	174.644
Vereinigtes Königreich	Ethanol <sup>a</sup>	400.000	Getreide	800.000	71,01	112.658
	Biodiesel	300.000	Raps		32,60	230.080
Ungarn	Ethanol <sup>a</sup>	185.000	Mais, Weizen	370.000	47,42	78.031
Andere EU	Ethanol	1.060.000	Getreide	2.120.000	48,90	433.538
	Biodiesel	376.000	Raps		30,50	308.197
Gesamtfläche EU	Ethanol					1.770.283
	Biodiesel					7.260.572
Kanada	Ethanol	2.020.000	Getreide	4.700.000	31,75	1.480.392
	Biodiesel	120.000	Raps		17,80	168.553
USA	Ethanol	53.450.000	Mais	130.000.000	67,41	19.285.709
	Biodiesel	200.000	Raps		16,47	303.672
	Biodiesel	1.100.000	Soja		28,29	2.101.435
Australien	Ethanol	520.000	Weizen, Mais	1.000.000	14,37	696.082
	Biodiesel		Zuckerrohr	300.000	861,63	3.482
China	Ethanol	2.100.000	Mais	5.000.000	54,08	924.585
	Biodiesel		Cassava	570.000	173,64	32.826
Brasilien	Ethanol	24.550.000	Zuckerrohr	14.100.000	35,32	3.992.203
	Biodiesel		Zuckerrohr	274.300.000	777,20	3.529.352
	Biodiesel	1.725.000	Soja		26,61	3.503.523
Kolumbien	Ethanol	388.000	Getreide	150.000	39,72	37.760
	Biodiesel		Zuckerrohr	4.200.000	973,73	43.133
	Biodiesel	200.000	Palmöl		193,94	50.000
Indien	Ethanol	2.387.000	Zuckerrohr	2.500.000	673,31	37.130
Thailand	Ethanol	450.000	Zuckerrohr	1.300.000	644,26	20.178
	Biodiesel		Cassava	740.000	218,17	33.919
	Biodiesel	450.000	Palmöl		171,89	112.500
Argentinien	Ethanol <sup>b</sup>	370.000	Getreide	740.000	37,87	195.398
	Biodiesel	2.300.000	Soja		25,80	4.818.583
Indonesien	Ethanol	50.000	Cassava	140.000	161,70	8.658
	Biodiesel	650.000	Palmöl		177,27	162.500
Malaysia	Biodiesel	110.000	Palmöl		213,03	27.500
Südafrika	Ethanol <sup>b</sup>	377.000	Getreide	754.000	36,05	209.146
Guatemala	Ethanol <sup>b</sup>	155.000	Getreide	310.000	20,46	151.491
Mexiko	Ethanol <sup>b</sup>	180.000	Getreide	360.000	33,63	107.036
Bolivien	Ethanol <sup>b</sup>	110.000	Getreide	220.000	19,92	110.429
Paraguay	Ethanol <sup>b</sup>	218.000	Getreide	436.000	24,49	178.024
Peru	Ethanol <sup>b</sup>	200.000	Getreide	400.000	37,25	107.370
Japan	Ethanol <sup>b</sup>	100.000	Getreide	200.000	60,24	33.199
Südkorea	Ethanol <sup>b</sup>	175.000	Getreide	350.000	67,06	52.196
Pakistan	Ethanol <sup>b</sup>	340.000	Getreide	680.000	26,85	253.223
Philippinen	Ethanol	160.000	Zuckerrohr	250.000	609,31	4.103
<b>Gesamt</b>	<b>Ethanol</b>					<b>33.297.307</b>
	<b>Biodiesel</b>					<b>18.508.838</b>
	<b>Summe</b>					<b>51.806.145</b>

<sup>a</sup> hier direkt Ethanolmenge in cbm angegeben, <sup>b</sup> für Transport und andere Verwendungen, <sup>c</sup> nach Angaben von FNR (2011)

Quelle: F.O. Lichts World Ethanol & Biofuels Report (2011 Vol. 10: No. 3; 2011 Vol.9: No. 23, No. 22, No. 17, No. 16, No. 13), Ertragsdaten nach FAOSTAT (2006-2009), FNR 2011, eigene Berechnungen

In Tabelle 22 sind nur die Länder und Mengen dargestellt, die einen nennenswerten Umfang von Biomasse für Biokraftstoffe einsetzen (vgl. Tabelle A-3, ausführliche Länderdarstellung). Von den Produktionsmengen Bioethanol und Biodiesel wird je nach Agrarrohstoff und Ertrag des betreffenden Landes auf die in der Basis verwendete Fläche geschlossen. In Deutschland ist nur die Gesamtfläche für die energetische Nutzung nach FNR (2011) im Umfang von 1,16 Mio. ha angenommen worden. Es ergibt sich für die EU-27 in der Basis eine Bioenergiefläche von rund 9 Mio. ha, wovon allein auf Biodiesel 7,2 Mio. ha entfallen.

Bei der Betrachtung aller anderen Länder fällt auf, dass in den USA über 21 Mio. ha und in Brasilien über 10 Mio. ha Ackerfläche für Biokraftstoffe bereitgestellt werden und auch Argentinien nutzt bereits 5 Mio. ha überwiegend für Biodiesel. Im Zeitraum ergaben sich weltweit Flächen von knapp 51,8 Mio. ha für Biokraftstoffe, wovon rund 33 Mio. ha auf Bioethanol und etwa 18,5 Mio. ha auf Biodiesel entfielen.

*Die Wachstumsrate der Fläche für Nawaro liegt bei etwa 8 %. Die Fläche wächst auch in Deutschland um ca. 160.000 ha/Jahr*

Für die Entwicklung der Bioenergieflächen wurde vereinfachend für alle Länder eine lineare Trendfortschreibung der Flächenentwicklung der letzten zwölf Jahre angenommen. Das bedeutet z. B. für Deutschland, dass die Basisfläche von knapp 2 Mio. ha jährlich um 8,3 % wächst. Das sind etwa 160.000 ha pro Jahr. Da in allen Ländern die Ausdehnung der Bioenergiefläche von etwa 12 Jahren begonnen hat, wird die jährliche Wachstumsrate der Bioenergieflächen für alle Länder mit 8,3%/Jahr angenommen, ausgenommen Brasilien. Dort wurde die Wachstumsrate aus der gegenwärtigen Bioenergiefläche unter Annahme einer 30-jährigen Entwicklung (ab 1982) mit 3,3 % angenommen.

In Tabelle 22 werden die Bioenergieflächen bei unterschiedlichen Wachstumsraten mit den für die Referenz ermittelten Potenzialen verglichen.

Tabelle 22: Vergleich der Bioenergiepotenziale bei unterschiedlichem Wachstum der existierenden Flächen in der Referenz in den wichtigsten Ländern/Regionen

Land	jährliche Änderung %	nationales Potenzial					verbleibendes Potenzial bei Ernährungssicherung (Welt)				
		in Tsd ha					in Tsd ha				
		Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050
<b>Deutschland</b>											
Flächenpotenzial (FP)		2.258	3.493	4.186	5.492	7.900	1.840	2.659	3.088	3.943	5.930
Bioenergiefläche Basis (BF)		1.966					1.966				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		4.224	5.459	6.152	7.458	9.866	3.806	4.625	5.054	5.909	7.896
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		157	256	452	845		157	256	452	845
Differenz (FP-Ausd)			3.335	3.931	5.040	7.055		2.502	2.832	3.491	5.085
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		393	639	1.130	2.113		393	639	1.130	2.113
Differenz (FP-Ausd)			3.100	3.547	4.361	5.787		2.266	2.449	2.812	3.817
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		629	1.022	1.809	3.382		629	1.022	1.809	3.382
Differenz (FP-Ausd)			2.864	3.164	3.663	4.519		2.030	2.065	2.134	2.549
reale Änderung zur Basis	8,3		1.311	2.130	3.768	7.045		1.311	2.130	3.768	7.045
Differenz (FP-Ausd)			2.182	2.056	1.724	856		1.349	958	175	-1.114
<b>EU-27</b>											
Flächenpotenzial (FP)		6.285	9.452	11.658	16.303	26.177	9.804	11.579	12.714	15.189	22.462
Bioenergiefläche Basis (BF)		9.017					9.017				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		15.302	18.470	20.675	25.320	35.194	18.821	20.596	21.731	24.206	31.480
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		721	1.172	2.074	3.877		721	1.172	2.074	3.877
Differenz (FP-Ausd)			8.731	10.486	14.229	22.299		10.857	11.541	13.115	18.585
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		1.803	2.931	5.185	9.693		1.803	2.931	5.185	9.693
Differenz (FP-Ausd)			7.649	8.728	11.118	16.483		9.775	9.783	10.004	12.769
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		2.885	4.689	8.296	15.509		2.885	4.689	8.296	15.509
Differenz (FP-Ausd)			6.567	6.969	8.007	10.667		8.693	8.025	6.893	6.953
reale Änderung zur Basis	8,3		6.011	9.769	17.283	32.311		6.011	9.769	17.283	32.311
Differenz (FP-Ausd)			3.441	1.890	-980	-6.135		5.567	2.945	-2.094	-9.849
<b>Nordamerika</b>											
Flächenpotenzial (FP)		59.090	59.409	59.973	61.365	65.351	42.290	40.157	39.379	39.542	45.233
Bioenergiefläche Basis (BF)		23.340					23.340				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		59.090	82.748	83.313	84.705	88.691	42.290	63.497	62.718	62.882	68.573
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		1.867	3.034	5.368	10.036		1.867	3.034	5.368	10.036
Differenz (FP-Ausd)			57.541	56.939	55.997	55.315		38.290	36.344	34.174	35.197
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		4.668	7.585	13.420	25.090		4.668	7.585	13.420	25.090
Differenz (FP-Ausd)			54.741	52.388	47.944	40.261		35.489	31.793	26.122	20.143
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		7.469	12.137	21.473	40.144		7.469	12.137	21.473	40.144
Differenz (FP-Ausd)			51.940	47.837	39.892	25.207		32.688	27.242	18.069	5.089
reale Änderung zur Basis	8,3		15.560	25.285	44.735	83.634		15.560	25.285	44.735	83.634
Differenz (FP-Ausd)			43.849	34.689	16.630	-18.283		24.597	14.094	-5.192	-38.401
<b>Südamerika</b>											
Flächenpotenzial (FP)		35.992	40.500	43.193	48.829	62.622	26.157	27.857	28.872	32.009	43.890
Bioenergiefläche Basis (BF)		16.566					16.566				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		52.558	57.066	59.759	65.395	79.188	42.723	44.423	45.437	48.575	60.456
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		1.325	2.154	3.810	7.123		1.325	2.154	3.810	7.123
Differenz (FP-Ausd)			39.175	41.039	45.019	55.499		26.532	26.718	28.199	36.767
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		3.313	5.384	9.525	17.808		3.313	5.384	9.525	17.808
Differenz (FP-Ausd)			37.187	37.809	39.304	44.814		24.544	23.488	22.484	26.082
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		5.301	8.614	15.241	28.493		5.301	8.614	15.241	28.493
Differenz (FP-Ausd)			35.199	34.579	33.589	34.129		22.556	20.257	16.768	15.397
reale Änderung zur Basis	8,3		11.044	17.946	31.751	59.361		11.044	17.946	31.751	59.361
Differenz (FP-Ausd)			29.456	25.247	17.078	3.261		16.814	10.925	258	-15.470

Quelle: Eigene Berechnungen

Tabelle 22 (Fortsetzung): Vergleich der Bioenergiepotenziale bei unterschiedlichem Wachstum der existierenden Flächen in der Referenz in den wichtigsten Ländern/Regionen

Land	jährliche Änderung %	nationales Potenzial					verbleibendes Potenzial bei Ernährungssicherung (Welt)				
		in Tsd ha					in Tsd ha				
		Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050
<b>Asien</b>											
Flächenpotenzial (FP)		19.687	4.859	-1.876	-8.802	933	26.971	19.389	16.819	14.655	19.511
Bioenergiefläche Basis (BF)		1.703					1.703				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		21.390	6.561	-173	-7.100	2.635	28.674	21.092	18.522	16.358	21.214
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		136	221	392	732		136	221	392	732
Differenz (FP-Ausd)			4.723	-2.097	-9.194	201		19.253	16.598	14.264	18.779
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		341	553	979	1.830		341	553	979	1.830
Differenz (FP-Ausd)			4.518	-2.429	-9.781	-898		19.049	16.266	13.676	17.681
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		545	885	1.566	2.928		545	885	1.566	2.928
Differenz (FP-Ausd)			4.314	-2.761	-10.368	-1.996		18.844	15.934	13.089	16.583
reale Änderung zur Basis	8,3		1.135	1.844	3.263	6.101		1.135	1.844	3.263	6.101
Differenz (FP-Ausd)			3.724	-3.720	-12.065	-5.168		18.254	14.975	11.392	13.410
<b>Südafrika</b>											
Flächenpotenzial (FP)		8.372	9.256	9.737	10.476	11.709	5.992	6.256	6.393	6.751	8.104
Bioenergiefläche Basis (BF)		209					209				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		8.581	9.465	9.946	10.685	11.918	6.201	6.466	6.602	6.960	8.314
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		17	27	48	90		17	27	48	90
Differenz (FP-Ausd)			9.239	9.710	10.428	11.619		6.240	6.366	6.702	8.014
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		42	68	120	225		42	68	120	225
Differenz (FP-Ausd)			9.214	9.669	10.356	11.484		6.215	6.325	6.630	7.880
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		67	109	192	360		67	109	192	360
Differenz (FP-Ausd)			9.189	9.628	10.284	11.349		6.190	6.285	6.558	7.745
reale Änderung zur Basis	8,3		139	227	401	749		139	227	401	749
Differenz (FP-Ausd)			9.116	9.510	10.075	10.959		6.117	6.167	6.350	7.355
<b>36 Länder zusammen</b>											
Flächenpotenzial (FP)		152.282	142.836	140.196	142.699	178.142	127.980	118.817	116.221	118.184	148.051
Bioenergiefläche Basis (BF)		51.792					51.792				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		204.074	194.628	191.988	194.491	229.934	179.772	170.609	168.014	169.976	199.844
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		4.143	6.733	11.912	22.271		4.143	6.733	11.912	22.271
Differenz (FP-Ausd)			138.692	133.463	130.787	155.871		114.673	109.488	106.272	125.781
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		10.358	16.833	29.781	55.677		10.358	16.833	29.781	55.677
Differenz (FP-Ausd)			132.477	123.363	112.918	122.465		108.458	99.389	88.403	92.374
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		16.574	26.932	47.649	89.083		16.574	26.932	47.649	89.083
Differenz (FP-Ausd)			126.262	113.264	95.050	89.059		102.243	89.289	70.535	58.968
reale Änderung zur Basis	8,3		34.528	56.108	99.269	185.589		34.528	56.108	99.269	185.589
Differenz (FP-Ausd)			108.308	84.087	43.430	-7.447		84.288	60.113	18.915	-37.538

Quelle: Eigene Berechnungen

Unter diesen Annahmen ergibt sich beispielsweise für Deutschland, dass in der Basis 1,966 Mio. ha Fläche für die Bereitstellung von nachwachsenden Rohstoffen zur Verfügung standen. Addiert man die für das Referenzszenario berechneten nationalen Flächenpotenziale (2,258 Mio. ha) zu diesen in der Basis schon existierenden Flächen hinzu, ergibt sich ein gesamtes Flächenpotenzial für Bioenergie im Jahr 2015 von knapp 5,5 Mio., im Jahr 2020 von gut 6,1 Mio., im Jahr 2030 von knapp 7,5 Mio. und im Jahr 2050 von 9,8 Mio. ha.

Unterstellt man die in der Vergangenheit beobachtete reale Änderung der Bioenergiefläche (8,3 %/Jahr), würden im Jahr 2015 neben den bereits in der Basis existierenden Bioenergieflächen weitere 1,3 Mio. ha durch Ausdehnung hinzukommen. Im Jahr 2020 wären es 2,1 Mio. und im Jahr 2050 sogar 7 Mio. ha zusätzliche Bioenergieflächen.

Vergleicht man diese Flächenschätzung mit dem Flächenpotenzial des Referenzszenarios, würden im Jahr 2015 trotz des hohen Zuwachses an Bioenergieflächen noch weitere 2,1 Mio. ha, im Jahr 2030 1,7 Mio. ha und im Jahr 2050 noch 0,85 Mio. ha Bioenergiefläche zur Verfügung stehen.

Daraus folgt, dass in Deutschland unter den Rahmenbedingungen des Referenzszenarios das Wachstum der Bioenergieflächen durchaus im beobachteten Tempo weitergehen könnte, ohne dass sich die nationalen Potenziale erschöpfen würden.

*In Deutschland könnte die Nawaro-Fläche so weiter wachsen, ohne dass die Potenziale erschöpft werden*

Die in der Tabelle 22 jeweils aufgeführten Potenziale bei niedrigen Wachstumsraten von 1 bzw. 2,5 bzw. 4 % der Bioenergiefläche der Basis zeigen für Länder mit geringeren Flächenpotenzialen für Bioenergie wie beispielsweise Österreich, dass sich schon bei einer jährlichen Ausdehnung der Bioenergiefläche um 4 % zeitlich viel früher Nutzungskonkurrenzen mit der Nahrungsmittelproduktion einstellen.

Während es bisher nur um die Betrachtung der nationalen Potenziale ging, zeigt die Tabelle 22 im rechten Teil, dass unter der Prämisse „vorrangige Sicherung der Welternährung“ von kleineren Potenzialen für die einzelnen Länder ausgegangen werden muss. Die Ergebnisse zeigen beispielsweise für Deutschland, dass bei einer anhaltenden Wachstumsrate der Bioenergieflächen von 8,3 %/Jahr schon nach dem Jahr 2030 eine Nutzungskonkurrenz mit der Nahrungsmittelproduktion eintreten würde.

*In der EU-27 sind die Potenziale bei gegebenen Wachstumsraten zwischen 2020 und 2030 erschöpft*

In der EU-27 würde bei anhaltenden Wachstumsraten der Bioenergienutzung schon zwischen 2020 und 2030 das Potenzial erschöpft sein und das Wachstum gebremst oder verhindert werden müssen. Bei Betrachtung aller 148 Länder könnte das Wachstum der Bioenergie noch über das Jahr 2030 hinaus in gleichem Tempo fortgesetzt werden.

#### **5.2.2.4 Restriktionen für Nachhaltigkeit und Naturschutz**

Dieses Szenario unterscheidet sich von der Referenz durch strikte Verbote für direkte Landnutzungsänderungen, und zwar in allen Ländern. Die Durchsetzung eines Verbots von Waldrodungen und Graslandumbruch reduziert die Agrar-, und insbesondere die Ackerfläche. Außerdem werden grundsätzlich in allen Ländern 2 % der Ackerfläche aus

der landwirtschaftlichen Nutzung genommen und für den Naturschutz bereitgestellt. Gleichzeitig wird angenommen, dass von diesen Flächen überhaupt kein Ertrag zur Nahrungsmittelversorgung oder Bioenergie bereitgestellt werden kann. Als Zeitpunkt für eine weltweite Umsetzung dieses Szenarios wird das Jahr 2015 gewählt.

Die Ergebnisse (Tabelle 23) zeigen, dass erwartungsgemäß weniger Fläche für Bioenergie bereitgestellt werden kann. Gegenüber der Referenz vermindert sich das nationale Potenzial in Deutschland beispielsweise im Jahr 2020 um 250.000 ha, ebenso im Jahr 2050. Der Unterschied ergibt sich also nur aus den für Naturschutz bereitzustellenden Flächen von 2 % der Ackerfläche.

In Ländern, die in großem Umfang noch Forst- und Weidelandflächen zu Ackerland umgewidmet haben, wird die Potenzialminderung für Bioenergieflächen größer (Brasilien, Indonesien). Als Folge davon geht das verbleibende Potenzial bei Ernährungssicherung beispielsweise für Deutschland im Jahr 2020 mit ungefähr 400.000 ha stärker zurück als das nationale Potenzial.

**Tabelle 23: Nationale und verbleibende Flächenpotenziale für Bioenergie;  
Szenario: Restriktionen für Nachhaltigkeit und Naturschutz 2%**

Erdeil Teilerdeil Land	nationales Potenzial					verbleibendes Potenzial bei Ernährungssicherung (Welt)				
	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050
	Tsd ha					Tsd ha				
Deutschland	2.258	3.218	3.935	5.239	7.660	1.050	1.331	1.702	2.286	3.773
<i>zusätzlich freigesetztes Grünland</i>							534	570	633	919
EU-27	10.431	11.009	13.641	18.677	29.800	9.822	8.913	10.431	12.715	19.535
<i>zusätzlich freigesetztes Grünland</i>							-2.534	-2.557	-2.311	-1.282
Europa andere	60.673	71.134	79.069	93.446	115.726	43.535	41.411	45.851	52.305	71.158
Europa	71.104	82.144	92.709	112.123	145.527	53.357	50.324	56.281	65.020	90.692
Nordamerika	59.090	55.378	56.201	57.965	62.496	42.290	32.089	32.440	32.291	38.279
Mittelamerika	529	-1.979	-2.075	-3.001	-1.937	2.685	1.133	1.181	1.223	2.535
Südamerika	36.864	33.176	37.407	40.643	52.797	29.764	22.806	25.136	26.358	36.484
Amerika	96.483	86.575	91.533	95.607	113.356	74.738	56.028	58.757	59.872	77.297
Ozeanien	25.654	18.231	17.379	13.188	8.129	18.360	10.564	10.032	7.347	4.979
Ostasien	-8.844	-20.568	-24.254	-28.441	-24.177	66	0	0	0	0
Zentralasien	8.445	5.850	4.968	3.776	2.487	6.927	3.796	3.205	2.299	1.588
Südasien	35.653	19.625	14.408	5.854	1.184	27.196	14.159	11.417	7.036	5.226
Südostasien	-6.687	-6.786	-3.594	750	14.051	2.784	2.079	2.458	4.465	13.303
Westasien	-10.610	-14.624	-16.253	-18.756	-20.972	2.894	1.818	1.770	1.819	2.990
Asien	17.957	-16.503	-24.725	-36.817	-27.427	39.866	21.852	18.851	15.620	23.107
Ostafrika	-663	-10.440	-14.499	-26.145	-50.071	2.119	298	244	1	1
Mittelafrika	-1.173	-5.543	-6.957	-11.317	-18.732	2.171	1.084	950	404	0
Nordafrika	-11.926	-16.390	-18.369	-22.146	-27.003	0	0	0	0	0
Südafrika	7.814	7.592	7.849	8.020	8.406	6.256	5.344	5.621	5.823	7.158
Westafrika	-22.506	-35.554	-42.545	-60.720	-100.772	710	919	1.180	1.369	1.486
Afrika	-28.454	-60.335	-74.521	-112.308	-188.173	11.256	7.645	7.995	7.595	8.646
148 Länder	182.745	110.112	102.376	71.794	51.412	197.577	146.414	151.916	155.454	204.722
Bei Berücksichtigung der Produktivität	190.353	147.057	155.522	165.674	229.577	190.353	147.057	155.522	165.674	229.577

Quelle: Eigene Berechnungen

Für die 148 Länder insgesamt bedeutet die Einführung der Nachhaltigkeitskriterien eine Minderung des verbleibenden Potenzials nach Ernährungssicherung für Bioenergie um 40 bis 50 Mio. ha für alle betrachteten Zeitpunkte. Daraus folgt, dass bei einer Restriktion von 2 % der Ackerfläche zugunsten des Naturschutzes noch ein ganz erhebliches Flächenpotenzial für Bioenergie bereitgestellt werden kann. Von der Potenzialminderung entfallen etwa 30 Mio. ha auf zusätzlich bereitgestellte Naturschutzfläche und die restlichen 10 - 20 Mio. ha auf den Verzicht auf Waldrodung und Weidelandumbruch.

*Verzicht auf Waldrodung  
und Weidelandumbruch  
reduzieren die globalen  
Bioenergiepotenziale um  
10-20 Mio. ha*

In einer weiteren Variante wird unterstellt, dass neben weltweit durchgesetzten Verboten einer Umwandlung von Wald und Weideland zu Ackerland gleichzeitig von allen Ländern 5 % der Ackerfläche für Naturschutzmaßnahmen zur Verfügung gestellt wird. Damit verändert sich das Bioenergiepotenzial lediglich um die zusätzlich für Naturschutz beanspruchte Ackerfläche (Tabelle 24).

**Tabelle 24: Nationale und verbleibende Flächenpotenziale für Bioenergie;  
Szenario: Restriktionen für Nachhaltigkeit und Naturschutz 5%**

Erdteil Teilerdteil Land	nationales Potenzial					verbleibendes Potenzial bei Ernährungssicherung (Welt)				
	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050
	Tsd ha					Tsd ha				
Deutschland	2.258	2.880	3.613	4.947	7.412	1.050	930	1.270	1.825	3.301
<i>zusätzlich freigesetztes Grünland</i>							437	477	544	838
EU-27	10.431	7.795	10.630	15.843	27.242	9.822	6.115	7.566	9.856	16.709
<i>zusätzlich freigesetztes Grünland</i>							-2.415	-2.426	-2.268	-1.497
Europa andere	60.673	66.525	74.788	89.688	112.680	43.535	31.768	36.368	43.199	63.207
Europa	71.104	74.320	85.418	105.531	139.922	53.357	37.883	43.934	53.055	79.915
Nordamerika	59.090	49.427	50.619	52.996	58.417	42.290	23.464	24.474	25.383	32.620
Mittelamerika	529	-3.012	-2.982	-3.527	-2.443	2.685	724	764	978	2.120
Südamerika	36.864	29.998	34.330	37.780	50.392	29.764	17.315	19.676	21.418	32.058
Amerika	96.483	76.413	81.967	87.250	106.366	74.738	41.503	44.914	47.779	66.798
Ozeanien	25.654	16.828	15.968	11.764	6.686	18.360	7.988	7.721	5.634	3.734
Ostasien	-8.844	-24.334	-28.020	-32.208	-27.943	66	0	0	0	0
Zentralasien	8.445	5.007	4.178	3.071	1.895	6.927	2.765	2.359	1.695	1.150
Südostasien	35.653	13.488	8.579	544	-3.363	27.196	9.085	7.151	3.908	3.818
Südostasien	-6.687	-8.723	-5.491	-1.066	12.365	2.784	1.410	1.736	3.076	11.301
Westasien	-10.610	-15.809	-17.405	-19.852	-21.981	2.894	1.178	1.182	1.292	2.458
Asien	17.957	-30.371	-38.159	-49.511	-39.027	39.866	14.438	12.429	9.971	18.728
Ostafrika	-663	-12.098	-16.154	-27.793	-51.720	2.119	204	165	0	1
Mittelafrika	-1.173	-6.213	-7.610	-11.943	-19.577	2.171	726	638	209	0
Nordafrika	-11.926	-17.652	-19.630	-23.408	-28.265	0	0	0	0	0
Südafrika	7.814	7.153	7.451	7.684	8.145	6.256	4.181	4.527	4.855	6.392
Westafrika	-22.506	-37.959	-44.931	-63.077	-103.089	710	626	868	1.072	1.255
Afrika	-28.454	-66.769	-80.874	-118.538	-194.507	11.256	5.736	6.199	6.136	7.648
148 Länder	182.745	70.421	64.320	36.496	19.442	197.577	107.549	115.196	122.576	176.823
Bei Berücksichtigung der Produktivität	190.353	107.674	117.777	130.741	198.425	190.353	107.674	117.777	130.741	198.425

Quelle: Eigene Berechnungen

In Deutschland geht beispielsweise das nationale Potenzial gegenüber dem Referenzszenario um etwa 575.000 ha im Jahr 2020 und um rund 500.000 ha im Jahr 2050 zurück. Wiederum deutlicher ist der Rückgang des verbleibenden Potenzials, beispielsweise in Deutschland im Jahr 2020 gegenüber der Referenz um 830.000 ha und im Jahr 2050 um 1,13 Mio. ha.

*Je 1 % Naturschutzfläche reduziert sich die Bioenergiefläche global um ca.20 Mio. ha*

Die global verbleibende Bioenergiefläche nach Ernährungssicherung liegt in dieser Naturschutzvariante zu allen Zeitpunkten rund 80 Mio. ha (produktivitätsgewichtet) niedriger als in der Referenz. Damit reduziert sich das verbleibende Potenzial nach Ernährungssicherung für Bioenergie von 190 Mio. ha in der Basis auf 107 Mio. ha im Jahr 2015, gut 130 Mio. ha im Jahr 2030 und knapp 200 Mio. ha im Jahr 2050.

In einer weiteren Variante wurde der Anteil der Naturschutz-Vorrangflächen auf 10 % der Ackerfläche erhöht (Tabelle 25). Erwar-

tungsgemäß reduziert sich damit das verbleibende Potenzial für Bioenergieflächen nach Ernährungssicherung beispielsweise für Deutschland im Jahr 2020 auf nur noch 564.000 ha und im Jahr 2050 auf nur noch rund 2,5 Mio. ha.

Das global verfügbare Potenzial für Bioenergieflächen nach Ernährungssicherung reduziert sich bei einem Anteil von zusätzlich 10 % der Ackerfläche für Naturschutz auf etwa die Hälfte des Potenzials in der Referenz. Es bleiben im Jahr 2020 beispielsweise nur noch 54 Mio. ha und im Jahr 2050 nur noch 149 Mio. ha verfügbar. Angesichts dieser Ergebnisse gilt es auch bei Flächenumwidmung für Naturschutz diese Areale mit höchster Effizienz für das Naturschutzziel zu nutzen.

**Tabelle 25: Nationale und verbleibende Flächenpotenziale für Bioenergie; Szenario: Restriktionen für Nachhaltigkeit und Naturschutz 10%**

Erdteil Teilerdteil Land	nationales Potenzial					verbleibendes Potenzial bei Ernährungssicherung (Welt)				
	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050
	Tsd ha					Tsd ha				
Deutschland	2.258	2.315	3.077	4.458	6.998	1.050	318	564	1.007	2.531
<i>zusätzlich freigesetztes Grünland</i>							210	267	344	691
EU-27	10.431	2.445	5.421	11.279	23.211	9.822	2.305	3.138	5.180	12.373
<i>zusätzlich freigesetztes Grünland</i>							-1.746	-1.674	-1.762	-1.685
Europa andere	60.673	58.848	67.658	83.427	107.606	43.535	13.548	18.417	25.463	49.838
Europa	71.104	61.293	73.079	94.706	130.816	53.357	15.853	21.555	30.643	62.211
Nordamerika	59.090	39.508	41.315	44.715	51.619	42.290	9.019	11.158	13.548	23.771
Mittelamerika	529	-4.685	-4.651	-5.176	-4.061	2.685	326	398	541	1.323
Südamerika	36.864	24.607	29.150	33.008	46.111	29.764	7.223	9.735	12.252	24.701
Amerika	96.483	59.431	65.815	72.546	93.669	74.738	16.568	21.291	26.341	49.795
Ozeanien	25.654	14.489	13.616	9.390	4.282	18.360	3.308	3.677	2.845	1.972
Ostasien	-8.844	-30.612	-34.298	-38.485	-34.221	66	0	0	0	0
Zentralasien	8.445	3.603	2.895	1.922	931	6.927	1.101	1.024	783	552
Südasien	35.653	3.259	-1.135	-8.307	-6.318	27.196	2.353	1.749	1.700	2.767
Südostasien	-6.687	-12.000	-8.720	-4.171	9.688	2.784	517	688	1.270	8.246
Westasien	-10.610	-17.783	-19.325	-21.677	-23.661	2.894	317	380	532	1.660
Asien	17.957	-53.534	-60.583	-70.719	-53.581	39.866	4.288	3.840	4.284	13.224
Ostafrika	-663	-14.879	-18.928	-30.557	-54.483	2.119	66	56	0	0
Mittelafrika	-1.173	-7.346	-8.748	-13.120	-20.557	2.171	244	224	50	0
Nordafrika	-11.926	-19.755	-21.733	-25.511	-30.368	0	0	0	0	0
Südafrika	7.814	6.423	6.789	7.122	7.709	6.256	1.852	2.360	2.913	5.088
Westafrika	-22.506	-41.970	-48.912	-67.009	-106.954	710	199	372	566	896
Afrika	-28.454	-77.526	-91.532	-129.074	-204.653	11.256	2.361	3.012	3.529	5.984
148 Länder	182.745	4.153	394	-23.151	-29.466	197.577	42.376	53.375	67.642	133.186
Bei Berücksichtigung der Produktivität	190.353	42.096	54.397	71.785	149.198	190.353	42.096	54.397	71.785	149.198

**Szenarienvergleich:**  
- erhebliche Bioenergiepotenziale  
- ein realistischer Korridor läuft auf 150 Mio. ha zu

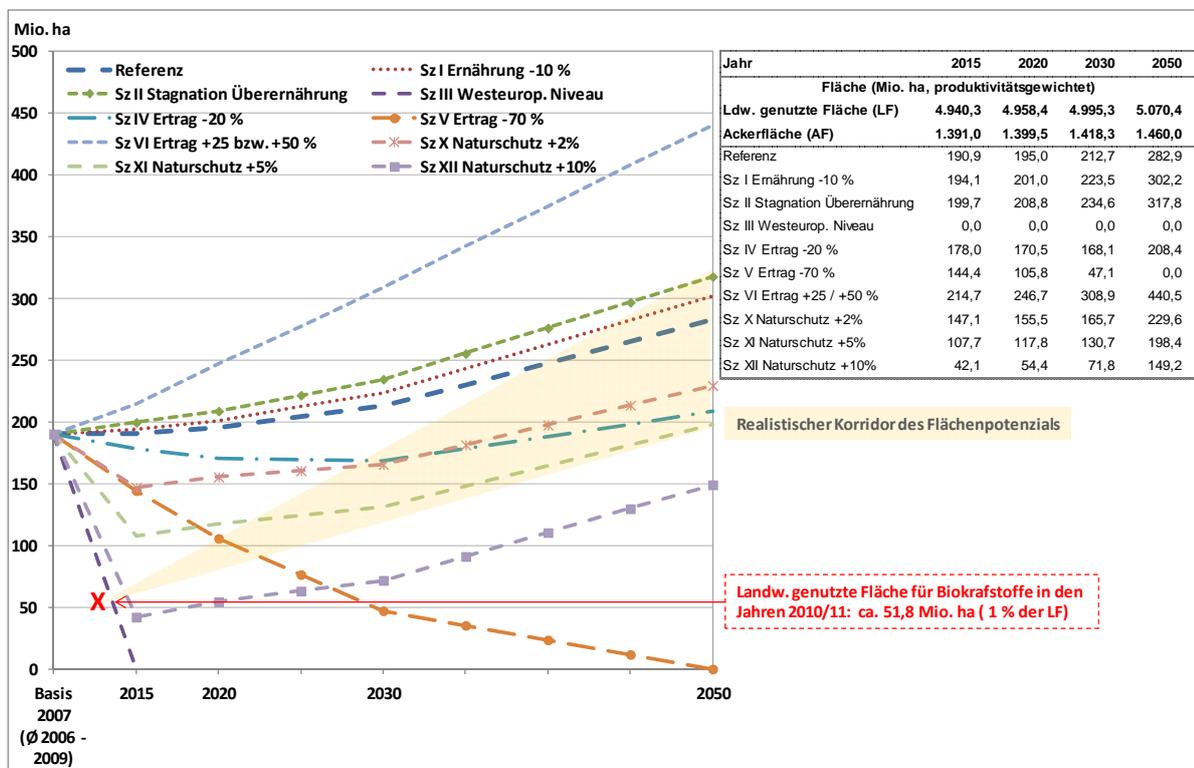
Quelle: Eigene Berechnungen

### 5.2.2.5 Vergleich der Flächenpotenziale für verschiedene Szenarien

Wie eingangs erläutert, bildet das Szenario Referenz („Business as usual“) die Situation ab, die erwartet werden kann, wenn alle Entwicklungen aus den Zeitreihen der letzten 20 Jahre fortgeschrieben werden können. Dieses Standardszenario führt für Deutschland, für die EU-27 und alle wichtigen Agrarüberschussländer zu kräftig wachsenden Potenzialen für Bioenergie.

Wie die Abbildung 13 zeigt, führen veränderte Annahmen zum Nahrungsmittelbedarf und zur Produktivität zu höheren bzw. niedrigeren Potenzialen für Bioenergie. Nur bei extremen Annahmen zu den zukünftigen Wachstumsraten der Erträge sowie der Umwidmung zu Naturschutz (10%) oder der unrealistischen Unterstellung, dass alle Länder mindestens den westeuropäischen Nahrungsmittelverbrauch in kurzer Zeit erreichen, gibt es überhaupt keine Potenziale für Bioenergie.

Abb. 13: Landwirtschaftliche genutzte Fläche (LF) - globale Potenziale für Bioenergie



Quelle: Eigene Berechnungen

Auch ein weltweiter Verzicht auf Waldrodung und Weidelandumbruch, verbunden mit einer Bereitstellung von 2 % der Ackerflächen für Naturschutz in allen Ländern, lässt den meisten Agrarüberschussländern noch beachtliche Bioenergiepotenziale. Bei einem Vorbehalt von 10 % der Ackerflächen für Naturschutz sind die Wirkungen auf die Potenziale für Bioenergie allerdings gravierend.

Schließt man Extremszenarien aus (auch die angenommene Angebotssteigerung um ca. 20% durch höhere Agrarpreise), lässt sich ein realistischer Korridor zukünftiger Bioenergiepotenziale darstellen. Dieser könnte sich von derzeit rund 50 Mio. ha (nur Biokraftstoffe) bis zum Jahr 2050 auf 150 bis 250 Mio. ha hinbewegen.

Insgesamt folgt aus diesen vergleichenden Betrachtungen der Szenarien, dass unter Realitätsaspekten die Referenz ein Szenario mit hoher Wahrscheinlichkeit darstellt. Dabei würde sich ein globales Flächenpotenzial nach Sicherung der Welternährung von knapp 200 Mio. ha bis zum Jahr 2030 ergeben. Gemessen an den derzeitig genutzten Flächen für Bioenergie von 60 - 70 Mio. ha weltweit könnte der Umfang etwa verdreifacht werden.

### **5.3 Produkt- und Energiemengenpotenziale für Bioenergie**

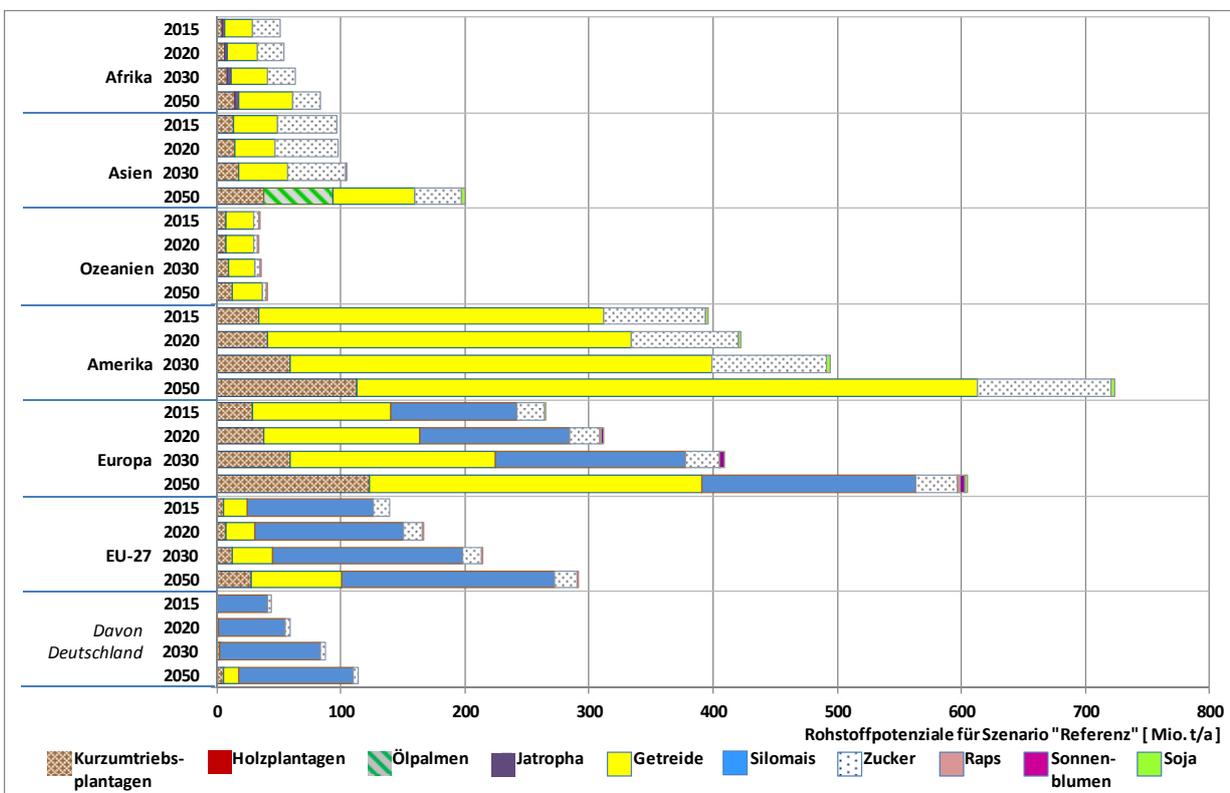
Für die Referenz und alle betrachteten Szenarien lassen sich Produktmengenpotenziale abschätzen. Bei den folgenden Berechnungen und Darstellungen werden die Produktmengenpotenziale grundsätzlich für den Fall ausgewiesen, dass auf den jeweiligen Standorten nur die jeweils a priori ertragreichste Energiepflanzen bis an eine natürliche Anbaugrenze angebaut wird. Konkret wurde dabei jedes einzelne Land betrachtet und jeweils von den dort vertretenen Kulturen die ertragsreichsten in einer bestimmten Fruchtfolge für die Bioenergiefläche zugeordnet. Es wurden bis zu einem Drittel der Ackerfläche in gemäßigten Klimazonen für Kurzumtriebsplantagen mit dem für das jeweilige Land repräsentativen Ertrag vorgesehen. In den Tropen und Subtropen wurden entsprechend Holzplantagen gewählt. Ertragreiche Energiepflanzen wie Zuckerrohr, Zuckerrüben und Silomais wurden in dem jeweiligen Land maximal bis zu einer Verdopplung der gesamten Anbaufläche dieser Kultur gegenüber der Basis zugelassen. Auch der Anbau von Ölpalmen wurde nur zugelassen auf begrenzten Flächen

*Bioenergieflächen werden mit ertragreichsten Energiepflanzen belegt*

mit gegebener Eignung bezüglich der Wasserverfügbarkeit, nicht jedoch zulasten von Waldrodungen und Weidelandumbruch.

Angesichts der Fülle von Daten werden die Ergebnisse der Berechnung von Produktmengenpotenzialen hier nur als Grafik am Beispiel des Szenarios Referenz dargestellt (Abb. 14). Für die Szenarien befinden sich entsprechende Darstellungen im Anhang (Vgl. Abb. A-1 bis A-9).

Abb. 14: Globale Produktmengenpotenziale (ohne Stroh) für Bioenergie bei Welternährungssicherung, Szenario: Referenz



Quelle. Eigene Berechnungen

Für Deutschland ergeben sich im Zeitablauf deutlich zunehmende Rohstoffpotenziale auf den Bioenergieflächen für Kurzumtriebsplantagen, Silomais, Getreide und Zucker. Derzeit dominierende Energiepflanzen wie Raps spielen unter der Prämisse Energieertragsmaximierung keine Rolle.

Die Darstellung der Produktmengen ist wenig aussagekräftig im Hinblick auf Energie- oder Energieträgerpotenziale, weil eine Tonne (atro) Kurzumtriebsplantagen eine andere Wertigkeit besitzt als eine Tonne Silomais Frischmasse. Deshalb wird die Graphik nach einer weiteren

Zwischenrechnung weiter unten noch einmal in Energieäquivalenten gezeigt (vgl. Abb. 15).

Die Ergebnisse dieser Produktmengenabschätzung bilden die Grundlage für weiterführende Berechnungen zum Potenzial für Biokraftstoffe, Wärme- oder Stromproduktion. Eine differenzierte Darstellung solcher Ergebnisse würde den Rahmen sprengen und mit erheblichem zusätzlichem Aufwand verbunden sein. Deshalb beschränkten sich die weiteren Darstellungen auf die Abschätzung des Energiepotenzials. Es wird wie in solchen Betrachtungen üblich, als mittlerer Brennwert der Produktmengenpotenziale berechnet. Als mittlere Brennwerte wurden die in Tabelle 26 dargestellten Koeffizienten für die einzelnen Produkte unterstellt. Dabei handelt es sich um Bruttogrößen in die weder Anbau- noch Konversionsenergien noch Nebenprodukte eingehen.

Tabelle 26: Heiz- / Energiekennwerte(brutto) relevanter Agrarrohstoffe

(Energie-)Brennwerte Agrarrohstoffe		
	Brennwert GJ / t atro	TM % d. Ernteguts
KUP (atro)	19,0	100,0
Holzplantage (nur in Sub-/Tropenländern) (atro)	19,0	100,0
Gerste	17,0	86,0
Buchweizen	17,0	86,0
Kolbenhirse	17,0	86,0
Sonstiges Getreide	17,0	86,0
Foniohirse	17,0	86,0
Mais	17,3	86,0
Millet	17,0	86,0
Getreidegemenge	17,0	86,0
Hafer	17,0	86,0
Quinoa	17,0	86,0
Reis	17,0	86,0
Roggen	17,1	86,0
Sorghum	17,0	86,0
Triticale	16,9	86,0
Weizen	17,0	86,0
Getreide insgesamt	17,0	86,0
Reststroh	17,6	100,0
Silomais	19,3	35,0
Rapssaar	26,5	91,0
Sonnenblumensaat	23,5	88,0
Sojabohnen	20,0	86,7
Zuckerrüben	16,4	23,0
Zuckerrohr	11,0	69,2
Ölpalmen	31,7	99,4
Jatropha	40,7	39,25 <sup>a)</sup>
Grünland	16,1	100,0
Gülle	0,036	-

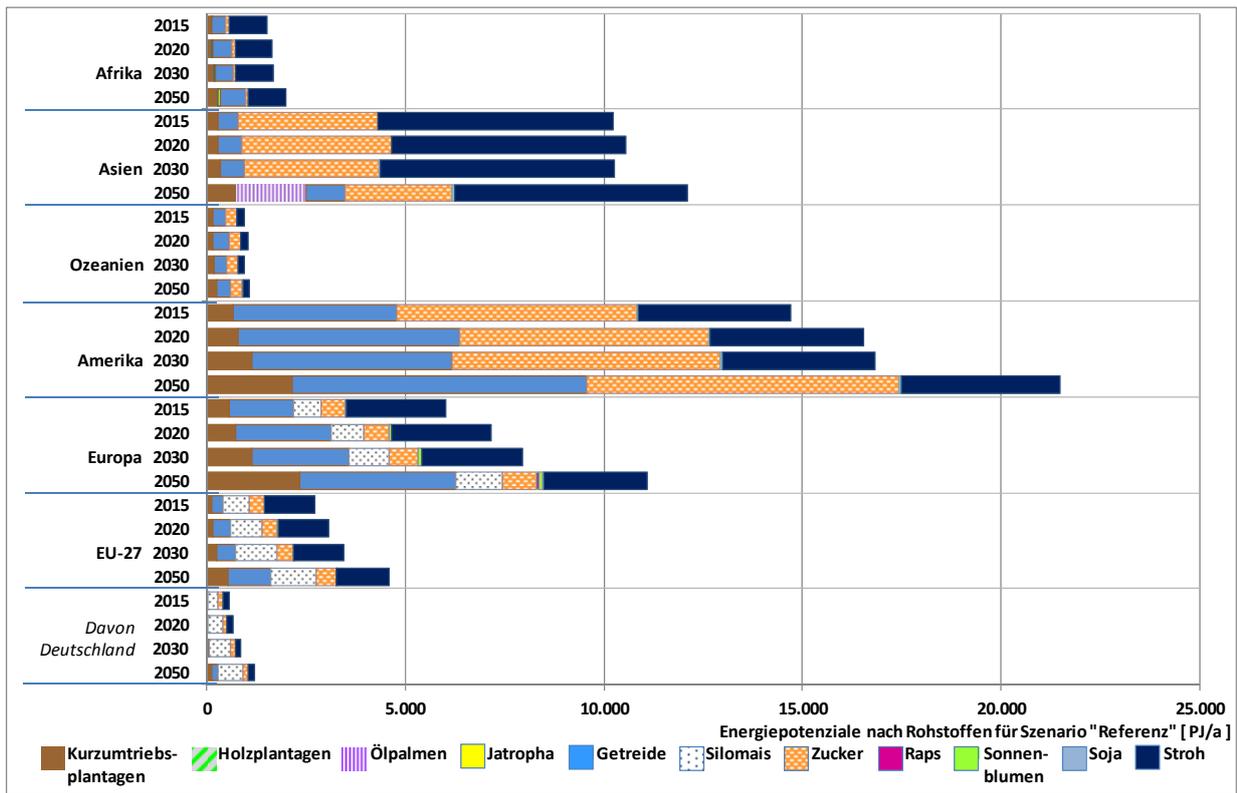
*Produktmenge mal  
Brennwert ergibt den  
Energieertrag*

a) % Ölgehalt

Quelle: KTBL , 2010; JatroSolutions GmbH, 2012

Bewertet man die in Abb. 14 dargestellten Produktmengen mit ihrem Brutto-Brennwert, ergeben sich die Energiepotenziale, die Abb. 15 dargestellt sind, wobei vor allem die energetische Bedeutung des Silomais relativiert wird.

Abb. 15: Globale Energiepotenziale nach Produkten bei Welternährungssicherung, Szenario: Referenz



Quelle. Eigene Berechnungen

Für Deutschland sind die Energiepflanzen aus Kurzumtriebsplantagen, Getreide, Silomais und Zuckerrüben relevant. In Tabelle 27 sind für die Referenz (business as usual) die Flächenbelegungen und die Energieflächenpotenziale im linken Teil der Tabelle als nationales und im rechten Teil der Tabelle als verbleibendes Potenzial nach Ernährungssicherung und die daraus bereitzustellenden Energiepotenziale (vgl. Tabelle 28) dargestellt.

**Tabelle 27: Verfügbare Flächen, Flächenbedarf für Ernährung, Bioenergieflächen, Agrarexport und Primärenergieanteil in der Referenz**

Erdteil Teilerdteil Land	Zeitpunkt	Bevölkerung (Mio)	Pro-Kopf- Verbrauch (GE)	Landw. genutzte Fläche (LF) (Mio ha)	Acker- fläche (Mio ha)	Inländische Fläche für Nahrungsbedarf		Nachwachs- ende Roh- stoffe Basis (Mio ha)	Zusätzliches Bioenergiepotenzial <sup>1)</sup>				Zunahme Agrarexporte	
						(Mio ha)	dgl.in % der LF		nationales Potenzial (Mio ha)	verbleibendes Potenzial			(Mio ha)	dgl.in % der LF
										PJ	in % an PEV <sup>2)</sup>			
Deutschland	Basis	82,5	1.186	17,0	11,9	12,7	75,1	1,966	2,3	1,8	192,4	1,27	0,4	2,5
	2015	81,5	1.172	16,9	12,0	11,4	67,7		3,5	2,7	665,0	4,39	0,8	4,9
	2020	81,0	1.165	16,8	12,1	10,7	63,5		4,2	3,1	768,2	5,07	1,1	6,5
	2030	79,5	1.154	16,8	12,2	9,3	55,6		5,5	3,9	981,0	6,48	1,5	9,2
	2050	74,8	1.138	16,7	12,4	6,8	40,9		7,9	5,9	1.349,4	8,91	2,0	11,8
EU-27	Basis	496,0	1.184	191,0	110,2	171,6	89,8	9,017	10,4	9,8	1.137,4	1,40	0,6	0,3
	2015	506,6	1.194	188,3	108,6	165,5	87,9		13,8	11,9	3.386,6	4,17	1,9	1,0
	2020	511,2	1.201	187,0	107,9	161,8	86,5		16,2	13,2	3.712,5	4,57	3,0	1,6
	2030	516,1	1.216	185,0	106,9	154,5	83,5		21,5	16,1	4.109,7	5,06	5,4	2,9
	2050	511,9	1.248	182,2	105,7	140,4	77,1		32,7	23,6	5.296,0	6,52	9,1	5,0
Europa	Basis	729,3	1.098	469,3	276,9	389,2	82,9	9,017	71,1	53,4	2.587,1	2,05	17,7	3,8
	2015	737,1	1.104	465,2	273,1	368,1	79,1		88,2	62,3	6.676,0	5,29	25,9	5,6
	2020	739,3	1.108	463,3	271,2	356,0	76,8		98,3	67,2	7.800,5	6,18	31,0	6,7
	2030	736,6	1.120	460,1	268,4	333,6	72,5		117,5	78,2	8.587,4	6,80	39,3	8,5
	2050	715,3	1.147	455,9	264,7	296,2	65,0		150,6	105,4	11.801,0	9,35	45,2	9,9
Amerika	Basis	898,9	1.185	1.191,7	360,6	1.055,0	88,5	40,164	96,5	74,7	6.002,2	3,91	21,7	1,8
	2015	969,7	1.210	1.197,3	362,2	1.056,4	88,2		100,7	73,8	14.698,9	9,58	26,9	2,2
	2020	1.013,8	1.226	1.201,1	363,5	1.057,2	88,0		103,7	73,9	16.516,3	10,77	29,7	2,5
	2030	1.089,9	1.255	1.208,7	366,5	1.058,0	87,5		110,5	77,5	16.826,0	10,97	33,0	2,7
	2050	1.183,8	1.314	1.224,0	373,0	1.054,2	86,1		129,6	97,0	21.475,9	14,00	32,6	2,7
Ozeanien	Basis	26,4	1.276	450,2	46,5	423,8	94,1	0,700	25,7	18,4	834,4	11,85	7,3	1,6
	2015	29,3	1.273	444,4	46,4	420,9	94,7		22,8	15,4	928,0	13,18	7,4	1,7
	2020	31,0	1.271	441,5	46,4	419,5	95,0		21,4	14,0	1.018,4	14,46	7,3	1,7
	2030	33,9	1.268	436,9	46,4	417,3	95,5		18,9	12,2	948,3	13,47	6,7	1,5
	2050	38,1	1.265	430,5	46,5	414,0	96,2		15,8	11,0	1.050,5	14,92	4,9	1,1
Asien	Basis	4.028,5	501	1.651,1	478,8	1.631,4	98,8	1,703	18,0	39,9	1.879,4	0,91	-21,9	-1,3
	2015	4.344,3	532	1.657,5	477,5	1.658,0	100,0		-2,3	29,4	10.219,3	4,96	-31,7	-1,9
	2020	4.532,2	552	1.661,6	477,6	1.671,7	100,6		-11,8	25,9	10.553,3	5,12	-37,7	-2,3
	2030	4.830,5	590	1.669,4	478,8	1.689,5	101,2		-21,8	23,8	10.258,6	4,97	-45,6	-2,7
	2050	5.099,1	658	1.683,9	483,7	1.693,6	100,6		-11,4	32,3	12.092,6	5,86	-43,7	-2,6
Afrika	Basis	961,6	396	1.152,6	218,3	1.180,8	102,5	0,209	-28,5	11,3	631,1	3,73	-39,7	-3,4
	2015	1.140,7	402	1.175,9	1,2	1.223,5	104,0		-47,8	10,9	1.639,0	9,69	-58,7	-5,0
	2020	1.273,0	405	1.190,9	240,7	1.253,4	105,2		-62,7	10,9	1.787,1	10,56	-73,6	-6,2
	2030	1.555,7	412	1.220,0	258,2	1.314,0	107,7		-94,2	11,0	1.809,4	10,69	-105,1	-8,6
	2050	2.182,8	427	1.276,1	292,1	1.434,7	112,4		-158,8	12,5	2.125,3	12,56	-171,3	-13,4
148 Länder	Basis	6.644,7	647	4.914,8	1.381,1	4.680,3	95,2	51,8	182,7	190,4	11.934,2	2,34	6,4	0,13
	2015	7.221,1	664	4.940,3	1.160,4	4.726,9	95,7		161,6	190,9	34.161,2	6,70	4,7	0,10
	2020	7.589,3	675	4.958,4	1.399,5	4.757,8	96,0		148,8	195,0	37.675,7	7,39	3,9	0,08
	2030	8.246,6	695	4.995,3	1.418,3	4.812,5	96,3		131,0	212,7	38.429,7	7,54	3,3	0,07
	2050	9.219,2	728	5.070,4	1.460,0	4.892,8	96,5		125,8	282,9	48.545,3	9,52	3,2	0,06

1) einschließlich freigesetztem Grünland

2) Primärenergieverbrauch (Land bzw. Region, im Jahr 2008)

Quelle: Eigene Berechnungen

Für Deutschland ergibt sich in der Basis ein vergleichsweise niedriges Energiepotenzial von beispielsweise 192 PJ, dieses wird nach vorausgegangener Darstellung auf 2.258.000 ha Bioenergiefläche produziert. Obwohl die verfügbare Fläche bis zum Jahr 2015 nur vergleichsweise wenig steigt, erhöht sich die Energieproduktion um ein Vielfaches. Dies liegt daran, dass in der Basis nur die zur Nahrungsmittelproduktion angebauten Pflanzen bewertet wurden, während bei allen zukünftigen Zeitpunkten eine Favorisierung der Energiepflanzen bis an die Maximalgrenze unterstellt wurde. In Deutschland könnte nach diesen Er-

*Deutschland hat ein Energiepotenzial von 770 PJ in 2020, das auf 980 PJ in 2030 und 1350 PJ in 2050 gesteigert werden kann*

gebnissen im Jahr 2020 rund 770 PJ, im Jahr 2030 rund 980 PJ und im Jahr 2050 1.350 PJ bereitgestellt werden.

Betrachtet man das weltweite Potenzial, könnte die Energieerzeugung aus zusätzlichen Flächen für Biomasse im Jahr 2015 auf 34.160 PJ, im Jahr 2030 auf fast 38.500 PJ und im Jahr 2050 auf 48.545 PJ gesteigert werden. Es sei noch einmal darauf hingewiesen, dass in diesen Zahlen die bereits in der Basis realisierte Erzeugung von Energiepflanzen überwiegend zu Biokraftstoffen nicht mitgerechnet ist.

Um die Ergebnisse zu veranschaulichen, ist in Tabelle 27 der Anteil des Bioenergiepotenzials am Primärenergieverbrauch der Länder, Teilkontinente und Kontinente dargestellt. Die Daten zeigen, dass in Deutschland der Anteil der Bioenergie am Primärenergieverbrauch wegen des extrem hohen Energieverbrauchsniveaus mit 4,9 % in 2015 und 11,8 % in 2050 vergleichsweise gering ausfällt. Demgegenüber ist der Anteil der Bioenergie am Primärenergieverbrauch in Nord- und Südamerika ähnlich hoch, in der EU-27, Asien und Afrika wesentlich niedriger bzw. verschwindend gering.

In Tabelle 28 sind neben den Energieerträgen aus verbleibenden Flächen (nach Sicherung der Welternährung) und die aus nationalen Flächenpotenzialen erzielbaren Energieerträge aufgeführt.

**Tabelle 28: Nationale und verbleibende Energiepotenziale im Szenario Referenz**

Erdteil Teilerdteil Land	nationales Potenzial					verbleibendes Potenzial bei Ernährungssicherung (Welt)				
	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050
	PJ					PJ				
Deutschland	247,6	834,6	964,0	1.166,4	1.625,6	192,4	665,0	768,2	981,0	1.349,4
EU-27	1.477,1	3.945,0	4.470,4	4.921,2	6.399,9	1.137,4	3.386,6	3.712,5	4.109,7	5.296,0
Europa andere	2.025,6	4.016,3	5.255,3	5.942,0	8.599,5	1.449,7	3.289,4	4.087,9	4.477,8	6.505,0
Europa	3.502,7	7.961,3	9.725,7	10.863,3	14.999,4	2.587,1	6.676,0	7.800,5	8.587,4	11.801,0
Nordamerika	4.209,7	9.022,2	11.080,9	10.642,1	12.921,4	3.012,8	7.015,4	8.243,5	7.873,9	9.830,3
Mittelamerika	327,5	831,0	875,0	894,1	1.055,5	234,4	789,3	749,7	715,8	924,4
Südamerika	3.849,5	7.772,8	8.822,8	9.526,8	12.440,3	2.755,0	6.894,2	7.523,2	8.236,3	10.721,1
Amerika	8.386,6	17.625,9	20.778,8	21.063,0	26.417,2	6.002,2	14.698,9	16.516,3	16.826,0	21.475,9
Ozeanien	1.165,9	1.115,9	1.269,5	1.175,9	1.254,7	834,4	928,0	1.018,4	948,3	1.050,5
Ostasien	4,2	2.184,5	2.184,0	2.184,0	2.184,0	3,0	2.184,4	2.184,0	2.184,0	2.184,0
Zentralasien	167,5	352,6	389,8	364,0	414,3	119,9	291,3	312,9	293,2	337,5
Südasien	1.993,2	5.812,7	5.827,1	5.524,6	4.486,1	1.426,5	5.456,9	5.431,4	4.757,2	3.931,4
Südostasien	294,7	2.117,1	2.470,9	3.099,1	6.665,8	210,9	1.787,2	2.091,2	2.490,7	4.985,5
Westasien	166,4	544,7	593,7	596,1	750,5	119,1	499,6	533,8	533,6	654,3
Asien	2.626,0	11.011,7	11.465,5	11.767,7	14.500,8	1.879,4	10.219,3	10.553,3	10.258,6	12.092,6
Ostafrika	122,7	339,9	341,4	348,9	428,9	87,8	317,8	309,7	314,0	373,3
Mittelafrika	69,0	139,1	145,7	119,1	70,2	49,4	116,2	117,8	100,2	67,9
Nordafrika	0,0	227,7	227,7	227,7	227,7	0,0	227,7	227,7	227,7	227,7
Südafrika	671,5	791,3	970,4	996,8	1.278,0	480,6	675,2	807,7	826,0	1.087,7
Westafrika	18,7	329,0	362,0	392,3	420,0	13,4	302,2	324,3	341,5	368,7
Afrika	881,8	1.826,9	2.047,1	2.084,7	2.424,8	631,1	1.639,0	1.787,1	1.809,4	2.125,3
148 Länder	16.563,0	39.541,7	45.286,6	46.954,6	59.596,9	11.934,2	34.161,2	37.675,7	38.429,7	48.545,3

Quelle: Eigene Berechnungen

Die in Tabelle 29 dargestellte Übersicht der Bioenergieproduktion der in dieser Studie untersuchten Szenarien zeigt, dass die Bioenergieproduktion etwa proportional zur Veränderung der Bioenergieflächen verläuft. Obwohl es in zwei Szenarien gar keine Fläche für Bioenergie gibt, ergibt sich das dort ausgewiesene Potenzial aus der Nutzung von Reststoffen (Reststroh sowie in der EU-27 Gülle von Rindern und Schweinen und Grassilage von freigesetztem Grünland). Insgesamt ergibt sich ein Spektrum von Ergebnissen, das nach oben und unten erheblich von der Referenz abweichen kann. Die größeren Ausschläge repräsentieren wohl aber eine geringere Wahrscheinlichkeit. Im Übrigen haben einige Szenarien mit extremen Abweichungen auch wiederum dämpfende Effekte. Beispielsweise wird bei einer starken Reduzierung des Bioenergiepotenzials die damit einhergehende Verknappung der Lebensmittel zu stärkeren Preissteigerungen führen und die Produktivitätsimpulse verstärken und damit wiederum eine Annäherung an die Referenz nach sich ziehen. Für die weiteren Szenarien befinden sich entsprechende Darstellungen im Anhang (vgl. Tabelle A-4 bis A-

12, Übersicht Deutschland: Tabelle A-13, Übersicht EU-27 Tabelle A-14).

**Tabelle 29: Übersichtstabelle zu den Ergebnissen der Szenarienrechnungen (verbleibendes Energiepotenzial)**

Szenario	Basis 2007 (Ø 2006 - 2009)	Zeitpunkt			
		2015	2020	2030	2050
<b>Referenz</b>		PJ (abs.)			
Sicherung Welternährung	11.934,2	34.161,2	37.675,7	38.429,7	48.545,3
<b>Sz I 10 % reduzierter Nahrungsverbrauch ab 2015</b>					
Sicherung Welternährung	11.934,2	34.353,7	38.252,6	39.648,7	50.944,4
<b>Sz II Stagnation des Nahrungsverbrauchs bei Überernährten &gt; 850 GE ab 2015</b>					
Sicherung Welternährung	11.934,2	34.755,2	38.869,2	40.162,7	51.346,8
<b>Sz III Westeuropäischer Nahrungsverbrauch ab 2015</b>					
Sicherung Welternährung	11.934,2	13.768,5	13.755,1	13.759,4	13.809,5
<b>Sz IV 20 % reduziertes Ertragswachstum</b>					
Sicherung Welternährung	11.934,2	33.233,6	35.495,4	33.370,9	39.239,1
<b>Sz V 70 % reduziertes Ertragswachstum</b>					
Sicherung Welternährung	11.934,2	30.548,9	27.169,6	20.061,6	13.831,2
<b>Sz VI 50 % erhöhtes Ertragswachstum</b>					
Sicherung Welternährung	11.934,2	36.600,6	43.851,2	49.352,7	70.116,1
<b>Sz X Ausdehnung von Naturschutzflächen um 2%</b>					
Sicherung Welternährung	11.934,2	30.697,4	34.196,0	33.688,6	42.352,3
<b>Sz XI Ausdehnung von Naturschutzflächen um 5%</b>					
Sicherung Welternährung	11.934,2	26.842,8	29.297,7	29.495,2	39.302,4
<b>Sz XII Ausdehnung von Naturschutzflächen um 10%</b>					
Sicherung Welternährung	11.934,2	19.320,7	21.246,9	23.035,9	33.419,1

Quelle. Eigene Berechnungen

## 6 Biomassebereitstellung in Deutschland und in der EU im Kontext politischer Zielvorgaben und konkurrierender Nutzungsansprüche

Auf der Grundlage der bisher dargestellten Detailergebnisse zu den Bioenergiepotenzialen werden im Folgenden die Ergebnisse insbesondere für Deutschland und die EU-27 im Kontext politischer Zielvorgaben und konkurrierender Nutzungsansprüche für Naturschutz, Agrarexporte u.a. diskutiert. Dabei geht es um die Frage, wie viel Acker- und Grünlandfläche in Deutschland und der EU-27 unter der Annahme zur Verfügung gestellt werden könnte, dass die Weltbevölkerung nach Maßgabe der Kaufkraft der Menschen ausreichend ernährt werden kann. Für Deutschland und EU-27 geht es dabei auch um die Frage, ob die politischen Zielvorgaben bei Fortschreibung der marktseitigen Nahrungsmittelnachfrage, der Flächenverluste, Flächenerträgen und Naturschutzziele realistisch gesetzt wurden. Im Folgenden zunächst die Situation für Deutschland und im Anschluss daran für die EU-27 erörtert.

*Wie viel Agrarfläche wird in Deutschland benötigt?*

### 6.1 Deutschland

#### 6.1.1 Die Ausgangssituation

In Deutschland wurden in der Basisperiode (2006 - 2009) auf knapp 17 Mio. ha landwirtschaftlicher Nutzfläche bereits 1,966 Mio. ha für nachwachsende Rohstoffe zur energetischen und stofflichen Nutzung produziert. Das zusätzliche nationale Potenzial Deutschlands ergab sich aus fast 0,5 Mio. ha Brachfläche (heute auf etwa 200.000 ha reduziert) sowie weitere 1,8 Mio. ha Acker- und Grünlandfläche, auf denen Exportprodukte wie Weizen, Zucker, Milchprodukte und Rindfleisch hergestellt wurden. Subtrahiert man die existierende Nawaro-Fläche und die zusätzliche potenzielle Bioenergiefläche von der verfügbaren landwirtschaftlich genutzten Fläche, ergibt sich die Acker- und Grünlandfläche, die in der Basis bzw. zu dem jeweiligen Zeitpunkt für die Deckung des inländischen Nahrungsbedarfs bei gegebenen Netto-Importen verwendet wurde. Es waren in der Basis 12,7 Mio. ha, entsprechend 75 % der LF.

*Schon heute reichen 13 Mio. ha für die inländische Nahrungsversorgung*

*Für 74 Mio. Einwohner in Deutschland im Jahr 2050 reichen 7 Mio. ha (40% der LF)*

Zur Sicherstellung der Welternährung hätte Deutschland eigentlich weitere 418.000 ha für Agrarexporte bereitstellen müssen. Dies ist wegen

mangelnder Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Agrarproduktion nicht realisiert worden. Im Gegenteil, es wurden fast 6 Mio. t Ölsaaten und 175.000 t Geflügelfleisch an Netto-Importen getätigt. Um die entsprechende Öl-, Protein- und Fleischmenge aus inländischer Fläche bereitzustellen hätten schätzungsweise 2 - 2,5 Mio. ha Ackerfläche für Raps, Getreide und Leguminosen vorgehalten werden müssen.

### **6.1.2 Erwartungen der zukünftigen Entwicklung**

Die marktseitig laufenden und für die Zukunft eingeschätzten Trends führen in Deutschland zunächst zu einer leichten, dann aber stärkeren Abnahme der Bevölkerung, leicht rückgängigem Pro-Kopf-Verbrauch an Nahrungsmitteln und bei anhaltenden Ertragsteigerungen zu einem deutlichen Rückgang der Fläche für die Deckung des inländischen Nahrungsmittelbedarfs. Sie beträgt bei anhaltenden Entwicklungstrends im Jahr 2050 nur noch gut 40 % der verfügbaren landwirtschaftlich genutzten Fläche. Auch hier gilt die Annahme, dass es bei einem liberalen Welthandel und Fortbestand der Netto-Importe bei Ölsaaten bleibt. Wenn dann ein Potenzial für Bioenergie im Jahr 2050 in Höhe von 7,9 Mio. ha als nationales Potenzial oder 5,9 Mio. ha als verbleibendes nach Sicherung der Welternährung ausgewiesen wird, liegt die Annahme zugrunde, dass die Preisrelationen sich zugunsten der Bioenergieproduktion und nicht zugunsten der Nahrungsmittelversorgung durch Exporte oder Substitution von Importen entwickeln. Allerdings steigt der Ölpreis seit Jahren deutlich stärker als der Agrarrohstoffanteil in den Bioergiesubstituten.

Da die Produktionspotenziale der Länder und Kontinente auseinanderlaufen, ist davon auszugehen, dass bei den mit inzwischen gestiegenen Agrarpreisen höheren Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Agrarwirtschaft die Agrarexporte im Zeitablauf stärker zunehmen und bis auf 2 Mio. ha LF anwachsen werden. Unter diesen Annahmen und unter der Annahme, dass verfügbare Flächen für Bioenergie vorrangig mit Energiepflanzen genutzt werden, wird erwartet, dass der Beitrag der Energiepflanzen, des nutzbaren Reststrohs sowie Gülle (aus Rinder- und Schweinehaltung) und freigesetztem Grünland auf 768 PJ schon im Jahr 2020 und bis auf rund 1.350 PJ im Jahr 2050 steigen wird. Da der Primärenergieverbrauch in Deutschland in etwa stagniert, könnte aus Biomasse etwa knapp 12 % des Primärenergiebedarfs gedeckt

werden. Obwohl betont werden muss, dass Projektionen über einen so langen Zeitraum problematisch sind, wird diesem Ergebnis doch eine hohe Eintrittswahrscheinlichkeit beigemessen.

Wie die Szenarienrechnungen gezeigt haben, würden die Potenziale nur vergleichsweise leicht zunehmen, wenn der inländische Nahrungsmittelbedarf in allen Ländern zurückgefahren würde oder in den Ländern mit überernährter Bevölkerung eine allmähliche Stagnation des Pro-Kopf-Verbrauchs einsetzte.

Eine dramatische Änderung würde sich ergeben, wenn alle Länder mit unterdurchschnittlichem Nahrungsmittelkonsum das Niveau der westeuropäischen Länder anstreben und erreichen würden. Diese Variante ist allerdings so unrealistisch, dass das Ergebnis nicht weiter kommentiert werden muss. Ebenso unwahrscheinlich ist die Annahme, dass die Erträge und sonstige produktionsrelevanten Parameter keine Steigerung mehr erfahren. Ein leichter Rückgang der Ertragszuwachsrate oder aber auch ein Anstieg derselben als Folge höherer Agrarpreise liegt im Bereich des Möglichen, veränderte die Potenziale für Bioenergie in Deutschland jedoch nicht wesentlich.

Dies wäre auch zu erwarten, wenn moderate Forderungen und Ziele des Naturschutzes in die Agrarproduktion integriert würden, sei es durch Extensivierung oder durch vollständige Ackerflächenumwidmung zu Naturschutzzwecken. Demgegenüber würde eine Umwidmung von 10 % der Ackerflächen für den Naturschutz im globalen Kontext so viel Agrarfläche binden, dass die nationalen Potenziale für Bioenergie in Deutschland und vor allem die verbleibenden Potenziale durch stärkere Beteiligung am Agrarexport wiederum gravierend reduziert würden und letztlich die Klimaschutzziele der erneuerbaren Energien aus Biomasse nicht umgesetzt werden könnten.

## 6.2 EU-27

Auch für die EU-27 ergibt sich schon in der Basis (2006 - 2009), dass Flächen in erheblichem Umfang für Bioenergie bereitgestellt wurden (ca. 9 Mio. ha). Allerdings entwickelt sich die Bevölkerung im Gegensatz zu Deutschland relativ stabil und der Pro-Kopf-Verbrauch nimmt sogar noch etwas zu. Deshalb werden in der Basis und in den darauf folgenden Zeiträumen mehr Flächen für die Bereitstellung des inländischen

*In der EU-27 reichen  
90 % der LF heute und  
77 % der LF 2050 für die  
inländische Nahrungs-  
versorgung*

Nahrungsmittelbedarfs benötigt. Sie vermindern sich bis 2050 von 172 auf 140 Mio. ha, d.h. von 90 auf 77 % der verfügbaren LF. Bei den zu erwartenden Entwicklungen steigen die Bioenergiepotenziale von ca. 10 Mio. bis auf 32 Mio. ha an.

Gleichzeitig nehmen wegen der globalen Ernährungssituation auch die Agrarexporte aus der EU-27 deutlich zu. Dadurch nimmt das verbleibende Potenzial für Bioenergieflächen von 10 auf 23 Mio. ha geringer zu als die Summe der nationalen EU-27-Potenziale. Immerhin kann bezogen auf den Primärenergieverbrauch aller EU-27-Länder ein wachsender Anteil aus Energiepflanzen und Reststroh sowie Gülle (aus Rinder- und Schweinehaltung) und freigesetztem Grünland bereitgestellt werden, der bis zum Jahr 2050 durchaus 6,5 % erreichen könnte.

Die Szenarienrechnungen bestätigen auch für die EU-27, dass ein globales starkes Wachstum des Nahrungsmittelverbrauchs in den unterdurchschnittlich ernährten Ländern auf das westeuropäische Niveau oder bei einer Stagnation der Erträge überhaupt keine Potenziale für Bioenergie bereitgestellt werden könnten und eine globale Reservierung von 10 % der Ackerflächen für Naturschutz bei gleichzeitigem Verbot von Waldrodungen und Weidelandumbruch kaum noch Potenziale für Bioenergie zuließe. Auch für die EU-27 gelten die Ergebnisse zur Referenz als die mit höchster Eintrittswahrscheinlichkeit.

## **7 Biomassebereitstellung im Kontext indirekter Landnutzungsänderungen**

Die Europäische Union hat mit der Renewable Energy Directive (RED) nicht nur Minimumraten für Treibhausgasreduzierung, sondern auch Restriktionen für Landnutzungen eingeführt, die zu direkten Landnutzungsänderungen führen können (organische Böden u.a.). Auch Restriktionen für die Reduzierung indirekter Landnutzungsänderungen sind durch die Instrumente der EU-Klimapolitik nicht ausgeschlossen.

Eine von der EU-Kommission in Auftrag gegebene Studie an das IFPRI kommt zu dem Ergebnis (2011), dass eine Umsetzung der EU-Biokraftstoffziele bis 2020 (10 % im Transportbereich) erhebliche indirekte Landnutzungsänderungen nach sich ziehen würde. Die Steigerung der Biokraftstoffproduktion in der EU würde je nach Handelssze-

*Renewable Energy  
Directive sieht auch  
Restriktionen für ILUC  
vor*

nario zu einer Zunahme des Ackerlandes global um etwa 1,7 - 1,9 Mio. ha führen, welches vor allem in Lateinamerika, den unabhängigen Staaten der früheren Sowjetunion und im Sub-Sahara-Gebiet aus Weideland, Wirtschaftswald, Savanne und Grasland sowie Primärwald bereitgestellt würde. Obwohl die direkten Landnutzungsänderungen nur einen kleineren Teil der Flächen bereitstellen, die für die EU-Produktion für Biokraftstoffe benötigt wird, belasten die CO<sub>2</sub>-Emissionen der direkten Landnutzungsänderung die Emissionsbilanz der Biokraftstoffe so stark, dass vor allem Biodiesel die Netto-Emissionsminderungsrate nach der EU-Gesetzgebung nicht mehr erreicht. Demgegenüber würde bei Bioethanol aus Weizen, Mais und insbesondere Zuckerrüben und Zuckerrohr unter Berücksichtigung der direkten Emissionen bei der Herstellung und der Emissionen aus indirekten Landnutzungsänderungen immer noch Netto-Treibhausgasreduzierungen von knapp 50 - 65 % ermöglichen. Für Biodiesel aus Sojabohnen und Rapssaat errechnet das IFPRI keine Nettoeinsparungen mehr und bei Biodiesel aus Palmöl und Sonnenblumen liegen die Netto-CO<sub>2</sub>-Minderungen bei weniger als 10 %.

Die Schlussfolgerungen aus der zitierten Studie und anderen, die auf allgemeinen Gleichgewichtsmodellen beruhen, führen sowohl für die deutsche als auch für die EU-Klimapolitik in ein folgenschweres Dilemma: Die Produktion von Biodiesel müsste eingestellt werden. Die Produktion von Bioethanol wäre insbesondere aus Zuckerrüben zu forcieren. Das für das Jahr 2017 gesetzte Effizienzziel, mindestens 50 % Treibhausgasreduzierung, wäre noch haltbar. Würde man ab 2020 eine Netto-CO<sub>2</sub>-Minderung von 65 % anstreben, müsste auch die Bioethanolproduktion aufgegeben werden. Für Deutschland würde dies bedeuten, dass die derzeit 1,3 Mio. ha für Biokraftstoffe einer anderen Nutzung zugeführt oder brachgelegt werden müssten. Für die EU-27 würden etwa 9 Mio. ha in andere Nutzung überführt werden müssen. Nur ein geringer Teil dieses Flächenpotenzials könnte durch stärkere Förderung einer Verwendung im Wärme- und Strombereich genutzt werden. Hier müssten die Konversionskapazitäten geschaffen werden und die Wachstumsraten dieser Verwendungen waren bisher gering und können wohl nicht erheblich gesteigert werden.

*Die Politik muss die richtigen Schlussfolgerungen ziehen*

*viele offene Fragen zu ILUC*

Angesichts so gravierender Konsequenzen sind sowohl die Qualität und Annahmen der Studie(n) als auch die Plausibilität der Ergebnisse

sorgfältig zu prüfen. Im Folgenden können nur einige Fragen dazu aufgeworfen werden.

(A) Das globale Gleichgewichtsmodell ist ein hilfreiches Instrument, um die Wechselbeziehungen zwischen Politikinstrumenten und Landnutzungsänderungen transparent zu machen. Die Schwierigkeit besteht aber darin, die aufgrund der Biokraftstoffproduktion in der EU entstehenden globalen Preiseffekte für die Agrarrohstoffe zu quantifizieren und die als Folge davon zu erwartende Bereitstellung der Biokraftstoffflächen aus Wald, Weideland und Savanne für alle relevanten Länder der Erde abzuschätzen.

(B) Es werden sehr viele Variable - soweit im Text erkennbar - in dem Modell berücksichtigt. Mithilfe der Sensitivitätsanalyse (Monte Carlo-Simulation) werden die Wirkung der Annahmen und die Plausibilität der letztendlich herausgestellten Ergebnisse gut begründet. Gleichwohl stellen sich einige Fragen, die das Ergebnis entscheidend beeinflussen können und einer Klärung bedürfen:

1) Die IFPRI-Studie scheint die Agrarfläche als konstant für die Ausgangssituation anzunehmen. Die notwendige zusätzliche Ackerfläche für die Biokraftstoffnachfrage der EU-27 wird modellintern bereitgestellt, indem Grünland und die Forstfläche abnehmen und die Ackerfläche insbesondere für Ölfrüchte zunimmt. Das Ergebnis überrascht. Deshalb die Frage:

- Wurde die für EU-Importe vorgeschriebene Zertifizierung sachgerecht im Modell berücksichtigt und hat sie einen Einfluss auf die Modellergebnisse?
- Ist die Modellannahme, dass die Agrarfläche global konstant ist, überhaupt sachgerecht?
- Nicht erkennbar ist, ob das Modell die Nutzung der umfangreichen Brachflächen berücksichtigt, die allein in den letzten vier Jahren global um 120 Mio. ha abgenommen haben und die wichtigste Ressource für Bioenergieflächen in der EU darstellt

2) Wie die Ergebnisse dieser Studie zeigen, deuten die laufenden Trends und Projektionen auf folgende globale Entwicklungen hin:

- Die Agrarfläche (Acker- und Grünland) hat in den letzten 20 Jahren zugenommen und wird um etwa 140 Mio. ha bis 2050 weiter expandieren.

*Ergebnisse dieser Studie lassen einen Rückgang der LUC erwarten*

- Um 114 Mio. ha übertraf die Waldrodung die Aufforstung in den letzten 20 Jahren. Die Waldrodung ist stark rückläufig.
  - In den letzten 20 Jahren wurden etwa 36 Mio. ha Weideland mehr umgebrochen als neu angelegt. Aktuell und in Zukunft wird Grünland global wieder zunehmen, obwohl in Deutschland und in der EU-27 aktuell und in Zukunft noch mit einer Abnahme des Grünlandes gerechnet wird.
  - Die Nutzung brach gefallener Flächen erwies sich in den letzten 10 Jahren als das wichtigste Potential für die Produktionsausdehnung. In der Zeit von 2002 bis 2009 haben die weltweiten Brachflächen um 120 Mio. ha abgenommen. Auch in Deutschland gingen die Brachflächen von mehr als 800 Tsd. auf gut 200 Tsd. ha in nur 4 Jahren zurück (2002/2006 bis 2006/2009). In der EU-27 reduzierten sich die Brachflächen im gleichen Zeitraum von 11,5 Mio. auf etwa 9 Mio. ha.
- 3) Gegenwärtig werden in der EU-27 etwa 9 Mio. ha für Biokraftstoffe genutzt und weitere rund 9 Mio. ha sind Brachflächen. Über 90 % der Einfuhren von Rapssaat als wichtigsten Rohstoff für Biodiesel in Deutschland kommen aus EU-Mitgliedstaaten, der Rest überwiegend aus Australien, Russland und der Ukraine. Wie sind im Vergleich dazu die 1,7 bis 1,9 Mio ha ILUC einzuordnen?

Schließlich stellt sich die Frage, ob ein Verzicht auf die Produktion von Biokraftstoffen in der EU-27 tatsächlich dazu führt, dass die in dem Modell berechneten 1,7 bis 1,9 Mio. ha Landnutzungsänderungen überwiegend außerhalb der EU-27 wirklich nicht entstehen würden. Wichtiger noch ist aber die Frage, ob ein Verzicht auf die Nutzung vorhandener Ressourcen in Deutschland und in der EU-27 das richtige Instrument ist, um unerwünschte globale Landnutzungsänderungen zu eliminieren.

Eigentlich müssten die Instrumente zur Vermeidung von ILUC an den Ursachen der Landnutzungsänderungen ansetzen. Wenn die Zertifizierung für importierte Biokraftstoffe nicht ausreicht, weil nur 5 % der Weltagrarpromotion auf dieses Segment entfällt, könnte eine Ausdehnung dieses Instruments auf alle importierten Agrarrohstoffe umgesetzt werden.

*Instrumente müssen auf die standörtliche Vermeidung der LUC ausgerichtet werden*

Nach bisherigen Erfahrungen würde solch ein globales Instrument nicht konsensfähig und nicht kontrollierbar sein. Noch weitergehende Maßnahmen wie ein Handelsembargo auf agrarische und nicht-agrarische Importe käme überhaupt nicht Betracht.

Insofern bleibt nach einer sorgfältigen Abwägung der Belastbarkeit der Ergebnisse der IFPRI-Studie abzuschätzen, ob Bioethanol wegen der höheren CO<sub>2</sub>-Einsparungen gegenüber Biodiesel bevorzugt werden sollte und weitergehende Maßnahmen zur Minderung der indirekten Landnutzungsänderungen erfolgversprechend sind.

*Ein Verzicht auf die Nutzung der Bioenergiepotenziale wäre kein Weg aus einem vermeintlichen Dilemma*

Angesichts der weiter wachsenden Flächenpotenziale in Deutschland und der EU-27 und der begrenzten Möglichkeiten der Ressourcennutzung für Wärme- und Stromproduktion wäre ein Verzicht auf die Bioenergieproduktion oder eine Herabsetzung der Ziele kein Weg aus dem Dilemma.

## **8 Zusammenfassung**

Die Bereitstellung von Biomasse für eine stoffliche oder energetische Nutzung gewinnt durch Politikziele, spezifische Gesetzgebungen, die Etablierung von politischen Förderinstrumenten aber auch durch den massiven Anstieg der Preise für fossile Energieträger und deren Endlichkeit im internationalen Kontext zunehmend an Bedeutung.

Deutschland und die EU-27 sind Regionen mit hoher Produktivität und Expansionspotenzial in der Agrarproduktion bei gleichzeitig abnehmendem bzw. nur noch gering ansteigendem Nahrungsmittelbedarf. Es werden große Potenziale für die Bereitstellung von Biomasse für eine stoffliche oder energetische Nutzung vermutet. Sie geraten allerdings auch zunehmend in Nutzungskonkurrenz mit Zielen der Nachhaltigkeit und des Naturschutzes.

Vor diesem Hintergrund erarbeiten das Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Institut für Betriebswirtschaft und das Institut für landwirtschaftliche Betriebslehre der Universität Hohenheim eine globale Analyse und Abschätzung des Biomasse-Flächennutzungspotentials, insbesondere unter Berücksichtigung der zukünftigen Entwicklungen des Nahrungsmittelbedarfs und der Produktivität der Agrarproduktion. Dabei

wurden auch verschiedene Szenarien zu den wichtigsten Einflussparametern auf die Bioenergiepotenziale berechnet.

In dieser Studie werden die Potenziale für Bioenergie mit Hilfe von komparativ-statischen Modellrechnungen ermittelt. Das so genannte GAPP-Simulationsmodell (Globales Agrar-Produktions-Potenzial) errechnet die verfügbaren Flächen für Agrarrohstoffe, die nach Sicherstellung der Inlandsversorgung mit Nahrungsmitteln aus nationaler Produktion möglich sind. Sie werden als nationale Potenziale für einzelne Länder sowie auch als die verfügbaren Potenziale für Teilkontinente und Kontinente dargestellt.

Die Ergebnisse der Studie werden in den folgenden Punkten zusammengefasst:

1. Die Basisperiode (2006-2009) für diese Studie ist die Endphase der hohen Agrarüberschüsse in der letzten Dekade des vorigen und der ersten Dekade des jetzigen Jahrhunderts. Sie war gekennzeichnet durch vergleichsweise hohe Überproduktion und Weltvorräte an Agrarrohstoffen und Nahrungsmitteln. Nordamerika, Südamerika, Australien und die EU produzierten bis zum Dreifachen des Inlandsbedarfs an Agrarprodukten. Es kam in diesen Staaten zur Umlenkung der meist subventionierten Agrarexporte in die inländische Verwendung für die stoffliche und energetische Nutzung. In Deutschland werden bereits 2,3 Mio. ha und global ca. 70-80 Mio. ha für Nachwachsende Rohstoffe genutzt.
2. In den verschiedenen Szenarien bis 2030 wird deutlich, dass die globalen Flächen- und Kraftstoffpotenziale im Wesentlichen von der Nahrungsmittelnachfrage einerseits und den Ertragssteigerungen auf begrenzter Ackerfläche andererseits abhängen. Die Regionen der Welt entwickeln sich dabei szenarienübergreifend in unterschiedliche Richtungen: während Europa, Nordamerika und Südamerika erhebliche und stabile Flächenpotenziale für die Bioenergiepflanzenproduktion vorhalten können, besteht in Asien und Afrika ein zunehmender Importbedarf an Nahrungsmitteln aufgrund hohem Bevölkerungswachstum, der unter der Annahme eines globalen Handelsausgleichs zur Sicherung der Welternährung auch eine rechnerische Flächeninanspruchnahme der potenziellen Bioenergieflächen in den anderen Regionen erfordert. Gleichzeitig wird

die Verknappung zu Preiseffekten führen, die Produktionssteigerungen unterstützen.

3. Die technischen Potenziale für Bioenergieflächen werden für die Basis (2006-2009) weltweit auf etwa 190 Mio. ha geschätzt. Davon entfallen ca. 2,3 Mio. ha auf Deutschland und ca. 10 Mio. ha auf die EU-27.
4. Im Referenzszenario nehmen die Bioenergiepotenziale im Zeitablauf zu. Weltweit steigen sie bis 2050 auf gut 280 Mio. ha an, wovon bei nationaler Betrachtungsweise (d.h. ohne Exporte für die Sicherung der Welternährung) ca. 8 Mio. ha auf Deutschland und ca. 30 Mio. ha auf die EU-27 entfallen.
5. Deutschland ist im weltweiten Kontext als Ausnahmefall zu charakterisieren, weil höchster Bevölkerungsrückgang und hohe Produktivitätssteigerungen zusammenwirken. Von 17 Mio. ha LF werden in der Basis nur 13 Mio. ha für die inländische Nahrungsmittelversorgung bei gegebenem Import-Exportumfang benötigt. 2 Mio. ha werden bereits für nachwachsende Rohstoffe verwendet und weitere 2 Mio. ha stünden aus Brachflächen und Exportabbau zur Verfügung. Bis zum Jahr 2050 reduziert sich der Flächenanspruch für inländisch bereitgestellte Nahrungsmittel bei gegebenen Agrarimporten auf 7 Mio. ha. Gleichzeitig steigt der Bedarf an Fläche für Agrarexporte (Sicherung Welternährung) auf ca. 2,4 Mio. ha und es verbleiben ca. 7,5 Mio. ha für nachwachsende Rohstoffe.
6. Dieses Potenzial wird allerdings nur für Bioenergie bereitgestellt, wenn die Konversion zu Bioenergieträger durch Förderung oder die Preisrelationen wirtschaftlicher ist als der Agrarexport oder Agrarimportsubstitutionen.
7. Auch die EU-27 benötigt von den derzeit 190 Mio. ha zukünftig weniger Fläche für die Inlandsversorgung mit Nahrungsmitteln: derzeit bei gegebenem Export-Importumfang 170 Mio. ha und in 2050 noch etwa 140 Mio. ha. Die Exporte werden aber um ca. 10 Mio. ha ansteigen. Zusammen mit den derzeit schon verwendeten 9 Mio. ha werden bis 2050 ca. 32 Mio. ha für nachwachsende Rohstoffe zur Verfügung stehen.

**Tabelle 30: Wichtige Ergebnisse zu den Bioenergiepotenzialen in Deutschland und der EU-27**

		Deutschland				EU-27			
		Basis 2007	2020	2030	2050	Basis 2007	2020	2030	2050
Bevölkerung	Mio.	82,5	81,0	79,5	74,8	496,0	511,2	516,1	511,9
Landw. Genutzte Fläche (LF)	Mio. ha	17,0	16,8	16,8	16,7	191,0	187,0	185,0	182,2
Flächenbedarf für inländische Nahrungsmittelnachfrage bei gegebenen Agrarim- und exporten	Mio. ha	12,7	10,6	9,3	6,8	171,6	161,7	154,5	140,5
Fläche für Agrarexporte zur Sicherung der Welternährung	Mio. ha		1,4	2,0	2,4		5,6	7,6	10,1
bereits genutzte Fläche für Nawaro	Mio. ha	2,0				9,0			
Zusätzliches Potenzial für Nawaro (bei Ernährungssicherung) (LF)	Mio. ha	1,6	2,7	3,5	5,5	7,5	10,7	13,8	22,6
theoretisch nutzbare Fläche für Nawaro insgesamt (LF)	Mio. ha	3,6	4,7	5,5	7,5	16,5	19,7	22,8	31,6
ges. Nawaro-Fläche in % der LF	%	21,1	28,1	32,8	44,9	8,6	10,5	12,3	17,3
Energie aus dem zusätzlichen Potenzial für Nawaro	EJ	0,2	0,8	1,0	1,3	1,1	3,7	4,1	5,3
In % vom Primärenergieverbrauch 2008	%	1,3	5,1	6,5	8,9	1,4	4,6	5,1	6,5

Quelle: Eigene Berechnungen

8. Werden auf den verfügbaren Flächen gezielt Energiepflanzen angebaut, können in Deutschland zusätzlich zu den schon produzierten Bioenergeträgern bis 2050 weitere Energieressourcen bis zu 1.349 Petajoule (PJ) bereitgestellt werden (8,9 % des derzeitigen Primärenergieverbrauchs (PEV)). In der EU-27 wären analog ca. 5.296 Petajoule (6,5 % des PEV) bereitzustellen. Bei erfolgreicher Umsetzung der Einsparungsbemühungen (Halbierung des Primärenergiebedarfs bis 2050) erhöht sich der Anteil entsprechend.
9. Verschiedene Szenarien-Simulationen zeigen, dass die zukünftige Nahrungsmittelnachfrage und die Produktivitätsentwicklung entscheidenden Einfluss auf die Bioenergiepotenziale haben. Aber nur sehr unwahrscheinlich pessimistische Annahmen führen zu einer weitgehenden Reduzierung des Bioenergiepotenzials. Unterlassung von Landnutzungsänderungen weltweit schmälern die Bioenergiepotenziale in der Größenordnung von ca. 10 bis 20 Mio. ha. Aber nur eine damit einhergehende weltweite Umwidmung von Ackerflächen zu Naturschutzflächen um 10 % würde die Bioenergieflächen drastisch reduzieren.
10. Der Ausbau der Kapazitäten für Bioenergie läuft global mit Wachstumsraten um 8 % ab. Jährlich wächst die globale Fläche für nachwachsende Rohstoffe um ca. 6 Mio. ha, davon in Deutschland um etwa 160.000 ha und in der EU-27 etwa um 0,5 Mio. ha. Das

Wachstum könnte zumindest noch 2030 so weiter fortschreiten, bevor Rohstoffknappheit zu Lasten der Ernährungssicherung entsteht.

11. Die identifizierten Potenziale für Bioenergie sind groß genug, um die politischen Ziele der Bundesregierung realisieren zu können. Sie lassen sich aber nur erreichen, wenn die Roh- und Reststoffe effizient eingesetzt werden, was bisher nicht wie in den Berechnungen unterstellt geschieht.
12. Die Hauptproduktionsrichtung „Biokraftstoffe“ ist in Deutschland und weltweit unverzichtbar, weil mit allen anderen Verwendungen die verfügbaren Flächenpotenziale nicht ausgeschöpft werden können bzw. der notwendige Kapazitätsausbau mit den Verfügbarkeiten nicht Schritt halten könnte.
13. Mindestforderungen für Treibhausgasminderungen der Renewable Energy Directive (RED) sind sinnvoll. Die Verursachung der ILUC mit der deutschen und EU- Bioenergieproduktion höchst umstritten und zumindest ein Dilemma. Es kann nicht aufgelöst werden durch einen Verzicht auf Bioenergie und Biokraftstoffe in Deutschland und der EU-27 und wäre aus Sicht des Klimaschutzes kontraproduktiv, zumindest wenn die hier umsetzbaren Vermeidungsmaßnahmen direkter und indirekter LUC eingehalten würden.

## Literatur

- BRAUN, J. VON: Weltmärkte in Bewegung- Herausforderungen an Landwirte und Verarbeiter. In: Archiv der DLG, Band 102. DLG- Verlags GmbH, Frankfurt, 2008.
- EUROPÄISCHE KOMMISSION: Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG (2009/28/EG). (Renewable Energy Directive). Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 140/16ff vom 05.06.2009.
- FAOSTAT: <http://faostat.fao.org/>
- FNR: Anbaufläche für nachwachsende Rohstoffe 2011, <http://mediathek.fnr.de/grafiken/daten-und-fakten/anbauflache-fur-nachwachsende-rohstoffe-2011.html>
- F.O. LICHT: World Ethanol & Biofuels Reports, versch. Jahrgänge (2010/2011).
- FOOD AND AGRICULTURAL POLICY RESEARCH INSTITUTE (FAPRI): Agricultural Outlook 2007/2008. Ames, Iowa, 2008.
- IFPRI: Assessing the Land Use Change Consequences of European Biofuel Policies. Final Report. October 2011  
[<http://www.ifpri.org/publication/assessing-land-use-change-consequences-european-biofuel-policies>].
- IFPRI: Global Trade and Environmental Impact Study of the EU Biofuels Mandate. Final Draft Report. March 2010.
- JatroSolutions GmbH, mündliche Auskunft, Januar 2012.
- KTBL (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft): KTBL-Datensammlung Betriebsplanung Landwirtschaft 2010/11, 22. Auflage 2010.
- ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD) & FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO): OECD & FAO Agricultural Outlook 2011-2020. Highlights, OECD Veröffentlichungen, Paris, 2011.
- QAIM, M.: The Economics of Genetically Modified Crops. The Annual Review of Resource Economics. 2009-1:665-93.
- QAIM, M.: Wie gelingt die weltweite Ernährungssicherung? Vortrag im Rahmen der DLG-Wintertagung 2012: Welternährung - Welche Verantwortung hat Europa?, Münster, 10.-12. Januar 2012.
- SCHÖNLEBER, N.: Entwicklung der Nahrungsmittelnachfrage und der Angebotspotenziale der Landwirtschaft in der Europäischen Union. Dissertation Universität Hohenheim, 2009.

- StJELF: Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland, 2010, 54. Jahrgang, Hrsg.: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wirtschaftsverlag NW GmbH, Bremerhaven, 2010.
- THRÄN, D., M. WEBER, A. SCHEUERMANN, N. FRÖHLICH, J. ZEDDIES, A. HENZE, C. THOROE, J. SCHWEINLE, U. FRITSCHKE, W. JENSEIT, L. RAUSCH und K. SCHMIDT: Nachhaltige Biomassenutzungsstrategien im europäischen Kontext. Erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Institut für Energetik und Umwelt, Leipzig, 2006.
- UNITED NATIONS (UN): World Population Prospects: The 2010 Revision. Population Division, Department of Economic and Social Affairs, 2011.
- ZEDDIES, J.: Rohstoffverfügbarkeit für die Produktion von Biokraftstoffen in Deutschland und in der EU-25. Agrarökonomische Forschung – Agricultural Economic Research, Hrsg. Prof. Dr. J. Zeddies, Forschungsbericht 6/2006, Universität Hohenheim, 2006.

## Anhang

*Tabelle A: Umrechnungsfaktoren für Grundnahrungsmittel auf Basis des Getreideeinheitenschlüssels*

Produkt	Faktor
Getreide	1,07
Kartoffeln / stärkeh. Knollenfrüchte	0,22
Zucker	1,89
Pflanzliche Öle	6,00
Rind- u. Kalbfleisch	11,80
Schweinefleisch	4,55
Geflügelfleisch	3,78
Eier	2,57
Frischmilcherzeugnisse	0,95
Käse (ohne Schmelzkäse)	
Butter	19,80

1) GE = Getreideeinheit, entsprechend GE für Agrarerzeugnis (siehe StJELF) und Berücksichtigung der Agrarerzeugnis-Nahrungsmittel-Relation:

Zuckerrüben 7:1, R.u.K.-Fleisch 2:1, Schw.-Fleisch 1,3:1, Gef.-Fleisch 1,4:1, Fr.-Milch-Erz. 1,1:1, Käse ohne Schm. 8,5:1, Butter 23:1

*Quelle: StJELF 2010, eigene Berechnungen*

Tabelle A-1: Entwicklung von Grünlandumwidmung und Waldrodung in 148 Ländern

Erdteil Teilerdteil Land	Forstflächen				Grünland			
	in Tsd ha		Saldo aus Rodung / Aufforstung		in Tsd ha		Saldo aus Umwidmung / Einsaat	
	1993	2009	Tsd ha	%	1993	2009	Tsd ha	%
Deutschland	10.842	11.076	235	2,2	5.251	4.741	-510	-9,7
Frankreich	14.782	15.906	1.124	7,6	10.764	9.870	-894	-8,3
Vereinigtes Königreich	2.666	2.874	208	7,8	11.382	11.233	-149	-1,3
Italien	7.824	9.071	1.247	15,9	4.530	4.423	-107	-2,4
Spanien	14.769	17.997	3.228	21,9	10.376	10.464	88	0,8
Polen	8.934	9.310	375	4,2	4.047	3.180	-867	-21,4
Rumänien	6.370	6.537	167	2,6	4.852	4.372	-480	-9,9
Niederlande	350	365	16	4,4	1.064	827	-237	-22,3
Griechenland	3.390	3.873	483	14,3	5.240	4.500	-740	-14,1
Belgien Luxemburg	761	764	3	0,4	624	569	-55	-8,8
Tschechien	2.631	2.655	24	0,9	873	983	110	12,6
Portugal	3.355	3.452	97	2,9	962	1.781	819	85,1
Ungarn	1.833	2.020	187	10,2	1.157	1.004	-153	-13,2
Schweden	27.313	28.203	890	3,3	576	436	-140	-24,3
Oesterreich	3.795	3.882	87	2,3	1.954	1.731	-223	-11,4
Bulgarien	3.341	3.872	530	15,9	1.811	1.719	-92	-5,1
Slowakei	1.922	1.933	11	0,6	835	524	-311	-37,2
Dänemark	457	542	85	18,5	197	197	0	0,0
Finnland	22.060	22.157	97	0,4	106	34	-72	-67,9
Irland	516	730	214	41,5	3.378	3.097	-281	-8,3
Litauen	1.968	2.152	185	9,4	460	608	148	32,1
Lettland	3.193	3.343	149	4,7	803	659	-144	-17,9
Slowenien	1.202	1.251	50	4,1	325	267	-58	-17,8
Estland	2.136	2.224	88	4,1	243	327	84	34,6
Zypern	164	173	9	5,4	4	4	0	7,5
Malta	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
<b>EU-27</b>	<b>146.572</b>	<b>156.361</b>	<b>9.789</b>	<b>6,7</b>	<b>71.814</b>	<b>67.550</b>	<b>-4.264</b>	<b>-5,9</b>
Russland	809.046	809.030	-16	0,0	87.500	92.020	4.520	5,2
Ukraine	9.345	9.679	334	3,6	7.473	7.900	427	5,7
Serbien Montenegro	2.900	3.209	309	10,6	2.127	1.784	-343	-16,1
Belarus	7.928	8.591	663	8,4	3.106	3.263	157	5,1
Schweiz	1.164	1.235	72	6,1	1.147	1.095	-52	-4,5
Norwegen	9.181	9.989	807	8,8	123	175	52	42,1
Kroatien	1.861	1.917	56	3,0	1.093	343	-750	-68,6
Bosnien Herzegowina	2.203	2.185	-18	-0,8	1.200	1.029	-171	-14,3
Albanien	783	777	-6	-0,7	424	505	81	19,2
<b>Europa andere</b>	<b>844.410</b>	<b>846.612</b>	<b>2.202</b>	<b>0,3</b>	<b>104.193</b>	<b>108.114</b>	<b>3.921</b>	<b>3,8</b>
<b>Europa</b>	<b>990.981</b>	<b>1.002.972</b>	<b>11.991</b>	<b>1,2</b>	<b>176.007</b>	<b>175.664</b>	<b>-343</b>	<b>-0,2</b>
USA	297.493	303.639	6.146	2,1	238.000	238.000	0	0,0
Kanada	310.134	310.134	0	0,0	15.823	15.450	-373	-2,4
<b>Nordamerika</b>	<b>607.627</b>	<b>613.773</b>	<b>6.146</b>	<b>1,0</b>	<b>253.823</b>	<b>253.450</b>	<b>-373</b>	<b>-0,1</b>

Quelle: Daten nach FAOSTAT

Tabelle A-1 (Fortsetzung): Entwicklung von Grünlandumwidmung und Waldrodung in 148 Ländern

Erdeil Teilerdteil Land	Forstflächen				Grünland			
	in Tsd ha		Saldo aus Rodung / Aufforstung		in Tsd ha		Saldo aus Umwidmung / Einsaat	
	1993	2009	Tsd ha	%	1993	2009	Tsd ha	%
Mexico	69.229	64.957	-4.272	-6,2	79.000	75.000	-4.000	-5,1
Guatemala	4.586	3.713	-873	-19,0	2.602	1.950	-652	-25,1
Kuba	2.171	2.835	664	30,6	2.600	2.630	30	1,2
Dominikanische Republik	1.972	1.972	0	0,0	1.200	1.197	-3	-0,3
Haiti	114	102	-12	-10,6	495	490	-5	-1,0
Honduras	7.613	5.312	-2.301	-30,2	1.533	1.760	227	14,8
El Salvador	364	291	-72	-19,8	600	637	37	6,2
Nicaragua	4.304	3.184	-1.120	-26,0	2.630	3.016	386	14,7
Costa Rica	2.508	2.582	75	3,0	1.613	1.300	-313	-19,4
Jamaika	343	338	-6	-1,7	229	229	0	0,0
<b>Mittelamerika</b>	<b>93.203</b>	<b>85.287</b>	<b>-7.917</b>	<b>-8,5</b>	<b>92.502</b>	<b>88.209</b>	<b>-4.293</b>	<b>-4,6</b>
Brasilien	566.170	521.716	-44.454	-7,9	189.463	196.000	6.537	3,5
Kolumbien	62.216	60.600	-1.616	-2,6	40.083	39.186	-897	-2,2
Argentinien	33.913	29.640	-4.274	-12,6	99.940	108.500	8.560	8,6
Peru	69.873	68.142	-1.731	-2,5	17.916	17.000	-916	-5,1
Venezuela	51.164	46.563	-4.601	-9,0	18.241	18.000	-241	-1,3
Chile	15.434	16.193	759	4,9	12.900	14.015	1.115	8,6
Ecuador	13.224	10.063	-3.162	-23,9	5.001	4.986	-15	-0,3
Bolivien	61.984	57.504	-4.480	-7,2	33.835	33.000	-835	-2,5
Paraguay	20.620	17.761	-2.860	-13,9	14.960	17.000	2.040	13,6
Uruguay	1.068	1.699	632	59,2	13.520	12.895	-625	-4,6
Guyana	15.205	15.205	0	0,0	1.230	1.230	0	0,0
Surinam	14.776	14.762	-14	-0,1	21	17	-4	-17,1
<b>Südamerika</b>	<b>925.647</b>	<b>859.847</b>	<b>-65.801</b>	<b>-7,1</b>	<b>447.110</b>	<b>461.829</b>	<b>14.719</b>	<b>3,3</b>
<b>Amerika</b>	<b>1.626.478</b>	<b>1.558.907</b>	<b>-67.571</b>	<b>-4,2</b>	<b>793.435</b>	<b>803.488</b>	<b>10.053</b>	<b>1,3</b>
Australien	154.626	150.224	-4.402	-2,8	413.800	361.518	-52.282	-12,6
Neuseeland	7.884	8.277	394	5,0	13.945	10.948	-2.997	-21,5
Fidschiinseln	961	1.011	50	5,2	175	175	0	0,0
<b>Ozeanien</b>	<b>163.471</b>	<b>159.512</b>	<b>-3.959</b>	<b>-2,4</b>	<b>427.920</b>	<b>372.641</b>	<b>-55.279</b>	<b>-12,9</b>
China	163.099	204.097	40.999	25,1	400.001	400.001	0	0,0
Japan	24.928	24.970	42	0,2	450	0	-450	-100,0
Südkorea	6.345	6.229	-117	-1,8	63	58	-5	-7,9
Nordkorea	7.821	5.793	-2.028	-25,9	50	50	0	0,0
Mongolei	12.290	10.980	-1.310	-10,7	117.771	114.838	-2.933	-2,5
<b>Ostasien</b>	<b>214.483</b>	<b>252.069</b>	<b>37.586</b>	<b>17,5</b>	<b>518.335</b>	<b>514.947</b>	<b>-3.388</b>	<b>-0,7</b>
Usbekistan	3.095	3.279	184	6,0	22.800	22.000	-800	-3,5
Kasachstan	3.405	3.315	-90	-2,7	186.562	185.000	-1.562	-0,8
Tadschikistan	409	410	1	0,3	3.545	3.875	330	9,3
Kirgisien	843	937	94	11,1	8.700	9.266	566	6,5
Turkmenistan	4.127	4.127	0	0,0	30.767	30.700	-67	-0,2
<b>Zentralasien</b>	<b>11.879</b>	<b>12.068</b>	<b>189</b>	<b>1,6</b>	<b>252.374</b>	<b>250.841</b>	<b>-1.533</b>	<b>-0,6</b>

Quelle: Daten nach FAOSTAT

Tabelle A-1 (Fortsetzung): Entwicklung von Grünlandumwidmung und Waldrodung in 148 Ländern

Erdeil Teilerdteil Land	Forstflächen				Grünland			
	in Tsd ha		Saldo aus Rodung / Aufforstung		in Tsd ha		Saldo aus Umwidmung / Einsaat	
	1993	2009	Tsd ha	%	1993	2009	Tsd ha	%
Indien	64.374	68.289	3.915	6,1	11.301	10.340	-961	-8,5
Pakistan	2.404	1.730	-674	-28,0	5.000	5.000	0	0,0
Bangladesh	1.486	1.445	-42	-2,8	600	600	0	0,0
Iran	11.075	11.075	0	0,0	45.500	29.524	-15.976	-35,1
Afghanistan	1.350	1.350	0	0,0	30.000	30.000	0	0,0
Nepal	4.542	3.636	-906	-19,9	1.757	1.730	-27	-1,5
Sri Lanka	2.270	1.875	-395	-17,4	440	440	0	0,0
<b>Südasien</b>	<b>87.501</b>	<b>89.399</b>	<b>1.899</b>	<b>2,2</b>	<b>94.598</b>	<b>77.634</b>	<b>-16.964</b>	<b>-17,9</b>
Indonesien	112.804	95.117	-17.687	-15,7	11.800	11.000	-800	-6,8
Philippinen	6.734	7.610	876	13,0	1.280	1.500	220	17,2
Vietnam	10.072	13.653	3.581	35,6	328	642	314	95,7
Thailand	19.386	18.957	-428	-2,2	800	800	0	0,0
Myanmar	37.913	32.083	-5.830	-15,4	359	306	-54	-14,9
Malaysia	22.141	20.543	-1.598	-7,2	281	285	4	1,4
Kambodscha	12.525	10.221	-2.303	-18,4	700	1.500	800	114,3
Laos	17.079	15.829	-1.250	-7,3	800	878	78	9,8
<b>Südostasien</b>	<b>238.653</b>	<b>214.013</b>	<b>-24.640</b>	<b>-10,3</b>	<b>16.348</b>	<b>16.911</b>	<b>563</b>	<b>3,4</b>
Tuerkei	9.820	11.215	1.395	14,2	12.378	14.617	2.239	18,1
Irak	808	825	17	2,1	4.000	4.000	0	0,0
Saudi Arabien	977	977	0	0,0	170.000	170.000	0	0,0
Jemen	549	549	0	0,0	22.000	22.000	0	0,0
Syrien	390	485	95	24,4	8.216	8.244	28	0,3
Aserbaidshjan	936	936	0	0,0	2.430	2.656	226	9,3
Vereinigte Emirate	265	316	52	19,6	280	305	25	8,9
Israel	138	154	16	11,5	145	140	-5	-3,4
Jordanien	98	98	0	0,0	791	742	-49	-6,2
Georgien	2.776	2.745	-31	-1,1	2.000	1.940	-60	-3,0
<b>Westasien</b>	<b>16.755,9</b>	<b>18.300,0</b>	<b>1.544</b>	<b>9,2</b>	<b>222.240</b>	<b>224.644</b>	<b>2.404</b>	<b>1,1</b>
<b>Asien</b>	<b>569.270,8</b>	<b>585.849,1</b>	<b>16.578</b>	<b>2,9</b>	<b>1.103.895</b>	<b>1.084.977</b>	<b>-18.918</b>	<b>-1,7</b>
Aethiopien	14.691	12.437	-2.255	-15,3	20.000	20.000	0	0,0
Tansania	41.495	33.831	-7.664	-18,5	24.000	24.000	0	0,0
Kenia	3.708	3.478	-230	-6,2	21.300	21.300	0	0,0
Uganda	4.751	3.076	-1.675	-35,3	5.112	5.112	0	0,0
Mosambik	43.378	39.233	-4.145	-9,6	44.000	44.000	0	0,0
Madagaskar	13.692	12.610	-1.082	-7,9	33.000	37.295	4.295	13,0
Malawi	3.896	3.270	-626	-16,1	1.840	1.850	10	0,5
Simbabwe	22.164	15.951	-6.213	-28,0	10.000	12.100	2.100	21,0
Sambia	52.800	49.635	-3.165	-6,0	17.900	20.000	2.100	11,7
Ruanda	318	425	107	33,6	694	420	-274	-39,5
Somalia	8.282	6.824	-1.458	-17,6	43.000	43.000	0	0,0
Burundi	289	174	-115	-39,9	835	900	65	7,8
Eritrea	1.608	1.536	-71	-4,4	6.900	6.900	0	0,0
Mauritius	39	35	-4	-9,8	7	7	0	0,0
Dschibuti	6	6	0	0,0	1.298	1.700	402	31,0
Reunion	87	87	0	0,5	12	11	-1	-5,0
<b>Ostafrika</b>	<b>211.203</b>	<b>182.608</b>	<b>-28.595</b>	<b>-13,5</b>	<b>229.898</b>	<b>238.595</b>	<b>8.697</b>	<b>3,8</b>

Quelle: Daten nach FAOSTAT

Tabelle A-1 (Fortsetzung): Entwicklung von Grünlandumwidmung und Waldrodung in 148 Ländern

Erdteil Teilerdteil Land	Forstflächen				Grünland			
	in Tsd ha		Saldo aus Rodung / Aufforstung		in Tsd ha		Saldo aus Umwidmung / Einsaat	
	1993	2009	Tsd ha	%	1993	2009	Tsd ha	%
Congo Dem.Rep.	160.363	154.446	-5.917	-3,7	15.000	15.000	0	0,0
Kamerun	24.316	20.136	-4.180	-17,2	2.000	2.000	0	0,0
Angola	60.976	58.605	-2.371	-3,9	54.004	54.000	-4	0,0
Tschad	13.110	11.604	-1.506	-11,5	45.000	45.000	0	0,0
Zentralafrikanische Rep.	23.203	22.635	-568	-2,4	3.000	3.200	200	6,7
Congo Rep.	22.726	22.423	-303	-1,3	10.000	10.000	0	0,0
Gabun	22.000	22.000	0	0,0	4.700	4.665	-35	-0,7
<b>Mittelfrika</b>	<b>326.694</b>	<b>311.849</b>	<b>-14.845</b>	<b>-4,5</b>	<b>133.704</b>	<b>133.865</b>	<b>161</b>	<b>0,1</b>
Aegypten	44	69	25	57,7	0	0	0	0,0
Sudan	76.381	70.003	-6.378	-8,4	110.000	116.340	6.340	5,8
Algerien	1.667	1.501	-166	-10,0	31.041	32.890	1.849	6,0
Marokko	5.049	5.121	72	1,4	20.900	21.000	100	0,5
Tunesien	643	940	297	46,3	3.793	4.853	1.060	27,9
Libyen	217	217	0	0,0	13.300	13.500	200	1,5
Westsahara	707	707	0	0,0	5.000	5.000	0	0,0
<b>Nordafrika</b>	<b>84.708</b>	<b>78.559</b>	<b>-6.150</b>	<b>-7,3</b>	<b>184.034</b>	<b>193.583</b>	<b>9.549</b>	<b>5,2</b>
Suedafrika	9.241	9.241	0	0,0	82.500	83.928	1.428	1,7
Namibia	8.762	7.364	-1.398	-16,0	38.000	38.000	0	0,0
Lesotho	40	44	4	9,5	2.000	2.000	0	0,0
Botsuana	13.718	11.588	-2.130	-15,5	25.600	25.600	0	0,0
Swasiland	472	559	87	18,3	1.046	1.032	-14	-1,3
<b>Südafrika</b>	<b>32.233</b>	<b>28.795</b>	<b>-3.438</b>	<b>-10,7</b>	<b>149.146</b>	<b>150.560</b>	<b>1.414</b>	<b>0,9</b>
Nigeria	17.234	9.451	-7.783	-45,2	40.000	37.500	-2.500	-6,3
Ghana	7.448	5.055	-2.393	-32,1	8.405	8.300	-105	-1,2
Elfenbeinküste	10.222	10.403	181	1,8	13.000	13.200	200	1,5
Burkina Faso	6.847	5.709	-1.138	-16,6	6.000	6.000	0	0,0
Mali	14.072	12.569	-1.503	-10,7	30.000	34.640	4.640	15,5
Niger	1.945	1.216	-729	-37,5	22.000	28.782	6.782	30,8
Senegal	9.348	8.513	-835	-8,9	5.744	5.600	-144	-2,5
Guinea	7.264	6.580	-684	-9,4	10.788	10.700	-88	-0,8
Benin	5.761	4.611	-1.150	-20,0	550	550	0	0,0
Togo	685	307	-378	-55,2	1.000	1.000	0	0,0
Sierra Leone	3.118	2.746	-372	-11,9	2.204	2.200	-4	-0,2
Liberia	4.929	4.359	-570	-11,6	1.993	2.000	7	0,4
Mauretanien	415	247	-168	-40,5	39.250	39.250	0	0,0
Guinea-Bissau	2.216	2.032	-184	-8,3	1.080	1.080	0	0,0
<b>Westafrika</b>	<b>91.504</b>	<b>73.798</b>	<b>-17.706</b>	<b>-19,3</b>	<b>182.014</b>	<b>190.802</b>	<b>8.788</b>	<b>4,8</b>
<b>Afrika</b>	<b>746.343</b>	<b>675.610</b>	<b>-70.733</b>	<b>-9,5</b>	<b>878.796</b>	<b>907.405</b>	<b>28.609</b>	<b>3,3</b>
<b>148 Länder</b>	<b>4.096.544</b>	<b>3.982.851</b>	<b>-113.693</b>	<b>-2,8</b>	<b>3.380.053</b>	<b>3.344.176</b>	<b>-35.877</b>	<b>-1,1</b>

Quelle: Daten nach FAOSTAT

Tabelle A-2: Verbleibende Flächenpotenziale für Bioenergie-Verwendungen (Welt) Szenario: Referenz

Erdteil Teilerdteil Land	verbleibendes Flächenpotenzial				
	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	Basis - 2015	2015 - 2020	2020 - 2030	2030 - 2050
	Tsd ha				
Deutschland	1.050,4	1.738,5	2.100,8	2.806,9	4.429,4
Frankreich	3.619,4	3.798,3	3.931,1	4.204,7	5.119,0
Vereinigtes Koenigreich	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Italien	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Spanien	0,0	346,1	639,3	1.223,2	2.391,1
Polen	460,1	800,0	1.006,1	1.473,8	2.728,1
Rumaenien	866,2	668,7	575,5	482,1	542,6
Niederlande	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Griechenland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Belgien Luxemburg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tschechien	286,3	392,2	458,4	597,6	914,6
Portugal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ungarn	1.114,4	1.260,6	1.339,3	1.516,4	1.986,8
Schweden	210,6	160,4	140,8	131,3	197,0
Oesterreich	162,3	191,3	210,6	252,6	371,2
Bulgarien	432,4	624,3	736,4	972,6	1.503,6
Slowakei	95,8	140,9	164,6	217,7	372,9
Daenemark	157,3	175,6	192,4	236,9	385,3
Finnland	238,0	232,1	232,2	251,5	356,0
Irland	312,0	613,8	769,0	1.040,6	1.615,6
Litauen	380,2	295,0	254,3	195,9	121,5
Lettland	374,0	395,8	403,3	425,6	493,9
Slowenien	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Estland	62,1	48,5	44,2	40,3	34,5
Zypern	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Malta	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>EU-27</b>	<b>9.821,5</b>	<b>11.882,3</b>	<b>13.198,3</b>	<b>16.069,7</b>	<b>23.563,2</b>
Russland	37.603,3	41.941,6	44.220,1	49.642,1	63.405,3
Ukraine	4.982,1	6.765,9	7.722,5	9.695,5	14.136,0
Serbien Montenegro	404,1	523,6	603,7	766,1	1.159,0
Belarus	389,7	995,5	1.276,2	1.751,6	2.657,8
Schweiz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Norwegen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kroatien	28,5	0,0	0,0	0,0	12,5
Bosnien Herzegowina	108,6	135,0	151,4	186,5	299,7
Albanien	18,9	52,1	70,7	109,0	215,1
<b>Europa andere</b>	<b>43.535,2</b>	<b>50.413,7</b>	<b>54.044,5</b>	<b>62.150,8</b>	<b>81.885,5</b>
<b>Europa</b>	<b>53.356,8</b>	<b>62.295,9</b>	<b>67.242,8</b>	<b>78.220,5</b>	<b>105.448,7</b>
USA	27.484,0	26.031,6	25.528,4	25.618,2	29.230,2
Kanada	14.806,0	14.125,6	13.850,1	13.923,9	16.002,9
<b>Nordamerika</b>	<b>42.290,0</b>	<b>40.157,2</b>	<b>39.378,6</b>	<b>39.542,1</b>	<b>45.233,2</b>
Mexico	1.474,8	991,8	794,1	568,9	860,8
Guatemala	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kuba	0,0	0,0	140,9	434,3	1.144,4
Dominikanische Republik	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Haiti	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Honduras	22,8	0,0	0,0	0,0	0,0
El Salvador	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nicaragua	1.186,8	1.154,1	1.131,6	1.127,3	1.265,4
Costa Rica	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Jamaika	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Mittelamerika</b>	<b>2.684,5</b>	<b>2.145,9</b>	<b>2.066,5</b>	<b>2.130,5</b>	<b>3.270,6</b>

Quelle: Eigene Berechnungen

Tabelle A-2 (Fortsetzung): Verbleibende Flächenpotenziale für Bioenergie-Verwendungen (Welt) Szenario: Referenz

Erdteil Teilerdteil Land	verbleibendes Flächenpotenzial				
	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	Basis - 2015	2015 - 2020	2020 - 2030	2030 - 2050
Tsd ha					
Brasilien	14.650,1	14.354,0	14.226,3	14.743,2	19.078,0
Columbien	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Argentinien	7.890,6	9.855,0	11.023,6	13.634,4	20.796,5
Peru	168,2	197,6	199,6	198,9	323,9
Venezuela	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Chile	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ecuador	0,0	0,0	0,0	2,8	77,8
Bolivien	543,0	592,3	590,9	563,1	537,0
Paraguay	2.905,1	2.858,6	2.831,3	2.869,3	3.155,0
Uruguay	3.427,8	3.450,6	3.472,3	3.624,8	4.314,6
Guyana	179,1	165,4	159,3	154,8	169,5
Surinam	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Südamerika</b>	<b>29.763,9</b>	<b>31.473,5</b>	<b>32.503,3</b>	<b>35.791,2</b>	<b>48.452,2</b>
<b>Amerika</b>	<b>74.738,4</b>	<b>73.776,7</b>	<b>73.948,4</b>	<b>77.463,8</b>	<b>96.956,0</b>
Australien	15.290,8	12.585,6	11.250,8	9.469,5	7.989,1
Neuseeland	3.048,6	2.836,4	2.745,6	2.695,6	2.934,3
Fidschiinseln	20,7	22,1	22,8	24,7	30,5
<b>Ozeanien</b>	<b>18.360,0</b>	<b>15.444,1</b>	<b>14.019,2</b>	<b>12.189,9</b>	<b>10.953,9</b>
China	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Japan	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Suedkorea	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nordkorea	65,7	7,7	0,0	0,0	0,0
Mongolei	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Ostasien</b>	<b>65,7</b>	<b>7,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
Usbekistan	0,0	240,0	355,3	535,1	980,1
Kasachstan	6.926,7	4.634,6	3.669,6	2.503,4	1.013,6
Tadschikistan	0,0	0,0	0,0	0,0	12,4
Kirgisien	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Turkmenistan	0,0	0,0	0,0	0,0	225,5
<b>Zentralasien</b>	<b>6.926,7</b>	<b>4.874,5</b>	<b>4.024,8</b>	<b>3.038,5</b>	<b>2.231,7</b>
Indien	19.952,4	13.045,6	9.723,7	5.164,3	2.418,5
Pakistan	4.461,6	3.823,7	3.520,7	3.187,0	3.650,2
Bangladesh	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Iran	392,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Afghanistan	2.390,2	2.139,9	2.002,3	1.821,6	1.702,8
Nepal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sri Lanka	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Südasiien</b>	<b>27.196,4</b>	<b>19.009,2</b>	<b>15.246,6</b>	<b>10.172,9</b>	<b>7.771,5</b>
Indonesien	0,0	0,0	1.014,0	3.548,5	9.800,5
Philippinen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vietnam	0,0	0,0	3,1	244,5	1.062,9
Thailand	2.557,4	2.519,9	2.560,8	2.755,4	3.641,9
Myanmar	226,7	594,5	788,1	1.233,1	2.702,0
Malaysia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kambodscha	0,0	0,0	0,0	306,0	778,1
Laos	0,0	0,0	0,0	116,5	667,1
<b>Südostasien</b>	<b>2.784,1</b>	<b>3.114,3</b>	<b>4.366,0</b>	<b>8.204,0</b>	<b>18.652,5</b>

Quelle: Eigene Berechnungen

Tabelle A-2 (Fortsetzung): Verbleibende Flächenpotenziale für Bioenergie-Verwendungen (Welt) Szenario: Referenz

Erdteil Teilerdteil Land	verbleibendes Flächenpotenzial				
	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	Basis - 2015	2015 - 2020	2020 - 2030	2030 - 2050
	Tsd ha				
Tuerkei	2.893,6	2.416,1	2.286,2	2.346,7	3.599,9
Irak	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Saudi Arabien	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Jemen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Syrien	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aserbaidshan	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vereinigte Emirate	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Israel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Jordanien	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Georgien	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Westasien</b>	<b>2.893,6</b>	<b>2.416,1</b>	<b>2.286,2</b>	<b>2.346,7</b>	<b>3.599,9</b>
<b>Asien</b>	<b>39.866,4</b>	<b>29.421,9</b>	<b>25.923,7</b>	<b>23.762,1</b>	<b>32.255,6</b>
Aethiopien	67,1	324,6	438,2	713,8	2.208,4
Tansania	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kenia	77,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Uganda	670,4	111,3	0,0	0,0	0,0
Mosambik	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Madagaskar	188,9	2,0	0,0	0,0	0,0
Malawi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Simbabwe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sambia	1.075,5	934,2	822,1	601,3	0,0
Ruanda	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Somalia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Burundi	39,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eritrea	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mauritius	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dschibuti	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Reunion	0,6	0,9	1,1	1,5	2,4
<b>Ostafrika</b>	<b>2.118,7</b>	<b>1.373,0</b>	<b>1.261,4</b>	<b>1.316,6</b>	<b>2.210,8</b>
Congo Dem.Rep.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kamerun	1.253,8	934,5	761,1	482,1	36,3
Angola	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tschad	233,3	257,9	254,4	174,7	58,0
Zentralafrikanische Rep.	684,0	517,8	421,5	262,5	8,8
Congo Rep.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gabun	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Mittelfrika</b>	<b>2.171,1</b>	<b>1.710,2</b>	<b>1.436,9</b>	<b>919,3</b>	<b>103,0</b>
Aegypten	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sudan	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Algerien	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Marokko	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tunesien	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Libyen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Westsahara	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Nordafrika</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>

Quelle: Eigene Berechnungen

Tabelle A-2 (Fortsetzung): Verbleibende Flächenpotenziale für Bioenergie-Verwendungen (Welt) Szenario: Referenz

Erdteil Teilerdteil Land	verbleibendes Flächenpotenzial				
	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	Basis - 2015	2015 - 2020	2020 - 2030	2030 - 2050
Tsd ha					
Südafrika	5.991,6	6.256,5	6.393,3	6.750,5	8.104,4
Namibia	264,5	230,2	214,0	193,2	198,1
Lesotho	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Botsuana	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Swasiland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Südafrika</b>	<b>6.256,1</b>	<b>6.486,7</b>	<b>6.607,3</b>	<b>6.943,7</b>	<b>8.302,5</b>
Nigeria	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ghana	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Elfenbeinküste	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Burkina Faso	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mali	279,5	843,6	1.058,4	1.294,6	1.269,2
Niger	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Senegal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Guinea	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Benin	11,8	34,2	20,5	0,0	0,0
Togo	391,9	322,9	280,1	207,2	121,6
Sierra Leone	13,3	127,7	185,7	286,2	524,7
Liberia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mauretanien	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Guinea-Bissau	13,3	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Westafrika</b>	<b>709,8</b>	<b>1.328,4</b>	<b>1.544,6</b>	<b>1.788,0</b>	<b>1.915,5</b>
<b>Afrika</b>	<b>11.255,6</b>	<b>10.898,3</b>	<b>10.850,2</b>	<b>10.967,7</b>	<b>12.531,7</b>

Quelle: Eigene Berechnungen

**Tabelle A-3: Vergleich der Bioenergiepotenziale bei unterschiedlichem Wachstum der existierenden Flächen in der Referenz in den wichtigsten Ländern**

Land	jährliche Änderung %	nationales Potenzial					verbleibendes Potenzial bei Ernährungssicherung (Welt)				
		in Tsd ha					in Tsd ha				
		Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050
<b>Deutschland</b>											
Flächenpotenzial (FP)		2.258	3.493	4.186	5.492	7.900	1.840	2.659	3.088	3.943	5.930
Bioenergiefläche Basis (BF)		1.966					1.966				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		4.224	5.459	6.152	7.458	9.866	3.806	4.625	5.054	5.909	7.896
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		157	256	452	845		157	256	452	845
Differenz (FP-Ausd)			3.335	3.931	5.040	7.055		2.502	2.832	3.491	5.085
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		393	639	1.130	2.113		393	639	1.130	2.113
Differenz (FP-Ausd)			3.100	3.547	4.361	5.787		2.266	2.449	2.812	3.817
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		629	1.022	1.809	3.382		629	1.022	1.809	3.382
Differenz (FP-Ausd)			2.864	3.164	3.683	4.519		2.030	2.065	2.134	2.549
reale Änderung zur Basis	8,3		1.311	2.130	3.768	7.045		1.311	2.130	3.768	7.045
Differenz (FP-Ausd)			2.182	2.056	1.724	856		1.349	958	175	-1.114
<b>Frankreich</b>											
Flächenpotenzial (FP)		5.803	5.997	6.160	6.525	7.396	4.365	4.176	4.104	4.028	5.119
Bioenergiefläche Basis (BF)		1.652					1.652				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		7.455	7.649	7.812	8.177	9.048	6.017	5.828	5.756	5.680	6.771
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		132	215	380	710		132	215	380	710
Differenz (FP-Ausd)			5.865	5.946	6.145	6.685		4.044	3.890	3.648	4.409
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		330	537	950	1.776		330	537	950	1.776
Differenz (FP-Ausd)			5.667	5.623	5.575	5.620		3.846	3.567	3.078	3.343
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		529	859	1.520	2.842		529	859	1.520	2.842
Differenz (FP-Ausd)			5.469	5.301	5.005	4.554		3.648	3.245	2.508	2.277
reale Änderung zur Basis	8,3		1.101	1.790	3.166	5.920		1.101	1.790	3.166	5.920
Differenz (FP-Ausd)			4.896	4.371	3.359	1.476		3.075	2.315	861	-801
<b>Vereinigtes Königreich</b>											
Flächenpotenzial (FP)		-1.482	-1.961	-2.252	-2.770	-3.315	0	0	0	0	0
Bioenergiefläche Basis (BF)		343					343				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		-1.139	-1.619	-1.909	-2.427	-2.972	343	343	343	343	343
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		27	45	79	147		27	45	79	147
Differenz (FP-Ausd)			-1.989	-2.297	-2.849	-3.462		-27	-45	-79	-147
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		69	111	197	368		69	111	197	368
Differenz (FP-Ausd)			-2.030	-2.364	-2.967	-3.684		-69	-111	-197	-368
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		110	178	315	590		110	178	315	590
Differenz (FP-Ausd)			-2.071	-2.430	-3.085	-3.905		-110	-178	-315	-590
reale Änderung zur Basis	8,3		228	371	657	1.228		228	371	657	1.228
Differenz (FP-Ausd)			-2.190	-2.624	-3.427	-4.543		-228	-371	-657	-1.228
<b>Italien</b>											
Flächenpotenzial (FP)		-2.366	-2.359	-2.164	-1.656	-474	0	0	0	0	0
Bioenergiefläche Basis (BF)		860					860				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		-1.506	-1.499	-1.304	-796	386	860	860	860	860	860
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		69	112	198	370		69	112	198	370
Differenz (FP-Ausd)			-2.428	-2.276	-1.854	-844		-69	-112	-198	-370
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		172	279	494	924		172	279	494	924
Differenz (FP-Ausd)			-2.531	-2.444	-2.151	-1.399		-172	-279	-494	-924
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		275	447	791	1.479		275	447	791	1.479
Differenz (FP-Ausd)			-2.634	-2.611	-2.447	-1.953		-275	-447	-791	-1.479
reale Änderung zur Basis	8,3		573	932	1.648	3.081		573	932	1.648	3.081
Differenz (FP-Ausd)			-2.932	-3.096	-3.305	-3.556		-573	-932	-1.648	-3.081
<b>Spanien</b>											
Flächenpotenzial (FP)		-194	512	974	1.898	3.455	0	346	639	1.223	2.391
Bioenergiefläche Basis (BF)		1.201					1.201				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		1.007	1.713	2.175	3.099	4.655	1.201	1.547	1.840	2.424	3.592
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		96	156	276	516		96	156	276	516
Differenz (FP-Ausd)			416	818	1.622	2.938		250	483	947	1.875
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		240	390	690	1.291		240	390	690	1.291
Differenz (FP-Ausd)			272	583	1.208	2.164		106	249	533	1.100
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		384	624	1.105	2.065		384	624	1.105	2.065
Differenz (FP-Ausd)			128	349	793	1.389		-38	15	118	326
reale Änderung zur Basis	8,3		801	1.301	2.302	4.303		801	1.301	2.302	4.303
Differenz (FP-Ausd)			-289	-327	-403	-848		-454	-662	-1.078	-1.912

Quelle: Eigene Berechnungen

**Tabelle A-3 (Fortsetzung): Vergleich der Bioenergiepotenziale bei unterschiedlichem Wachstum der existierenden Flächen in der Referenz in den wichtigsten Ländern**

Land	jährliche Änderung %	nationales Potenzial					verbleibendes Potenzial bei Ernährungssicherung (Welt)				
		in Tsd ha					in Tsd ha				
		Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050
<b>Polen</b>											
Flächenpotenzial (FP)		1.433	2.104	2.526	3.441	5.497	1.250	1.721	2.000	2.628	4.284
Bioenergiefläche Basis (BF)		609					609				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		2.042	2.713	3.135	4.050	6.106	1.859	2.329	2.609	3.237	4.892
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		49	79	140	262		49	79	140	262
Differenz (FP-Ausd)			2.056	2.447	3.301	5.236		1.672	1.921	2.488	4.022
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		122	198	350	654		122	198	350	654
Differenz (FP-Ausd)			1.983	2.328	3.091	4.843		1.599	1.802	2.278	3.630
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		195	316	560	1.047		195	316	560	1.047
Differenz (FP-Ausd)			1.910	2.210	2.882	4.451		1.526	1.684	2.068	3.237
reale Änderung zur Basis	8,3		406	659	1.166	2.181		406	659	1.166	2.181
Differenz (FP-Ausd)			1.699	1.867	2.275	3.317		1.315	1.341	1.462	2.103
<b>Niederlande</b>											
Flächenpotenzial (FP)		-983	-894	-839	-732	-506	0	0	0	0	0
Bioenergiefläche Basis (BF)		264					264				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		-719	-631	-576	-468	-242	264	264	264	264	264
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		21	34	61	113		21	34	61	113
Differenz (FP-Ausd)			-915	-873	-792	-619		-21	-34	-61	-113
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		53	86	152	283		53	86	152	283
Differenz (FP-Ausd)			-947	-925	-883	-789		-53	-86	-152	-283
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		84	137	242	453		84	137	242	453
Differenz (FP-Ausd)			-979	-976	-974	-959		-84	-137	-242	-453
reale Änderung zur Basis	8,3		176	285	505	944		176	285	505	944
Differenz (FP-Ausd)			-1.070	-1.125	-1.237	-1.450		-176	-285	-505	-944
<b>Belgien</b>											
Flächenpotenzial (FP)		-407	-346	-309	-245	-130	0	0	0	0	0
Bioenergiefläche Basis (BF)		202					202				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		-206	-144	-108	-44	71	202	202	202	202	202
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		16	26	46	87		16	26	46	87
Differenz (FP-Ausd)			-362	-336	-292	-217		-16	-26	-46	-87
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		40	65	116	217		40	65	116	217
Differenz (FP-Ausd)			-386	-375	-361	-347		-40	-65	-116	-217
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		64	105	185	347		64	105	185	347
Differenz (FP-Ausd)			-410	-414	-431	-477		-64	-105	-185	-347
reale Änderung zur Basis	8,3		134	218	386	722		134	218	386	722
Differenz (FP-Ausd)			-480	-528	-631	-852		-134	-218	-386	-722
<b>Tschechien</b>											
Flächenpotenzial (FP)		466	690	833	1.106	1.573	352	502	593	777	1.166
Bioenergiefläche Basis (BF)		172					172				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		638	863	1.005	1.279	1.745	524	675	766	949	1.338
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		14	22	40	74		14	22	40	74
Differenz (FP-Ausd)			677	811	1.067	1.499		489	571	737	1.092
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		34	56	99	185		34	56	99	185
Differenz (FP-Ausd)			656	777	1.007	1.387		468	537	678	981
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		55	90	158	296		55	90	158	296
Differenz (FP-Ausd)			635	744	948	1.276		447	504	618	870
reale Änderung zur Basis	8,3		115	187	330	617		115	187	330	617
Differenz (FP-Ausd)			575	646	776	955		387	407	446	549
<b>Portugal</b>											
Flächenpotenzial (FP)		-930	-882	-816	-648	-264	0	0	0	0	0
Bioenergiefläche Basis (BF)		998					998				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		67	116	182	350	734	998	998	998	998	998
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		80	130	229	429		80	130	229	429
Differenz (FP-Ausd)			-962	-946	-877	-693		-80	-130	-229	-429
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		200	324	574	1.073		200	324	574	1.073
Differenz (FP-Ausd)			-1.082	-1.140	-1.221	-1.337		-200	-324	-574	-1.073
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		319	519	918	1.716		319	519	918	1.716
Differenz (FP-Ausd)			-1.201	-1.335	-1.565	-1.980		-319	-519	-918	-1.716
reale Änderung zur Basis	8,3		665	1.081	1.912	3.575		665	1.081	1.912	3.575
Differenz (FP-Ausd)			-1.547	-1.897	-2.560	-3.839		-665	-1.081	-1.912	-3.575

Quelle: Eigene Berechnungen

Tabelle A-3 (Fortsetzung): Vergleich der Bioenergiepotenziale bei unterschiedlichem Wachstum der existierenden Flächen in der Referenz in den wichtigsten Ländern

Land	jährliche Änderung %	nationales Potenzial					verbleibendes Potenzial bei Ernährungssicherung (Welt)				
		in Tsd ha					in Tsd ha				
		Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050
<b>Ungarn</b>											
Flächenpotenzial (FP)		1.557	1.865	2.040	2.353	2.870	1.114	1.261	1.339	1.516	1.987
Bioenergiefläche Basis (BF)		78					78				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		1.635	1.943	2.118	2.431	2.948	1.192	1.339	1.417	1.594	2.065
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		6	10	18	34		6	10	18	34
Differenz (FP-Ausd)			1.859	2.030	2.335	2.837		1.254	1.329	1.498	1.953
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		16	25	45	84		16	25	45	84
Differenz (FP-Ausd)			1.849	2.014	2.308	2.787		1.245	1.314	1.472	1.903
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		25	41	72	134		25	41	72	134
Differenz (FP-Ausd)			1.840	1.999	2.282	2.736		1.236	1.299	1.445	1.853
reale Änderung zur Basis	8,3		52	85	150	280		52	85	150	280
Differenz (FP-Ausd)			1.813	1.955	2.204	2.591		1.209	1.255	1.367	1.707
<b>Schweden</b>											
Flächenpotenzial (FP)		294	237	214	204	285	211	160	141	131	197
Bioenergiefläche Basis (BF)		261					261				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		556	499	476	465	546	472	422	402	393	458
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		21	34	60	112		21	34	60	112
Differenz (FP-Ausd)			216	181	144	172		139	107	71	85
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		52	85	150	281		52	85	150	281
Differenz (FP-Ausd)			185	130	53	4		108	56	-19	-84
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		84	136	241	450		84	136	241	450
Differenz (FP-Ausd)			154	79	-37	-165		77	5	-109	-253
reale Änderung zur Basis	8,3		174	283	501	937		174	283	501	937
Differenz (FP-Ausd)			63	-69	-297	-652		-14	-142	-370	-740
<b>Österreich</b>											
Flächenpotenzial (FP)		396	436	467	527	675	332	344	356	388	510
Bioenergiefläche Basis (BF)		333					333				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		729	769	800	860	1.008	665	677	689	721	843
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		27	43	77	143		27	43	77	143
Differenz (FP-Ausd)			409	423	451	532		318	313	311	367
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		67	108	191	358		67	108	191	358
Differenz (FP-Ausd)			369	358	336	317		278	248	196	152
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		107	173	306	573		107	173	306	573
Differenz (FP-Ausd)			329	293	221	102		238	183	81	-63
reale Änderung zur Basis	8,3		222	361	638	1.193		222	361	638	1.193
Differenz (FP-Ausd)			214	106	-111	-518		122	-4	-250	-683
<b>Slowakei</b>											
Flächenpotenzial (FP)		134	208	251	338	539	96	141	165	218	373
Bioenergiefläche Basis (BF)		88					88				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		221	296	338	425	626	183	228	252	305	460
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		7	11	20	38		7	11	20	38
Differenz (FP-Ausd)			201	239	318	501		134	153	198	335
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		18	28	50	94		18	28	50	94
Differenz (FP-Ausd)			191	222	287	445		123	136	167	279
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		28	46	81	151		28	46	81	151
Differenz (FP-Ausd)			180	205	257	388		113	119	137	222
reale Änderung zur Basis	8,3		58	95	168	314		58	95	168	314
Differenz (FP-Ausd)			150	156	170	225		82	70	50	59
<b>Dänemark</b>											
Flächenpotenzial (FP)		306	352	388	468	677	244	268	288	337	506
Bioenergiefläche Basis (BF)		70					70				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		376	422	458	538	747	314	338	358	407	576
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		6	9	16	30		6	9	16	30
Differenz (FP-Ausd)			346	379	452	647		262	279	321	476
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		14	23	40	75		14	23	40	75
Differenz (FP-Ausd)			338	366	428	602		254	265	297	430
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		22	36	64	120		22	36	64	120
Differenz (FP-Ausd)			330	352	404	557		245	251	273	385
reale Änderung zur Basis	8,3		47	76	134	251		47	76	134	251
Differenz (FP-Ausd)			305	312	334	426		221	212	203	255

Quelle: Eigene Berechnungen

Tabelle A-3 (Fortsetzung): Vergleich der Bioenergiepotenziale bei unterschiedlichem Wachstum der existierenden Flächen in der Referenz in den wichtigsten Ländern

Land	jährliche Änderung %	nationales Potenzial					verbleibendes Potenzial bei Ernährungssicherung (Welt)				
		in Tsd ha					in Tsd ha				
		Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050
<b>EU</b>											
Flächenpotenzial (FP)		6.285	9.452	11.658	16.303	26.177	9.804	11.579	12.714	15.189	22.462
Bioenergiefläche Basis (BF)		9.017					9.017				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		15.302	18.470	20.675	25.320	35.194	18.821	20.596	21.731	24.206	31.480
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		721	1.172	2.074	3.877		721	1.172	2.074	3.877
Differenz (FP-Ausd)			8.731	10.486	14.229	22.299		10.857	11.541	13.115	18.585
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		1.803	2.931	5.185	9.693		1.803	2.931	5.185	9.693
Differenz (FP-Ausd)			7.649	8.728	11.118	16.483		9.775	9.783	10.004	12.769
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		2.885	4.689	8.296	15.509		2.885	4.689	8.296	15.509
Differenz (FP-Ausd)			6.567	6.969	8.007	10.667		8.693	8.025	6.893	6.953
reale Änderung zur Basis	8,3		6.011	9.769	17.283	32.311		6.011	9.769	17.283	32.311
Differenz (FP-Ausd)			3.441	1.890	-980	-6.135		5.567	2.945	-2.094	-9.849
<b>USA</b>											
Flächenpotenzial (FP)		38.402	38.511	38.880	39.757	42.231	27.484	26.032	25.528	25.618	29.230
Bioenergiefläche Basis (BF)		21.691					21.691				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		60.093	60.202	60.571	61.447	63.921	49.175	47.722	47.219	47.309	50.921
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		1.735	2.820	4.989	9.327		1.735	2.820	4.989	9.327
Differenz (FP-Ausd)			36.776	36.060	34.768	32.904		24.296	22.709	20.629	19.903
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		4.338	7.050	12.472	23.318		4.338	7.050	12.472	23.318
Differenz (FP-Ausd)			34.173	31.830	27.284	18.913		21.693	18.479	13.146	5.913
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		6.941	11.279	19.956	37.308		6.941	11.279	19.956	37.308
Differenz (FP-Ausd)			31.570	27.600	19.801	4.922		19.091	14.249	5.663	-8.078
reale Änderung zur Basis	8,3		14.461	23.498	41.574	77.725		14.461	23.498	41.574	77.725
Differenz (FP-Ausd)			24.051	15.381	-1.818	-35.495		11.571	2.030	-15.956	-48.495
<b>Kanada</b>											
Flächenpotenzial (FP)		20.688	20.897	21.094	21.608	23.120	14.806	14.126	13.850	13.924	16.003
Bioenergiefläche Basis (BF)		1.649					1.649				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		22.337	22.546	22.743	23.257	24.769	16.455	15.775	15.499	15.573	17.652
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		132	214	379	709		132	214	379	709
Differenz (FP-Ausd)			20.766	20.879	21.229	22.411		13.994	13.636	13.545	15.294
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		330	536	948	1.773		330	536	948	1.773
Differenz (FP-Ausd)			20.568	20.558	20.660	21.348		13.796	13.314	12.976	14.230
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		528	857	1.517	2.836		528	857	1.517	2.836
Differenz (FP-Ausd)			20.370	20.236	20.091	20.284		13.598	12.993	12.407	13.167
reale Änderung zur Basis	8,3		1.099	1.786	3.160	5.909		1.099	1.786	3.160	5.909
Differenz (FP-Ausd)			19.798	19.307	18.448	17.212		13.026	12.064	10.763	10.094
<b>Nordamerika</b>											
Flächenpotenzial (FP)		59.090	59.409	59.973	61.365	65.351	42.290	40.157	39.379	39.542	45.233
Bioenergiefläche Basis (BF)		23.340					23.340				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		59.090	82.748	83.313	84.705	88.691	42.290	63.497	62.718	62.882	68.573
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		1.867	3.034	5.368	10.036		1.867	3.034	5.368	10.036
Differenz (FP-Ausd)			57.541	56.939	55.997	55.315		38.290	36.344	34.174	35.197
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		4.668	7.585	13.420	25.090		4.668	7.585	13.420	25.090
Differenz (FP-Ausd)			54.741	52.388	47.944	40.261		35.489	31.793	26.122	20.143
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		7.469	12.137	21.473	40.144		7.469	12.137	21.473	40.144
Differenz (FP-Ausd)			51.940	47.837	39.892	25.207		32.688	27.242	18.069	5.089
reale Änderung zur Basis	8,3		15.560	25.285	44.735	83.634		15.560	25.285	44.735	83.634
Differenz (FP-Ausd)			43.849	34.689	16.630	-18.283		24.597	14.094	-5.192	-38.401
<b>Mexiko</b>											
Flächenpotenzial (FP)		2.061	1.467	1.209	883	1.244	1.475	992	794	569	861
Bioenergiefläche Basis (BF)		107					107				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		2.168	1.574	1.316	990	1.351	1.582	1.099	901	676	968
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		9	14	25	46		9	14	25	46
Differenz (FP-Ausd)			1.459	1.196	858	1.198		983	780	544	815
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		21	35	62	115		21	35	62	115
Differenz (FP-Ausd)			1.446	1.175	821	1.129		970	759	507	746
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		34	56	98	184		34	56	98	184
Differenz (FP-Ausd)			1.433	1.154	784	1.060		958	738	470	677
reale Änderung zur Basis	8,3		71	116	205	384		71	116	205	384
Differenz (FP-Ausd)			1.396	1.093	678	860		920	678	364	477

Quelle: Eigene Berechnungen

Tabelle A-3 (Fortsetzung): Vergleich der Bioenergiepotenziale bei unterschiedlichem Wachstum der existierenden Flächen in der Referenz in den wichtigsten Ländern

Land	jährliche Änderung %	nationales Potenzial					verbleibendes Potenzial bei Ernährungssicherung (Welt)				
		in Tsd ha					in Tsd ha				
		Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050
<b>Guatemala</b>											
Flächenpotenzial (FP)		-570	-726	-834	-1.050	-1.435	0	0	0	0	0
Bioenergiefläche Basis (BF)		151					151				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		-419	-574	-683	-899	-1.283	151	151	151	151	151
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		12	20	35	65		12	20	35	65
Differenz (FP-Ausd)			-738	-854	-1.085	-1.500		-12	-20	-35	-65
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		30	49	87	163		30	49	87	163
Differenz (FP-Ausd)			-756	-884	-1.137	-1.598		-30	-49	-87	-163
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		48	79	139	261		48	79	139	261
Differenz (FP-Ausd)			-774	-913	-1.190	-1.696		-48	-79	-139	-261
reale Änderung zur Basis	8,3		101	164	290	543		101	164	290	543
Differenz (FP-Ausd)			-827	-998	-1.341	-1.978		-101	-164	-290	-543
<b>Mittelamerika</b>											
Flächenpotenzial (FP)		1.490	741	375	-167	-191	1.475	992	794	569	861
Bioenergiefläche Basis (BF)		259					259				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		1.749	1.000	634	91	67	1.733	1.250	1.053	827	1.119
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		21	34	59	111		21	34	59	111
Differenz (FP-Ausd)			721	341	-227	-302		971	760	509	750
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		52	84	149	278		52	84	149	278
Differenz (FP-Ausd)			690	291	-316	-469		940	710	420	583
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		83	134	238	445		83	134	238	445
Differenz (FP-Ausd)			659	241	-405	-636		909	660	331	416
reale Änderung zur Basis	8,3		172	280	496	926		172	280	496	926
Differenz (FP-Ausd)			569	95	-663	-1.118		819	514	73	-66
<b>Brasilien</b>											
Flächenpotenzial (FP)		20.470	21.235	21.667	22.880	27.563	14.650	14.354	14.226	14.743	19.078
Bioenergiefläche Basis (BF)		11.025					11.025				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		31.495	32.260	32.692	33.905	38.588	25.675	25.379	25.251	25.768	30.103
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		882	1.433	2.536	4.741		882	1.433	2.536	4.741
Differenz (FP-Ausd)			20.353	20.233	20.344	22.822		13.472	12.793	12.207	14.337
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		2.205	3.583	6.339	11.852		2.205	3.583	6.339	11.852
Differenz (FP-Ausd)			19.030	18.083	16.540	15.711		12.149	10.643	8.404	7.226
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		3.528	5.733	10.143	18.963		3.528	5.733	10.143	18.963
Differenz (FP-Ausd)			17.707	15.934	12.737	8.600		10.826	8.493	4.600	115
reale Änderung zur Basis	3,3		2.940	4.778	8.453	15.803		2.940	4.778	8.453	15.803
Differenz (FP-Ausd)			18.295	16.889	14.427	11.760		11.414	9.449	6.291	3.275
<b>Kolumbien</b>											
Flächenpotenzial (FP)		-556	-713	-779	-845	-789	0	0	0	0	0
Bioenergiefläche Basis (BF)		131					131				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		-425	-582	-648	-714	-658	131	131	131	131	131
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		10	17	30	56		10	17	30	56
Differenz (FP-Ausd)			-723	-796	-875	-845		-10	-17	-30	-56
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		26	43	75	141		26	43	75	141
Differenz (FP-Ausd)			-739	-821	-920	-930		-26	-43	-75	-141
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		42	68	120	225		42	68	120	225
Differenz (FP-Ausd)			-754	-847	-966	-1.014		-42	-68	-120	-225
reale Änderung zur Basis	8,3		87	142	251	469		87	142	251	469
Differenz (FP-Ausd)			-800	-920	-1.096	-1.258		-87	-142	-251	-469
<b>Argentinien</b>											
Flächenpotenzial (FP)		11.025	14.579	16.789	21.159	30.046	7.891	9.855	11.024	13.634	20.797
Bioenergiefläche Basis (BF)		5.014					5.014				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		16.039	19.593	21.803	26.173	35.060	12.905	14.869	16.038	18.648	25.810
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		401	652	1.153	2.156		401	652	1.153	2.156
Differenz (FP-Ausd)			14.178	16.137	20.006	27.890		9.454	10.372	12.481	18.640
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		1.003	1.630	2.883	5.390		1.003	1.630	2.883	5.390
Differenz (FP-Ausd)			13.577	15.159	18.276	24.656		8.852	9.394	10.751	15.406
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		1.604	2.607	4.613	8.624		1.604	2.607	4.613	8.624
Differenz (FP-Ausd)			12.975	14.182	16.546	21.422		8.251	8.416	9.022	12.172
reale Änderung zur Basis	8,3		3.343	5.432	9.610	17.967		3.343	5.432	9.610	17.967
Differenz (FP-Ausd)			11.237	11.357	11.549	12.079		6.512	5.592	4.024	2.830

Quelle: Eigene Berechnungen

Tabelle A-3 (Fortsetzung): Vergleich der Bioenergiepotenziale bei unterschiedlichem Wachstum der existierenden Flächen in der Referenz in den wichtigsten Ländern

Land	jährliche Änderung %	nationales Potenzial					verbleibendes Potenzial bei Ernährungssicherung (Welt)				
		in Tsd ha					in Tsd ha				
		Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050
<b>Peru</b>											
Flächenpotenzial (FP)		235	292	304	309	468	168	198	200	199	324
Bioenergiefläche Basis (BF)		107					107				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		342	400	411	416	575	276	305	307	306	431
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		9	14	25	46		9	14	25	46
Differenz (FP-Ausd)			284	290	284	422		189	186	174	278
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		21	35	62	115		21	35	62	115
Differenz (FP-Ausd)			271	269	247	353		176	165	137	208
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		34	56	99	185		34	56	99	185
Differenz (FP-Ausd)			258	248	210	283		163	144	100	139
reale Änderung zur Basis	8,3		72	116	206	385		72	116	206	385
Differenz (FP-Ausd)			221	188	103	83		126	83	-7	-61
<b>Bolivien</b>											
Flächenpotenzial (FP)		759	876	900	874	776	543	592	591	563	537
Bioenergiefläche Basis (BF)		110					110				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		869	987	1.010	984	886	653	703	701	674	647
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		9	14	25	47		9	14	25	47
Differenz (FP-Ausd)			867	886	849	728		583	577	538	489
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		22	36	63	119		22	36	63	119
Differenz (FP-Ausd)			854	864	810	657		570	555	500	418
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		35	57	102	190		35	57	102	190
Differenz (FP-Ausd)			841	842	772	586		557	533	462	347
reale Änderung zur Basis	8,3		74	120	212	396		74	120	212	396
Differenz (FP-Ausd)			803	780	662	380		519	471	351	141
<b>Paraguay</b>											
Flächenpotenzial (FP)		4.059	4.229	4.312	4.453	4.558	2.905	2.859	2.831	2.869	3.155
Bioenergiefläche Basis (BF)		178					178				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		4.237	4.407	4.490	4.631	4.736	3.083	3.037	3.009	3.047	3.333
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		14	23	41	77		14	23	41	77
Differenz (FP-Ausd)			4.215	4.289	4.412	4.482		2.844	2.808	2.828	3.078
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		36	58	102	191		36	58	102	191
Differenz (FP-Ausd)			4.193	4.254	4.350	4.367		2.823	2.773	2.767	2.964
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		57	93	164	306		57	93	164	306
Differenz (FP-Ausd)			4.172	4.220	4.289	4.252		2.802	2.739	2.705	2.849
reale Änderung zur Basis	8,3		119	193	341	638		119	193	341	638
Differenz (FP-Ausd)			4.110	4.119	4.112	3.920		2.740	2.638	2.528	2.517
<b>Südamerika</b>											
Flächenpotenzial (FP)		35.992	40.500	43.193	48.829	62.622	26.157	27.857	28.872	32.009	43.890
Bioenergiefläche Basis (BF)		16.566					16.566				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		52.558	57.066	59.759	65.395	79.188	42.723	44.423	45.437	48.575	60.456
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		1.325	2.154	3.810	7.123		1.325	2.154	3.810	7.123
Differenz (FP-Ausd)			39.175	41.039	45.019	55.499		26.532	26.718	28.199	36.767
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		3.313	5.384	9.525	17.808		3.313	5.384	9.525	17.808
Differenz (FP-Ausd)			37.187	37.809	39.304	44.814		24.544	23.488	22.484	26.082
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		5.301	8.614	15.241	28.493		5.301	8.614	15.241	28.493
Differenz (FP-Ausd)			35.199	34.579	33.589	34.129		22.556	20.257	16.768	15.397
reale Änderung zur Basis	8,3		11.044	17.946	31.751	59.361		11.044	17.946	31.751	59.361
Differenz (FP-Ausd)			29.456	25.247	17.078	3.261		16.814	10.925	258	-15.470
<b>Amerika</b>											
Flächenpotenzial (FP)		96.573	100.650	103.541	110.027	127.782	69.922	69.006	69.044	72.120	89.984
Bioenergiefläche Basis (BF)		40.164					40.164				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		136.737	140.814	143.705	150.191	167.946	110.086	109.171	109.208	112.284	130.148
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		3.213	5.221	9.238	17.271		3.213	5.221	9.238	17.271
Differenz (FP-Ausd)			97.437	98.320	100.789	110.511		65.793	63.823	62.882	72.714
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		8.033	13.053	23.094	43.176		8.033	13.053	23.094	43.176
Differenz (FP-Ausd)			92.617	90.488	86.932	84.605		60.974	55.991	49.026	46.808
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		12.853	20.885	36.951	69.082		12.853	20.885	36.951	69.082
Differenz (FP-Ausd)			87.797	82.656	73.076	58.699		56.154	48.159	35.169	20.902
reale Änderung zur Basis	8,3		26.776	43.511	76.981	143.921		26.776	43.511	76.981	143.921
Differenz (FP-Ausd)			-28.896	-45.888	-79.832	-147.410		-26.776	-43.511	-76.981	-143.921

Quelle: Eigene Berechnungen

Tabelle A-3 (Fortsetzung): Vergleich der Bioenergiepotenziale bei unterschiedlichem Wachstum der existierenden Flächen in der Referenz in den wichtigsten Ländern

Land	jährliche Änderung %	nationales Potenzial					verbleibendes Potenzial bei Ernährungssicherung (Welt)				
		in Tsd ha					in Tsd ha				
		Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050
<b>Australien</b>											
Flächenpotenzial (FP)		21.365	18.619	17.135	14.696	11.542	15.291	12.586	11.251	9.470	7.989
Bioenergiefläche Basis (BF)		700					700				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		22.065	19.319	17.834	15.395	12.242	15.990	13.285	11.950	10.169	8.689
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		56	91	161	301		56	91	161	301
Differenz (FP-Ausd)			18.563	17.044	14.535	11.241		12.530	11.160	9.309	7.688
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		140	227	402	752		140	227	402	752
Differenz (FP-Ausd)			18.479	16.908	14.293	10.790		12.446	11.023	9.067	7.237
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		224	364	644	1.203		224	364	644	1.203
Differenz (FP-Ausd)			18.395	16.771	14.052	10.339		12.362	10.887	8.826	6.786
reale Änderung zur Basis	8,3		466	758	1.341	2.507		466	758	1.341	2.507
Differenz (FP-Ausd)			18.153	16.377	13.355	9.035		12.119	10.493	8.129	5.482
<b>China</b>											
Flächenpotenzial (FP)		-3.208	-11.288	-14.989	-18.865	-15.065	0	0	0	0	0
Bioenergiefläche Basis (BF)		957					957				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		-2.251	-10.331	-14.032	-17.907	-14.108	957	957	957	957	957
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		77	124	220	412		77	124	220	412
Differenz (FP-Ausd)			-11.365	-15.114	-19.085	-15.477		-77	-124	-220	-412
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		191	311	551	1.029		191	311	551	1.029
Differenz (FP-Ausd)			-11.480	-15.300	-19.415	-16.094		-191	-311	-551	-1.029
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		306	498	881	1.647		306	498	881	1.647
Differenz (FP-Ausd)			-11.595	-15.487	-19.746	-16.712		-306	-498	-881	-1.647
reale Änderung zur Basis	8,3		638	1.037	1.835	3.431		638	1.037	1.835	3.431
Differenz (FP-Ausd)			-11.927	-16.027	-20.700	-18.496		-638	-1.037	-1.835	-3.431
<b>Japan</b>											
Flächenpotenzial (FP)		-3.790	-3.846	-3.821	-3.645	-3.100	0	0	0	0	0
Bioenergiefläche Basis (BF)		33					33				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		-3.757	-3.813	-3.788	-3.611	-3.067	33	33	33	33	33
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		3	4	8	14		3	4	8	14
Differenz (FP-Ausd)			-3.849	-3.826	-3.652	-3.115		-3	-4	-8	-14
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		7	11	19	36		7	11	19	36
Differenz (FP-Ausd)			-3.853	-3.832	-3.664	-3.136		-7	-11	-19	-36
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		11	17	31	57		11	17	31	57
Differenz (FP-Ausd)			-3.857	-3.839	-3.675	-3.158		-11	-17	-31	-57
reale Änderung zur Basis	8,3		22	36	64	119		22	36	64	119
Differenz (FP-Ausd)			-3.868	-3.857	-3.708	-3.219		-22	-36	-64	-119
<b>Südkorea</b>											
Flächenpotenzial (FP)		-1.811	-1.984	-2.048	-2.084	-1.808	0	0	0	0	0
Bioenergiefläche Basis (BF)		52					52				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		-1.759	-1.931	-1.996	-2.031	-1.756	52	52	52	52	52
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		4	7	12	22		4	7	12	22
Differenz (FP-Ausd)			-1.988	-2.055	-2.096	-1.830		-4	-7	-12	-22
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		10	17	30	56		10	17	30	56
Differenz (FP-Ausd)			-1.994	-2.065	-2.114	-1.864		-10	-17	-30	-56
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		17	27	48	90		17	27	48	90
Differenz (FP-Ausd)			-2.000	-2.075	-2.132	-1.898		-17	-27	-48	-90
reale Änderung zur Basis	8,3		35	57	100	187		35	57	100	187
Differenz (FP-Ausd)			-2.018	-2.105	-2.184	-1.995		-35	-57	-100	-187
<b>Ostasien</b>											
Flächenpotenzial (FP)		-8.810	-17.118	-20.859	-24.593	-19.973	0	0	0	0	0
Bioenergiefläche Basis (BF)		1.043					1.043				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		-7.767	-16.075	-19.816	-23.550	-18.931	1.043	1.043	1.043	1.043	1.043
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		83	136	240	448		83	136	240	448
Differenz (FP-Ausd)			-17.201	-20.994	-24.833	-20.422		-83	-136	-240	-448
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		209	339	600	1.121		209	339	600	1.121
Differenz (FP-Ausd)			-17.327	-21.198	-25.193	-21.094		-209	-339	-600	-1.121
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		334	542	959	1.794		334	542	959	1.794
Differenz (FP-Ausd)			-17.452	-21.401	-25.552	-21.767		-334	-542	-959	-1.794
reale Änderung zur Basis	8,3		695	1.130	1.999	3.737		695	1.130	1.999	3.737
Differenz (FP-Ausd)			-17.813	-21.988	-26.592	-23.710		-695	-1.130	-1.999	-3.737

Quelle: Eigene Berechnungen

Tabelle A-3 (Fortsetzung): Vergleich der Bioenergiepotenziale bei unterschiedlichem Wachstum der existierenden Flächen in der Referenz in den wichtigsten Ländern

Land	jährliche Änderung %	nationales Potenzial					verbleibendes Potenzial bei Ernährungssicherung (Welt)				
		in Tsd ha					in Tsd ha				
		Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050
<b>Indien</b>											
Flächenpotenzial (FP)		27.879	19.300	14.809	8.014	3.494	19.952	13.046	9.724	5.164	2.419
Bioenergiefläche Basis (BF)		37					37				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		27.916	19.337	14.846	8.051	3.531	19.990	13.083	9.761	5.201	2.456
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		3	5	9	16		3	5	9	16
Differenz (FP-Ausd)			19.297	14.804	8.006	3.478		13.043	9.719	5.156	2.403
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		7	12	21	40		7	12	21	40
Differenz (FP-Ausd)			19.292	14.797	7.993	3.454		13.038	9.712	5.143	2.379
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		12	19	34	64		12	19	34	64
Differenz (FP-Ausd)			19.288	14.790	7.980	3.430		13.034	9.704	5.130	2.355
reale Änderung zur Basis	8,3		25	40	71	133		25	40	71	133
Differenz (FP-Ausd)			19.275	14.769	7.943	3.361		13.021	9.683	5.093	2.285
<b>Pakistan</b>											
Flächenpotenzial (FP)		6.234	5.657	5.362	4.946	5.274	4.462	3.824	3.521	3.187	3.650
Bioenergiefläche Basis (BF)		253					253				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		6.487	5.910	5.615	5.199	5.527	4.715	4.077	3.774	3.440	3.903
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		20	33	58	109		20	33	58	109
Differenz (FP-Ausd)			5.637	5.329	4.888	5.165		3.803	3.488	3.129	3.541
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		51	82	146	272		51	82	146	272
Differenz (FP-Ausd)			5.606	5.280	4.800	5.001		3.773	3.438	3.041	3.378
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		81	132	233	436		81	132	233	436
Differenz (FP-Ausd)			5.576	5.230	4.713	4.838		3.743	3.389	2.954	3.215
reale Änderung zur Basis	8,3		169	274	485	907		169	274	485	907
Differenz (FP-Ausd)			5.488	5.088	4.461	4.366		3.655	3.246	2.702	2.743
<b>Südasien</b>											
Flächenpotenzial (FP)		34.113	24.956	20.171	12.960	8.768	24.414	16.869	13.244	8.351	6.069
Bioenergiefläche Basis (BF)		290					290				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		34.403	25.247	20.461	13.251	9.058	24.704	17.160	13.535	8.642	6.359
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		23	38	67	125		23	38	67	125
Differenz (FP-Ausd)			24.933	20.133	12.893	8.643		16.846	13.207	8.284	5.944
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		58	94	167	312		58	94	167	312
Differenz (FP-Ausd)			24.898	20.077	12.793	8.456		16.811	13.150	8.184	5.757
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		93	151	267	499		93	151	267	499
Differenz (FP-Ausd)			24.864	20.020	12.693	8.268		16.776	13.093	8.084	5.569
reale Änderung zur Basis	8,3		194	315	557	1.040		194	315	557	1.040
Differenz (FP-Ausd)			24.763	19.857	12.404	7.727		16.676	12.930	7.795	5.028
<b>Indonesien</b>											
Flächenpotenzial (FP)		-2.992	-253	1.544	5.507	14.159	0	0	1.014	3.549	9.800
Bioenergiefläche Basis (BF)		171					171				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		-2.820	-81	1.716	5.678	14.330	171	171	1.185	3.720	9.972
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		14	22	39	74		14	22	39	74
Differenz (FP-Ausd)			-266	1.522	5.468	14.086		-14	992	3.509	9.727
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		34	56	98	184		34	56	98	184
Differenz (FP-Ausd)			-287	1.489	5.408	13.975		-34	958	3.450	9.616
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		55	89	157	294		55	89	157	294
Differenz (FP-Ausd)			-307	1.455	5.349	13.865		-55	925	3.391	9.506
reale Änderung zur Basis	8,3		114	185	328	613		114	185	328	613
Differenz (FP-Ausd)			-367	1.359	5.179	13.546		-114	829	3.220	9.187
<b>Philippinen</b>											
Flächenpotenzial (FP)		-1.735	-2.120	-2.377	-2.851	-3.488	0	0	0	0	0
Bioenergiefläche Basis (BF)		4					4				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		-1.731	-2.115	-2.373	-2.847	-3.484	4	4	4	4	4
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		0	1	1	2		0	1	1	2
Differenz (FP-Ausd)			-2.120	-2.377	-2.852	-3.490		0	-1	-1	-2
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		1	1	2	4		1	1	2	4
Differenz (FP-Ausd)			-2.120	-2.378	-2.854	-3.493		-1	-1	-2	-4
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		1	2	4	7		1	2	4	7
Differenz (FP-Ausd)			-2.121	-2.379	-2.855	-3.495		-1	-2	-4	-7
reale Änderung zur Basis	8,3		3	4	8	15		3	4	8	15
Differenz (FP-Ausd)			-2.122	-2.381	-2.859	-3.503		-3	-4	-8	-15

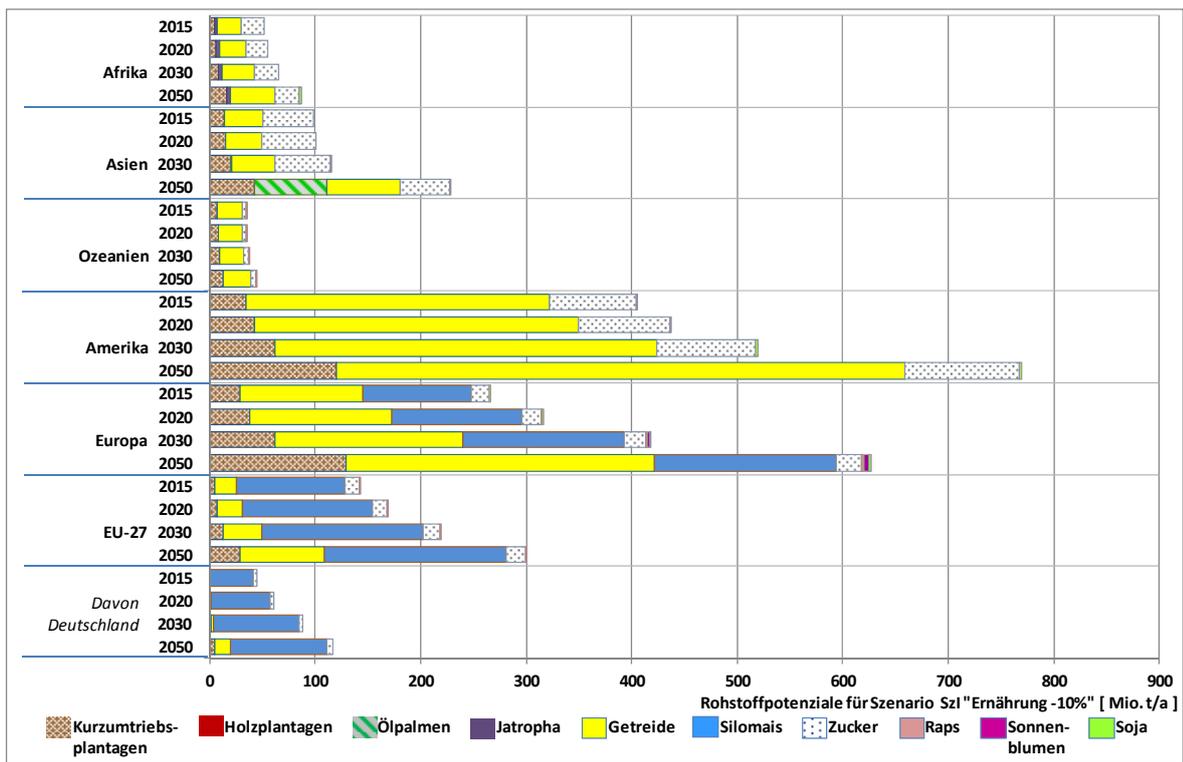
Quelle: Eigene Berechnungen

**Tabelle A-3 (Fortsetzung): Vergleich der Bioenergiepotenziale bei unterschiedlichem Wachstum der existierenden Flächen in der Referenz in den wichtigsten Ländern**

Land	jährliche Änderung %	nationales Potenzial					verbleibendes Potenzial bei Ernährungssicherung (Welt)				
		in Tsd ha					in Tsd ha				
		Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050
<b>Thailand</b>											
Flächenpotenzial (FP)		3.573	3.728	3.900	4.276	5.262	2.557	2.520	2.561	2.755	3.642
Bioenergiefläche Basis (BF)		167					167				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		3.740	3.895	4.067	4.443	5.428	2.724	2.686	2.727	2.922	3.808
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		13	22	38	72		13	22	38	72
Differenz (FP-Ausd)			3.715	3.878	4.238	5.190		2.507	2.539	2.717	3.570
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		33	54	96	179		33	54	96	179
Differenz (FP-Ausd)			3.695	3.846	4.180	5.083		2.487	2.507	2.660	3.463
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		53	87	153	287		53	87	153	287
Differenz (FP-Ausd)			3.675	3.813	4.123	4.975		2.467	2.474	2.602	3.355
reale Änderung zur Basis	8,3		111	180	319	597		111	180	319	597
Differenz (FP-Ausd)			3.617	3.720	3.957	4.665		2.409	2.380	2.436	3.045
<b>Malaysia</b>											
Flächenpotenzial (FP)		-4.462	-4.335	-4.256	-4.101	-3.795	0	0	0	0	0
Bioenergiefläche Basis (BF)		28					28				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		-4.435	-4.308	-4.229	-4.074	-3.767	28	28	28	28	28
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		2	4	6	12		2	4	6	12
Differenz (FP-Ausd)			-4.338	-4.260	-4.107	-3.806		-2	-4	-6	-12
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		6	9	16	30		6	9	16	30
Differenz (FP-Ausd)			-4.341	-4.265	-4.117	-3.824		-6	-9	-16	-30
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		9	14	25	47		9	14	25	47
Differenz (FP-Ausd)			-4.344	-4.270	-4.126	-3.842		-9	-14	-25	-47
reale Änderung zur Basis	8,3		18	30	53	99		18	30	53	99
Differenz (FP-Ausd)			-4.354	-4.286	-4.154	-3.893		-18	-30	-53	-99
<b>Südostasien</b>											
Flächenpotenzial (FP)		-5.616	-2.980	-1.188	2.831	12.138	2.557	2.520	3.575	6.304	13.442
Bioenergiefläche Basis (BF)		369					369				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		-5.246	-2.610	-819	3.200	12.508	2.927	2.889	3.944	6.673	13.812
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		30	48	85	159		30	48	85	159
Differenz (FP-Ausd)			-3.009	-1.236	2.746	11.979		2.490	3.527	6.219	13.284
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		74	120	212	397		74	120	212	397
Differenz (FP-Ausd)			-3.053	-1.308	2.618	11.741		2.446	3.455	6.091	13.045
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		118	192	340	635		118	192	340	635
Differenz (FP-Ausd)			-3.098	-1.380	2.491	11.503		2.402	3.383	5.964	12.807
reale Änderung zur Basis	8,3		246	400	708	1.324		246	400	708	1.324
Differenz (FP-Ausd)			-3.226	-1.588	2.123	10.815		2.274	3.175	5.596	12.119
<b>Asien</b>											
Flächenpotenzial (FP)		19.687	4.859	-1.876	-8.802	933	26.971	19.389	16.819	14.655	19.511
Bioenergiefläche Basis (BF)		1.703					1.703				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		21.390	6.561	-173	-7.100	2.635	28.674	21.092	18.522	16.358	21.214
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		136	221	392	732		136	221	392	732
Differenz (FP-Ausd)			4.723	-2.097	-9.194	201		19.253	16.598	14.264	18.779
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		341	553	979	1.830		341	553	979	1.830
Differenz (FP-Ausd)			4.518	-2.429	-9.781	-898		19.049	16.266	13.676	17.681
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		545	885	1.566	2.928		545	885	1.566	2.928
Differenz (FP-Ausd)			4.314	-2.761	-10.368	-1.996		18.844	15.934	13.089	16.583
reale Änderung zur Basis	8,3		1.135	1.844	3.263	6.101		1.135	1.844	3.263	6.101
Differenz (FP-Ausd)			3.724	-3.720	-12.065	-5.168		18.254	14.975	11.392	13.410
<b>Südafrika</b>											
Flächenpotenzial (FP)		8.372	9.256	9.737	10.476	11.709	5.992	6.256	6.393	6.751	8.104
Bioenergiefläche Basis (BF)		209					209				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		8.581	9.465	9.946	10.685	11.918	6.201	6.466	6.602	6.960	8.314
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		17	27	48	90		17	27	48	90
Differenz (FP-Ausd)			9.239	9.710	10.428	11.619		6.240	6.366	6.702	8.014
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		42	68	120	225		42	68	120	225
Differenz (FP-Ausd)			9.214	9.669	10.356	11.484		6.215	6.325	6.630	7.880
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		67	109	192	360		67	109	192	360
Differenz (FP-Ausd)			9.189	9.628	10.284	11.349		6.190	6.285	6.558	7.745
reale Änderung zur Basis	8,3		139	227	401	749		139	227	401	749
Differenz (FP-Ausd)			9.116	9.510	10.075	10.959		6.117	6.167	6.350	7.355
<b>36 Länder zusammen</b>											
Flächenpotenzial (FP)		152.282	142.836	140.196	142.699	178.142	127.980	118.817	116.221	118.184	148.051
Bioenergiefläche Basis (BF)		51.792					51.792				
Bioenergiefläche gesamt (BF+FP)		204.074	194.628	191.988	194.491	229.934	179.772	170.609	168.014	169.976	199.844
Änderung zur Basis (Ausd)	1,0		4.143	6.733	11.912	22.271		4.143	6.733	11.912	22.271
Differenz (FP-Ausd)			138.692	133.463	130.787	155.871		114.673	109.488	106.272	125.781
Änderung zur Basis (Ausd)	2,5		10.358	16.833	29.781	55.677		10.358	16.833	29.781	55.677
Differenz (FP-Ausd)			132.477	123.363	112.918	122.465		108.458	99.389	88.403	92.374
Änderung zur Basis (Ausd)	4,0		16.574	26.932	47.649	89.083		16.574	26.932	47.649	89.083
Differenz (FP-Ausd)			126.262	113.264	95.050	89.059		102.243	89.289	70.535	58.968
reale Änderung zur Basis	8,3		34.528	56.108	99.269	185.589		34.528	56.108	99.269	185.589
Differenz (FP-Ausd)			108.308	84.087	43.430	-7.447		84.288	60.113	18.915	-37.538

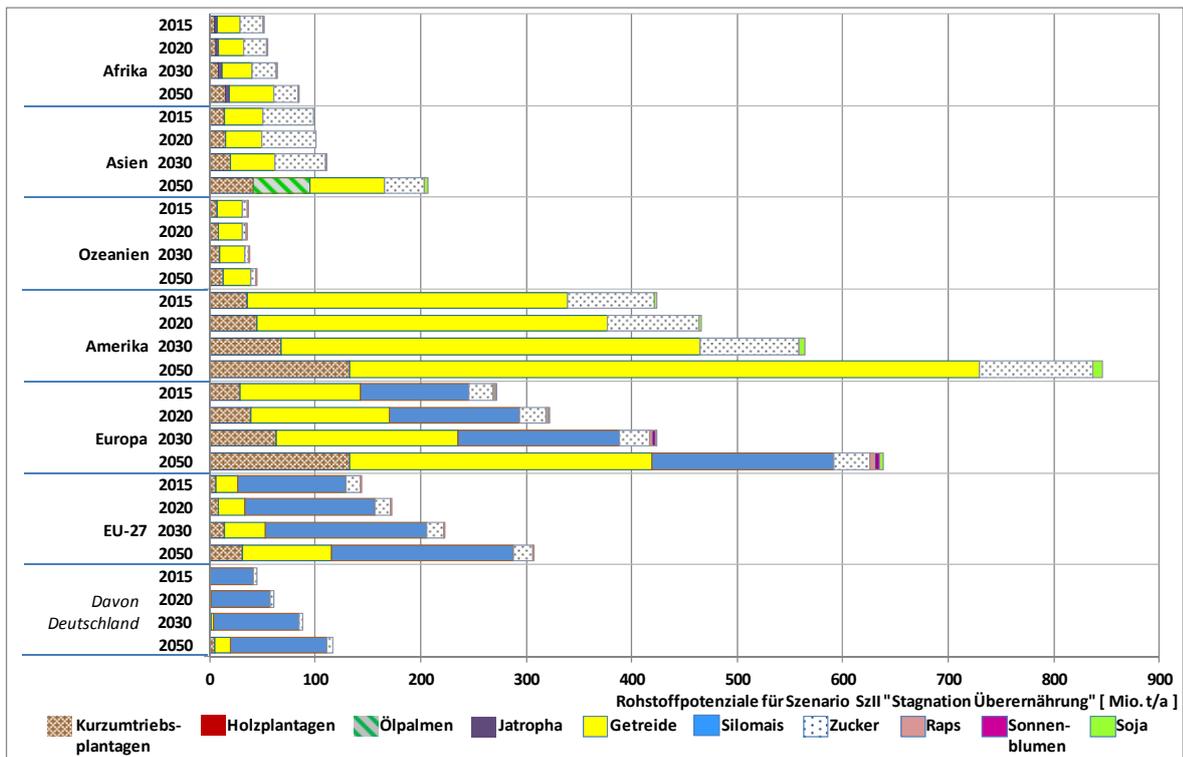
Quelle: Eigene Berechnungen

Abb. A-1: Globale Produktmengenpotenziale für Bioenergie bei Welternährungssicherung, Szenario: SZ I



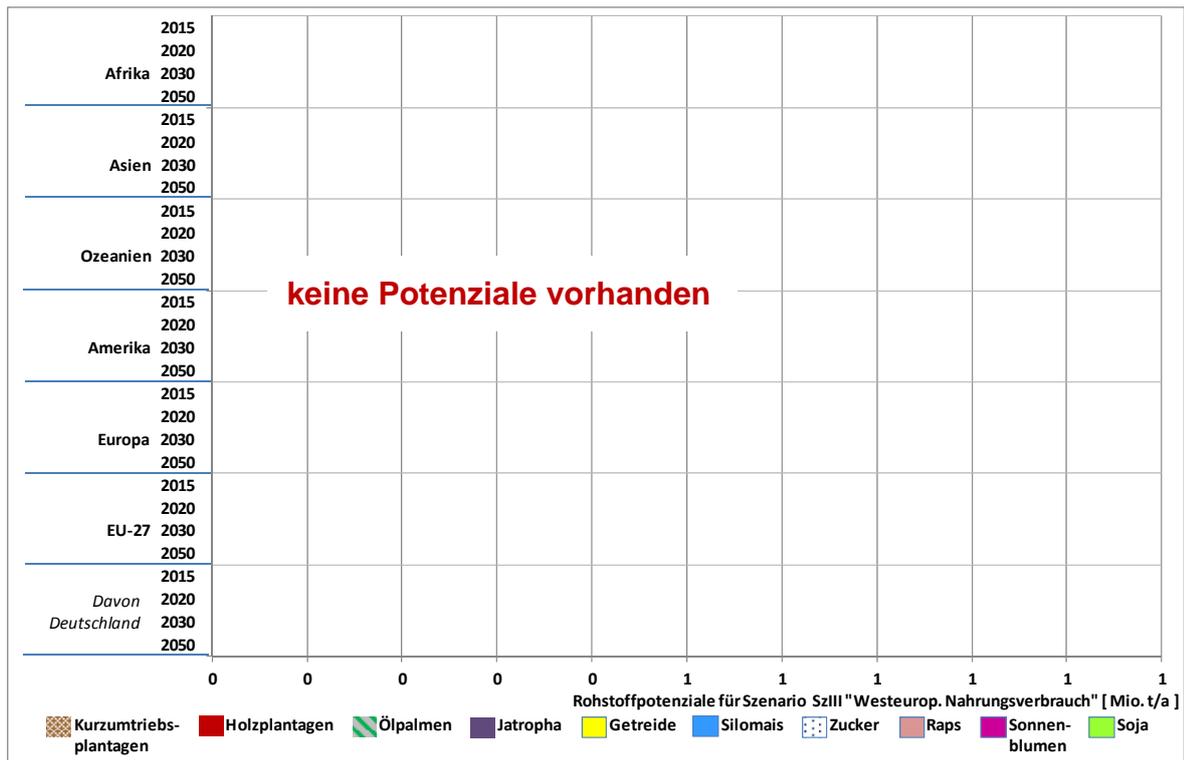
Quelle. Eigene Berechnungen

Abb. A-2: Globale Produktmengenpotenziale für Bioenergie bei Welternährungssicherung, Szenario: SZ II



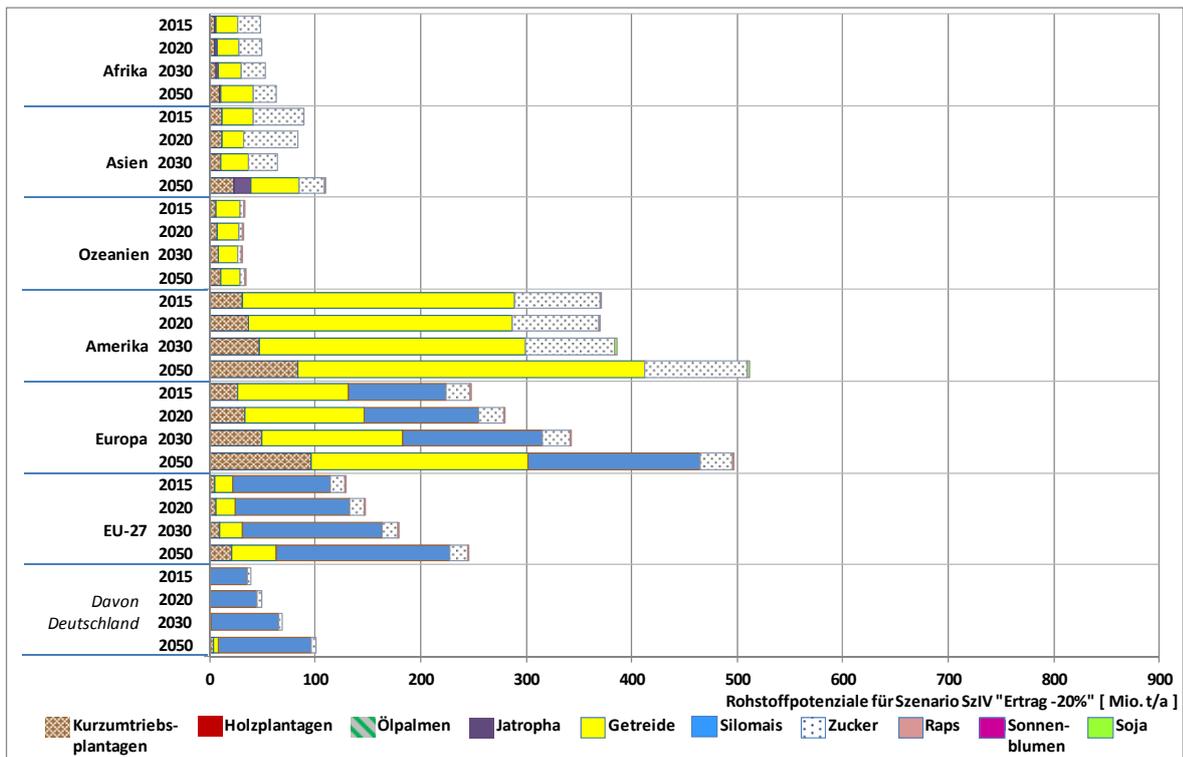
Quelle. Eigene Berechnungen

Abb. A-3: Globale Produktmengenpotenziale für Bioenergie bei Welternährungssicherung, Szenario: SZ III



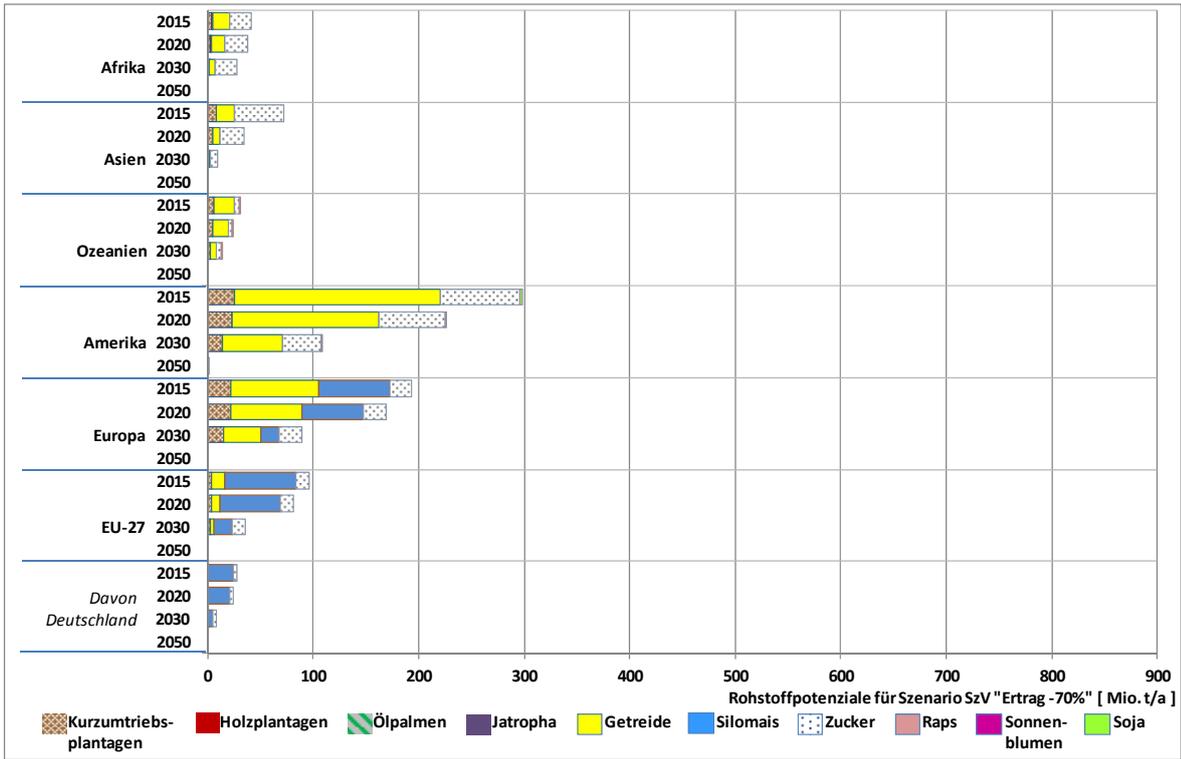
Quelle. Eigene Berechnungen

Abb. A-4: Globale Produktmengenpotenziale für Bioenergie bei Welternährungssicherung, Szenario: SZ IV



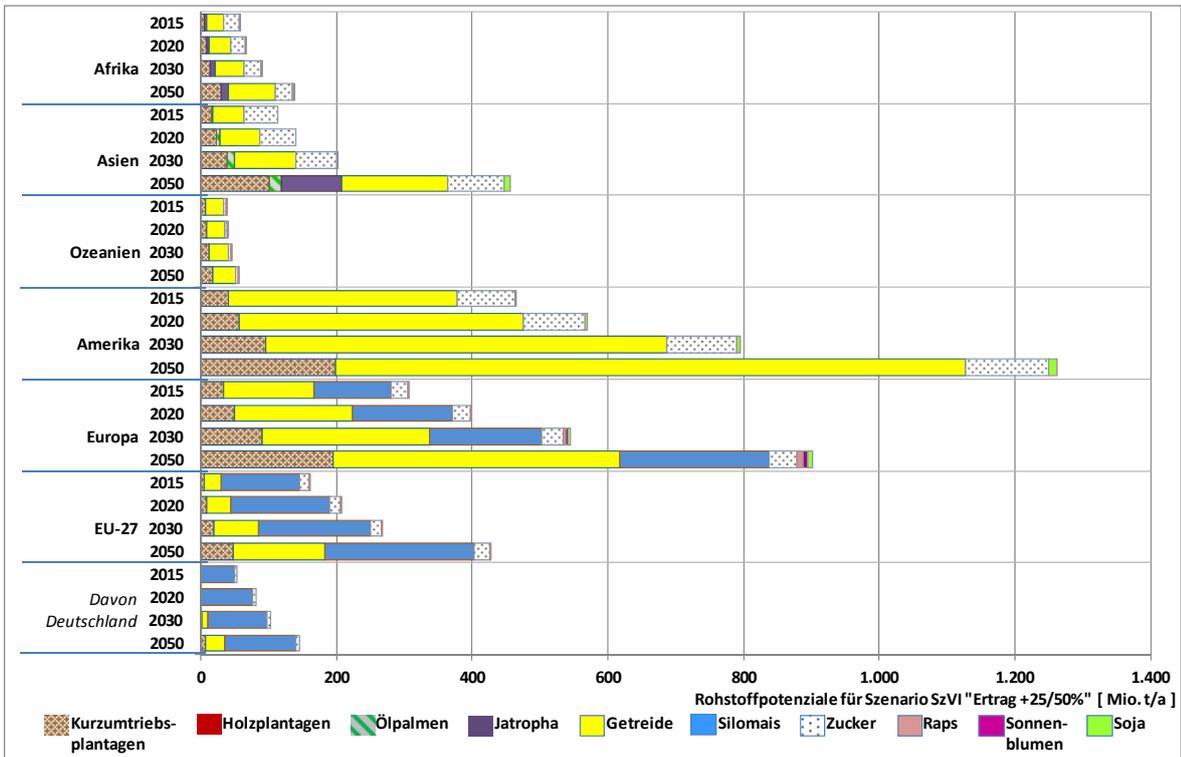
Quelle. Eigene Berechnungen

Abb. A-5: Globale Produktmengenpotenziale für Bioenergie bei Welternährungssicherung, Szenario: SZ V



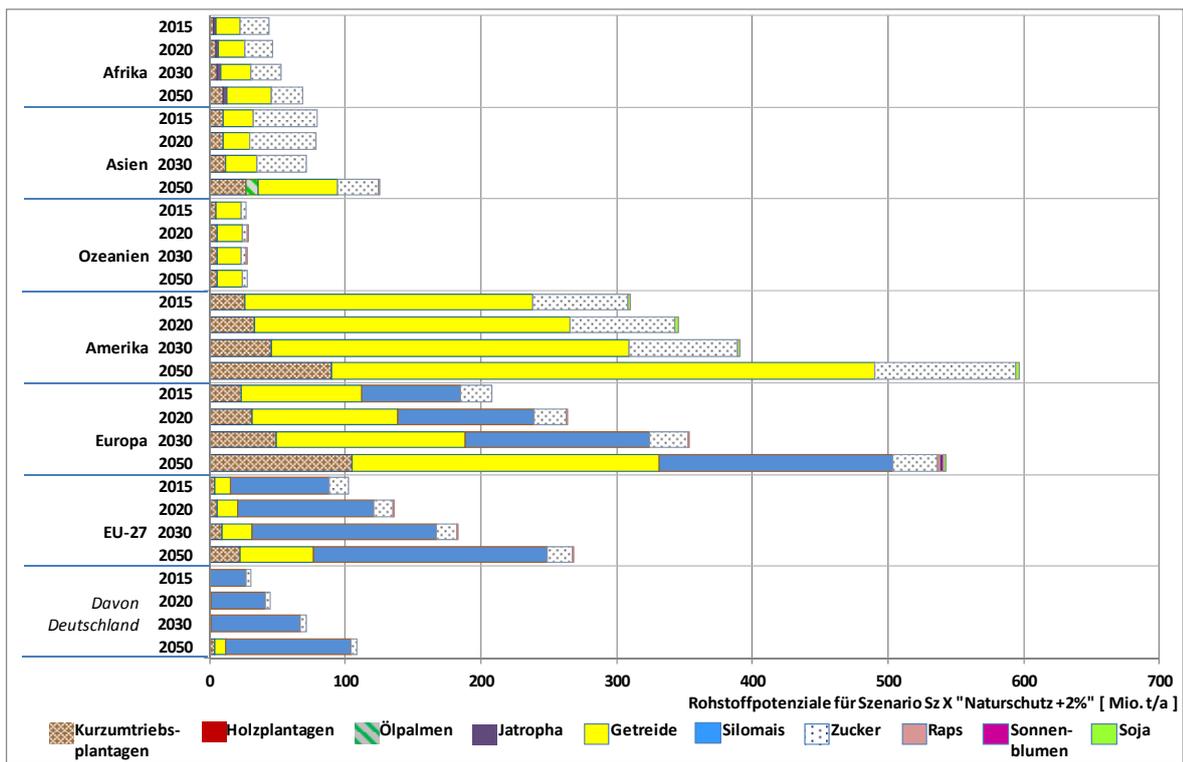
Quelle. Eigene Berechnungen

Abb. A-6: Globale Produktmengenpotenziale für Bioenergie bei Welternährungssicherung, Szenario: SZ VI



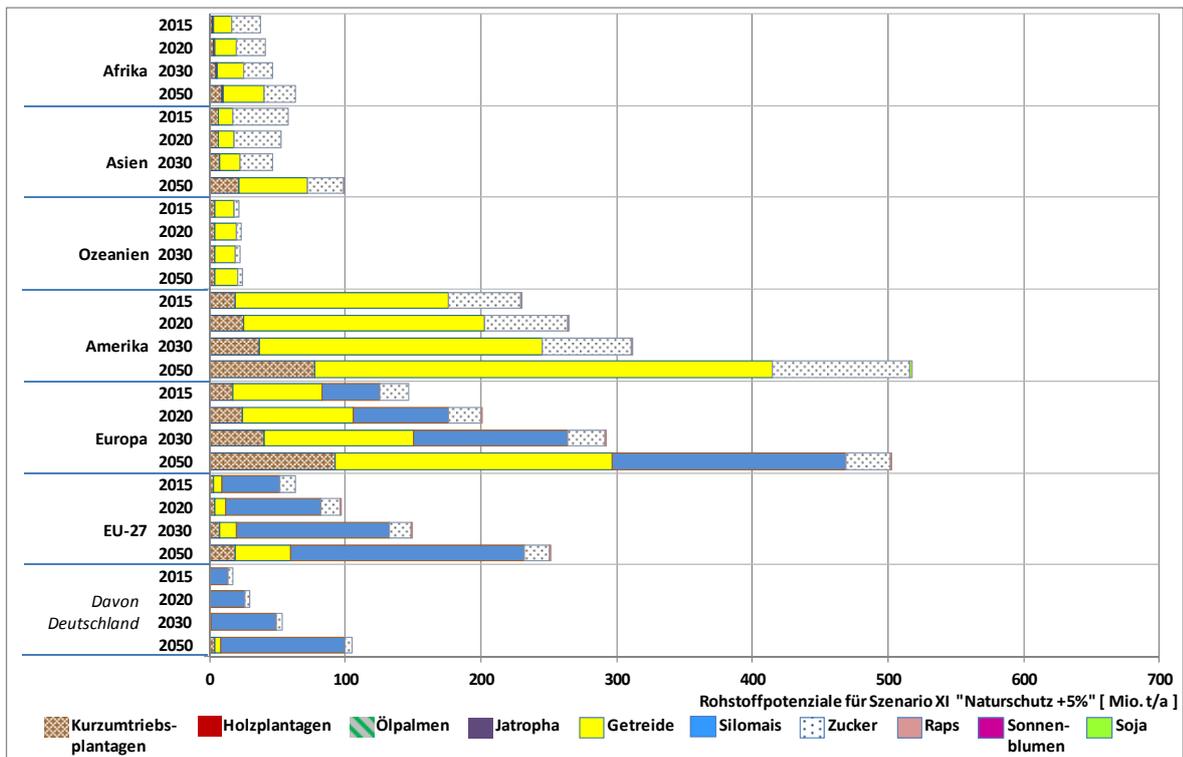
Quelle. Eigene Berechnungen

Abb. A-7: Globale Produktmengenpotenziale für Bioenergie bei Welternährungssicherung, Szenario: SZ X



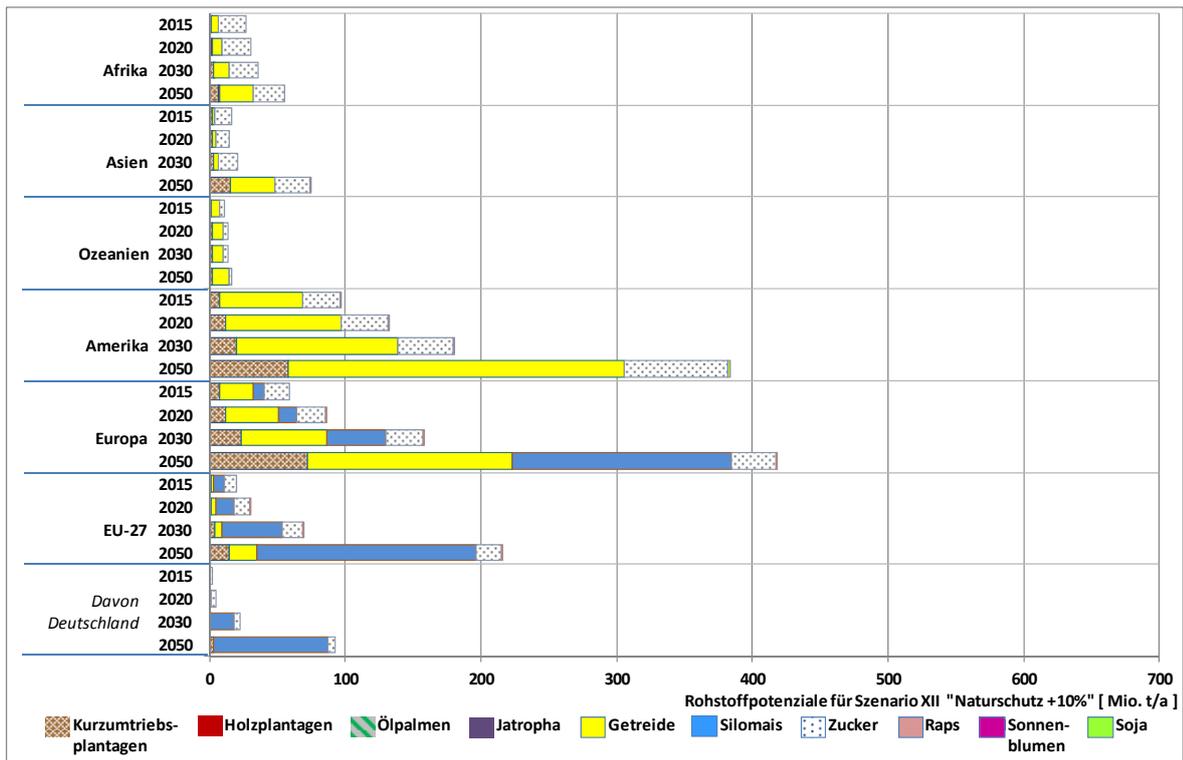
Quelle. Eigene Berechnungen

Abb. A-8: Globale Produktmengenpotenziale für Bioenergie bei Welternährungssicherung, Szenario: SZ XI



Quelle. Eigene Berechnungen

Abb. A-9: Globale Produktmengenpotenziale für Bioenergie bei Welternährungssicherung, Szenario: SZ XII



Quelle: Eigene Berechnungen

Tabelle A-4: Nationale und verbleibende Energiepotenziale im Szenario Sz I

Erdteil Teilerdteil Land	nationales Potenzial					verbleibendes Potenzial bei Ernährungssicherung (Welt)				
	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050
	PJ					PJ				
Deutschland	247,6	836,4	966,2	1.169,6	1.631,1	192,4	670,5	780,4	995,6	1.383,5
EU-27	1.477,1	3.950,8	4.480,1	4.940,4	6.439,5	1.137,4	3.406,1	3.752,1	4.178,3	5.442,6
Europa andere	2.025,6	4.022,4	5.268,9	5.963,0	8.635,8	1.449,7	3.234,1	4.099,1	4.493,3	6.680,7
Europa	3.502,7	7.973,3	9.749,0	10.903,4	15.075,4	2.587,1	6.640,2	7.851,2	8.671,6	12.123,3
Nordamerika	4.209,7	9.045,0	11.127,7	10.707,7	13.033,5	3.012,8	7.077,8	8.389,1	8.100,6	10.248,3
Mittelamerika	327,5	836,2	888,5	950,5	1.104,9	234,4	793,6	806,6	820,7	1.012,0
Südamerika	3.849,5	7.753,3	8.811,4	9.532,1	12.431,8	2.755,0	6.990,5	7.676,7	8.413,2	11.024,9
Amerika	8.386,6	17.634,6	20.827,6	21.190,3	26.570,3	6.002,2	14.861,9	16.872,4	17.334,5	22.285,2
Ozeanien	1.165,9	1.213,8	1.396,0	1.289,4	1.386,3	834,4	946,5	1.062,9	984,6	1.105,7
Ostasien	4,2	2.184,8	2.184,0	2.184,0	2.184,0	3,0	2.184,5	2.184,0	2.184,0	2.184,0
Zentralasien	167,5	354,2	393,6	370,5	434,8	119,9	294,0	318,7	302,3	360,9
Südasien	1.993,2	5.830,4	5.864,4	5.593,2	5.420,4	1.426,5	5.476,2	5.473,0	5.171,3	4.670,0
Südostasien	294,7	2.070,9	2.531,4	3.185,1	6.727,1	210,9	1.792,1	2.139,1	2.610,4	5.387,7
Westasien	166,4	544,9	594,1	596,7	751,7	119,1	500,9	536,5	538,2	665,6
Asien	2.626,0	10.985,2	11.567,5	11.929,5	15.517,9	1.879,4	10.247,7	10.651,4	10.806,2	13.268,2
Ostafrika	122,7	343,8	349,5	366,6	467,0	87,8	321,7	317,1	328,2	409,0
Mittelfrika	69,0	214,7	148,4	117,5	73,3	49,4	124,8	124,0	103,0	70,5
Nordafrika	0,0	227,7	227,7	227,7	227,7	0,0	227,7	227,7	227,7	227,7
Südafrika	671,5	792,0	972,1	1.000,0	1.285,7	480,6	679,7	818,7	845,4	1.073,7
Westafrika	18,7	329,9	360,4	385,4	422,1	13,4	303,5	327,3	347,4	381,2
Afrika	881,8	1.908,1	2.058,1	2.097,3	2.475,8	631,1	1.657,4	1.814,8	1.851,7	2.161,9
148 Länder	16.563,0	39.715,0	45.598,3	47.409,9	61.025,6	11.934,2	34.353,7	38.252,6	39.648,7	50.944,4

Quelle: Eigene Berechnungen

Tabelle A-5: Nationale und verbleibende Energiepotenziale im Szenario Sz II

Erdteil Teilerdteil Land	nationales Potenzial					verbleibendes Potenzial bei Ernährungssicherung (Welt)				
	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050
	PJ					PJ				
Deutschland	247,6	834,6	964,0	1.166,4	1.625,6	192,4	671,4	781,5	995,9	1.381,0
EU-27	1.477,1	3.978,6	4.538,6	5.028,5	6.611,8	1.137,4	3.431,5	3.803,3	4.247,8	5.574,3
Europa andere	2.025,6	4.022,4	5.274,1	5.976,4	8.681,3	1.449,7	3.312,7	4.161,2	4.578,8	6.814,9
Europa	3.502,7	8.001,0	9.812,8	11.004,9	15.293,1	2.587,1	6.744,1	7.964,5	8.826,6	12.389,2
Nordamerika	4.209,7	9.303,4	11.623,7	11.365,9	13.960,7	3.012,8	7.283,4	8.768,7	8.580,8	11.051,2
Mittelamerika	327,5	903,5	1.023,1	1.165,5	1.551,7	234,4	840,4	915,3	1.024,2	1.337,5
Südamerika	3.849,5	7.777,1	8.876,5	9.683,3	12.674,4	2.755,0	7.037,1	7.764,0	8.494,8	11.132,2
Amerika	8.386,6	17.983,9	21.523,3	22.214,8	28.186,9	6.002,2	15.160,9	17.448,1	18.099,8	23.520,8
Ozeanien	1.165,9	1.212,5	1.394,1	1.279,7	1.374,7	834,4	961,1	1.058,1	992,9	1.104,7
Ostasien	4,2	2.184,5	2.184,0	2.184,0	2.184,0	3,0	2.184,4	2.184,0	2.184,0	2.184,0
Zentralasien	167,5	366,6	417,6	410,3	511,8	119,9	303,2	336,0	330,1	417,2
Südasien	1.993,2	5.812,7	5.827,1	5.524,6	4.486,1	1.426,5	5.470,0	5.453,8	4.852,0	3.994,9
Südostasien	294,7	2.052,4	2.428,8	3.049,3	6.613,1	210,9	1.790,5	2.100,6	2.522,1	4.935,4
Westasien	166,4	544,7	593,7	596,1	750,5	119,1	501,3	537,1	538,7	665,3
Asien	2.626,0	10.961,1	11.451,2	11.764,3	14.545,6	1.879,4	10.249,5	10.611,6	10.426,8	12.196,8
Ostafrika	122,7	340,9	342,8	348,9	428,9	87,8	318,7	311,5	316,8	380,5
Mittelfrika	69,0	159,4	157,4	123,4	70,2	49,4	124,9	123,9	102,2	68,2
Nordafrika	0,0	227,7	227,7	227,7	227,7	0,0	227,7	227,7	227,7	227,7
Südafrika	671,5	791,3	970,4	996,8	1.278,0	480,6	665,0	797,4	824,2	1.084,4
Westafrika	18,7	329,0	362,0	392,3	420,0	13,4	303,2	326,4	345,6	374,6
Afrika	881,8	1.848,2	2.060,2	2.089,0	2.424,8	631,1	1.639,5	1.786,9	1.816,5	2.135,3
148 Länder	16.563,0	40.006,8	46.241,6	48.352,7	61.825,1	11.934,2	34.755,2	38.869,2	40.162,7	51.346,8

Quelle: Eigene Berechnungen

Tabelle A-6: Nationale und verbleibende Energiepotenziale im Szenario Sz III

Erdteil Teilerdteil Land	nationales Potenzial					verbleibendes Potenzial bei Ernährungssicherung (Welt)				
	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050
	PJ					PJ				
Deutschland	247,6	834,6	964,0	1.166,4	1.625,6	192,4	334,5	339,0	349,1	373,8
EU-27	1.477,1	3.791,6	4.232,4	4.627,8	6.123,0	1.137,4	2.078,3	2.064,9	2.069,2	2.119,3
Europa andere	2.025,6	3.669,6	4.518,3	4.707,7	7.197,4	1.449,7	1.077,2	1.077,2	1.077,2	1.077,2
Europa	3.502,7	7.461,2	8.750,7	9.335,6	13.320,4	2.587,1	3.155,5	3.142,1	3.146,5	3.196,5
Nordamerika	4.209,7	9.022,2	11.080,9	10.642,1	12.921,4	3.012,8	2.597,9	2.597,9	2.597,9	2.597,9
Mittelamerika	327,5	828,9	838,7	833,7	1.163,8	234,4	335,5	335,5	335,5	335,5
Südamerika	3.849,5	7.700,0	8.720,0	9.416,5	12.332,0	2.755,0	663,6	663,6	663,6	663,6
Amerika	8.386,6	17.551,1	20.639,7	20.892,3	26.417,2	6.002,2	3.597,1	3.597,1	3.597,1	3.597,1
Ozeanien	1.165,9	1.197,9	1.375,0	1.270,0	1.363,7	834,4	130,4	130,4	130,4	130,4
Ostasien	4,2	2.184,0	2.184,0	2.184,0	2.184,0	3,0	2.184,0	2.184,0	2.184,0	2.184,0
Zentralasien	167,5	317,2	319,9	262,4	247,5	119,9	155,8	155,8	155,8	155,8
Südasien	1.993,2	2.662,2	2.331,3	2.323,5	2.339,5	1.426,5	2.205,8	2.205,8	2.205,8	2.205,8
Südostasien	294,7	1.105,4	1.105,4	1.105,4	1.455,0	210,9	1.105,4	1.105,4	1.105,4	1.105,4
Westasien	166,4	319,0	319,0	319,0	319,0	119,1	319,0	319,0	319,0	319,0
Asien	2.626,0	6.587,8	6.259,5	6.194,2	6.545,0	1.879,4	5.969,9	5.969,9	5.969,9	5.969,9
Ostafrika	122,7	241,1	214,9	215,2	215,7	87,8	214,3	214,3	214,3	214,3
Mittelafrika	69,0	68,1	63,0	59,8	59,8	49,4	59,8	59,8	59,8	59,8
Nordafrika	0,0	227,7	227,7	227,7	227,7	0,0	227,7	227,7	227,7	227,7
Südafrika	671,5	734,1	878,2	868,2	1.216,8	480,6	162,7	162,7	162,7	162,7
Westafrika	18,7	251,2	251,2	251,2	251,2	13,4	251,2	251,2	251,2	251,2
Afrika	881,8	1.522,2	1.635,1	1.622,1	1.971,2	631,1	915,6	915,6	915,6	915,6
148 Länder	16.563,0	34.320,2	38.660,0	39.314,1	49.617,4	11.934,2	13.768,5	13.755,1	13.759,4	13.809,5

Quelle: Eigene Berechnungen

Tabelle A-7: Nationale und verbleibende Energiepotenziale im Szenario Sz IV

Erdteil Teilerdteil Land	nationales Potenzial					verbleibendes Potenzial bei Ernährungssicherung (Welt)				
	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050
	PJ					PJ				
Deutschland	247,6	810,3	929,2	1.106,2	1.506,2	192,4	635,8	705,3	852,1	1.165,7
EU-27	1.477,1	3.874,8	4.325,9	4.684,3	5.933,7	1.137,4	3.280,6	3.502,9	3.733,3	4.598,3
Europa andere	2.025,6	3.921,6	5.057,0	5.631,7	7.955,3	1.449,7	3.176,9	3.825,3	3.947,9	5.470,2
Europa	3.502,7	7.796,4	9.382,9	10.316,0	13.889,0	2.587,1	6.457,5	7.328,2	7.681,2	10.068,5
Nordamerika	4.209,7	8.714,1	10.321,8	9.462,6	10.732,7	3.012,8	6.656,8	7.390,1	6.575,2	7.405,2
Mittelamerika	327,5	814,5	710,6	522,6	700,0	234,4	699,3	575,7	455,7	581,9
Südamerika	3.849,5	7.641,2	8.505,8	9.087,8	11.501,3	2.755,0	6.817,5	7.286,4	7.642,1	9.448,6
Amerika	8.386,6	17.169,8	19.538,2	19.073,0	22.934,0	6.002,2	14.173,6	15.252,1	14.673,0	17.435,7
Ozeanien	1.165,9	1.219,1	1.395,3	1.270,8	1.339,0	834,4	912,1	983,5	872,2	922,3
Ostasien	4,2	2.184,0	2.184,0	2.184,0	2.184,0	3,0	2.184,0	2.184,0	2.184,0	2.184,0
Zentralasien	167,5	339,0	359,7	319,4	308,6	119,9	277,6	283,8	251,6	248,1
Südasien	1.993,2	5.727,1	5.637,1	3.955,2	3.041,8	1.426,5	5.377,0	5.260,1	3.363,0	2.872,4
Südostasien	294,7	2.049,8	2.352,1	2.685,2	6.043,2	210,9	1.760,6	2.002,4	2.208,8	3.143,5
Westasien	166,4	535,3	571,0	557,4	671,3	119,1	489,6	510,8	495,7	569,1
Asien	2.626,0	10.835,2	11.103,9	9.701,4	12.248,9	1.879,4	10.088,7	10.241,1	8.503,0	9.017,2
Ostafrika	122,7	333,1	319,1	304,4	336,3	87,8	308,1	290,6	280,8	292,5
Mittelfrika	69,0	154,1	130,0	108,8	59,8	49,4	119,1	112,5	87,8	59,8
Nordafrika	0,0	227,7	227,7	227,7	227,7	0,0	227,7	227,7	227,7	227,7
Südafrika	671,5	790,8	963,3	987,0	1.229,2	480,6	651,8	750,2	731,3	901,7
Westafrika	18,7	321,2	347,0	364,5	359,7	13,4	295,0	309,6	313,8	313,8
Afrika	881,8	1.826,9	1.987,0	1.992,4	2.212,6	631,1	1.601,7	1.690,5	1.641,3	1.795,5
148 Länder	16.563,0	38.847,4	43.407,3	42.353,6	52.623,6	11.934,2	33.233,6	35.495,4	33.370,9	39.239,1

Quelle: Eigene Berechnungen

Tabelle A-8: Nationale und verbleibende Energiepotenziale im Szenario Sz V

Erdteil Teilerdteil Land	nationales Potenzial					verbleibendes Potenzial bei Ernährungssicherung (Welt)				
	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050
	PJ					PJ				
Deutschland	247,6	749,6	833,3	955,2	1.204,8	192,4	563,4	547,7	468,3	373,8
EU-27	1.477,1	3.676,6	3.955,6	4.075,9	4.839,8	1.137,4	2.997,5	2.887,5	2.550,8	2.119,3
Europa andere	2.025,6	3.774,6	4.600,3	4.810,5	6.368,6	1.449,7	2.817,0	2.891,9	2.063,4	1.077,2
Europa	3.502,7	7.451,2	8.555,9	8.886,3	11.208,4	2.587,1	5.814,4	5.779,4	4.614,3	3.196,5
Nordamerika	4.209,7	7.935,5	8.441,4	6.567,3	5.358,3	3.012,8	5.771,1	5.352,0	3.637,8	2.597,9
Mittelamerika	327,5	569,0	428,6	458,4	509,8	234,4	483,4	395,0	387,0	335,5
Südamerika	3.849,5	7.332,9	7.830,8	7.966,8	9.198,8	2.755,0	6.391,2	5.566,9	3.181,0	685,3
Amerika	8.386,6	15.837,4	16.700,8	14.992,5	15.067,0	6.002,2	12.645,8	11.313,8	7.205,9	3.618,7
Ozeanien	1.165,9	1.207,1	1.346,5	1.187,9	1.175,9	834,4	860,1	818,1	555,9	130,4
Ostasien	4,2	2.184,0	2.184,0	2.184,0	2.184,0	3,0	2.184,0	2.184,0	2.184,0	2.184,0
Zentralasien	167,5	309,2	296,1	220,6	157,3	119,9	246,6	222,8	174,2	155,8
Südasien	1.993,2	5.525,5	4.410,8	2.741,4	2.319,4	1.426,5	5.182,2	3.379,6	2.338,6	2.205,8
Südostasien	294,7	1.877,7	1.769,8	1.979,0	3.241,5	210,9	1.685,6	1.589,9	1.421,9	1.105,4
Westasien	166,4	511,6	514,1	455,6	530,0	119,1	464,9	438,0	353,7	319,0
Asien	2.626,0	10.407,9	9.174,7	7.580,6	8.432,2	1.879,4	9.763,3	7.814,2	6.472,4	5.969,9
Ostafrika	122,7	281,5	283,1	262,7	214,8	87,8	258,8	254,4	238,6	214,3
Mittelfrika	69,0	143,3	108,2	79,9	59,8	49,4	107,3	86,8	63,1	59,8
Nordafrika	0,0	227,7	227,7	227,7	227,7	0,0	227,7	227,7	227,7	227,7
Südafrika	671,5	736,8	854,6	829,3	951,9	480,6	591,5	597,4	423,4	162,7
Westafrika	18,7	303,2	309,7	289,6	291,3	13,4	280,0	277,8	260,4	251,2
Afrika	881,8	1.692,5	1.783,3	1.689,2	1.745,4	631,1	1.465,3	1.444,1	1.213,1	915,6
148 Länder	16.563,0	36.596,1	37.561,3	34.336,5	37.628,9	11.934,2	30.548,9	27.169,6	20.061,6	13.831,2

Quelle: Eigene Berechnungen

Tabelle A-9: Nationale und verbleibende Energiepotenziale im Szenario Sz VI

Erdteil Teilerdteil Land	nationales Potenzial					verbleibendes Potenzial bei Ernährungssicherung (Welt)				
	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050
	PJ					PJ				
Deutschland	247,6	884,9	1.052,9	1.326,8	1.948,3	192,4	727,2	915,7	1.183,2	1.769,0
EU-27	1.477,1	4.097,0	4.814,3	5.539,9	7.885,0	1.137,4	3.586,4	4.195,2	4.915,5	7.134,5
Europa andere	2.025,6	4.289,0	5.868,0	6.906,4	10.486,8	1.449,7	3.648,1	5.013,2	5.863,9	9.243,7
Europa	3.502,7	8.386,0	10.682,2	12.446,3	18.371,9	2.587,1	7.234,5	9.208,4	10.779,4	16.378,3
Nordamerika	4.209,7	9.772,6	13.006,4	13.283,4	17.089,3	3.012,8	7.810,3	10.342,5	11.327,3	15.887,2
Mittelamerika	327,5	873,3	995,6	1.116,9	1.443,5	234,4	825,3	916,8	1.041,2	1.338,3
Südamerika	3.849,5	8.089,6	9.475,3	10.713,7	14.760,4	2.755,0	7.341,1	8.519,5	9.990,4	13.884,8
Amerika	8.386,6	18.735,5	23.477,3	25.114,0	33.293,2	6.002,2	15.976,6	19.778,7	22.358,9	31.110,4
Ozeanien	1.165,9	1.262,6	1.479,4	1.395,7	1.573,6	834,4	1.001,4	1.154,9	1.133,8	1.336,8
Ostasien	4,2	2.185,8	2.184,4	2.184,0	3.694,3	3,0	2.185,3	2.184,3	2.184,0	3.585,0
Zentralasien	167,5	379,4	458,2	512,6	680,4	119,9	318,6	382,0	435,8	599,9
Südasien	1.993,2	6.019,0	6.322,8	6.399,7	7.287,3	1.426,5	5.639,1	5.875,9	6.033,8	6.874,8
Südostasien	294,7	2.334,3	3.034,6	4.349,5	8.085,5	210,9	1.953,2	2.628,2	3.527,8	6.311,4
Westasien	166,4	568,0	651,7	699,3	969,2	119,1	523,2	592,7	639,7	888,6
Asien	2.626,0	11.486,6	12.651,8	14.145,1	20.716,7	1.879,4	10.619,4	11.663,2	12.821,1	18.259,7
Ostafrika	122,7	399,5	429,2	489,4	681,2	87,8	365,6	386,0	443,4	621,1
Mittelfrika	69,0	171,8	166,7	172,0	160,1	49,4	135,4	149,5	145,1	143,9
Nordafrika	0,0	227,7	227,7	227,7	315,4	0,0	227,7	227,7	227,7	301,5
Südafrika	671,5	852,7	1.090,4	1.195,6	1.624,8	480,6	722,5	920,4	1.022,2	1.446,0
Westafrika	18,7	345,0	399,9	455,9	557,0	13,4	317,4	362,3	421,1	518,4
Afrika	881,8	1.996,7	2.313,9	2.540,6	3.338,5	631,1	1.768,5	2.045,9	2.259,4	3.030,9
148 Länder	16.563,0	41.867,4	50.604,7	55.641,7	77.293,8	11.934,2	36.600,6	43.851,2	49.352,7	70.116,1

Quelle: Eigene Berechnungen

Tabelle A-10: Nationale und verbleibende Energiepotenziale im Szenario Sz X

Erdteil Teilerdteil Land	nationales Potenzial					verbleibendes Potenzial bei Ernährungssicherung (Welt)				
	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050
	PJ					PJ				
Deutschland	247,6	778,7	930,1	1.136,2	1.591,9	192,4	582,2	682,2	870,3	1.257,3
EU-27	1.477,1	3.755,9	4.283,0	4.745,5	6.191,0	1.137,4	3.054,9	3.385,7	3.764,3	4.892,7
Europa andere	2.025,6	3.932,1	5.159,6	5.849,8	8.495,2	1.449,7	2.952,9	3.739,7	4.055,4	5.855,2
Europa	3.502,7	7.688,0	9.442,6	10.595,3	14.686,2	2.587,1	6.007,8	7.125,4	7.819,7	10.748,0
Nordamerika	4.209,7	8.557,9	10.505,8	10.168,1	12.443,0	3.012,8	6.155,6	7.263,2	6.937,4	8.741,7
Mittelamerika	327,5	562,8	570,7	524,5	989,9	234,4	480,1	483,3	456,6	771,0
Südamerika	3.849,5	7.330,7	8.408,0	8.946,5	11.548,2	2.755,0	5.869,3	6.771,6	6.996,7	9.657,2
Amerika	8.386,6	16.451,4	19.484,4	19.639,2	24.981,1	6.002,2	12.505,0	14.518,1	14.390,6	19.169,8
Ozeanien	1.165,9	1.008,5	1.154,8	1.011,5	977,2	834,4	814,9	910,8	816,3	832,1
Ostasien	4,2	2.184,0	2.184,0	2.184,0	2.184,0	3,0	2.184,0	2.184,0	2.184,0	2.184,0
Zentralasien	167,5	326,9	361,1	333,5	368,4	119,9	258,1	278,5	258,8	289,4
Südasien	1.993,2	5.664,9	5.657,3	4.932,9	3.606,2	1.426,5	5.270,5	5.240,8	3.908,0	3.248,9
Südostasien	294,7	1.967,5	2.152,9	2.716,3	5.591,8	210,9	1.696,8	1.800,6	2.198,0	3.413,5
Westasien	166,4	527,7	572,9	577,9	731,3	119,1	476,3	507,9	508,1	617,6
Asien	2.626,0	10.670,9	10.928,2	10.744,6	12.481,7	1.879,4	9.885,8	10.011,9	9.056,9	9.753,4
Ostafrika	122,7	250,8	251,9	214,8	215,3	87,8	243,0	243,5	214,6	214,9
Mittelfrika	69,0	132,6	132,7	93,4	59,8	49,4	101,9	101,3	79,9	59,8
Nordafrika	0,0	227,7	227,7	227,7	227,7	0,0	227,7	227,7	227,7	227,7
Südafrika	671,5	772,3	948,5	976,3	1.255,0	480,6	617,1	741,4	751,8	992,2
Westafrika	18,7	313,1	347,9	376,2	399,9	13,4	294,2	315,9	331,1	354,4
Afrika	881,8	1.696,4	1.908,7	1.888,4	2.157,6	631,1	1.483,8	1.629,8	1.605,0	1.849,0
148 Länder	16.563,0	37.515,3	42.918,7	43.879,0	55.283,7	11.934,2	30.697,4	34.196,0	33.688,6	42.352,3

Quelle: Eigene Berechnungen

Tabelle A-11: Nationale und verbleibende Energiepotenziale im Szenario Sz XI

Erdteil Teilerdteil Land	nationales Potenzial					verbleibendes Potenzial bei Ernährungssicherung (Welt)				
	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050
	PJ					PJ				
Deutschland	247,6	709,8	881,3	1.101,1	1.557,1	192,4	500,5	589,3	760,6	1.191,1
EU-27	1.477,1	3.445,4	4.051,7	4.560,0	6.001,5	1.137,4	2.735,3	3.020,1	3.434,2	4.605,4
Europa andere	2.025,6	3.812,8	5.022,8	5.719,7	8.357,3	1.449,7	2.564,1	3.236,8	3.589,8	5.464,0
Europa	3.502,7	7.258,2	9.074,5	10.279,8	14.358,8	2.587,1	5.299,4	6.256,8	7.024,0	10.069,4
Nordamerika	4.209,7	7.867,2	9.649,4	9.470,0	11.752,2	3.012,8	5.235,4	6.138,2	6.038,2	7.844,9
Mittelamerika	327,5	414,6	429,1	508,4	892,8	234,4	389,7	397,3	435,7	686,7
Südamerika	3.849,5	7.158,3	8.178,5	8.775,7	11.368,6	2.755,0	4.625,0	5.460,0	5.766,4	9.177,5
Amerika	8.386,6	15.440,2	18.256,9	18.754,2	24.013,7	6.002,2	10.250,1	11.995,5	12.240,4	17.709,0
Ozeanien	1.165,9	973,6	1.111,7	968,3	922,7	834,4	722,0	813,9	731,9	771,3
Ostasien	4,2	2.184,0	2.184,0	2.184,0	2.184,0	3,0	2.184,0	2.184,0	2.184,0	2.184,0
Zentralasien	167,5	302,3	332,7	308,9	337,6	119,9	228,6	246,5	233,8	261,3
Südasien	1.993,2	5.461,4	5.411,4	3.506,3	3.128,8	1.426,5	4.694,2	4.080,1	3.037,9	2.927,1
Südostasien	294,7	1.755,5	1.989,6	2.533,4	5.318,3	210,9	1.629,2	1.732,8	2.058,0	3.036,0
Westasien	166,4	502,2	541,7	550,6	702,5	119,1	447,4	473,4	482,8	585,7
Asien	2.626,0	10.205,3	10.459,3	9.083,1	11.671,4	1.879,4	9.183,5	8.716,7	7.996,5	8.994,0
Ostafrika	122,7	247,6	247,8	214,5	214,9	87,8	239,5	239,7	214,4	214,6
Mittelfrika	69,0	121,3	119,5	77,6	59,8	49,4	88,9	88,1	68,4	59,8
Nordafrika	0,0	227,7	227,7	227,7	227,7	0,0	227,7	227,7	227,7	227,7
Südafrika	671,5	775,2	957,0	972,9	1.251,3	480,6	557,0	666,3	686,9	927,2
Westafrika	18,7	301,8	336,5	365,4	389,5	13,4	274,7	292,8	305,0	329,4
Afrika	881,8	1.673,5	1.888,4	1.858,1	2.143,2	631,1	1.387,8	1.514,6	1.502,4	1.758,7
148 Länder	16.563,0	35.550,9	40.790,8	40.943,4	53.109,7	11.934,2	26.842,8	29.297,7	29.495,2	39.302,4

Quelle: Eigene Berechnungen

Tabelle A-12: Nationale und verbleibende Energiepotenziale im Szenario Sz XII

Erdteil Teilerdteil Land	nationales Potenzial					verbleibendes Potenzial bei Ernährungssicherung (Welt)				
	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050	Basis 2007 Ø 2006 - 2009	2015	2020	2030	2050
	PJ					PJ				
Deutschland	247,6	595,0	765,8	1.042,7	1.499,0	192,4	385,6	437,4	565,7	1.060,4
EU-27	1.477,1	3.185,0	3.508,5	4.249,8	5.702,7	1.137,4	2.387,6	2.491,5	2.841,4	4.122,0
Europa andere	2.025,6	3.594,1	4.796,4	5.505,5	8.124,5	1.449,7	1.800,5	2.261,9	2.675,6	4.616,2
Europa	3.502,7	6.779,2	8.304,9	9.755,3	13.827,2	2.587,1	4.188,2	4.753,4	5.517,0	8.738,2
Nordamerika	4.209,7	6.709,7	8.213,7	8.300,0	10.599,4	3.012,8	3.746,8	4.313,7	4.535,5	6.457,1
Mittelamerika	327,5	411,9	423,9	477,6	581,9	234,4	378,4	383,7	402,5	496,6
Südamerika	3.849,5	6.861,6	7.824,4	8.457,6	11.066,1	2.755,0	2.434,2	3.193,6	3.698,8	7.068,2
Amerika	8.386,6	13.983,2	16.462,0	17.235,2	22.247,3	6.002,2	6.559,5	7.891,0	8.636,8	14.021,9
Ozeanien	1.165,9	915,5	1.039,9	896,3	767,8	834,4	535,0	606,7	586,0	486,9
Ostasien	4,2	2.184,0	2.184,0	2.184,0	2.184,0	3,0	2.184,0	2.184,0	2.184,0	2.184,0
Zentralasien	167,5	277,3	288,3	270,2	284,9	119,9	188,4	198,0	196,8	215,5
Südasien	1.993,2	4.312,9	3.082,9	2.908,6	3.073,8	1.426,5	2.803,4	2.570,8	2.563,6	2.848,0
Südostasien	294,7	1.681,3	1.753,4	2.203,9	4.767,5	210,9	1.298,8	1.379,0	1.630,1	2.760,2
Westasien	166,4	459,7	489,7	505,1	654,5	119,1	361,6	373,8	401,6	537,7
Asien	2.626,0	8.915,2	7.798,3	8.071,7	10.964,7	1.879,4	6.836,2	6.705,7	6.976,0	8.545,4
Ostafrika	122,7	242,6	241,6	214,3	214,3	87,8	234,6	234,6	214,3	214,3
Mittelafrika	69,0	101,8	95,8	64,3	59,8	49,4	69,3	69,2	61,3	59,8
Nordafrika	0,0	227,7	227,7	227,7	227,7	0,0	227,7	227,7	227,7	227,7
Südafrika	671,5	757,7	944,4	959,0	1.236,3	480,6	409,5	488,3	536,9	816,9
Westafrika	18,7	283,0	317,3	347,3	372,0	13,4	260,8	270,4	280,0	308,0
Afrika	881,8	1.612,7	1.826,7	1.812,6	2.110,1	631,1	1.201,9	1.290,2	1.320,1	1.626,7
148 Länder	16.563,0	32.205,8	35.431,9	37.771,1	49.917,2	11.934,2	19.320,7	21.246,9	23.035,9	33.419,1

Quelle: Eigene Berechnungen

Tabelle A-13: Übersichtstabelle zu den Ergebnissen der Szenarienrechnungen: nationale und verbleibende Energiepotenziale in Deutschland

Deutschland Szenario	Basis 2007 (Ø 2006 - 2009)	Zeitpunkt			
		2015	2020	2030	2050
<b>Referenz</b>		PJ (abs.)			
Sicherung Welternährung	192,4	665,0	768,2	981,0	1.349,4
<i>nationales Potenzial</i>	247,6	834,6	964,0	1.166,4	1.625,6
<b>Sz I 10 % reduzierter Nahrungsverbrauch ab 2015</b>					
Sicherung Welternährung	192,4	670,5	780,4	995,6	1.383,5
<i>nationales Potenzial</i>	247,6	836,4	966,2	1.169,6	1.631,1
<b>Sz II Stagnation des Nahrungsverbrauchs bei Überernährten &gt; 850 GE ab 2015</b>					
Sicherung Welternährung	192,4	671,4	781,5	995,9	1.381,0
<i>nationales Potenzial</i>	247,6	834,6	964,0	1.166,4	1.625,6
<b>Sz III Westeuropäischer Nahrungsverbrauch ab 2015</b>					
Sicherung Welternährung	192,4	334,5	339,0	349,1	373,8
<i>nationales Potenzial</i>	247,6	834,6	964,0	1.166,4	1.625,6
<b>Sz IV 20 % reduziertes Ertragswachstum</b>					
Sicherung Welternährung	192,4	635,8	705,3	852,1	1.165,7
<i>nationales Potenzial</i>	247,6	810,3	929,2	1.106,2	1.506,2
<b>Sz V 70 % reduziertes Ertragswachstum</b>					
Sicherung Welternährung	192,4	563,4	547,7	468,3	373,8
<i>nationales Potenzial</i>	247,6	749,6	833,3	955,2	1.204,8
<b>Sz VI 50 % erhöhtes Ertragswachstum</b>					
Sicherung Welternährung	192,4	727,2	915,7	1.183,2	1.769,0
<i>nationales Potenzial</i>	247,6	884,9	1.052,9	1.326,8	1.948,3
<b>Sz X Ausdehnung von Naturschutzflächen um 2%</b>					
Sicherung Welternährung	192,4	582,2	682,2	870,3	1.257,3
<i>nationales Potenzial</i>	247,6	778,7	930,1	1.136,2	1.591,9
<b>Sz XI Ausdehnung von Naturschutzflächen um 5%</b>					
Sicherung Welternährung	192,4	500,5	589,3	760,6	1.191,1
<i>nationales Potenzial</i>	247,6	709,8	881,3	1.101,1	1.557,1
<b>Sz XII Ausdehnung von Naturschutzflächen um 10%</b>					
Sicherung Welternährung	192,4	385,6	437,4	565,7	1.060,4
<i>nationales Potenzial</i>	247,6	595,0	765,8	1.042,7	1.499,0

Quelle: Eigene Berechnungen

Tabelle A-14: Übersichtstabelle zu den Ergebnissen der Szenarienrechnungen: nationale und verbleibende Energiepotenziale in der EU-27

EU-27 Szenario	Basis 2007 (Ø 2006 - 2009)	Zeitpunkt			
		2015	2020	2030	2050
<b>Referenz</b>		PJ (abs.)			
Sicherung					
Welternährung	1.137,4	3.386,6	3.712,5	4.109,7	5.296,0
nationales Potenzial	1.477,1	3.945,0	4.470,4	4.921,2	6.399,9
<b>Sz I 10 % reduzierter Nahrungsverbrauch ab 2015</b>					
Sicherung					
Welternährung	1.137,4	3.406,1	3.752,1	4.178,3	5.442,6
nationales Potenzial	1.477,1	3.950,8	4.480,1	4.940,4	6.439,5
<b>Sz II Stagnation des Nahrungsverbrauchs bei Überernährten &gt; 850 GE ab 2015</b>					
Sicherung					
Welternährung	1.137,4	3.431,5	3.803,3	4.247,8	5.574,3
nationales Potenzial	1.477,1	3.978,6	4.538,6	5.028,5	6.611,8
<b>Sz III Westeuropäischer Nahrungsverbrauch ab 2015</b>					
Sicherung					
Welternährung	1.137,4	2.078,3	2.064,9	2.069,2	2.119,3
nationales Potenzial	1.477,1	3.791,6	4.232,4	4.627,8	6.123,0
<b>Sz IV 20 % reduziertes Ertragswachstum</b>					
Sicherung					
Welternährung	1.137,4	3.280,6	3.502,9	3.733,3	4.598,3
nationales Potenzial	1.477,1	3.874,8	4.325,9	4.684,3	5.933,7
<b>Sz V 70 % reduziertes Ertragswachstum</b>					
Sicherung					
Welternährung	1.137,4	2.997,5	2.887,5	2.550,8	2.119,3
nationales Potenzial	1.477,1	3.676,6	3.955,6	4.075,9	4.839,8
<b>Sz VI 50 % erhöhtes Ertragswachstum</b>					
Sicherung					
Welternährung	1.137,4	3.586,4	4.195,2	4.915,5	7.134,5
nationales Potenzial	1.477,1	4.097,0	4.814,3	5.539,9	7.885,0
<b>Sz X Ausdehnung von Naturschutzflächen um 2%</b>					
Sicherung					
Welternährung	1.137,4	3.054,9	3.385,7	3.764,3	4.892,7
nationales Potenzial	1.477,1	3.755,9	4.283,0	4.745,5	6.191,0
<b>Sz XI Ausdehnung von Naturschutzflächen um 5%</b>					
Sicherung					
Welternährung	1.137,4	2.735,3	3.020,1	3.434,2	4.605,4
nationales Potenzial	1.477,1	3.445,4	4.051,7	4.560,0	6.001,5
<b>Sz XII Ausdehnung von Naturschutzflächen um 10%</b>					
Sicherung					
Welternährung	1.137,4	2.387,6	2.491,5	2.841,4	4.122,0
nationales Potenzial	1.477,1	3.185,0	3.508,5	4.249,8	5.702,7

Quelle: Eigene Berechnungen