Universität für Bodenkultur

Auswirkungen des Anbaus von Biotreibstoffen auf die nachhaltige Ernährungssicherung in Brasilien und der EU

Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplomingenieurin

eingereicht von

Bakk. Art Christine Vorwerk

Erstbetreuer: O. Univ. Prof. Dr. phil. Helga Kromp-Kolb

Zweitbetreuer: Univ.-Ass. Dr. nat. techn. Thomas Lindenthal

Wien, Oktober 2015

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung 8

2. Forschungsfragen und Ziele 10

3. Methode 12

3.1 Literaturrecherche – Literaturauswertung 12

3.2 Erhebung und spezifische Auswertung statistischer Daten 12

3.3 Szenarienerstellung, Modellierung und Bewertung 13

3.3.1 Vorgehensweise 13

3.3.2 Datengrundlage 13

3.3.3 Szenarien zu reduziertem Fleischkonsum und Export 14

3.3.4 Szenarien zur Biologischen Landwirtschaft bei gleichzeitig reduziertem Fleischkonsum 14

3.3.5 Szenarien zum Flächenbedarf für Futtermittel 2050 15

4. Ergebnisse und Diskussion 16

4.1 Ökologische Vor- und Nachteile der Biotreibstoffproduktion unter besonderer Berücksichtigung von Brasilien 16

4.1.1 Status Quo der weltweiten Biotreibstoffproduktion 16

4.1.2 Ökologische Vorteile der Biotreibstoffproduktion aus Sicht der Nachhaltigkeit 21

4.1.3 Ökologische Nachteile der Biotreibstoffproduktion aus Sicht der Nachhaltigkeit 23

4.2 Die aktuelle Situation der Nahrungsmittelversorgung und mögliche Szenarien in Brasilien und der EU 33

4.2.1 Der Selbstversorgungsgrad mit Nahrungsmitteln in Brasilien 33

4.2.2 Szenarien der brasilianischen Landwirtschaft bei reduziertem Fleischkonsum und Export 39

4.2.2.1 Szenarien zu reduziertem Fleischkonsum 39

4.2.2.2 Szenarien zu reduziertem Export 40

4.2.3 Der Selbstversorgungsgrad mit Nahrungsmitteln in der EU 43

4.2.4 Szenarien der Landwirtschaft der EU bei reduziertem Fleischkonsum und Export 51

4.2.4.1 Szenarien zu reduziertem Fleischkonsum 51

4.2.4.2 Szenarien zu reduziertem Export 52

4.2.5 Auswirkungen einer möglichen Bevölkerungsentwicklung und des Klimawandels bezüglich der Landwirtschaft bis 2050 auf den Nahrungsmittelbedarf und die Nahrungsmittelproduktion 54

4.3 Auswirkungen der Biotreibstoffproduktion in Brasilien und der EU auf die nachhaltige Lebensmittelproduktion und -versorgung 58
4.3.1 Auswirkungen der Biotreibstoffproduktion auf eine nachhaltige Nahrungsmittelproduktion in Brasilien und der EU 58
4.3.1.1 Ist-Stand des Nahrungsmittelbedarfs der Bevölkerung in Brasilien 2011 59
4.3.1.2 Ist-Stand des Flächenbedarfs für die Biotreibstoffproduktion in Brasilien 61
4.3.1.3 Conclusio: Auswirkungen der Biotreibstoffproduktion in Brasilien 63
4.3.1.4 Ist-Stand des Nahrungsmittelbedarfs der Bevölkerung in der EU 2011 63
4.3.1.5 Ist-Stand der Biotreibstoffproduktion in der EU 66
4.3.1.6 Conclusio: Auswirkungen der Biotreibstoffproduktion in der EU 68
4.3.2 Flächenpotential von Biotreibstoffen neben einer nachhaltigen Landwirtschaft am Beispiel der Biologischen Landwirtschaft 68
4.3.2.1 Biologische Landwirtschaft zur Deckung des Nahrungsmittelbedarfs in Brasilien 69
4.3.2.2 Biologische Landwirtschaft und ein gleichzeitig reduzierter Fleischkonsum in Brasilien 73
4.3.2.3 Conclusio: Flächenpotential für Biotreibstoffe in Brasilien bei Biologischer Landwirtschaft 77
4.3.2.4 Biologische Landwirtschaft zur Deckung des Nahrungsmittelbedarfs in der EU 77
4.3.2.5 Biologische Landwirtschaft und ein gleichzeitig reduzierter Fleischkonsum in der EU 80
4.3.2.6 Conclusio: Flächenpotential für Biotreibstoffe in der EU bei Biologischer Landwirtschaft 84
4.3.3 Flächenbedarf für das Jahr 2050 für Fleischkonsum in Brasilien und der EU unter Einbezug der Szenarien für veränderten Fleischkonsum 84
4.3.3.1 Flächenbedarf für Futtermittel im Jahr 2050 in Brasilien 84
4.3.3.2 Flächenbedarf für Futtermittel im Jahr 2050 in der EU 87
4.4 Exkurs: Auswirkungen der Bioökonomiestrategien in Deutschland und der EU auf die nachhaltige Lebensmittelproduktion und -versorgung in den jeweiligen Ländern 89
4.4.1 Begriffserklärung 89
4.4.2 Auswirkungen der Bioökonomiestrategie auf die Ernährungssicherung in Deutschland 90
4.4.2.1 Inhalte und Vorteile der deutschen Bioökonomiestrategie 90
4.4.2.2 Nachteile der deutschen Bioökonomiestrategie 92
4.4.3 Auswirkungen der Bioökonomiestrategie auf die Ernährungssicherung in der EU 93
4.4.3.1 Inhalte und erwartete Vorteile der Bioökonomiestrategie in der EU 93
4.4.3.2 Kritik an der Bioökonomiestrategie der EU aus Sicht der Nachhaltigkeit 95
5. Schlussfolgerung 96
6. Zusammenfassung 97

7. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis 100

7.1 Abbildungsverzeichnis 100

7.2 Tabellenverzeichnis 102

8. Literaturverzeichnis 106

9. Anhang 111

9.1 Food Balance Sheet Brasilien 111

9.2 Food Balance Sheet EU 116

9.3 Weltweite Produktion von Biotreibstoffen 2012 121

Abstract

The presented work debates the question of whether and to what extent it would be possible to produce biofuels sustainably on arable land in Brazil and the EU without compromising the domestic food security in addition to a nationwide organic farming. Also scrutinised were the consequences of limited meat consumption and reduced food exports with regard to liberated areas of arable land in these countries.

To find answers firstly a literature review and evaluation was used. Secondly, detailed data on agricultural production and food supplies in the countries were collected and analyzed. Thirdly, various scenarios were considered concerning reduced meat consumption, reduced export earnings and changes in large-scale organic farming.

Both in Brazil and in the EU a meat consumption reduced by 50% and a 50% (or complete) reduction in exportation considered in the scenarios lead to a significantly lower need for arable land (up to 29% lower in Brazil, up to 20% lower in the EU). A 100% conversion to organic farming results in surface savings only in Brazil, even with continued high meat consumption. In the EU, however, with a conversion to organic farming, free surfaces (8.3% of the current arable land) for the cultivation of biofuels can only be generated without endangering food security if meat consumption is reduced (32.5 kg/cap/yr) simultaneously. The growing population and an increasing consumption of meat will require additional fodder-acreage mainly in Brazil by the year 2050. The results show that the cultivation of biofuels in Brazil and the EU is very limited due to restricted arable land. If energy crops continue to be grown on land which is also suitable for food and animal fodder production, a significant reduction in meat consumption would have to be achieved - especially in the EU - to ensure sustainable agriculture in the limited areas.

Die vorliegende Arbeit beschäftigte sich mit der Frage, ob und in welchem Ausmaß es in Brasilien und der EU möglich wäre, neben einer flächendeckendenden Biologischen Landwirtschaft Biotreibstoffe über Energiepflanzen auf Ackerflächen nachhaltig zu produzieren ohne die inländische Ernährungssicherung zu gefährden. Darüberhinaus wurden die Folgen eines eingeschränkten Fleischkonsums und eines reduzierten Lebensmittelexports im Hinblick auf frei werdende Ackerflächen in den betrachteten Ländern untersucht.

Zur Beantwortung der Fragestellung erfolgte erstens eine Literaturrecherche und -auswertung. Zweitens wurden detaillierte Daten zur landwirtschaftlichen Produktion und zum Lebensmittelbedarf in den betrachteten Ländern erhoben und ausgewertet. Drittens wurden verschiedene Szenarien zu reduziertem Fleischkonsum, reduziertem Export und Ertragsveränderungen bei flächendeckendem Biolandbau modelliert.

Sowohl in Brasilien als auch in der EU führt ein in den Szenarien betrachteter um 50% reduzierter Fleischkonsum und ein um 50% reduzierter bzw. gänzlich eingestellter Export zu einem deutlich geringeren Bedarf an Ackerflächen (bis zu 29% geringer in Brasilien, bis zu 20% geringer in der EU). Eine 100%ige Umstellung auf Biologische Landwirtschaft führt lediglich in Brasilien zu Flächeneinsparungen, auch bei unverändert hohem Fleischkonsum. In der EU können bei einer Umstellung auf Biologische Landwirtschaft jedoch nur bei gleichzeitig stark reduziertem Fleischkonsum (auf 32,5 kg/cap/a) freie Flächen (8,3% der gegenwärtigen Ackerfläche) zum Anbau von Biotreibstoffen generiert werden ohne die Ernährungssicherung zu gefährden. Die steigende Bevölkerung und ein steigender Fleischkonsum werden bis zum Jahr 2050 vor allem in Brasilien zusätzliche Anbauflächen für Futtermittel erfordern.

Die Ergebnisse zeigen, dass der Anbau von Biotreibstoffen in Brasilien und der EU jedenfalls durch limitierte Ackerflächen stark begrenzt ist. Werden weiterhin Energiepflanzen auf Flächen angebaut, die auch zur Nahrungs- und Futtermittelproduktion geeignet sind, müsste es zu einer deutlichen Reduktion des Fleischkonsums, insbesondere in der EU kommen, um eine nachhaltige Landwirtschaft auf den begrenzten Flächen sicherzustellen.

Abkürzungsverzeichnis

BTS	Biotreibstoffe
Bio	Biologische Landwirtschaft
CO_2	Kohlendioxid
GMO	genetically modified organism
ha	Hektar
kg/cap/a	Kilogramm pro Kopf und Jahr
konv. LW	konventionelle Landwirtschaft
LDC	Least Developed Countries, Entwicklungsländer
LUC	land-use-change, Landnutzungsänderungen
N	Stickstoff
NAWAROS	nachwachsende Rohstoffe
t	Tonne
t/ha/a	Tonne pro Hektar und Jahr
toe	Tonne Rohöläquivalent

1. Einleitung

Ernährungssicherheit umfasst zum einen die dauerhafte Verfügbarkeit und damit Nachhaltigkeit/Resilienz in der Lebensmittelproduktion, zum anderen den Zugang zu Nahrungsmitteln für die Bevölkerung. Der Klimawandel, zunehmender Fleischkonsum in bevölkerungsreichen Ländern (insbes. in China, Indien, Brasilien), weiterhin steigende Weltbevölkerung, gleichzeitig weltweit abnehmende Bodenfruchtbarkeit (Humusabbau, Bodenerosion, Bodenverdichtungen) und der zunehmende Anbau von nachwachsenden Rohstoffen stellen die Menschheit im Hinblick auf eine nachhaltige Nahrungsmittelbereitstellung vor eine große Herausforderung (WBGU, 2011).

Um dem Klimawandel über eine Senkung der Treibhausgasemissionen Einhalt zu gebieten, kommen zunehmend Biotreibstoffe zum Einsatz. Viele Länder expandieren ihre Biotreibstoffindustrie und mengen vermehrt Biotreibstoffe bei. Bereits 3% der Treibstoffe im globalen Transportsektor entfallen auf flüssige Biotreibstoffe, welche zum größten Teil in Form von Ethanol in Brasilien und den USA hergestellt werden (Scovronick et al., 2013). Zwischen den Jahren 2000 und 2005 hat sich die globale Herstellung von Ethanol, das 90% der Biotreibstoffe ausmacht, verdoppelt, die Produktion von Biodiesel hat sich im gleichen Zeitraum nahezu vervierfacht (Von Braun, 2007).

Die steigende Nachfrage nach Biotreibstoffen steht jedoch im Konflikt mit der Ernährungssicherheit der einzelnen Länder, denn durch die Verwendung von landwirtschaftlichen Produkten bzw. die Nutzung von fruchtbaren landwirtschaftlichen Nutzflächen zur Herstellung von Biotreibstoffen wird die Produktion und damit die Verfügbarkeit von Nahrungsmitteln zum Konsum herabgesetzt (Tirado et al., 2010). Die Herstellung von Biotreibstoffen beeinflusst die Nahrungsmittelpreise auf zwei unterschiedliche Weisen: erstens durch die Verwendung von Nahrungsmitteln zur Herstellung von Ethanol und zweitens durch die Umwandlung der Ackernutzung für Nahrungsmittel hin zur Produktion von Energiepflanzen (Monteira et al., 2012).

Auch die stetig wachsende Weltbevölkerung erhöht die Nachfrage nach Nahrungsmitteln und erzeugt somit einen weiteren Konflikt zwischen einerseits ausreichender Produktion und gerechter Verteilung von Nahrungsmitteln und andererseits dem Anbau von nachwachsenden Rohstoffen. Dieser Konflikt führt zum Druck in Richtung steigende Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion und damit zur Gefährdung einer nachhaltigen Produktion von Nahrungsmitteln. Hinzu kommt die Gefahr sinkender Produktion von Fleisch- und Milchprodukten in den Least Developed Countries infolge der geringeren bzw. teureren Futtermittel. Ein geringeres Angebot an Lebensmitteln kann Unterernährung und Mangelerscheinungen zur Folge haben, was wiederum die Least Developed Countries am meisten betrifft (Tirado et al., 2010). In den Jahren 2011 bis 2013 waren laut Schätzungen der FAO (2014a) 47 Millionen Menschen in Lateinamerika und der Karibik unterernährt. Weltweit beträgt die Zahl der

Menschen, die an Unterernährung leiden 842 Millionen. Laut Ray et al. (2013) sind es nahezu 870 Millionen.

Auch die negativen ökologischen Folgen der Biotreibstoffproduktion dürfen nicht außer Acht gelassen werden. Laut Rosegrant et al. (2013) beeinträchtigt die Herstellung von Energiepflanzen vorhandene Wasserressourcen und landwirtschaftliche Flächen. Hinzu kommen die Nutzbarmachung von Flächen durch Entwaldung und/oder die mit übermäßigem Gebrauch von Düngemitteln und einseitigen Fruchtfolgen einhergehende Bodendegradation, die einen schlechten Einfluss auf die Klimabilanz ausüben.

Vor diesem Hintergrund werden im Kapitel 2 die Ziele der Masterarbeit mit ihren dazugehörigen Forschungsfragen vorgestellt, um anschließend im Kapitel 3 die angewandte Methode und Vorgehensweise darzulegen. Hierbei handelt es sich um eine Literaturrecherche und deren Auswertung sowie eine Erhebung und Auswertung statistischer Daten in Verbindung mit der Erstellung verschiedener Szenarien. Nachfolgend befasst sich Kapitel 4 „Ergebnisse und Diskussion“ mit der Beantwortung der in Kapitel 2 vorgestellten Ziele und Forschungsfragen. Kapitel 4 stellt den Hauptteil dieser Arbeit dar, die auf der Masterarbeit *„Potentiale der biologischen Landwirtschaft zur Welternährung unter besonderer Berücksichtigung eines reduzierten Fleischkonsums in den Industrieländern“* von Seibold (2012) aufbaut.

Aufgrund der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten somit für beiderlei Geschlecht.

2. Forschungsfragen und Ziele

Die übergeordnete Frage dieser Arbeit lautet: „Ist es in Brasilien und der EU möglich, neben einer Biologischen Landwirtschaft (gemäß EU VO 834/07) nachhaltig Biotreibstoffe anzubauen, ohne die Ernährungssicherheit der Länder zu gefährden und wenn ja, in welchem Ausmaß?“ Um eine Antwort auf diese Frage zu geben, wird die Arbeit in drei Ziele und mehrere Forschungsfragen unterteilt und kapitelweise bearbeitet.

Ziel 1: Analyse der aktuellen Situation der Nahrungsmittelversorgung und Biotreibstoffproduktion sowie mögliche zukünftige Szenarien in Brasilien und der EU – im Hinblick auf den erforderlichen Flächenbedarf für eine autarke Lebensmittelproduktion.

Zu Beginn der Arbeit werden die Vor- und Nachteile von Biotreibstoffen hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit aufgezeigt. Außerdem gilt es herauszufinden, inwieweit Brasilien und die EU gegenwärtig eine autarke Lebensmittelversorgung aufweisen und ob sich eine verstärkte Produktion von Biotreibstoffen negativ darauf auswirkt. Zusätzlich ist zu analysieren, welche Auswirkungen veränderte, zukünftige Bevölkerungsstrukturen bis ins Jahr 2050 auf die Nahrungsmittelherstellung und eine mögliche Nahrungsmittelautarkie der ausgewählten Länder haben.

Forschungsfragen: Welche ökologischen Vor- und Nachteile hat die Biotreibstoffproduktion in europäischen und brasilianischen Standorten aus Sicht der Nachhaltigkeit in Bezug auf u.a. Biodiversität, Bodenfruchtbarkeit und Bodenerosion, Wasserverbrauch und Gewässerbelastung? Inwieweit sind Brasilien und die EU gegenwärtig hinsichtlich ihrer Nahrungsmittelversorgung autark? Wie entwickelt sich die Bevölkerung bis zum Jahr 2050 und welche Auswirkungen hat diese Entwicklung auf die Nahrungsmittelproduktion in Brasilien und der EU vor dem Hintergrund einer möglichen Nahrungsmittelautarkie?

Ziel 2: Auswirkungen von Biotreibstoffen in Brasilien und der EU auf die nachhaltige/resiliente Lebensmittelproduktion und -versorgung in den jeweiligen Ländern.

Hier soll festgestellt werden, ob es in Brasilien und der EU möglich ist, Biotreibstoffe zu produzieren ohne eine nachhaltige Lebensmittelproduktion und Lebensmittelversorgung zu gefährden. Dazu werden zunächst gegenwärtige Ertrags- und Bedarfsstrukturen untersucht und in Bezug auf Nachhaltigkeit analysiert. Dabei dient die Biologische Landwirtschaft als Ausgangspunkt einer nachhaltigen Landwirtschaft. Darüberhinaus werden mögliche Zukunftsszenarien wie bspw. Biotreibstoffe der 2. Generation untersucht und hinsichtlich ihres Potentials bewertet.

Forschungsfragen: Welche Auswirkungen bezüglich einer nachhaltigen Nahrungsmittelproduktion ergeben sich durch die Herstellung von Biotreibstoffen in Brasilien und der EU? In welchem Ausmaß ist es mit Blick auf vorhandene landwirtschaftliche Nutzflächen in Brasilien und der EU möglich, Biotreibstoffe anzubauen und gleichzeitig biologische Landwirtschaft flächendeckend zu betreiben?

Ziel 3: Auswirkungen der Bioökonomiestrategien in Deutschland und der EU (mit Schwerpunkt stoffliche Nutzung der NAWAROS) auf die nachhaltige/resiliente Lebensmittelproduktion und -versorgung in den jeweiligen Ländern.

Hierbei sollen die Auswirkungen der Bioökonomiestrategie in Deutschland und der EU hinsichtlich ihres Einflusses auf die Ernährungssicherung untersucht und beurteilt werden.

Forschungsfragen: Wie wirken sich die Bioökonomiestrategien in Deutschland und der EU auf die Ernährungssicherung aus?

3. Methode

Um die Ziele und Fragestellungen aus Kapitel 2 zu beantworten, werden im Folgenden die unterschiedlichen Methoden vorgestellt.

3.1 Literaturrecherche – Literaturauswertung

Diese Arbeit baut auf der Diplomarbeit „*Potentiale der biologischen Landwirtschaft zur Welternährung unter besonderer Berücksichtigung eines reduzierten Fleischkonsums in den Industrieländern*“ von Seibold (2012) auf.

Als Basisliteratur wurden u.a. wissenschaftliche Texte und Berichte wie bspw. „The State of Food and Agriculture“ der Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2008; FAO, 2009), das FAO Statistical Yearbook (FAO, 2014a), und “The sustainability of ethanol production from sugarcane” von Goldemberg et al. (2008) herangezogen, um einen ersten Eindruck über die Thematik zu erlangen. Mittels eines Schneeballsystems in verschiedenen Datenbanken und Suchmaschinen wurde nach weiterführender Literatur gesucht. So wurden unter anderem Springer Link (www.link.springer.com), Scopus (www.scopus.com), Web of Science (www.webofknowledge.com), und ScienceDirect (www.sciencedirect.com) verwendet, als Suchmaschinen dienten Ecosia (www.ecosia.org) und Google (www.google.de). Außerdem wurde die Recherche auf die Bibliothek der Universität für Bodenkultur Wien und die Bayerische Staatsbibliothek in München ausgeweitet.

Die Ergebnisse finden sich in erster Linie in den Kapiteln 4.1 und 4.4 wieder. In den Kapiteln 4.2 und 4.3 wird hauptsächlich mit erhobenen Daten und daraus erstellten Szenarien gearbeitet.

3.2 Erhebung und spezifische Auswertung statistischer Daten

Es wurden Daten der International Energy Statistics (EIA), der Europäischen Kommission (EU-Kommission), der International Energy Agency (IEA), der Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) und des High Level Panel of Experts on Food and Nutrition (HLPE) erhoben. Sie beziehen sich größtenteils auf den Zeitraum 2000 - 2013. Ebenso werden die Ergebnisse der Diplomarbeit von Seibold (2012) verwendet.

Zur Erstellung der Szenarien werden neben den Ergebnissen von Seibold (2012) Daten der FAO aus dem Jahr 2011 herangezogen, da diese dem aktuellsten Stand entsprechen.

3.3 Szenarienerstellung, Modellierung und Bewertung

Die Modellierung und Bewertung der Szenarien dienen im Besonderen der Ermittlung möglicher Flächenpotentiale für Biotreibstoffe, die sich aus einer Reduktion des Fleischkonsums und einer Umstellung auf Biologische Landwirtschaft ergeben. Außerdem sollen die Modellierungen bzw. Berechnungen auf Basis der Szenarien veranschaulichen, welchen Einfluss zum einen der Fleischkonsum und zum anderen eine Biologische Anbauweise auf den Flächenverbrauch landwirtschaftlicher Nutzflächen haben.

3.3.1 Vorgehensweise

Bei der Errechnung des pro-Kopf-Fleischkonsums, der bei der Erstellung der Szenarien benötigt wird, wurde vom jährlichen Bedarf des Landes ausgegangen und durch die entsprechende Einwohnerzahl dividiert. Die Höhe der Reduktion in den Szenarien richtet sich nach den Werten, die in der Arbeit von Seibold (2012) Anwendung finden.

Da in dieser Arbeit das Potential frei werdender Flächen entscheidend ist, werden, anders als bei Seibold (2012), die eine Umrechnung in Getreideäquivalente heranzieht, die sich verändernden Anbauflächen der Kulturarten betrachtet. Hinsichtlich des Fleischkonsums sind vor allem die Anbauflächen zur Futtermittelbereitstellung relevant.

3.3.2 Datengrundlage

Zur Erstellung der Szenarien zu reduziertem Fleischkonsum und Export werden die Daten der Food and Agriculture Organization of the United Nations herangezogen. In Ermangelung aktuellerer Daten bilden die Werte aus 2011 die Grundlage für die Berechnungen.

Basierend auf den Food Balance Sheets der betrachteten Länder lässt sich der Selbstversorgungsgrad der einzelnen Hauptkulturarten ermitteln. Daten zu Erntemengen werden entweder aus der Datenbank der FAO übernommen oder bei Nichtvorhandensein selbst berechnet.

Die Erntemengen (Erträge pro Hektar) von Hauptkulturarten lassen sich z.B. berechnen, indem man die gesamte nationale Produktion der jeweiligen Hauptkulturart durch die gesamte Anbaufläche der jeweiligen Kulturarten dividiert. Die Flächen für Futtermittel ergeben sich aus der Division der nationalen Produktionsmenge der einzelnen Kulturart, die zur Futtermittelherstellung verwendet wird und der Erntemenge pro Hektar. Analog verhält es sich mit den Flächen, die dem Export zur Verfügung stehen.

3.3.3 Szenarien zu reduziertem Fleischkonsum und Export

Hinsichtlich frei werdender Flächen in Brasilien und der EU werden die Fleischreduktionsszenarien von Seibold (2012) herangezogen und zusätzlich mögliche Folgen der Reduktion bzw. vollständigen Einstellung des Exports in den ausgewählten Ländern betrachtet.

Szenario 1 geht von einem jährlichen pro-Kopf-Fleischkonsum von 32,5 kg aus wie er auch in der Arbeit von Seibold (2012) Anwendung findet.

Szenario 2 behandelt wie bei Seibold (2012) eine Reduktion des jährlichen pro-Kopf-Fleischkonsums um 50%.

Szenario 3 befasst sich zusätzlich zum veränderten Fleischkonsum mit einer Reduktion des Exports um 50%.

Szenario 4 berücksichtigt neben dem veränderten Fleischkonsum den vollständigen Verzicht auf den Export.

Eine Reduktion des Fleischkonsums hat Auswirkungen auf die Menge an Futtermitteln, die bereitgestellt werden muss. Um zu berechnen, wie viel Anbauflächen für Futtermittel bei einem reduzierten Fleischkonsum benötigt werden, betrachtet man die Kulturarten zur Futtermittelbereitstellung und ermittelt ihren jeweiligen Anteil an der Anbaufläche. Die Differenz zur Anbaufläche bei unverändertem Fleischkonsum stellt die frei gewordenen Flächen dar.

Zur Berechnung der frei werdenden Flächen durch reduzierten bzw. vollständig eingestellten Export werden die Anbauflächen der wichtigsten Kulturarten bezogen auf den Export neu bestimmt. Auch hier entspricht die Differenz den frei werdenden Flächen.

Schließlich kann die gesamte Flächeneinsparung durch Addition der errechneten frei werdenden Flächen durch geringeren Fleischkonsum und reduzierten bzw. eingestellten Export errechnet werden.

3.3.4 Szenarien zur Biologischen Landwirtschaft bei gleichzeitig reduziertem Fleischkonsum

Bei diesen Szenarien werden die Daten von Seibold (2012) zu Ertragsveränderungen bei einer Umstellung auf Biologische Landwirtschaft herangezogen und mit den Ergebnissen der vorigen Kapitel zusammengeführt. Durch die Ertragsveränderungen ergeben sich folglich auch andere Werte für die Erntemengen (kg/ha) und die Anbauflächen der einzelnen Kulturarten und somit auch für die Bereitstellung von Futtermitteln. Die Ertragsveränderungen bei Schweine- und Hühnerfleisch werden über die Futtermittelmenge errechnet.

Um die eingesparten bzw. zusätzlich benötigten Flächen eines hinzukommenden bzw. verringerten Fleischkonsums neben der Umstellung auf Biologische Landwirtschaft zu ermitteln, wird die Anbaufläche für die pflanzliche Produktion separat errechnet, indem man von der gesamten Anbaufläche den Teil, der für die Herstellung von Futtermitteln benötigt wird, abzieht. Zur Fläche für die biologische pflanzliche Produktion wird die benötigte Fläche zum biologischen Futtermittelanbau addiert. Daraus ergeben sich entweder Einsparungen oder es wird deutlich, dass die Umstellung auf Biologische Landwirtschaft mehr landwirtschaftliche Nutzflächen erfordert.

3.3.5 Szenarien zum Flächenbedarf für Futtermittel 2050

Um die gesamte Fleischmenge im Jahr 2050 zu ermitteln, wird der jährliche pro-Kopf-Konsum mit der von der FAO für das Jahr 2050 prognostizierten Einwohnerzahl für Brasilien bzw. für die EU multipliziert. Darüberhinaus wird die dafür benötigte Anbaufläche zur Futtermittelbereitstellung ermittelt und mit dem Wert des Jahres 2011 verglichen.

Zusätzlich werden der von Zastrial (2014) prognostizierte steigende Fleischkonsum von 2,5% jährlich in Brasilien und der von Alexandratos/Bruinsma (2012) prognostizierte steigende Fleischkonsum von 1,3% jährlich in der EU berücksichtigt und die sich daraus ergebenden Anbauflächen für Futtermittel berechnet. In diesem Zusammenhang sei jedoch darauf verwiesen, dass das Wachstum des Fleischkonsums langfristig, wenn nicht bereits mittelfristig, abnehmen und daher auf längere Sicht in diesem angegebenen Prozentausmaß nicht verlaufen wird. Denn dieses Wachstum ist durch ökonomische (Verteuerung von Fleisch bei zu großer Nachfrage), ökologische (Folgen der Intensivtierhaltung) und vor allem ernährungsphysiologische (Gesundheitsprobleme durch zu hohen Fleischkonsum, siehe z.B. bereits in den USA) Grenzen limitiert.

4. Ergebnisse und Diskussion

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Literaturrecherche und ausgewählten Datenanalyse sowie Modellrechnungen zu den Zielen der Arbeit dargelegt. Die Reihenfolge der Ausarbeitung richtet sich nach den in Kapitel 2 vorgestellten Zielen.

4.1 Ökologische Vor- und Nachteile der Biotreibstoffproduktion unter besonderer Berücksichtigung von Brasilien

Dieses Kapitel befasst sich mit den Vor- und Nachteilen der Biotreibstoffproduktion im Hinblick auf ihre Nachhaltigkeit. Allerdings ist zu beachten, dass je nach Art der Energiepflanze bei einem ökologischen Parameter Vorteile, bei einem anderen Parameter Nachteile entstehen können. Daher bedarf es wie bei allen Nachhaltigkeitsbewertungen immer eines gesamthaften Ansatzes.

4.1.1 Status Quo der weltweiten Biotreibstoffproduktion

Weltweit ist die Produktion von Biotreibstoffen zwischen 2000 - 2013 von 16 Mrd. Liter auf 110 Mrd. Liter stetig angestiegen, sodass derzeit 3,5% der Kraftstoffe im Transportsektor durch Biotreibstoffe bereitgestellt werden. Im Ländervergleich steht Brasilien mit 25% Biotreibstoffen am Gesamttreibstoffverbrauch des brasilianischen Transportsektors an der Spitze (IEA, 2015).

Zur Herstellung von Biotreibstoffen werden laut Pearce (2006, zit. in Coetto/Di Candilo, 2011) 3% der landwirtschaftlichen Nutzfläche in Brasilien benötigt, um 10% des dortigen Gesamtkraftstoffverbrauchs zu generieren. Mittlerweile stellen Biotreibstoffe 25% (s.o.) des Kraftstoffverbrauchs, was heute einer landwirtschaftlichen Nutzfläche von 7,5% entsprechen dürfte. In den USA hingegen wären 30% und in der EU sogar 72% der landwirtschaftlichen Nutzflächen erforderlich, um eine 10-prozentige Substitution von Benzin und Diesel durch Biotreibstoffe bereitzustellen. Braun et al. (2009) haben ermittelt, dass lediglich 7% des Treibstoffbedarfs der USA gedeckt werden könnten, wenn 100% des Mais aus den USA in Biotreibstoffe umgewandelt würden.

Abbildung 1 zeigt das globale Angebot an Biotreibstoffen in den Jahren 2006 - 2018. Es ist zu erkennen, dass sowohl Angebot als auch Nachfrage in den nächsten Jahren weiter ansteigen werden. Deutlich wird, dass seit 2014 das Angebot die Nachfrage nach Biotreibstoffen im Transportsektor übersteigt.

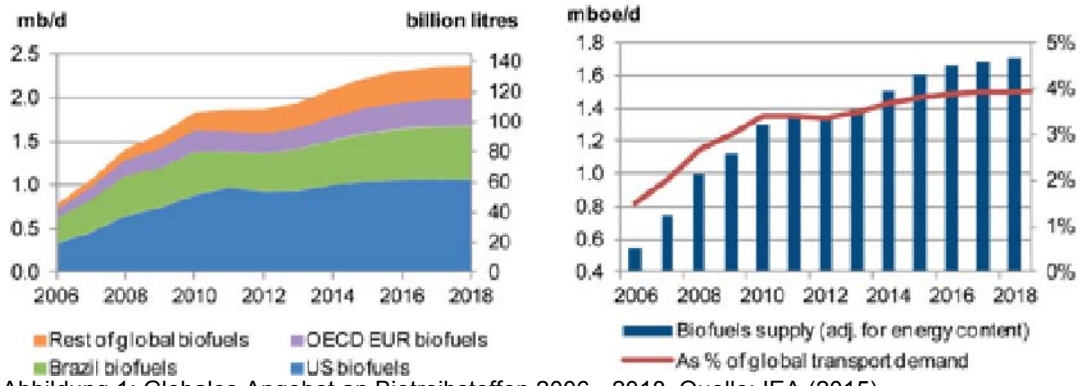


Abbildung 1: Globales Angebot an Biotreibstoffen 2006 - 2018. Quelle: IEA (2015).

Im Jahr 2012 betrug die gesamte Menge an produzierten Biotreibstoffen 302 Mrd. Liter (siehe Tabelle 1). Davon entfielen 68,6 Mrd. Liter auf Biodiesel und 233,7 Mrd. Liter auf Bioethanol. Dies entspricht einem Verhältnis von ungefähr 1:3. Die größten Produzenten im Bereich Biotreibstoffe sind die USA (149,4 Mrd. Liter), Brasilien (71,4 Mrd. Liter.) und Deutschland (10,8 Mrd. Liter), gefolgt von China (9,4 Mrd. Liter) und Argentinien (8,3 Mrd. Liter). Anzumerken ist allerdings, dass die USA allein knapp 50% der gesamten Biotreibstoffproduktion stellen.

Betrachtet man nun isoliert den Bereich Biodiesel (siehe Tabelle 1), so ergeben sich die 5 größten Produzenten wie folgt: USA (10,17 Mrd. Liter), Deutschland (8,7 Mrd. Liter), Argentinien (7,62 Mrd. Liter), Brasilien (7,42 Mrd. Liter) und Indonesien (6,03 Mrd. Liter). Interessant dabei ist, dass die USA, Deutschland und Argentinien allein so viel Biodiesel produzieren wie alle 27 Mitgliedsstaaten der EU zusammen (siehe Tabelle 2).

Die USA sind gerade in der Bioethanolproduktion mit 139,2 Mrd. Litern pro Jahr Spitzenreiter, gefolgt von Brasilien (63,99 Mrd. Liter), China (6,87 Mrd. Liter), Kanada (5,20 Mrd. Liter) und Frankreich (2,70 Mrd. Liter) (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Produktion von Biotreibstoffen (gesamt, Biodiesel und Bioethanol) in Liter weltweit und Anteile der 11 mengenmäßig größten Produzenten im Jahr 2012.

	Biotreibstoffe gesamt in Liter	Biodiesel in Liter	Bioethanol in Liter
Welt gesamt	**302.290.243,71**	**68.564.635,65**	**233.725.608,06**
USA	149.377.789,61	10.175.187,20	139.202.602,41
Brasilien	71.417.095,16	7.424.706,91	63.992.388,25
Deutschland	10.822.265,51	8.696.605,31	2.125.660,20
China	9.364.383,77	2.490.410,45	6.873.971,72
Argentinien	8.299.137,06	7.615.491,67	683.645,39
Frankreich	7.901.668,81	5.198.884,71	2.702.784,10
Indonesien	6.027.397,74	6.027.397,74	--
Kanada	5.771.238,99	572.354,28	5.198.884,71
Thailand	3.756.164,00	2.465.753,11	1.290.410,88
Kolumbien	2.702.784,10	1.351.392,05	1.351.392,05
Spanien	2.639.189,18	1.383.189,51	1.255.999,67

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung nach EIA (o.J.).

Tabelle 2 zeigt die Länder der EU-27 und ihren Beitrag zur Biotreibstoffproduktion. Auffallend ist, dass in der EU verhältnismäßig mehr Biodiesel produziert wird. Spitzenproduzenten in der EU sind Deutschland (8,7 Mrd. Liter), Frankreich (5,2 Mrd. Liter) und Italien (1,6 Mrd. Liter). Im Bereich Bioethanol sind die größten Produzenten Frankreich (2,7 Mrd. Liter), Deutschland (2,1 Mrd. Liter) und Spanien (1,3 Mrd. Liter). Zu erkennen ist, dass im Gegensatz zur Produktion von Biodiesel nicht jedes EU-Mitgliedsland zur Bioethanolproduktion beiträgt (siehe Tabelle 2).

Außerdem wird deutlich, dass der prozentuale Anteil, den die EU an der globalen Produktion von Biotreibstoffen im Allgemeinen und Biodiesel und Bioethanol im Einzelnen hat, relativ gering ist (vgl. Tabelle 2). Dementsprechend stellt sie nur 12,73% der gesamten globalen Biotreibstoffe. Der Anteil der einzelnen Mitgliedsstaaten ist folglich noch geringer. So beläuft sich der Anteil der Biotreibstoffproduktion von Deutschland, obwohl größter Produzent von Biotreibstoffen in der EU, nur auf 2,88%, gefolgt von Frankreich (1,72%). Die übrigen Mitgliedsstaaten der EU tragen jeweils weniger als ein Prozent zur globalen Biotreibstoffproduktion bei.

Beim Biodiesel stellt die EU mehr als ein Drittel der globalen Produktion, nämlich 38,74%, beim Bioethanol dagegen nur 4,67%.

Tabelle 2: Produktion von Biotreibstoffen (gesamt, Biodiesel und Bioethanol) in der EU-27 und in den einzelnen Mitgliedsstaaten der EU in Liter im Jahr 2012 und ihr jeweiliger prozentualer Anteil an der globalen Gesamtproduktion an Biotreibstoffen bzw. Biodiesel und Bioethanol.

	Biotreibstoffe gesamt in Liter	Biodiesel in Liter	Bioethanol in Liter	Anteil Biotreibstoffe an globaler Gesamtproduktion (%)	Anteil Biodiesel an globaler Gesamtproduktion (%)	Anteil Bioethanol an globaler Gesamtproduktion (%)
Welt gesamt	302.290.243,71	68.564.635,65	233.725.608,06	100%	100%	100%
EU-27 Gesamt	**38.479.696,22**	**26.564.075,05**	**10.914.001,18**	**12,73%**	**38,74%**	**4,67%**
Deutschland	10.822.265,51	8.696.605,31	2.125.660,20	2,88%	12,68%	0,91%
Frankreich	7.901.668,81	5.198.884,71	2.702.784,10	1,72%	7,58%	1,16%
Spanien	2.639.189,18	1.383.189,51	1.255.999,67	0,46%	2,02%	0,54%
Belgien	2.464.303,15	1.383.189,51	1.081.113,64	0,46%	2,02%	0,46%
Polen	2.114.531,09	1.542.176,81	572.354,28	0,51%	2,25%	0,24%
Italien	1.702.753,98	1.558.075,54	144.678,44	0,52%	2,27%	0,06%
Österreich	1.573.974,27	111.291,11	461.063,17	0,04%	0,16%	0,20%
Niederlande	1.494.480,62	1.017.518,72	476.961,90	0,34%	1,48%	0,20%
Schweden	1.255.999,67	826.733,96	429.265,71	0,27%	1,21%	0,18%
Tschechien	938.025,07	476.961,90	461.063,17	0,16%	0,70%	0,20%
Großbritannien	922.126,34	238.480,95	683.645,39	0,08%	0,35%	0,29%
Portugal	826.733,96	826.733,96	--	0,27%	1,21%	--
Finnland	826.733,96	826.733,96	--	0,27%	1,21%	--
Ungarn	686.825,14	445.164,44	241.660,70	0,15%	0,65%	0,103%
Slowakei	428.470,77	286.177,14	142.293,63	0,09%	0,42%	0,061%
Griechenland	365.670,79	365.670,79	--	0,12%	0,53%	--
Dänemark	317.974,60	286.177,14	31.797,46	0,095%	0,42%	0,014%
Rumänien	302.075,87	238.480,95	63.594,92	0,079%	0,35%	0,027%
Litauen	294.444,48	270.278,41	24.166,07	0,089%	0,39%	0,010%
Lettland	200.324,00	184.425,27	15.898,73	0,061%	0,27%	0,007%
Kroatien	173.296,16	173.296,16	--	0,057%	0,25%	--
Irland	143.088,57	143.088,57	--	0,047%	0,21%	--
Bulgarien	31.797,46	31.797,46	--	0,011%	0,046%	--
Zypern	28.617,71	28.617,71	--	0,009%	0,042%	--
Slowenien	15.898,73	15.898,73	--	0,005%	0,023%	--
Estland	7.949,37	7.949,37	--	0,0026%	0,012%	--
Albanien	476,96	476,96	--	0,00016%	0,0007%	--

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung nach EIA (o. J.).

Exkurs: Biotreibstoffe der 2. und 3. Generation

Neben Bioethanol und Biodiesel - den Biotreibstoffen der 1. Generation - befassen sich Forschung und Entwicklung derzeit auch mit Biotreibstoffen der 2. und 3. Generation. Diese befinden sich allerdings noch in der Entwicklungs-, Pilot- oder Demonstrationsphase.

Bei **Biotreibstoffen der 2. Generation** handelt es sich um Biokraftstoffe, die durch neue Produktionsverfahren hergestellt werden, bei denen sowohl durch die in den Ausgangsstoffen enthaltene Zellulose und seine Aufspaltung als auch durch die Aufspaltung von Lignin Energie generiert werden kann (ETH, 2008). Diese Prozesse sind erheblich komplizierter und benötigen zum Teil ungebräuchliche Mikroorganismen (Zah et al., 2010). Verwertet werden zum einen Pflanzenbestandteile, die bislang nicht zur Biotreibstoffproduktion genutzt werden konnten, wie z.B. Ernterückstände und Holzabfälle (ETH, 2008). Dies hat den Vorteil, dass mehr Kohlenstoff pro Pflanze in Energie umgewandelt werden kann (Zah et al., 2010). Zum anderen werden stark zellulosehaltige Pflanzen verwendet, die bisher nicht zur Biotreibstoffherstellung herangezogen wurden, wie z.B. Chinaschilf (ETH, 2008). Ferner werden Bioabfälle und Papier zur Treibstoffgewinnung genutzt, sowie Energiepflanzen, wie z.B. Pappeln und Weiden, die auf Böden wachsen, die sich nicht zum Anbau von Nahrungsmittelnutzpflanzen eignen (Braun et al., 2009).

Doch diese neuen Verfahren haben auch Nachteile. Durch ihre Komplexität wird ein Teil der höheren Energieausbeute eingebüßt und durch die inhomogenen Bestandteile des Abfalls verringert sich zusätzlich deren Effizienz. Außerdem werden durch die Verwendung von Abfallstoffen zwar keine zusätzlichen Anbauflächen benötigt, doch besteht durch die Notwendigkeit zum Bau von Raffinerien weiterhin der Wettbewerb mit der Nahrungsmittelherstellung (ETH, 2008) aufgrund des Flächenbedarfs der Raffinerien. Auch in Bezug auf Flächeneffizienz schneiden viele verwendete Pflanzen wie Gras, Chinaschilf oder auch Stroh schlecht ab (Zah et al., 2010).

Biotreibstoffe der 3. Generation umfassen die Produktion von Treibstoffen aus **Algen** (ETH, 2008). Ihr großer Vorteil ist, dass sie zum Wachstum keinen Boden benötigen und nicht mit landwirtschaftlichen Produkten - und somit auch nicht mit Nahrungsmitteln - konkurrieren. Nachteilig ist jedoch, dass ihre Produktion hohe Investitionen voraussetzt und Algen einen großen Platzbedarf bei vergleichsweise kleinem Energiegewinn haben (Zah et al., 2010). Auch Braun et al. (2009) führen an, dass im Bereich der Biotreibstoffe der 3. Generation noch großer Entwicklungsbedarf besteht und ihre Wirtschaftlichkeit bisher nicht relevant ist.

Zukunftsprognosen sind in Bezug auf Biotreibstoffe der 2. bzw. 3. Generation schwer abzugeben, da sich dazu auch in der Literatur keine Aussagen finden lassen. Global betrachtet ist es Biotreibstoffen der 1. Generation nur eingeschränkt möglich, „*Versorgungsengpässe von Erdölprodukten in geringem Mass [sic!] zu überbrücken“* (Braun et al., 2009, S. 4). National gesehen ist eine Einschätzung zu differenzieren, da z.B. in Brasilien bereits 25% des Treibstoffverbrauchs im Transportsektor durch

Biotreibstoffe bereitgestellt werden. Laut Zah et al. (2010) ist es ***derzeit*** unsicher, ob sich neben den Biotreibstoffen der 1. Generation zusätzlich Biotreibstoffe der 2. Generation auf dem Markt etablieren können. Über zukünftige Potentiale machen diese Quellen ebenfalls keine Angaben.

4.1.2 Ökologische Vorteile der Biotreibstoffproduktion aus Sicht der Nachhaltigkeit

Biotreibstoffe haben gegenüber fossilen Brennstoffen Vorteile, die im Folgenden betrachtet werden sollen.

a) Teilweiser Ersatz fossiler Brennstoffe

Biotreibstoffe haben das Potential, fossile Brennstoffe teilweise zu ersetzen. Aber aufgrund des Flächenbedarfs der Energiepflanzen zur Herstellung von Biotreibstoffen ist davon auszugehen, dass lediglich ein sehr geringer Teil der fossilen Brennstoffe im Transportsektor durch Biotreibstoffe substituiert werden kann. Laut FAO (2008) können bislang 14% des fossilen Treibstoffkonsums durch Biotreibstoffe ersetzt werden.

b) Einsparung von CO_2-Emissionen

Durch die Herstellung von Bioethanol mit Zuckerrohr kommt es laut Goldemberg et al. (2008) nicht zu signifikanten Nettoemissionen von Treibhausgasen, da das durch das Verbrennen von Ethanol frei werdende CO_2 in der nächsten Wachstumsperiode vom Zuckerrohr wieder gebunden wird. Allerdings sind bei dieser Einschätzung CO_2-Emissionen durch Landnutzungsänderungen ebenso wenig berücksichtigt wie der fossile Energieverbrauch bei der Herstellung von N-Mineraldünger.

Hinzu kommt, dass den Biotreibstoffen die Fähigkeit zugeschrieben wird, Treibhausgasemissionen im Vergleich zu fossilen Brennstoffen senken zu können und so einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten. Eine Fülle von Studien kommt laut HLPE (2013) zu unterschiedlichen Ergebnissen, was das Potential zur Senkung von Treibhausgasen anbetrifft. Tabelle 3 gibt einen sich abzeichnenden Konsens wieder. Daraus lässt sich erkennen, dass Zuckerrohr (65-100%) das größte Potential besitzt, Treibhausgase einzusparen, wohingegen Weizen (-5-90%) und Mais (-20-55%) je nach Anbauort sogar den Ausstoß der Emissionen erhöhen. Beim Biodiesel weist das Palmöl (30-75%) die besten CO_2-Einsparungswerte auf. Bezieht man nun auch Biotreibstoffe der 2. Generation mit ein, haben Biotreibstoffe, die aus Lignocellulose hergestellt werden, gegenüber allen Biotreibstoffen der 1. Generation ein größeres CO_2-Einsparungspotential und weit weniger Nachteile (siehe Kapitel 4.1.3). Auch Jatropha zur Herstellung von Biodiesel hat bessere Werte (40-100%).

Tabelle 3: Potential von verschiedenen Ausgangsstoffen zur Herstellung von Bioethanol und Biodiesel zur Reduktion von Treibhausgasemissionen in Prozent.

Emissionsreduktion (%)[1]	
Bioethanol	
Zuckerrohr	65 - 105
Weizen	-5 - 90
Mais	-20 - 55
Zuckerrübe	30 - 60
Raps	20 - 80
Lignocellulose	45 - 112
Biodiesel	
Palmöl	30 - 75
Soja	52 - 70
Jatropha	40 - 100
Lignocellulose	5 - 120

[1]negative Zahlen stehen für einen Anstieg der Nettoemissionen.
Quelle: eigene Darstellung nach HLPE (2013).

Anzumerken ist allerdings, dass, wie erwähnt, Emissionen aus entstandenen Landnutzungsänderungen nicht berücksichtigt wurden.

Im Jahr 2003 wurden allein in Brasilien aufgrund des Ersetzens von Benzin durch Bioethanol 27,5 Mio. t CO_2 vermieden (Macedo, 2005).

c) Bessere Energiebilanz

Biotreibstoffe weisen oftmals eine bessere Energiebilanz als fossile Treibstoffe auf, d.h., das Verhältnis der Energie des produzierten Treibstoffs zur Energie, die zu seiner Produktion benötigt wird, ist besser als bei konventionellen Treibstoffen (Elbehri et al., 2013). Abbildung 2 zeigt die theoretischen Energiebilanzen verschiedener Ausgangsstoffe zur Treibstoffherstellung. Der Bereich, in dem sich diese Stoffe bewegen, ist abhängig von bspw. der Rohstoffproduktivität, dem Standort, landwirtschaftlichen Praktiken und Umwandlungstechnologien. Der Bereich für zellulosehaltige Pflanzen entspricht Schätzungen.

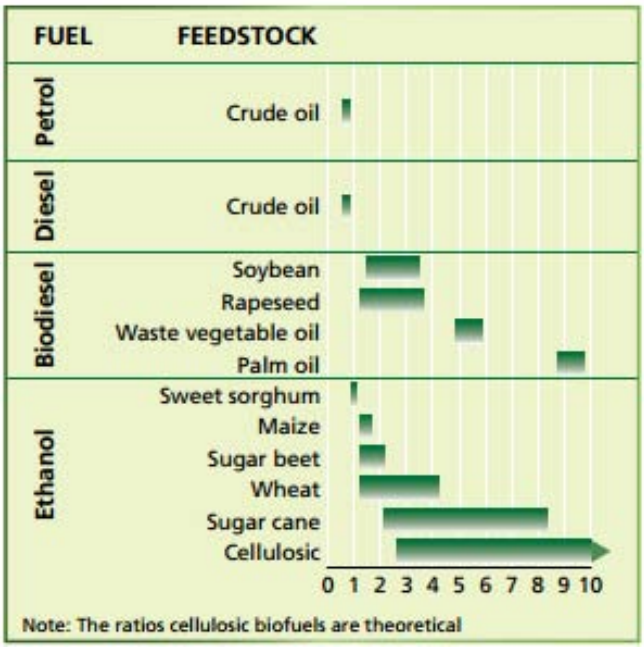


Abbildung 2: Energiebilanzen flüssiger Treibstoffe. Die Skala stellt das Verhältnis von der Energie des produzierten Treibstoffs zur Energie, die zu seiner Produktion nötig ist, dar. Quelle: FAO (2008) zit. in Elbehri et al. (2013).

Zuckerrohr weist im Bereich der Ethanolherstellung in Abhängigkeit zum Standort die beste Energiebilanz auf (Faktor 2-8). Bei Biodiesel ist es Palmöl, das einen Wert von ca. 8,5-9,8 vorweisen kann. Gegenüber Benzin und Diesel aus fossilen Brennstoffen, die einen Wert von unter 1 haben, besitzen Biotreibstoffe somit einen großen Vorteil.

4.1.3 Ökologische Nachteile der Biotreibstoffproduktion aus Sicht der Nachhaltigkeit

Dennoch weist die Herstellung von Biotreibstoffen gerade in Bezug auf die Nachhaltigkeit nicht nur Vorteile auf. Im Folgenden werden die negativen Auswirkungen der Biotreibstoffproduktion auf die Luftqualität, die Wasserqualität und -quantität, die Biodiversität und Landnutzungsänderungen sowie auf die Bodenfruchtbarkeit näher betrachtet. Ferner wird kurz auf die Gefahren im Kontext der Gentechnik und auf negative ökonomische Auswirkungen eingegangen.

a) Luftqualität

Die negativen Auswirkungen der Biotreibstoffproduktion auf die Luftqualität hängen zum einen von der Anbaumethode und zum anderen von der verwendeten Pflanzenart ab. Da durch die Produktion überwiegend flüchtige Schadstoffe - d.h. die Verweildauer der entstandenen Schadstoffteilchen in der Atmosphäre ist vergleichsweise kurz - entstehen (Ausnahme Treibhausgase), sind die Beeinträchtigungen der Luftqualität örtlich begrenzt (Kovac/Zimmer, 2012).

Die Produktion von bspw. Ethanol aus Zuckerrohr ist im Vergleich zur Biodieselherstellung aus Soja oder Raps, die größere Flächen in Anspruch nehmen, relativ schadstoffarm. Erfolgt die Ernte jedoch auf traditionelle Weise durch Abbrennen der Zuckerrohrfelder, kommt es zu einer wesentlichen Verschlechterung der Schadstoffbilanz, da erhöhte Emissionen von Stickoxiden, Kohlenmonoxid und flüchtigen organischen Verbindungen sowie Ozon entstehen. Diese Anbaumethode ist in Südbrasilien außerdem verantwortlich für die Bildung von saurem Regen (Kovac/Zimmer, 2012). Darüberhinaus führt Stickstoffdünger zu einer Erhöhung der Menge an Lachgas, die in die Atmosphäre gelangt und auf diese Weise zum Klimawandel sowie zum Abbau der Ozonschicht beiträgt. (Elbehri et al., 2013).

b) Wasserqualität und -quantität

Da der Anbau von Agrarprodukten sehr wasserintensiv ist (Kovac/Zimmer, 2012), kommt dem Wasserverbrauch eine wichtige Rolle zu. Der Anbau von Energiepflanzen beeinträchtigt sowohl Qualität als auch Quantität des Wasserverbrauchs.

- Wasserqualität

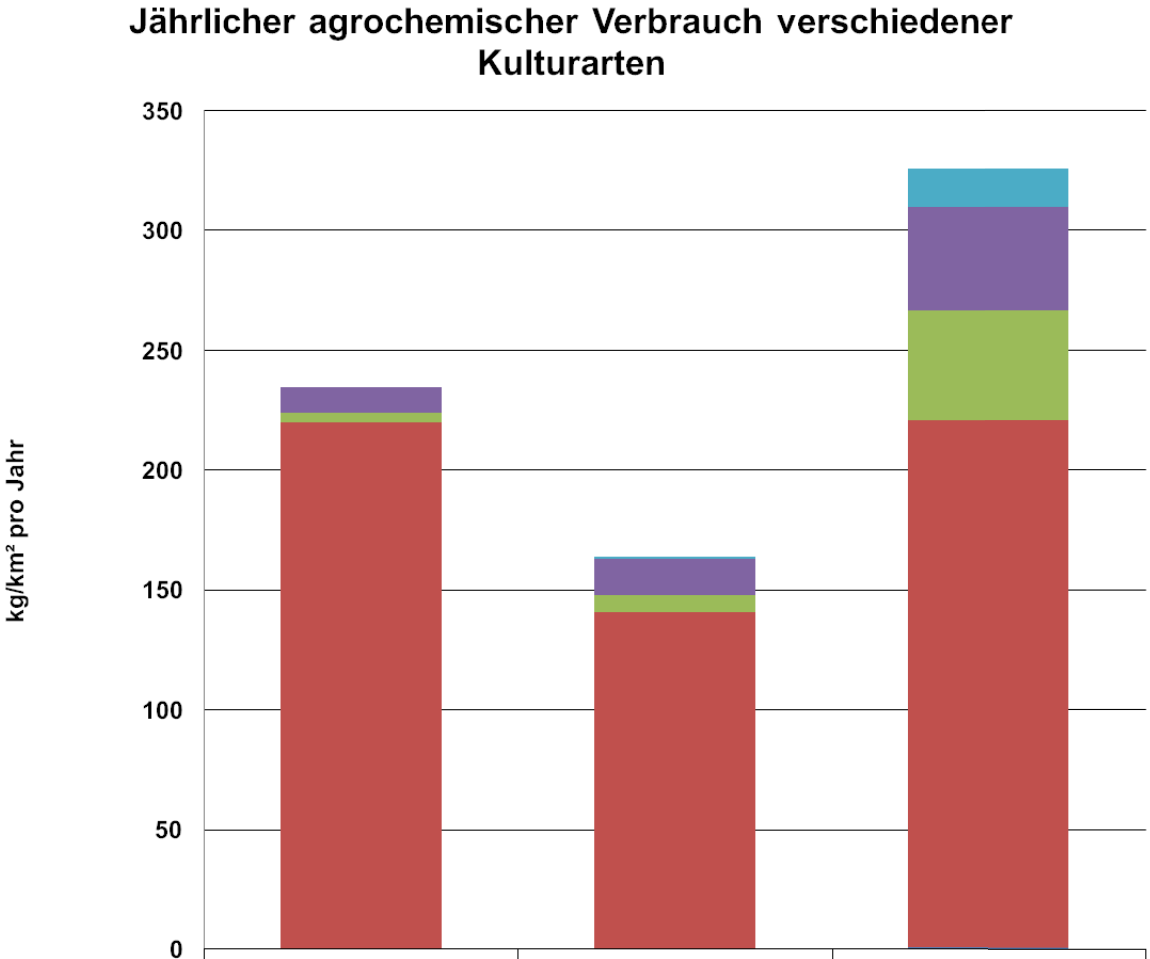
Verunreinigungen der örtlichen Wasserqualität durch den Energiepflanzenanbau entstehen z.B. durch Düngeverluste (z.B. NO_3 und P) oder Agrochemikalien (Insektizide, Fungizide, Herbizide). Bezüglich der Abwasserbelastung müssen organische als auch anorganische Schadstoffe berücksichtigt werden (Goldemberg et al., 2008; Elbehri et al., 2013).

Bei der Herstellung von Bioethanol fallen bspw. Abwasser durch Reinigung von Zuckerrohrstängeln und Vinasse als Abfallprodukt an. Das Ablassen der ungeklärten Vinasse in offene Wassersysteme ist in Brasilien zwar gesetzlich verboten, doch werden diese Gesetze kaum befolgt, da eine umweltfreundliche Entsorgung kostspielig ist und Kontrollen bzw. Strafen bei Verbotsverstößen zu gering sind (Zimmer/Kovac, 2012). Die Vinasse, die während des Fermentationsprozesses des Zuckerrohrs zu Bioethanol entsteht, wird in der Zuckerrohrproduktion zusammen mit dem Abwasser teilweise auch zur Bewässerungsdüngung verwendet. Sie enthält einen relativ hohen Anteil an organischen Schadstoffen und einen pH-Wert von 4-5. Dennoch gibt es laut Goldemberg et al. (2008) im Allgemeinen keine schädlichen Auswirkungen für Anwendungen von weniger als 30.000 m³ Vinasse pro km².

Durch den zunehmenden Anbau von Energiepflanzen in Monokulturen kommt es nicht nur zu einem größeren Aufkommen von Schädlingen und Pilzerkrankungen, sondern auch zu einer verminderten Bodenqualität durch die einseitige Nährstoffentnahme und den Humusabbau (Kovac/Zimmer, 2012) (siehe auch Kapitel Boden unten). Diesen Problemen soll mit dem Einsatz von Pestiziden - wie Insektiziden, Fungiziden, Herbiziden u. ä. - sowie Düngemitteln entgegengewirkt werden (Goldemberg et al., 2008). Die auf die Pflanzen aufgebrachten Pestizide gelangen durch Auswaschung in den Wasserkreislauf und beeinträchtigen auf diese Weise die Wasserqualität vor Ort. Ein Problemstoff ist

hierbei Atrazin, das in der EU verboten ist, in Brasilien aber seine Anwendung findet (Smeets et al., 2008).

In Abbildung 3 werden beispielhaft die jährlich verwendeten Mengen verschiedener Pestizide in Brasilien beim Anbau von Zuckerrohr, Mais und Soja miteinander verglichen. Auffällig ist, dass bei allen drei Kulturarten der prozentuale Anteil an Herbiziden am höchsten ist. Soja weist die vergleichsweise höchsten Mengen an Herbiziden, Fungiziden, Insektiziden und anderen Pestiziden auf. Der hohe Einsatz von Herbiziden liegt an der schwächeren Unkrautunterdrückung von Soja und Zuckerrohr, sowie von Mais in seinem Jungwuchsstadium.



	Zuckerrohr	Mais	Soja
Fungizide	0	1	16
Insektizide	11	15	43
and. Pestizide	4	7	46
Herbizide	220	141	220
Mitizide	0	0	1

Abbildung 3: Jährlicher agrochemischer Verbrauch in kg/km² für Zuckerrohr, Mais und Soja in Brasilien. Quelle: modifiziert nach CTC (2007) zit. in Goldemberg et al. (2008).

Auch beim Abbrennen von Zuckerrohr bei der Ernte kommt es durch den ins Grundwasser gelangten Ruß zu einer zusätzlichen Schadstoffkontaminierung (Kovac/Zimmer, 2012). Das Fehlen einschlägiger

Daten zur Wasserqualität brasilianischer Flüsse erschwert es laut Kovac/Zimmer (2012), sich ein genaues Bild über die Wirkung von Energiepflanzen auf die Wasserqualität zu machen. *„Jedoch gibt es eine Vielzahl lokaler Fälle, in denen eine überhöhte Verschmutzung in Flüssen gemessen werden [sic!] bzw. wo an den Rändern von Monokulturen lebende Personen über verschmutzte Wasserläufe und versiegende Quellen klagen.“* (Kovac/Zimmer, 2012, S. 35). Diese Verschmutzung hat nicht nur negative Auswirkungen auf die Umwelt, sondern auch auf die dort heimischen Menschen.

- Wasserquantität

Zu den Abweichungen in der Wasserqualität kommen negative Veränderungen der Wasserquantität. Elbehri et al. (2013) geben an, dass laut des International Water Management Institute bereits 1% der globalen Wasserversorgung zur Bewässerung von Pflanzen zur Biotreibstoffproduktion genutzt wird. Durch eine gesteigerte Nutzung von Biotreibstoffen wird dieser Anteil in den nächsten Jahren ansteigen. Außerdem wird nach Elbehri et al. (2013, S. 78) laut Schätzungen die Menge an Zuckerrohr, die nötig sein wird, um 10% des Bedarfs an fossilen Treibstoffen allein in Indien zu decken, zusätzlich 22.000 Mrd. Liter Wasser zur Bewässerung erfordern.

Exkurs: Allgemeines zum Wasserverbrauch

Um die Menge des verbrauchten Wassers zu ermitteln, wird der *Water Footprint* herangezogen. Dieser hängt zum einen vom Wasserverbrauch beim Anbau und der Weiterverarbeitung von Energiepflanzen ab und zum anderen von der Größe der regionalen Wasserressourcen (Kovac/Zimmer, 2012). Zu seiner Berechnung werden sowohl der Verbrauch des Blauwassers[1] als auch der Verbrauch von Grün[2]- und Grauwasser[3] herangezogen.

Abbildung 4 zeigt den pro-Kopf-Wasserverbrauch der einzelnen Länder der Welt, wobei die grüne Färbung auf einen unterdurchschnittlichen Verbrauch und die rote Färbung auf einen überdurchschnittlichen Verbrauch hinweist. So lässt sich erkennen, dass auf dem amerikanischen Kontinent die USA und Guyana den höchsten Wasserverbrauch haben. In Europa sind Italien, Portugal, Spanien und Griechenland die Länder mit dem größten Wasserverbrauch. Thailand und Malaysia führen den Wasserverbrauch in Asien an, auf dem afrikanischen Kontinent ist es der Sudan. Ferner ist auffallend, dass der größte Wasserverbrauch auf der nördlichen Halbkugel - also weitgehend in den Industrieländern - anfällt.

[1] Blauwasser ist das Wasser, das dem Grundwasser oder Oberflächengewässern unwiederbringlich entnommen wird. In der Landwirtschaft stellt es das Wasser zu Bewässerungszwecken dar (Dunkelberg et al., 2011).
[2] Grünwasser ist im Boden gebundenes Regenwasser, das von den Pflanzen aufgenommen wird oder verdunstet (Dunkelberg et al., 2011).
[3] Grauwasser ist das Wasser, das zur Produktion benötigt wird bzw. das nötig ist, um verunreinigtes Wasser soweit zu verdünnen, das es allgemeinen Qualitätsstandards entspricht (Dunkelberg et al., 2011).

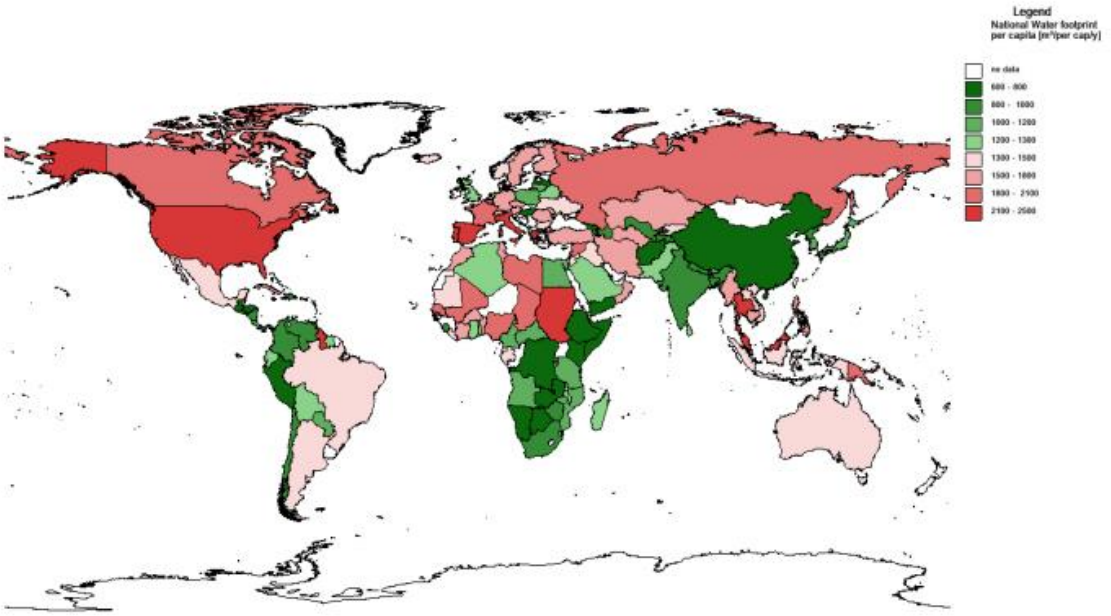


Abbildung 4: Nationaler Wasserverbrauch der einzelnen Länder der Erde pro Kopf in m³ pro Jahr. Quelle: Dunkelberg et al. (2011).

In Bezug auf die Produktion von Biotreibstoffen lässt sich feststellen, dass der Wasserverbrauch bei der Bioethanolherstellung geringer ist als bei der Herstellung von Biodiesel (Kovac/Zimmer, 2012; Elbehri et al., 2013). Daher weisen auch C4-Pflanzen (bspw. Mais, Zuckerrohr) eine höhere Wassernutzungseffizienz auf als die meisten C3-Pflanzen (bspw. Soja, Raps). So werden zum Beispiel für die Bioethanolherstellung mit Zuckerrüben (C3-Pflanze) und Zuckerrohr im globalen Mittel 60 bzw. 110 m³ Wasser pro GJ thermischer Energie benötigt, für die Herstellung von Biodiesel mit Soja oder Raps allerdings 400 m³/GJ (Dunkelberg et al., 2011). Bei diesen Werten sind im Gegensatz zu den Werten von Pfister/Hellweg (2009) in Tabelle 4 Grün- und Grauwasser berücksichtigt.

Tabelle 4 zeigt den globalen Durchschnitt des Water Footprints; berücksichtigt wird aber lediglich das Blauwasser, welches mit den Wasserstressindikatoren der einzelnen Pflanzen gewichtet wurde. Somit lässt sich im direkten Vergleich mit den Werten von Dunkelberg et al. (2011) erkennen, dass sowohl bei der Zuckerrübe als auch beim Zuckerrohr mindestens 50% des Wasserverbrauchs indirekt durch Grün- und Grauwasser erfolgen.

Bei der Herstellung von Biodiesel entfällt bei der Soja der mengenmäßig größte Teil des Water Footprints auf Grün- und Grauwasser (vergleiche Tabelle 4 in Relation mit den 400 m³/GJ Gesamt Water Footprint nach Dunkelberg et al., 2011). Beim Raps hingegen wird das meiste Wasser (245 m³/GJ, siehe Tabelle 4) zur direkten Bewässerung der Pflanze benötigt.

Allerdings weist der Water Footprint der verschiedenen Kulturarten je nach betrachtetem Land unterschiedliche Werte auf. So geben Gerbens-Leenes et al. (2009 zit. in Elbehri et al., 2013) bspw. für Soja einen Wert (berücksichtigt werden hier sowohl Blau- als auch Grau- und Grünwasser) von

61 m³/GJ in Brasilien und 138 m³/GJ in Zimbabwe an, welche beide deutlich unter dem von Dunkelberg et al. (2011) angegebenen globalen Mittelwert von 400 m³/GJ liegen.

Tabelle 4: Globaler Gesamtdurchschnitt des Verbrauchs von Blauwasser und des Water Footprints von Energiepflanzen zur Herstellung von Bioethanol und Biodiesel in m³/GJ.

Ethanolherstellung aus	**Blauwasser [m³/GJ]**	**Water Footprint[1] [m³/GJ]**
Zuckerrüben	35	30
Kartoffeln	46	35
Zuckerrohr	58	53
Mais	43	25
Weizen	123	120
Hirse	182	157
Biodieselherstellung aus	**Blauwasser [m³/GJ]**	**Water Footprint[1] [m³/GJ]**
Soja	217	94
Raps	245	335
Jatropha	335	169

[1]Der Water Footprint errechnet sich hier aus dem Verbrauch des Blauwassers gewichtet mit dem jeweiligen Wasserstressindikator.
Quelle: Pfister/Hellweg (2009) zit. in Dunkelberg et al. (2011).

Auch im Vergleich mit der Erzeugung von Strom mit Energiepflanzen über Biogas schneiden Biotreibstoffe beim Wasserverbrauch schlechter ab. Dies hängt laut Dunkelberg et al. (2011) damit zusammen, dass bei der Herstellung von Biotreibstoffen nur ein geringer Teil der Energiepflanzen genutzt wird.

Zusammenfassend lässt sich konstatieren, dass zur Produktion von sowohl Bioethanol als auch Biodiesel große Mengen Wasser benötigt werden, die dem natürlichen Wasserkreislauf entzogen werden. Dies kann langfristig zu großer Wasserknappheit führen, da das Grundwasser durch die Entnahme vermindert wird. Auch durch die Verunreinigung durch Agrochemikalien und Abwasser im Zuge des Anbaus von Energiepflanzen wird der Wasserkreislauf irreversibel geschädigt und sowohl die Natur als auch die ansässige Bevölkerung haben mit den Folgen zu kämpfen. Somit wirkt sich die Biotreibstoffherstellung im Bereich der Wasserqualität als auch der Wasserquantität negativ auf die Nachhaltigkeit der Produktion aus. Die Probleme bleiben auch dann bestehen, wenn landwirtschaftliche Nutzflächen zur Herstellung von Nahrungsmitteln genutzt werden und weiterhin intensive Landwirtschaft betrieben wird.

c) Biodiversität

Da Brasilien zu den artenreichsten Gebieten der Erde gehört, ist ein Biodiversitätsverlust hier besonders gravierend. Monokulturen ersetzen die ursprüngliche Biodiversität der Tropen und Savannen und stören das hydrologische Gleichgewicht, was ausgetrocknete Böden zur Folge hat

(Bickel/Dros, 2003; Kovac/Zimmer, 2012; Elbehri et al., 2013). Auch nicht-heimische Pflanzen (z.B. die afrikanische Ölpalme in Brasilien) können das Auftreten invasiver Arten fördern und dadurch die Biodiversität schmälern (Elbehri et al., 2013).

Ferner geht der Sojaanbau mit einem großen Maß an Pestiziden einher - fünf bis zehn Liter werden pro Hektar Soja gesprüht. Diese werden oftmals großflächig durch Flugzeuge aufgebracht und tangieren Gebiete, die den Einsatz von Pestiziden nicht nötig haben und folglich auch Nützlinge schädigen (Bickel/Dros, 2003).

Außerdem bewirkt das Auslaufen von Phosphor und Stickoxiden Verunreinigungen des Wassers und nimmt daher negativen Einfluss auf die Biodiversität (Elbehri et al., 2013).

d) Landnutzungsänderungen

Landnutzungsänderungen (land-use-change, LUC) können entweder direkt (bereits vorhandene landwirtschaftliche Nutzflächen werden genutzt oder Waldflächen gerodet, um darauf Pflanzen zur Biotreibstoffproduktion anzubauen) oder indirekt (die Umwandlung von landwirtschaftlichen Nutzflächen zum Anbau von Pflanzen zur Biotreibstoffproduktion führt weltweit zu höheren Rohstoffpreisen, erhöhten Flächenumwandlungen anderer Feldfrüchte oder in anderen Ländern) erfolgen (Hausman, 2012).

Eine Studie von Sparovek et al. (2009) befasst sich mit den ökologischen Folgen des Zuckerrohranbaus in Brasilien von 1996 - 2006. In diesem Zeitraum hat sich die Anbaufläche von Zuckerrohr um 1,3 Mio. ha von 4,8 Mio. auf 6,1 Mio. ha vergrößert. Die Autoren gehen davon aus, dass der Zuckerrohranbau in traditionell landwirtschaftlichen Gebieten nicht generell zu einer direkten Entwaldung und somit LUC führt. In Gebieten wie dem Amazonas und dem Nordosten des Landes jedoch besteht ein direkter Zusammenhang zwischen der Rodung von Waldgebieten - und somit der Freisetzung von Treibhausgasen - und dem Anbau von Zuckerrohr zur Produktion von Biotreibstoffen. Die durchschnittlichen landwirtschaftlichen Nutzflächen, die von Wald bedeckt waren, lagen 2006 wesentlich unter den gesetzlichen Vorgaben. Dies gibt laut Sparovek et al. (2009) Anlass zur Annahme, dass der Ausbau des Zuckerrohranbaus zu direkter Entwaldung in entfernteren und besser erhaltenen Gebieten führen kann, die bereits einen erheblichen Teil ihres Waldgebietes an eine landwirtschaftliche Expansion verloren haben. Des Weiteren hat die Studie gezeigt, dass die Anbauflächen zur Biotreibstoffproduktion mit Weideland konkurrieren, was zum einen zu eingestellter Viehwirtschaft auf Weideflächen, auf denen Plantagen etabliert werden, führt und zum anderen zu indirekten LUC, da zusätzliche Flächen in Weideland umgewandelt werden (Sparovek et al., 2009).

Der Biotreibstoffsektor trägt auch laut Tirado et al. (2010) zu Entwaldung und Landdegradierung bei, wodurch es wiederum zu LUCs kommt und in der Folge zu einer negativen Beeinflussung der CO_2-Bilanz von Biokraftstoffen. Es besteht durchaus die Gefahr, dass bei vermehrter Produktion von

Biotreibstoffen mehr Rodungen stattfinden und daher letztendlich mehr Treibhausgase freigesetzt werden als bei der Produktion konventioneller Treibstoffe (Kovac/Zimmer, 2012).

Ferner haben Searchinger et al. (2008) durch ein weltweites Landwirtschafts-Modell herausgefunden, dass sich durch LUC bei der Herstellung von Bioethanol aus Mais - anstatt 20% einzusparen - die Treibhausgasemissionen über 30 Jahre hinweg verdoppeln und für 167 Jahre erhöhen werden. Rutenhirse, die zu den Energiepflanzen der 2. Generation gehört, würde, sofern auf US-amerikanischem Getreideland angebaut, einen Anstieg der Emissionen sogar um 50% verursachen. Frühere Studien haben lediglich die Emissionen beim Anbau von Energiepflanzen bzw. der Förderung von fossilen Brennstoffen, bei der Umwandlung und bei der Verbrennung des Treibstoffes miteinander verglichen. Den Biotreibstoffen wurde der Vorteil zugeschrieben, CO_2 aus der Atmosphäre binden zu können. Hierbei wurden jedoch immer die Emissionen außer Acht gelassen, die durch LUCs entstehen (carbon costs) wie z.B. die Zerstörung von wichtigen Kohlenstoffsenken bei der Umwandlung von Urwäldern in Ackerland (Searchinger et al., 2008).

e) Boden

Ein großes Problem beim Anbau von Energiepflanzen ist, dass nach der Ernte praktisch keine Pflanzenreste auf dem Feld verbleiben, die der Humusreproduktion dienen können (Schöne, 2008). Humus fungiert als Aggregatbilder, stabilisiert den Boden und dient u.a. den Pflanzen als Nährstoffquelle. Durch seine positive Eigenschaft, den Boden mit Stickstoff zu versorgen, ist seine Humusreproduktion besonders wichtig (Scheffer/Ulrich, 1960 zit. in Roell, 2012). Manche Energiepflanzen wie z.B. der Mais oder die Zuckerrübe gelten als stark humuszehrend und begünstigen dadurch einen weiteren Humusabbau. Auch schneller aufeinanderfolgende Fruchtfolgen nehmen negativen Einfluss auf die Humusqualität (Schöne, 2008).

Eine weitere nachteilige Auswirkung auf den Boden hat die Bodenerosion. Der Anteil des Zuckerrohrs an der Bodenerosion variiert in der Literatur erheblich, trotzdem kann von einem Median von 20 t/ha/a ausgegangen werden (Bertoni et al., 1998 zit. in Smeets et al., 2008). Starke Bodenerosion kann nicht nur die Verfügbarkeit von geeignetem Boden zur landwirtschaftlichen Produktion herabsetzen, sondern auch den im Boden enthaltenen Kohlenstoff freisetzen (Smeets et al., 2008).

Erosion vermindert die Qualität des Bodens insbesondere dort, wo keine Direktsaat praktiziert und der Boden durch schwere Maschinen verdichtet wird. Während die Direktsaat als nachhaltige Praxis gegen Erosion empfohlen wird, erfordert sie den Einsatz von Pestiziden (Bickel/Dros, 2003). Im Vergleich mit Weiden und Wäldern hat gerade der Anbau von Zuckerrohr großen Einfluss auf die Bodenerosion, da das Ackerland zwischen Ernte und neuer Aussaat lange Zeit brach liegt und den Einflüssen von Regen und Wind ungeschützt ausgesetzt ist. Schwere Maschinen verändern die physikalischen Eigenschaften des Bodens, wie z.B. Dichte oder Porosität, die wiederum Bodenerosion zur Folge haben, da Wasser nicht mehr in den Boden eindringen kann (Martinelli/Filoso, 2008).

Außerdem tragen verwendete Düngemittel und anfallende Nebenprodukte zur Verunreinigung des Bodens bei (Azadi et al., 2012).

f) Gentechnik

Obwohl in Brasilien der Anbau von genetically modified organisms (GMOs) bis 2003 verboten war und derzeit nur noch mit strikten Lizenzen ausgeführt werden darf, wird gentechnisch veränderte Soja weiterhin in manchen Gebieten Brasiliens illegal angebaut. Durch das Fehlen von Umweltverträglichkeitsprüfungen und Schutzmaßnahmen können sich diese GMOs unkontrolliert ausbreiten und stellen ein ungewisses Risiko sowohl für den Menschen als auch für die Umwelt dar (Bickel/Dros, 2003). Die Folgen treten häufig erst viel später auf und sind von der Kulturart, der Anbaumethode, dem Grad der genetischen Veränderung und dem Anbaugebiet abhängig (Kovac/Zimmer, 2012). Durch den Fitnessvorteil der genveränderten Pflanzen werden heimische Arten verdrängt und/oder durch die Pollenübertragung beeinträchtigt. Außerdem können genveränderte Pflanzen ihr Erbmaterial durch Bodenbakterien weitergeben und sich gegebenenfalls invasiv ausbreiten (Müller-Röber et al., 2009).

Laut Kovac/Zimmer (2012) sind bereits ca. 85% der angebauten Soja in Brasilien genverändert, wobei sich nicht belegen lässt, wie hoch ihr Anteil an der Biotreibstoffherstellung ist. „*Der Anbau von Soja in Monokulturen reduziert ohnehin die lokale Biodiversität, eine weitere Verdrängung von heimischen Arten durch genverändertes Soja würde hierbei jedoch auf eine zusätzliche Verdrängung von seltenen Arten hinauslaufen* (Kovac/Zimmer, 2012, S. 32).*“*

g) Ökonomie

Für den Großteil der Weltbevölkerung stellen Ausgaben für Nahrungsmittel den größten Teil des verwendeten Einkommens dar. Daher schmälert ein plötzlicher Anstieg der Nahrungsmittelpreise das reale Einkommen wesentlich und verursacht Leid in großem Maß.

Der Einfluss von Biotreibstoffen auf die Nahrungsmittelpreise kann auf zwei Arten erfolgen:
1.) die eigentlich zu Nahrungszwecken produzierten Pflanzen werden zu Biotreibstoffen weiterverarbeitet.
2.) die Produktionsstruktur wird beeinflusst (LUC).

Monteiro et al. (2012) haben in einer Studie den Zusammenhang zwischen Ethanolproduktion und Nahrungsmittelpreisen in den USA und Brasilien untersucht. Sie gehen davon aus, dass der Anteil Brasiliens am Ethanolmarkt für höhere Nahrungsmittelpreise verantwortlich ist, da ein höherer Marktanteil eine höhere Durchschnittsproduktivität in der globalen Ethanolproduktion vermuten lässt und daher weniger Feldfrüchte zur Nahrungsmittelproduktion verwendet werden. Ferner verursacht der Flächenanteil der Energiepflanzen zwar Schwankungen der Nahrungsmittelpreise in Brasilien, jedoch nicht in den USA. Auch Tirado et al. (2010) sind der Meinung, dass die Nachfrage nach Biotreibstoffen

von 2000 - 2007 einen 30-prozentigen Anstieg der Weltmarktpreise für Getreide und einem fast 40-prozentigen Anstieg des realen Weltmarktpreises von Mais bewirkt hat. Dies führt zum einen zu Defiziten in der Kalorienaufnahme und zum anderen zu einem Mangel an Mikronährstoffen, da ärmere Menschen sich entsprechende Nahrungsmittel nicht mehr leisten können.

Durch die Rohstoffnachfrage zur Biotreibstoffproduktion kam es bereits zu einem Preisanstieg von Mais und anderen Getreiden in den USA mit der Folge höherer Produktionspreise tierischer Lebensmittel und anderer Industriezweige. Durch die Flächenumwandlung in landwirtschaftlich entwickelten Ländern kommt es zu einem geringeren Exportvolumen und somit zu höheren Preisen in Entwicklungsländern (De La Torre Ugarte/He, 2007).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Nachteile für die Umwelt, die sich aus dem Anbau von Energiepflanzen ergeben, deutlich die Vorteile überwiegen. Daher ist dringend zu prüfen, ob es im Sinne des Umweltschutzes und des Schutzes wertvoller Ackerflächen nicht sinnvoller ist, auf einen Ausbau der Biotreibstoffproduktion zu verzichten und im Gegenzug alternative solare Energieformen zu nutzen sowie andere Klimaschutzmaßnahmen auszubauen, die das Potential besitzen, den CO_2-Ausstoß zu verringern.

4.2Die aktuelle Situation der Nahrungsmittelversorgung und mögliche Szenarien in Brasilien und der EU

4.2.1 Der Selbstversorgungsgrad mit Nahrungsmitteln in Brasilien

Brasiliens Staatsfläche von 851.577.000 ha teilt sich in vielfach tropische Wälder, landwirtschaftliche Nutzflächen sowie bebautes Land und Wasserflächen auf. Abbildung 5 zeigt die prozentualen Anteile auf.

In Tabelle 5 ist die Aufteilung in Nutzungsarten in absoluten Zahlen dargestellt.

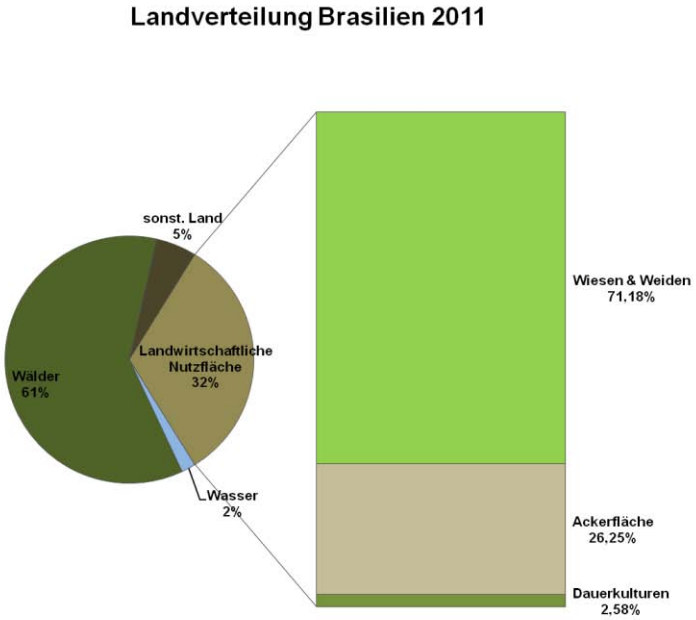


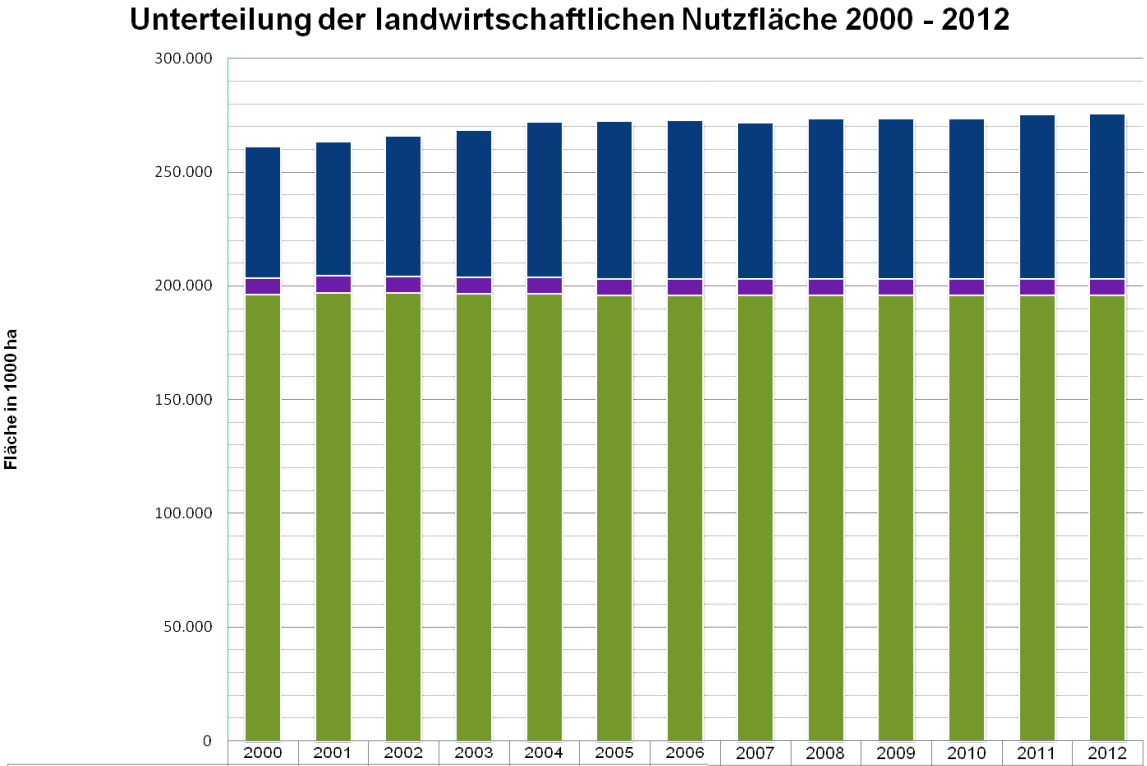
Abbildung 5: Landverteilung Brasilien 2011 in Prozent. Quelle: eigene Darstellung nach FAO (2013a).

Tabelle 5: Die Unterteilung der brasilianischen Staatsfläche in ihre unterschiedlichen Nutzungsarten in ha im Jahr 2011.

	Fläche (ha)
Brasilien gesamt	851.577.000
Landfläche	835.814.000
Wasserfläche	15.763.000
Wälder	517.327.600
Wiesen & Weiden	196.000.000
Ackerfläche	72.273.000
Dauerkulturen	7.100.000
sonst. Land	43.113.400

Quelle: eigene Darstellung nach FAO (2013a).

Zwischen den Jahren 2000 und 2012 blieb die Fläche für Dauerwiesen und -weiden[4] nahezu konstant, wohingegen die Fläche für Dauerkulturen[5] abnahm. Die Ackerfläche hat in diesem Zeitraum um knapp 15 Mio. ha zugenommen (siehe Abbildung 6). Dies lässt vermuten, dass zum einen Dauerkulturen in Ackerland umgewandelt und zum anderen Waldflächen zur zusätzlichen Generierung von Ackerland verwendet werden. Ferner wurde durch Satelliten- und Luftbilder deutlich, *„dass in den letzten vier Jahren nur 11700 Hektar, also 0,38% des gerodeten Waldgebietes (…) abgeholzt wurde, um dort Sojaplantagen zu errichten* (Kovac/Zimmer, 2012, S.28).*“* Das liegt daran, dass nach einer Tropenwaldrodung einige Jahre oder auch Jahrzehnte die Flächen als Dauergrünland mit Viehhaltung bewirtschaftet und erst danach in Ackerland umgebrochen werden (Laurance et al., 2004; Malhi et al., 2008).



	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Ackerland	57.776	59.071	61.504	64.634	68.327	69.157	69.538	68.388	70.250	70.440	70.363	72.273	72.605
Dauerkulturen	7.424	7.394	7.364	7.335	7.305	7.276	7.246	7.250	7.250	7.100	7.100	7.100	7.000
Dauerwiesen und -weiden	196.206	197.000	197.000	196.500	196.500	196.000	196.000	196.000	196.000	196.000	196.000	196.000	196.000

Abbildung 6: Unterteilung der landwirtschaftlichen Nutzfläche der Jahre 2000 - 2012 in Ackerland, Dauerkulturen und Dauerwiesen und -weiden in Brasilien (in 1000 ha). Quelle: eigene Darstellung nach FAO (2013a).

[4] Dauerwiesen und -weiden: Land, das mindestens fünf Jahre bewirtschaftet wird, um Grünfutterpflanzen zu produzieren. Diese können kultiviert werden oder auch wild wachsend sein.
[5] Dauerkulturen: Land mit langfristig angebauten Kulturen, die mehrere Jahre lang nicht umgepflanzt werden müssen, wie bspw. Kaffee oder Kakao. Dauerwiesen und -weiden zählen hier jedoch nicht dazu.

a) Pflanzenproduktion in Brasilien

Zu den wichtigsten Hauptkulturen hinsichtlich der produzierten Menge im Ackerbau Brasiliens zählen neben Zuckerrohr und Sojabohnen unter anderem Mais und Maniok (siehe Tabelle 6). In der Viehhaltung hat die Milchproduktion gefolgt von der Geflügel- und Rindfleischproduktion die größte Bedeutung. Auffallend ist, dass alle Kulturen außer Weizen einen Selbstversorgungsgrad von mindestens 90% aufweisen und viele deutlich über 100% liegen.

Der Anbau von Sojabohnen mit einer Gesamtproduktion von fast 75 Mio. t nimmt flächenmäßig den größten Anteil (36,07% der Ackerfläche inkl. Dauerkulturen) innerhalb der Ackerkulturen ein (siehe Abbildung 7). Soja stellt das wichtigste landwirtschaftliche Exportprodukt Brasiliens dar (32,986 Mio. t werden exportiert, siehe Tabelle 6). Nach der Soja folgen Mais und Zuckerrohr als flächenmäßig wichtigste Ackerkulturen. Ca. 20% der Maisproduktion wird exportiert (9,6 Mio. t, siehe Tabelle 7). Zuckerrohr wird zu einem großen Teil für die Ethanolerzeugung verwendet und kaum exportiert. Im Gegensatz dazu wird Zucker als Produkt mit 25,89 Mio. t in hohem Ausmaß exportiert.

Tabelle 6: Die 21 wichtigsten Hauptkulturen und deren Produkte sowie deren teilweise Verwendung (1000 t) und Selbstversorgungsgrad (%) in Brasilien im Jahr 2011.

	Produktion (1000 t)	Import (1000 t)	Vorrat (1000 t)	Export (1000 t)	Bedarf (1000 t)	Nahrung (1000 t)	Selbstversor-gungsgrad
Zuckerrohr	734.006			0	734.006	3.300	100,00%
Sojabohnen	74.815	41	-3000	32.986	38.870	745	192,47%
Mais/-produkte	55.660	682	0	9.619	46.723	4.786	119,13%
Zucker (rohes Äquivalent)	37.582	19	117	25.894	11.824	7.802	317,85%
Milch, ohne Butter	32.246	1.087	1	144	33.190	29.693	97,16%
Maniok/-produkte	25.350	135		38	25.447	8.492	99,62%
Orangen, Mandarinen	20.816	59		7.290	13.585	11.451	153,23%
Geflügelfleisch	11.919	2		3.920	8.001	8.001	148,97%
Rindfleisch	9.030	37	0	1.373	7.694	7.694	117,36%
Reis (in Äquivalent geschliffen)	8.989	565	280	1.282	8.552	6.727	105,11%
Sojaöl	7.341	1	0	1.767	5.575	2.663	131,68%
Bananen	7.329	0		110	7.219	6.120	101,52%
Früchte, andere	6.403	452	0	322	6.533	5.071	98,01%
Weizen/-produkte	5.690	6.790	1750	2.424	11.806	10.528	48,20%
Gemüse, andere	5.671	531	0	242	5.961	5.225	95,14%
Tomaten und Produkte	4.417	51		13	4.454	4.012	99,17%
Kartoffeln/-produkte	3.917	439	0	5	4.351	3.784	90,03%
Bohnen	3.435	207	-155	20	3.467	3.230	99,08%
Schweinefleisch	3.227	1		753	2.475	2.475	130,38%
Baumwollsaat	3.195	0	0	39	3.156		101,24%
Kokosnüsse, inkl. Copra	2.944	50		4	2.990	2.667	98,46%

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung nach FAO (2013b).

Betrachtet man ausschließlich die Produktion von Getreidearten, dominiert der Mais mit einer Produktionsmenge von 55,66 Mio. t, was der zehnfachen Menge der Weizenproduktion entspricht und dem nahezu dreißigfachen der Produktionsmenge von Sorghum. Nach Weizen - in absoluten Mengen gesehen in deutlichem Abstand - folgen Hafer, Gerste, Roggen und Hirse in absteigender Reihenfolge (siehe Tabelle 7).

Tabelle 6 und Tabelle 7 zeigen, dass bis auf Weizen bei allen wichtigen landwirtschaftlichen Produkten der Versorgungsgrad über 90% und deutlich darüber liegt. Gerste hat hinsichtlich des Inlandbedarfs einen sehr geringen Stellenwert, sodass der geringe Selbstversorgungsgrad (18,64%) absolut gesehen nur geringe Importmengen zur Folge hat.

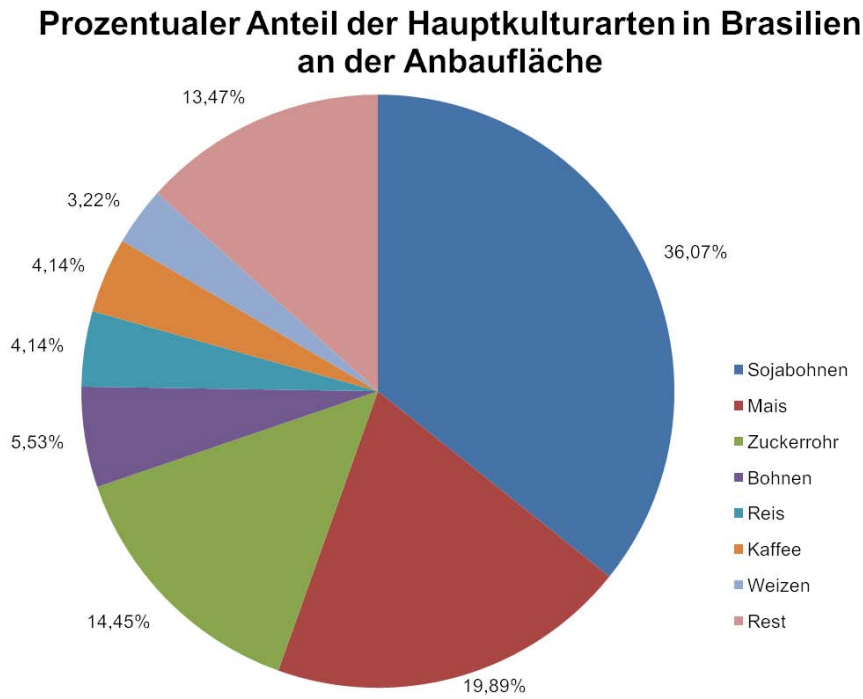


Abbildung 7: Der prozentuale Anteil der Hauptkulturarten an der Gesamtanbaufläche in Brasilien im Jahr 2011. Quelle: eigene Darstellung nach FAO (2013c).

Tabelle 7: Angebaute Getreidearten sowie deren teilweise Verwendung (1000 t), Selbstversorgungsgrad (%) und Anbaufläche (ha) in Brasilien im Jahr 2011.

	Produktion (1000 t)	Import (1000 t)	Vorrat (1000 t)	Export (1000 t)	Bedarf (1000 t)	Futter (1000 t)	Nahrung (1000 t)	Selbstversor-gungsgrad	Anbaufläche (ha)
Mais/-produkte	55.660	682	0	9.619	46.723	35.850	4.786	119,13%	13.218.892
Weizen/-produkte	5.690	6.790	1750	2.424	11.806	500	10.528	48,20%	21.389
Sorghum/-produkt	1.931	0		0	1.931	1.881		100,00%	7.574
Hafer	373	0	0	10	363		331	102,75%	1.721
Gerste/-produkte	304	1.328	0	0	1.631	100	0	18,64%	882
Getreide, andere	147	28	0	1	174	28	142	84,48%	
Roggen/-produkte	4	0	0	0	4	0	3	100,00%	23
Hirse/-produkte		8	0	0	8	7		0,00%	

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung nach FAO (2013b).

b) Fleischproduktion in Brasilien

Im Bereich der **Fleischproduktion** war Brasilien laut Seibold (2012) im Jahr 2006 einer der drei Hauptproduzenten weltweit (siehe auch Tabelle 8) und im Jahr 2011 avancierte es zum größten Produzenten in Südamerika und der Karibik mit einem Viehbestand von 213 Mio. Tieren (FAO, 2014a). Daher war Brasilien 2011 im Bereich der Fleischproduktion auch weitgehend autark (siehe Tabelle 9). Nur Schaf- bzw. Ziegenfleisch werden absolut gesehen in geringen Mengen importiert. Brasilien hat als Schwellenland bereits einen ähnlich hohen Fleischkonsum wie die Industrieländer. Ausgehend vom

jährlichen Bedarf und einer Einwohnerzahl im Jahr 2011 von 196.935.000, errechnet sich pro Einwohner ein Fleischkonsum von durchschnittlich **92,97 kg Fleisch pro Jahr**. Für das Jahr 2005 hat die FAO den Fleischkonsum in Brasilien mit **gut 81 kg** pro Kopf und Jahr beziffert (FAO, 2009). Dies bedeutet, dass der Fleischkonsum innerhalb einer Dekade um mehr als 10 kg pro Kopf und Jahr gestiegen ist.

Tabelle 8: Die zehn wichtigsten Fleisch produzierenden Länder weltweit (gereiht nach Produktionsmenge in t) im Jahr 2007.

Reihung	Land	Produktionsmenge in Tonnen
1	China	81.733.348
2	USA	41.081.092
3	Brasilien	19.782.542
4	Deutschland	6.867.876
5	Indien	6.103.291
6	Mexiko	5.331.344
7	Spanien	5.292.593
8	Frankreich	5.206.454
9	Russische Föderation	5.153.007
10	Kanada	4.492.869

Quelle: WRI (2007) zit. in Seibold (2012, S. 32).

Tabelle 9: Produktion und Verwendung (1000 t) der verschiedenen Fleischarten in Brasilien im Jahr 2011.

	Produktion (1000 t)	**Import (1000 t)**	**Vorrat (1000 t)**	**Export (1000 t)**	**Bedarf (1000 t)**	**Nahrung (1000 t)**	**Selbstversor-gungsgrad**
Geflügelfleisch	11.919	2		3.920	8.001	8.001	148,97%
Rindfleisch	9.030	37	0	1.373	7.694	7.694	117,36%
Schweinefleisch	3.227	1		753	2.475	2.475	130,38%
Schaf-/Ziegenfleisch	113	5		0	118	118	95,76%
Fleisch, andere	23	0		2	21	21	109,52%
Gesamt	24.312	45	0	6.048	18.309	18.309	

Quelle: eigene Darstellung nach FAO (2013b).

Weltweit belegt Brasilien den 6. Rang in der Getreideproduktion inkl. Maisanbau (FAO, 2014), obwohl 75% der landwirtschaftlichen Nutzflächen als Weideland für die Fleischproduktion verwendet werden (siehe auch Abbildung 5).

c) Futtermittelproduktion in Brasilien

Im Jahr 2011 wurden auf 10,65 Mio. ha Ackerfläche (14,7% von insgesamt 72,27 Mio. ha Ackerfläche in Brasilien) verschiedene Kulturarten zur Futtermittelherstellung angebaut. Dies führte (inkl. der relativ geringen Futtermittelimporte) wiederum zu einer Fleischproduktion von 24.312.000 t.

Wie in Tabelle 10 ersichtlich, ist der Anteil der Kulturarten zur Bereitstellung von Futtermitteln sehr unterschiedlich. Bei Mais und Maniok dient mehr als die Hälfte der Anbaufläche als Futterlieferant. Sorghum wird nahezu gänzlich verfüttert. Soja wird wie erwähnt einerseits zu einem hohen Anteil

(ca. 32 Mio. t) exportiert und andererseits wird der hohe Inlandsbedarf von 38 Mio. t (siehe Tabelle 6) zum Großteil für Biodiesel (ca. 36,53 Mio. t) verwendet. Ferner wird ca. 1 Mio. t als Saatgut und 0,745 Mio. t als Nahrungsmittel gebraucht (siehe hierzu auch Anhangtabelle Food Balance Sheet Brasilien). Nur 0,597 Mio. t werden zu Futtermittel im Inland, sodass auch nur ein sehr geringer Anteil der Sojaanbaufläche (0,8%) erforderlich ist.

Tabelle 10: Die wichtigsten Kulturarten zur Futtermittelherstellung (1000 t) und ihr absoluter (ha) und prozentualer Anteil an der Gesamtanbaufläche in Brasilien im Jahr 2011.

	Produktion (1000 t)	Futter (1000 t)	Nahrung (1000 t)	Anbaufläche in ha Gesamt	verwendete Fläche in ha zur FM Herstellung	prozentualer Anteil an Gesamtan-baufläche	Erntemenge (kg/ha)
Mais/-produkte	55.660	35.850	4.786	13.218.892	8.513.417	64,40%	4.211
Maniok/-produkte	25.350	12.792	8.492	1.733.541	874.786	50,46%	14.623
Zuckerrohr	734.006	6.800	3.300	9.601.316	88.949	0,93%	76.448
Sorghum/-produkte	1.931	1.881		757.410	737.734	97,40%	2.550
Sojabohnen	74.815	597	745	23.968.663	191.285	0,80%	3.121
Weizen/-produkte	5.690	500	10.528	2.138.916	187.970	8,79%	2.660
Süßkartoffeln	545	218	229	43.857	17.543	40,00%	12.427
Gerste/-produkte	304	100	0	88.273	29.037	32,89%	3.444
Yamswurzel	244	86	112	25.020	8.819	35,25%	9.752
				Gesamtfläche zur FM Herstellung	**10.649.540**		

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung nach FAO (2014b), FAO (2013b).

d) Anteil der Biologischen Landwirtschaft in Brasilien

Im Jahr 2011 wurden darüberhinaus 687.040 ha biologisch bewirtschaftet, was einem prozentualen Anteil von 0,25% gemessen an der landwirtschaftlichen Nutzfläche entspricht (FAO, 2013a). Es ließen sich jedoch keine Angaben finden, die Auskunft über die genaue Nutzung der biologisch bewirtschafteten landwirtschaftlichen Nutzflächen (Dauer der Bio-Bewirtschaftung/durchschnittliches Umstellungsjahr) geben.

Willer/Kilcher (2009) weisen für Brasilien 1,77 Mio. ha an Bio-Fläche aus.

e) Fischproduktion in Brasilien

In Tabelle 11 sind die drei produktionsstärksten Fischarten aufgeführt, deren Selbstversorgungsgrad durchgängig unter 100% liegt.

Tabelle 11: Die drei produktionsmengenmäßig größten Fischarten und -gruppen und deren teilweise Verwendung und Selbstversorgungsgrad im Jahr 2011.

	Produktion (1000 t)	Import (1000 t)	Vorrat (1000 t)	Export (1000 t)	Bedarf (1000 t)	Nahrung (1000 t)	Selbstversor-gungsgrad
Süßwasserfische	787	50		0	837	837	94,03%
Grundfischarten	246	530	0	9	767	767	32,07%
Pelagische Fischarten	204	77	0	29	252	188	80,95%

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung nach FAO (2013b).

4.2.2 Szenarien der brasilianischen Landwirtschaft bei reduziertem Fleischkonsum und Export

Von der Ist-Stand-Analyse des Selbstversorgungsgrades ausgehend sollen nun die in der Masterarbeit *„Potentiale der biologischen Landwirtschaft zur Welternährung unter besonderer Berücksichtigung eines reduzierten Fleischkonsums in den Industrieländern“* von Seibold (2012) herangezogenen Szenarien verwendet und im Hinblick auf eine nähere Betrachtung Brasiliens weitergeführt werden. In weiteren Szenarien werden für Brasilien auch mögliche Folgen einer Reduktion bzw. Einstellung des Exports von Nahrungsmitteln im Hinblick auf frei werdende landwirtschaftliche Nutzflächen betrachtet.

4.2.2.1 Szenarien zu reduziertem Fleischkonsum

Szenario 1: Fleischreduktion auf 32,5 kg/cap/a (Szenario 1 von Seibold 2012)

Als erstes wird von einem Szenario ausgegangen, bei dem der jährliche Fleischkonsum von 92,97 kg pro Kopf (Stand: 2011) auf 32,5 kg reduziert wird, was dem Szenario 1 von Seibold (2012) entspricht. Dieses Szenario orientiert sich an der von der WHO empfohlenen Verzehrmenge von Fleisch. Für Brasilien müsste jährlich pro Einwohner 60,47 kg Fleisch weniger produziert werden, um den Bedarf zu decken (Stand: 2011). Weniger Fleischkonsum bedeutet aber auch, dass weniger Futtermittel bereitgestellt werden müssen mit der Folge frei werdender Ackerflächen. In diesem Fall hieße das, dass knapp 7 Mio. ha Ackerfläche weniger benötigt werden (siehe Tabelle 12). Wie im Fall eines solchen Szenarios die frei werdende Ackerfläche im Sinne einer konsequent nachhaltigen Landwirtschaft genutzt und wie viel Fläche dann noch für die Biotreibstoffproduktion zur Verfügung steht, wird im Kapitel 4.3 näher ausgeführt.

Tabelle 12: Anbaufläche der wichtigsten Kulturarten zur Futtermittelherstellung in ha und erforderliche Flächen für Fleischkonsum in Brasilien bei einem jährlichen Fleischkonsum pro Kopf von 92,97 kg und 32,5 kg (Szenario1).

	Anbaufläche in ha Gesamt	erforderliche Fläche für Fleischkonsum (92,97 kg)	erforderliche Fläche für Fleischkonsum (32,5 kg)
Mais/-produkte	13.218.892	8.513.417	2.976.079
Cassava/-produkte	1.733.541	874.786	305.804
Zuckerrohr	9.601.316	88.949	31.094
Sorghum/-produkte	757.410	737.734	257.893
Sojabohnen	23.968.663	191.285	66.868
Weizen/-produkte	2.138.916	187.970	65.710
Süßkartoffeln	43.857	17.543	6.133
Gerste/-produkte	88.273	29.037	10.151
Yamswurzel	25.020	8.819	3.083
Gesamt	**51.575.889**	**10.649.540**	**3.722.814**

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung nach FAO (2013b).

Szenario 2: Fleischreduktion um 50% des pro-Kopf-Verbrauchs (Szenario 2 von Seibold 2012)

Eine Reduktion des Fleischkonsums um 50% in Brasilien würde bedeuten, dass jeder Einwohner nur 46,48 kg Fleisch/Jahr verzehrt und dadurch insgesamt 9,15 Mio. t Fleisch weniger produziert werden müssen. Ebenso wären in diesem Szenario 50% weniger Futtermittel nötig, was einen Rückgang auf 5,3 Mio. ha landwirtschaftliche Nutzfläche für Futtermittel entspräche und dadurch 5,3 Mio. ha Ackerfläche (7% der gegenwärtigen Ackerfläche Brasiliens; Stand: 2011) frei würden (siehe Tabelle 13).

Tabelle 13: Anbaufläche der wichtigsten Kulturarten zur Futtermittelherstellung in ha und erforderliche Flächen für Fleischkonsum in Brasilien bei einem jährlichen Fleischkonsum pro Kopf von 92,97 kg und 46,48 kg (Szenario 2).

	Anbaufläche in ha Gesamt	erforderliche Fläche für Fleischkonsum (92,97 kg)	erforderliche Fläche für Fleischkonsum (46,48 kg)
Sojabohnen	23.968.663	191.285	95.642
Mais/-produkte	13.218.892	8.513.417	4.256.709
Zuckerrohr	9.601.316	88.949	44.474
Weizen/-produkte	2.138.916	187.970	93.985
Maniok	1.733.541	874.786	437.393
Sorghum/-produkte	757.410	737.734	368.867
Gerste/-produkte	88.273	29.037	14.519
Süßkartoffeln	43.857	17.543	8.771
Yamswurzel	25.020	8.819	4.409
Gesamt	**51.575.889**	**10.649.540**	**5.324.770**

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung nach FAO (2013b).

4.2.2.2 Szenarien zu reduziertem Export

Ein großes Ausmaß an Ackerflächen könnte in Brasilien aber nicht nur durch einen geringeren Fleischkonsum eingespart werden, sondern auch durch verringerten bzw. eingestellten Export. Dies wird in den folgenden Szenarien näher betrachtet.

Szenario 3: Exportreduktion pflanzlicher Nahrungsmittel um 50% bei verringertem Fleischkonsum

Zusätzlich zu einem verringerten Fleischkonsum (siehe Szenario 1 und 2) beschäftigt sich Szenario 3 mit den Auswirkungen eines um 50% verringerten Exports von pflanzlichen Nahrungsmitteln, wodurch in Brasilien weitere 7 Mio. ha (10% der gegenwärtigen Ackerfläche Brasiliens; Stand: 2011) Ackerfläche zur Verfügung ständen (siehe nachfolgende Tabelle 14).

Werden die bei einer möglichen Exportreduktion um 50% eingesparten landwirtschaftlichen Nutzflächen zu den potentiell eingesparten Flächen bei einem verringerten Fleischkonsum auf 32,5 kg (Szenario 1) bzw. 46,48 kg jährlich (Szenario 2) addiert, ergibt sich ein Flächenpotential von insgesamt

13,94 Mio. ha bzw. 12,4 Mio. ha (vgl. auch Tabelle 16). Das sind 19% bzw. 17% der gegenwärtigen Ackerfläche Brasiliens (Stand: 2011).

Tabelle 14: Import-, Vorrats-, Export- und Nettoexportmengen (1000 t) und dafür erforderliche Anbauflächen (ha) und Erntemengen (kg/ha) für die wichtigsten exportierten Kulturarten Brasiliens sowie eingesparte Anbauflächen (ha) bei einem um 50% verringerten Export.

	Import (1000 t)	Vorrat (1000 t)	Export (1000 t)	Netto-Export (1000 t)	Anbaufläche für Kulturart (ha)	Anbaufläche für Export (ha)	Anbaufläche für Export 50% (ha)
Sojabohnen	41	-3000	32.986	29.945	23.968.663	9.593.552	4.796.776
Mais/-produkte	682	0	9.619	8.937	13.218.892	2.122.480	1.061.240
Kaffee und Produkte	2	-39	2.053	2.012	2.148.775	1.600.642	800.321
Reis (in Äquivalent geschliffen)	565	280	1.282	997	2.752.891	305.332	152.666
Orangen, Mandarinen	59		7.290	7.231	870.536	302.404	151.202
Kakaobohnen und Produkte	80	0	95	15	680.484	40.993	20.497
Erdnüsse (geschältes Äquivalent)	0	4	58	62	106.671	30.338	15.169
Baumwollsaat	0	0	39	39	1.405.135	17.152	8.576
Pfeffer	1	0	33	32	21.089	14.997	7.498
Bananen	0		110	110	503.354	7.555	3.777
Zitronen, Limetten und Produkte	21		171	150	47.267	6.291	3.146
Tee (inkl. Mate)	4	0	38	34	73.476	5.589	2.794
Hafer	0	0	10	10	172.127	4.615	2.307
Äpfel und Produkte	97		192	95	38.077	2.702	1.351
Yamswurzel	0		4	4	25.035	410	205
Süßkartoffeln	0		4	4	43.843	322	161
Ananas und Produkte	0		11	11	62.481	291	145
Gesamt	1.552	-2.755	53.995	49.688	46.138.796	**14.055.664**	**7.027.832**

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung nach FAO (2013b).

Szenario 4: Vollständiger Verzicht Brasiliens auf Export pflanzlicher Nahrungsmittel bei verringertem Fleischkonsum

Szenario 4 geht davon aus, dass der Export pflanzlicher Nahrungsmittel gänzlich eingestellt würde. Dies hätte zur Folge, dass zusätzlich - wie in Tabelle 15 ersichtlich - 14 Mio. ha frei würden, ohne die inländische Nahrungsmittelproduktion Brasiliens (zumindest rechnerisch) zu gefährden.

Tabelle 15: Import-, Vorrats-, Export- und Nettoexportmengen (1000 t) und dafür erforderliche Anbauflächen (ha) sowie Erntemengen (kg/ha) für die wichtigsten exportierten Kulturarten in Brasilien.

	Import (1000 t)	Vorrat (1000 t)	Export (1000 t)	Netto - Export (1000t)	Anbaufläche (ha)	Anbaufläche für Export (ha)	Erntemenge (kg/ha)
Sojabohnen	41	-3000	32.986	29.945	23.968.663	9.593.552	3.121
Mais/-produkte	682	0	9.619	8.937	13.218.892	2.122.480	4.211
Kaffee und Produkte	2	-39	2.053	2.012	2.148.775	1.600.642	1.257
Reis (in Äquivalent geschliffen)	565	280	1.282	997	2.752.891	305.332	3.265
Orangen, Mandarinen	59		7.290	7.231	870.536	302.404	23.912
Kakaobohnen und Produkte	80	0	95	15	680.484	40.993	366
Erdnüsse (geschältes Äquivalent)	0	4	58	62	106.671	30.338	2.044
Baumwollsaat	0	0	39	39	1.405.135	17.152	2.274
Pfeffer	1	0	33	32	21.089	14.997	2.134
Bananen	0		110	110	503.354	7.555	14.560
Zitronen, Limetten und Produkte	21		171	150	47.267	6.291	23.843
Tee (inkl. Mate)	4	0	38	34	73.476	5.589	6.084
Hafer	0	0	10	10	172.127	4.615	2.167
Äpfel und Produkte	97		192	95	38.077	2.702	35.166
Yamswurzel	0		4	4	25.035	410	9.746
Süßkartoffeln	0		4	4	43.843	322	12.431
Ananas und Produkte	0		11	11	62.481	291	37.852
Gesamt	1.617	-2.755	54.125	49.753	46.138.796	**14.055.664**	

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung nach FAO (2013b).

Werden die Einsparungen bei verringertem Fleischkonsum (siehe Szenario 1 und 2) zu den potentiell frei werdenden Anbauflächen von 14 Mio. ha bei vollständigem Exportverzicht von Nutzpflanzen addiert, würden sich Gesamtflächeneinsparungen von 21 Mio. ha (Szenario 1: 32,5 kg/cap/a) und 19 Mio. ha (Szenario 2: 46,48 kg/cap/a) ergeben (vgl. auch Tabelle 16). Das sind insgesamt 29% bzw. 26% der gegenwärtigen Ackerflächen Brasiliens (Stand: 2011).

Kombination der Szenarien reduzierter Fleischkonsum und Exportreduktion/-verzicht

In Tabelle 16 sind nun zusammenfassend jene Flächeneinsparungspotentiale angeführt, die bei einer Kombination von reduziertem Fleischkonsum (Szenario 1: 32,5 kg/cap/a und Szenario 2: 46,48 kg/cap/a) und reduziertem (um 50%) bzw. eingestelltem Export zu erzielen wären. Auffallend ist, dass die 50%ige bzw. 100%ige Exportreduktion den größten Teil der Flächeneinsparungen bewirkt.

Tabelle 16: Gesamte Flächeneinsparung in ha in Brasilien bei Kombination der 4 Szenarien (reduzierter Fleischkonsum und reduzierter Export) - Bezugsjahr 2011.

	Fleischkonsum 32,5 kg	**Fleischkonsum 46,48 kg**
Export wie bisher	6.926.726	5.324.770
50% weniger Export	13.954.558	12.352.602
kein Export	20.982.390	19.380.434

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung.

4.2.3 Der Selbstversorgungsgrad mit Nahrungsmitteln in der EU

Im Jahr 2011 betrug die Landfläche der Europäischen Union 438.598.200 ha und teilt sich in Wälder, Wasser, bebautes Land sowie landwirtschaftliche Nutzfläche auf, wobei letztere den größten Teil mit 43% der Gesamtfläche ausmacht (siehe Abbildung 8). 2011 zählten 27 Länder zur Europäischen Union.

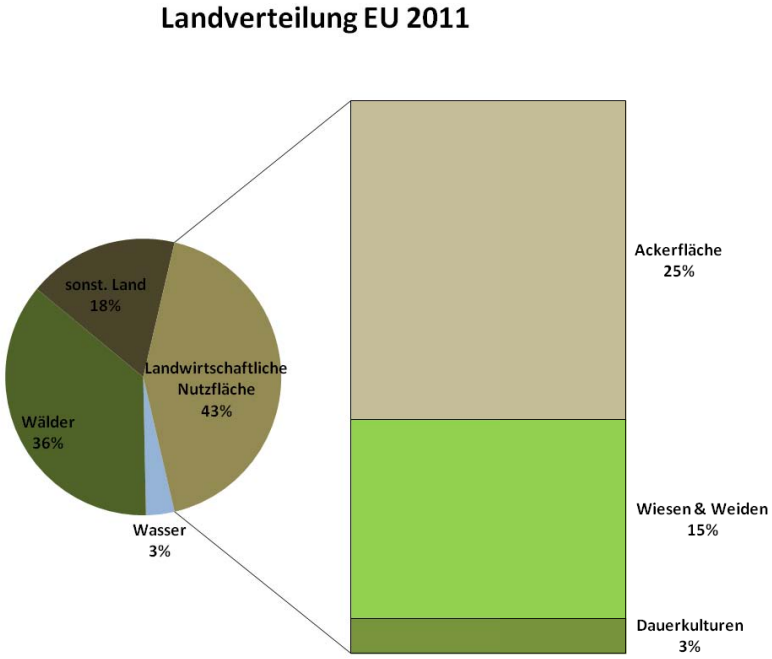


Abbildung 8: Landverteilung in der EU 2011 in Prozent. Quelle: eigene Darstellung nach FAO (2013b).

Tabelle 17 zeigt die Aufteilung der Nutzungsarten der Flächen in der EU aus dem Jahr 2011 in absoluten Zahlen in ha. Daraus ist u.a. ersichtlich, dass die EU im Jahr 2011 108,1 Mio. ha Ackerfläche und 67,4 Mio. ha Dauergrünland bewirtschaftet hat.

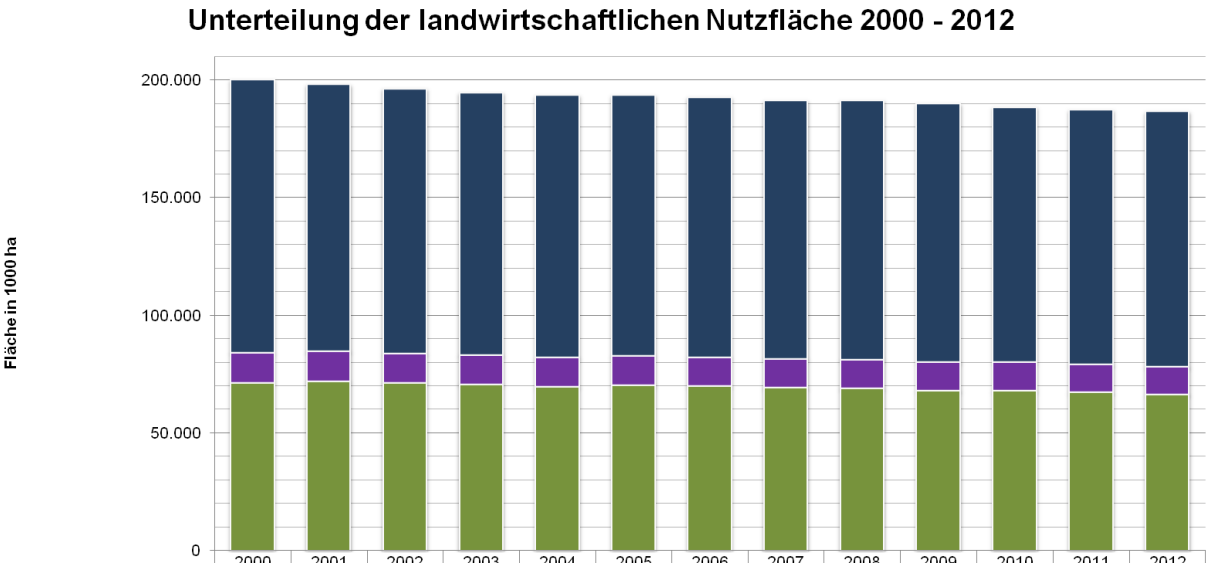
Tabelle 17: Die Unterteilung der Staatsfläche der Europäischen Union in ha in ihre verschiedenen Nutzungsarten im Jahr 2011.

	Fläche (ha)
EU gesamt	438.598.200
Landfläche	423.976.800
Wasser	14.621.400
Wälder	159.293.440
Wiesen & Weiden	67.426.540
Ackerfläche	108.107.200
Dauerkulturen	11.796.060
sonst. Land	77.353.560

Quelle: eigene Darstellung nach FAO (2013b).

Die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche der EU hat im Zeitraum von 2000 - 2012 durchschnittlich um 1,135 Mio. ha abgenommen, wobei sowohl die Fläche für Ackerland als auch die Flächen für

Dauerkulturen, Dauerwiesen und -weiden abgenommen haben. Im Gegensatz dazu haben die Waldflächen und die bebauten Flächen um durchschnittlich ca. 518.000 ha bzw. um durchschnittlich ca. 574.000 ha pro Jahr zugenommen (siehe Abbildung 9) (FAO, 2013a).



	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Ackerland	115.853	113.201	112.347	111.285	111.355	110.735	110.442	109.464	109.942	109.788	108.285	108.107	108.372
Dauerkulturen	12.790	12.810	12.543	12.478	12.393	12.491	12.329	12.260	12.214	12.084	12.031	11.796	11.722
Dauerwiesen und -weiden	71.561	72.046	71.432	70.885	69.839	70.377	69.983	69.459	69.168	68.090	68.139	67.427	66.489

Abbildung 9: Unterteilung der landwirtschaftlichen Nutzfläche im Zeitraum 2000 - 2012 in Ackerland, Dauerkulturen und Dauerwiesen und -weiden in der EU (1000 ha). Quelle: eigene Darstellung nach FAO (2013a).

a) Die wichtigsten landwirtschaftlichen Kulturarten in der EU

Zu den wichtigsten produzierten Hauptkulturen in der EU zählen Weizen und Zuckerrübe neben Mais, Kartoffeln und Gerste (siehe Tabelle 18). Bei Weizen existierte im Jahr 2011 noch die höchste Überproduktion aller pflanzlichen Produkte mit einem Selbstversorgungsgrad von 111,87%. Dies hatte einen Export von 57,17 Mio. t Weizen zur Folge (Weizen-Import der EU im Jahr 2011: 42,07 Mio. t). Zuckerrübe und Mais wiesen im Jahr 2011 hingegen einen Selbstversorgungsgrad von knapp unter 100% auf und mussten sogar in geringen Mengen importiert werden. Bei den meisten anderen betrachteten Hauptkulturen sowie bei den meisten landwirtschaftlichen Erzeugnissen (pflanzlichen und tierischen) liegt der Selbstversorgungsgrad bei knapp über 100% bzw. knapp darunter. Im Vergleich zu Brasilien ist die EU mittlerweile deutlich weniger exportorientiert als in den früheren Jahrzehnten.

Tabelle 18: Die 20 wichtigsten Hauptkulturen (und deren Produkte) und tierische Produkte sowie deren teilweise Verwendung (1000 t) und Selbstversorgungsgrad (%) in der EU im Jahr 2011.

	Produktion (1000 t)	Import (1000 t)	Vorrat (1000 t)	Export (1000 t)	Bedarf (1000 t)	Nahrung (1000 t)	Selbstversor-gungsgrad
Milch, ohne Butter	155.527	51.385	-403	65.945	140.564	121.839	110,64%
Weizen/-produkte	138.770	42.073	379	57.169	124.045	52.189	111,87%
Zuckerrübe	125.145	825	271	700	125.542	0	99,68%
Mais/-produkte	70.138	22.594	-4.112	18.268	70.348	3.764	99,70%
Kartoffeln/-produkte	62.298	15.480	-122	18.460	59.196	36.473	105,24%
Gerste/-produkte	51.921	11.770	3.837	18.260	49.264	546	105,39%
Gemüse, andere	45.475	18.818	88	17.045	47.340	39.695	96,06%
Bier	38.408	4.918	53	7.662	35.723	35.582	107,52%
Trauben und Produkte (ohne Wein)	25.157	4.055	0	2.717	26.499	3.831	94,94%
Schweinefleisch	23.374	7.775	-20	10.444	20.684	20.489	113,01%
Raps- und Senfsamen	19.306	10.175	161	6.336	23.304	91	82,84%
Zucker (rohes Äquivalent)	19.045	11.499	-3.614	8.788	18.140	16.874	104,99%
Tomaten/-produkte	16.261	8.020	5	9.142	15.146	13.918	107,36%
Wein	16.160	6.212	950	7.743	15.579	12.384	103,73%
Getreide, andere	14.515	964	474	806	15.145	329	95,84%
Früchte, andere	13.603	11.320	42	9.904	15.058	13.209	90,34%
Oliven (inkl. Eingemachte)	13.391	461	67	636	13.283	795	100,81%
Geflügelfleisch	12.285	4.100	-27	4.915	11.443	11.003	107,36%
Äpfel und Produkte	11.717	7.250	-133	6.851	11.982	9.302	97,79%
Orangen, Mandarinen	9.717	19.488	788	13.595	16.394	15.490	59,27%

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung nach FAO (2013b).

Mit 155,5 Mio. t stellt die Milch das mengenmäßig wichtigste Produkt der EU dar und ist mit einer Menge von 65,9 Mio. t auch das bedeutsamste landwirtschaftliche Exportprodukt der EU, gefolgt vom Weizen (siehe Tabelle 18). Allerdings werden 51,38 Mio. t Milch von der EU importiert, sodass sich im Jahr 2011 eine Überproduktion von 14,5 Mio. t ergab.

Die Produktion von Weizen, Gerste und Mais nimmt über 25% der gesamten Anbaufläche der EU für pflanzliche Nahrungsmittel in Anspruch (siehe Abbildung 10). Angebaute Kulturen wie bspw. Erbsen, Mandeln, Äpfel, Reis, Sojabohnen uvm. werden auf 53% bezüglich ihrer Anbaufläche beziffert.

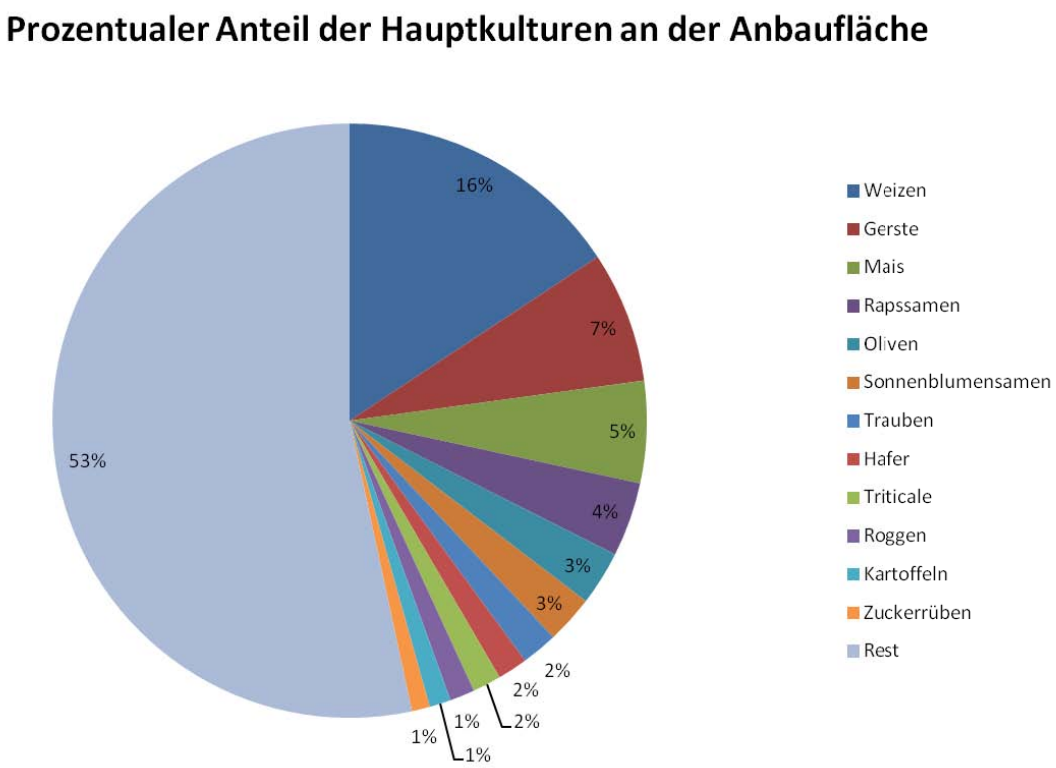


Abbildung 10: Der prozentuale Anteil der Hauptkulturarten an der Gesamtanbaufläche in der EU im Jahr 2011. Quelle: eigene Darstellung nach FAO (2013c).

Im Bereich der Getreidearten stellt wiederum der Weizen das wichtigste Produkt dar. Die Produktionsmenge von fast 139 Mio. t entspricht in etwa der Menge von Mais, Gerste, Hafer, Roggen, Sorghum und Hirse zusammen.

Tabelle 19 zeigt, dass die Produktion im Bereich der Getreidearten bei Weizen, Gerste und Hafer den Inlandsbedarf deckt. Der Selbstversorgungsgrad von Sorghum und Hirse liegt bei 52,05% bzw. 61,96%, wobei diese Arten nur einen geringen bis sehr geringen Einfluss auf den Nahrungsbereich haben.

Tabelle 19: Angebaute Getreidearten in der EU sowie deren teilweise Verwendung (1000 t), Selbstversorgungsgrad (%) und Anbaufläche (ha) im Jahr 2011.

	Produktion (1000 t)	Import (1000 t)	Vorrat (1000 t)	Export (1000 t)	Bedarf (1000 t)	Futter (1000 t)	Nahrung (1000 t)	Selbstversor-gungsgrad	Anbaufläche (ha)
Weizen/-produkte	138.770	42.073	379	57.169	124.045	51.947	52.189	111,87%	26.268.762
Mais/-produkte	70.138	22.594	-4.112	18.268	70.348	54.699	3.764	99,70%	9.268.845
Gerste/-produkte	51.921	11.770	3.837	18.260	49.264	36.916	546	105,39%	11.921.360
Getreide, andere	14.515	964	474	806	15.145	13.259	329	95,84%	
Hafer	7.970	922	62	1.195	7.752	6.052	875	102,81%	2.713.659
Roggen/-produkte	6.910	1.153	479	1.118	7.423	3.064	3.011	93,09%	2.261.319
Sorghum/-produkte	685	759	-7	117	1.316	1.302	0	52,05%	119.610
Hirse/-produkte	101	109	3	51	163	149	10	61,96%	45.050

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung nach FAO (2013b).

b) Fleischproduktion in der EU

Im Bereich der **Fleischproduktion** stand Schweinefleisch mit 23,3 Mio. t im Jahr 2011 an oberster Stelle. Dies entspricht der doppelten Menge von Geflügelfleisch (12,3 Mio. t) und der fast dreifachen Menge von Rindfleisch (8 Mio. t). Bei diesen drei Fleischarten ist die EU weitgehend autark, nur Schaf- bzw. Ziegenfleisch und andere Fleischsorten (siehe Tabelle 20) müssen in relativ geringen Mengen importiert werden. Ausgehend von einem jährlichen Bedarf im Bereich Nahrung von 41.887.000 t und einer Einwohnerzahl im Jahr 2011 von 507.399.000 ergibt sich ein Fleischkonsum von **82,55 kg pro Kopf und Jahr**. Dieser hier errechnete Fleischkonsum deckt sich, anders als im Fall Brasilien, mit der in der Literatur (FAO, 2009) angegebenen Menge.

Tabelle 20: Produktion (1000 t) und Verwendung der verschiedenen Fleischarten in der EU im Jahr 2011.

	Produktion (1000 t)	Import (1000 t)	Vorrat (1000 t)	Export (1000 t)	Bedarf (1000 t)	Nahrung (1000 t)	Selbstversor-gungsgrad
Schweinefleisch	23.374	7.775	-20	10.444	20.684	20.489	113,01%
Geflügelfleisch	12.285	4.100	-27	4.915	11.443	11.003	107,36%
Rindfleisch	8.059	3.213	33	3.335	7.979	7.947	101,00%
Schaf-/Ziegenfleisch	1.002	372	0	230	1.144	1.120	87,59%
Fleisch, andere	859	961	1	487	1.329	1.328	64,64%
Gesamt	45.579	16.421	-13	19.411	42.579	41.887	

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung nach FAO (2013b).

Zur Produktion von 45,6 Mio. t Fleisch wurden in der EU im Jahr 2011 30.146.780 ha Ackerfläche für Futtermittelanbau benötigt. Tabelle 21 zeigt, dass bei Mais, Hafer und Gerste der größte Teil (71 - 78%) der jeweiligen Anbaufläche zum Anbau von Futtermitteln verwendet wurde. Sorghum wurde gänzlich als Futtermittel angebaut. Der Anteil der Kulturarten, der nicht als Futtermittel oder zur menschlichen Ernährung genutzt wurde, wurde als Saatgut verwendet, veredelt, anderweitig genutzt oder als Abfallprodukt entsorgt (siehe hierzu Anhangtabelle Food Balance Sheet EU).

Tabelle 21: Die zehn wichtigsten Kulturarten zur Futtermittelherstellung und ihr absoluter und prozentualer Anteil an der Gesamtanbaufläche (ha) im Jahr 2011.

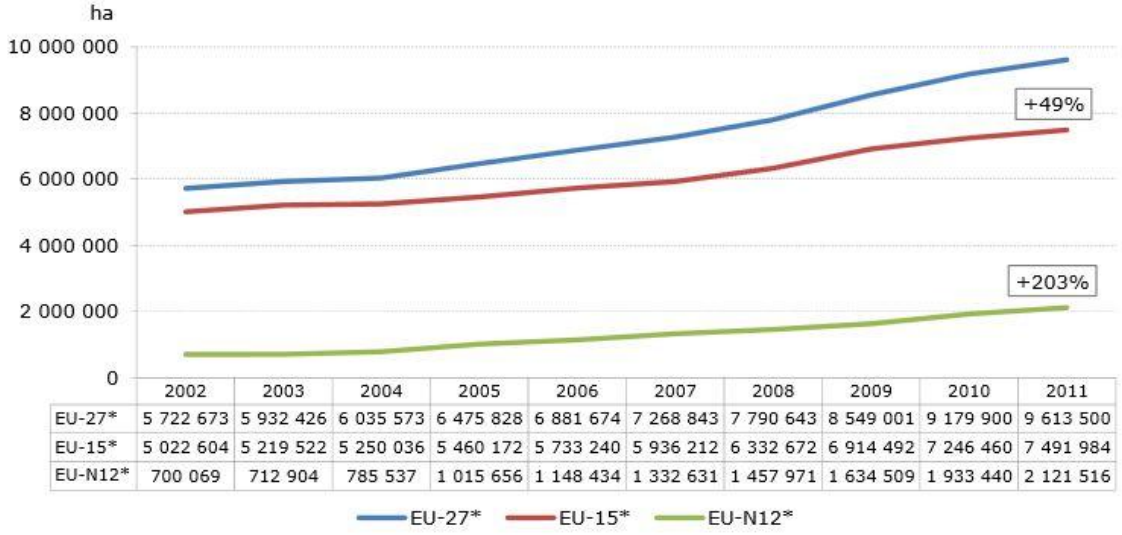
	Produktion (1000 t)	Futter (1000 t)	Nahrung (1000 t)	Anbaufläche in ha Gesamt	verwendete Fläche in ha zur FM Herstellung	Prozentualer Anteil an Gesamtan-baufläche	Erntemenge (kg/ha)
Mais/-produkte	70.138	54.699	3.764	9.268.845	7.214.813	77,99%	7.581
Weizen/-produkte	138.770	51.947	52.189	26.268.762	9.833.977	37,43%	5.282
Gerste/-produkte	51.921	36.916	546	11.921.360	8.479.225	71,10%	4.354
Kartoffeln/-produkte	62.298	6.272	36.473	1.948.476	196.170	10,07%	31.972
Hafer	7.970	6.052	875	2.713.659	2.060.887	75,93%	2.937
Roggen/-produkte	6.910	3.064	3.011	2.261.319	1.004.524	44,34%	3.050
Raps- und Senfsamen	19.306	2.048	91	6.807.734	722.171	10,61%	2.836
Pelagische Fische	2.836	1.866	2.685				
Sorghum/-produkte	685	1.302	0	119.610	119.610	100,00%	5.772
Sonnenblumensamen	8.534	1.011	82	4.350.595	515.403	11,85%	1.962
				Gesamtfläche zur FM Herstellung	30.146.780		

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung nach FAO (2013b), FAO (2014b).

c) Die Biologische Landwirtschaft in der EU

In der EU wurden im Jahr 2011 9,6 Mio. ha landwirtschaftliche Nutzfläche biologisch bewirtschaftet, was einem prozentualen Anteil an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche von 5,4% entspricht (EU, 2013). Abbildung 11 zeigt zusätzlich die Veränderung von biologisch bewirtschafteten Flächen im Zeitraum 2002 - 2011 und lässt erkennen, dass diese sowohl in der EU-15[6] als auch in der EU-27[7] von Jahr zu Jahr zugenommen haben.

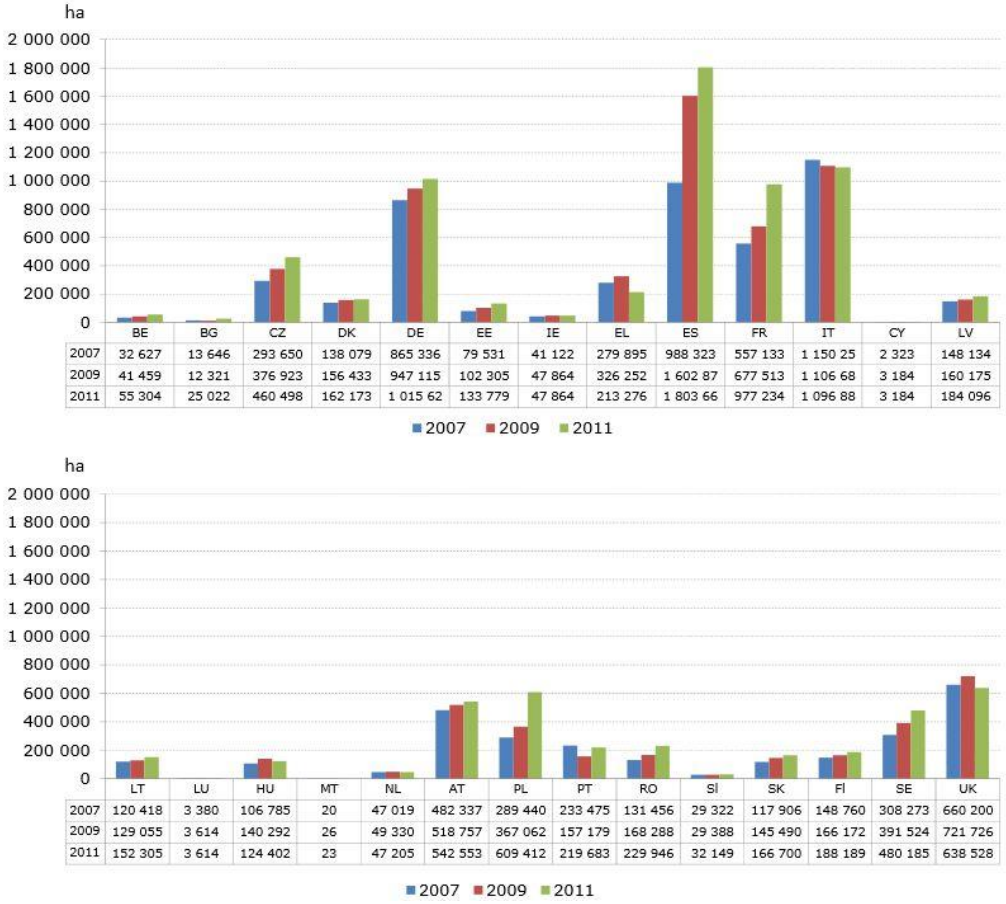
Da der Anteil der einzelnen Staaten an der Biologischen Landwirtschaft nicht gleich hoch ist, veranschaulicht Abbildung 12 die flächenmäßigen Anteile der biologisch bewirtschafteten Flächen in absoluten Zahlen in den einzelnen Mitgliedstaaten. In den Jahren 2007, 2009 und 2011 haben Spanien, Italien und Deutschland die größte Fläche biologisch bewirtschaftet. Spanien verdoppelte im Zeitraum 2007 - 2011 die biologische Anbaufläche nahezu um 100% von 988.323 ha auf 1,8 Mio. ha. Italien hingegen reduzierte die biologisch bebaute Fläche von 1,15 Mio. ha auf 1,09 Mio. ha und zählt somit neben Griechenland (EL), Portugal (PT) und Großbritannien (UK) zu den einzigen Ländern, die die Biologische Landwirtschaft nicht weiter ausbauen konnten.



	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
EU-27*	5 722 673	5 932 426	6 035 573	6 475 828	6 881 674	7 268 843	7 790 643	8 549 001	9 179 900	9 613 500
EU-15*	5 022 604	5 219 522	5 250 036	5 460 172	5 733 240	5 936 212	6 332 672	6 914 492	7 246 460	7 491 984
EU-N12*	700 069	712 904	785 537	1 015 656	1 148 434	1 332 631	1 457 971	1 634 509	1 933 440	2 121 516

[1]EU-N12: Ländergruppe der EU-Mitgliedstaaten Tschechische Republik (CZ), Estland (EE), Zypern (CY), Lettland (LV), Litauen (LT), Ungarn (HU), Malta (MT), Polen (PL), Slowenien (SI) Slowakei (SK) Bulgarien (BG) Rumänien (RO).
Abbildung 11: Biologisch bewirtschaftete Fläche in ha im Zeitraum 2002 - 2011 in der EU-N12[1], EU-15 und EU-27. Quelle: EU (2013).

[6] EU-15: Ländergruppe, die EU Mitglieder bis 2013 beinhaltet: Belgien (BE), Dänemark (DK), Deutschland (DE), Irland (IE), Griechenland (EL), Spanien (ES), Frankreich (FR), Italien (IT), Luxemburg (LU), Niederlande (NL), Österreich (AT), Portugal (PT), Finnland (FI), Schweden (SE), Großbritannien (UK).
[7] EU-27: Ländergruppe, die alle Mitgliedstaaten bis 2013 beinhaltet: EU-15 und zusätzlich die Tschechische Republik (CZ), Estland (EE), Zypern (CY), Lettland (LV), Litauen (LT), Ungarn (HU), Malta (MT), Polen (PL), Slowenien (SI), Slowakei (SK), Bulgarien (BG) ,Rumänien (RO).



	BE	BG	CZ	DK	DE	EE	IE	EL	ES	FR	IT	CY	LV
2007	32 627	13 646	293 650	138 079	865 336	79 531	41 122	279 895	988 323	557 133	1 150 25	2 323	148 134
2009	41 459	12 321	376 923	156 433	947 115	102 305	47 864	326 252	1 602 87	677 513	1 106 68	3 184	160 175
2011	55 304	25 022	460 498	162 173	1 015 62	133 779	47 864	213 276	1 803 66	977 234	1 096 88	3 184	184 096

	LT	LU	HU	MT	NL	AT	PL	PT	RO	SI	SK	FI	SE	UK
2007	120 418	3 380	106 785	20	47 019	482 337	289 440	233 475	131 456	29 322	117 906	148 760	308 273	660 200
2009	129 055	3 614	140 292	26	49 330	518 757	367 062	157 179	168 288	29 388	145 490	166 172	391 524	721 726
2011	152 305	3 614	124 402	23	47 205	542 553	609 412	219 683	229 946	32 149	166 700	188 189	480 185	638 528

Abbildung 12: Biologisch bewirtschaftete Flächen in ha in den einzelnen EU-Staaten in den Jahren 2007, 2009 und 2011. Quelle: EU (2013).

Aufgrund unterschiedlicher Größe weisen einzelne Länder absolut gesehen mehr biologisch bewirtschaftete landwirtschaftliche Fläche auf als andere.

Der **prozentuale Anteil** der biologisch bewirtschafteten Fläche ist in Abbildung 13 dargestellt. Spitzenreiter sind Österreich (ca. 19%), Schweden (15,7%) und Estland (14,1%). Deutschland liegt mit einem Anteil von ca. 6% im Mittelfeld und knapp über dem EU-27 Durchschnitt von 5,4%. Schlusslichter sind Rumänien, Irland, Bulgarien und Malta mit einem Anteil von jeweils unter 2%.

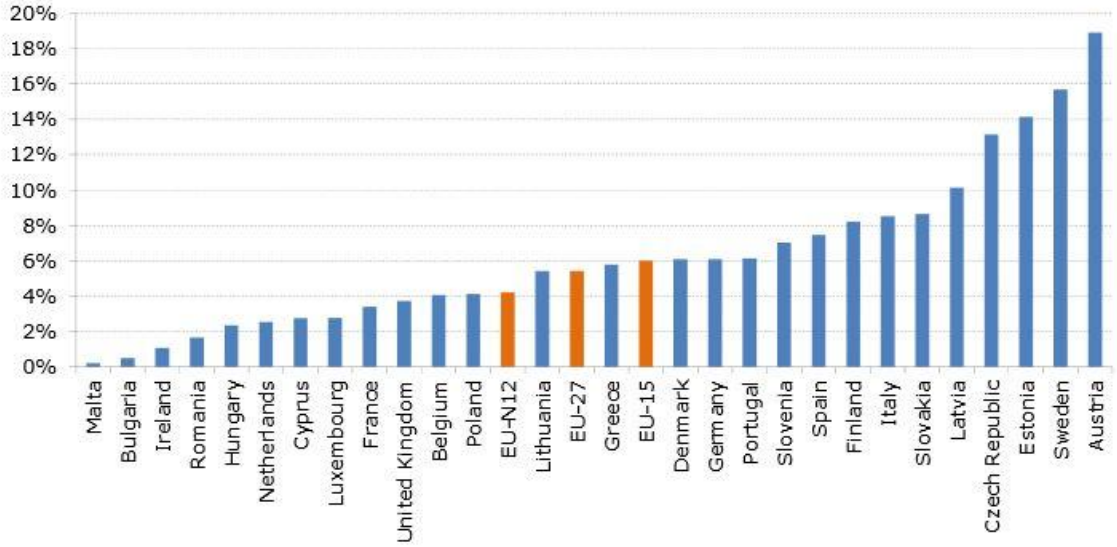


Abbildung 13: Prozentualer Anteil der Biologischen Landwirtschaft an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche in den einzelnen EU-Mitgliedstaaten im Jahr 2011 (in % an der landwirtschaftlichen Nutzfläche. Quelle: EU (2013).

d) Fischproduktion in der EU

In Tabelle 22 sind die fünf produktionsstärksten Fischarten und -gruppen dargestellt, deren Selbstversorgungsgrad ausnahmslos unter 100% liegt.

Tabelle 22: Die fünf produktionsmengenmäßig größten Fischarten und -gruppen und deren teilweise Verwendung (1000 t) und Selbstversorgungsgrad (%).

	Produktion (1000 t)	Import (1000 t)	Vorrat (1000 t)	Export (1000 t)	Bedarf (1000 t)	Nahrung (1000 t)	Selbstversor-gungsgrad
Pelagische Fische	2.836	7.262	129	5.498	4.726	2.685	60,01%
Grundfischarten	1.897	4.637	32	2.589	3.976	3.663	47,71%
Weichtiere, andere	851	1.017	1	557	1.311	1.295	64,91%
Süßwasserfische	609	2.613	3	1.285	1.940	1.916	31,39%
Krustentiere	232	1.734	15	786	1.195	1.193	19,41%

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung nach FAO (2013,b).

4.2.4 Szenarien der Landwirtschaft der EU bei reduziertem Fleischkonsum und Export

4.2.4.1 Szenarien zu reduziertem Fleischkonsum

Nachfolgend werden nun wieder die Szenarien von Seibold (2012) herangezogen und für die EU weitergeführt.

Szenario 1: Fleischreduktion auf 32,5 kg/cap/a (Szenario 1 von Seibold 2012)

Würde der Fleischkonsum auf 32,5 kg pro Kopf und Jahr reduziert, müssten jährlich pro Einwohner 50,05 kg weniger Fleisch produziert werden, was einer Gesamtmenge von 25,395 Mio. t pro Jahr entspräche. Folglich würden nur auf 12 Mio. ha Ackerfläche Futtermittel angebaut werden und somit 18 Mio. ha Ackerfläche frei (siehe Tabelle 23). Dies entspricht 17% der gegenwärtigen Ackerfläche der EU (Stand: 2011).

Tabelle 23: Anbaufläche der wichtigsten Kulturarten zur Futtermittelherstellung in ha und erforderliche Flächen für Fleischkonsum in der EU bei einem jährlichen Fleischkonsum pro Kopf von 82,55 kg und 32,5 kg (Szenario 1).

	Anbaufläche in ha Gesamt	erforderliche Fläche für Fleischkonsum (82,55 kg)	erforderliche Fläche für Fleischkonsum (32,5 kg)
Mais/-produkte	9.268.845	7.214.813	2.840.478
Weizen/-produkte	26.268.762	9.833.977	3.871.644
Gerste/-produkte	11.921.360	8.479.225	3.338.277
Kartoffeln/-produkte	1.948.476	196.170	77.232
Hafer	2.713.659	2.060.887	811.373
Roggen/-produkte	2.261.319	1.004.524	395.482
Raps- und Senfsamen	6.807.734	722.171	284.319
Sorghum/-produkte	119.610	119.610	47.091
Sonnenblumensamen	4.350.595	515.403	202.915
Gesamt	**65.660.360**	**30.146.780**	**11.868.811**

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung nach FAO (2013b).

Szenario 2: Fleischreduktion um 50 % des pro-Kopf-Verbrauchs (Szenario 2 von Seibold 2012)

Bei einer Reduktion des Fleischkonsums in der EU um 50% müssten 41,275 kg/cap/a weniger produziert werden, was einer Gesamtmenge von 20,94 Mio. t jährlich entspräche. Durch die Notwendigkeit weniger Futtermittel herstellen zu müssen, würden 15 Mio. ha Ackerfläche (14% der gegenwärtigen Ackerfläche der EU; Stand: 2011) weniger benötigt werden (siehe Tabelle 24).

Tabelle 24: Anbaufläche der wichtigsten Kulturarten zur Futtermittelherstellung in ha und erforderliche Flächen für Fleischkonsum in der EU bei einem jährlichen Fleischkonsum pro Kopf von 82,55 kg und 41,275 kg (Szenario 2).

	Anbaufläche in ha Gesamt	erforderliche Fläche für Fleischkonsum (82,55 kg)	erforderliche Fläche für Fleischkonsum (41,275 kg)
Mais/-produkte	9.268.845	7.214.813	3.607.407
Weizen/-produkte	26.268.762	9.833.977	4.916.988
Gerste/-produkte	11.921.360	8.479.225	4.239.612
Kartoffeln/-produkte	1.948.476	196.170	98.085
Hafer	2.713.659	2.060.887	1.030.443
Roggen/-produkte	2.261.319	1.004.524	502.262
Raps- und Senfsamen	6.807.734	722.171	361.086
Sorghum/-produkte	119.610	119.610	59.805
Sonnenblumensamen	4.350.595	515.403	257.702
Gesamt	**65.660.360**	**30.146.780**	**15.073.390**

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung nach FAO (2013b).

4.2.4.2 Szenarien zu reduziertem Export

Zusätzlich zum verringerten Fleischkonsum werden auch für die EU eine Exportreduktion bzw. eine vollständige Aufgabe des Exports von pflanzlichen Nahrungsmitteln betrachtet.

Szenario 3: Exportreduktion pflanzlicher Nahrungsmittel um 50% bei verringertem Fleischkonsum

Durch eine Verringerung des Exports von pflanzlichen Nahrungsmitteln um 50% werden zusätzlich zu den frei gewordenen Flächen durch verringerten Fleischkonsum (Szenario 1 und 2) 1,9 Mio. ha frei (2% der gegenwärtigen Ackerfläche der EU; Stand: 2011) (siehe hierzu auch Tabelle 25).

Tabelle 25: Import-, Vorrats-, Export- und Nettoexportmengen (1000 t) und dafür erforderliche Anbauflächen (ha) und Erntemengen (kg/ha) für die wichtigsten exportierten Kulturarten der EU sowie eingesparte Flächen (ha) bei einem um 50% verringerten Export.

	Import (1000 t)	Vorrat (1000 t)	Export (1000 t)	Netto-Export (1000t)	Anbaufläche (ha)	Anbaufläche für Export (ha)	Anbaufläche für Export 50% (ha)	Erntemenge (kg/ha)
Weizen/-produkte	42.073	379	57.169	14.717,00	26.268.762	2.786.044	1.393.022	5.282
Kartoffeln/-produkte	15.480	-122	18.460	3.102,00	1.948.476	97.021	48.511	31.972
Gerste/-produkte	11.770	3.837	18.260	2.653,00	11.921.360	609.367	304.683	4.354
Tomaten/-produkte	8.020	5	9.142	1.117,00	279.416	19.318	9.659	57.820
Zwiebeln	1.875	0	2.697	822,00	188.259	23.521	11.760	34.948
Sonnenblumensamen	2.995	104	3.498	399,00	4.350.595	203.364	101.682	1.962
Hafer	922	62	1.195	211,00	2.713.659	71.852	35.926	2.937
Oliven (inkl. Eingemachte)	461	67	636	108,00	4.951.363	39.932	19.966	2.705
Hülsenfrüchte, andere und Produkte	434	33	562	95,00	241.066	1.403	701	67.717
Gesamt	84.030	4.365	111.619	23.224	52.862.956	3.851.822	**1.925.911**	

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung nach FAO (2013b).

Addiert man die durch einen um 50% verringerten Export pflanzlicher Nahrungsmittel eingesparten Anbauflächen zu jenen, die durch einen verringerten Fleischkonsum auf 32,5 kg (Szenario 1) bzw. 41,275 kg jährlich (Szenario 2) frei werden, ergeben sich potentielle Flächeneinsparungen von

insgesamt 20 Mio. ha bzw. 17 Mio. ha (siehe hierzu auch nachfolgende Tabelle 27). Das sind 19% bzw. 16% der gegenwärtigen Ackerfläche der EU (Stand: 2011).

Szenario 4: Vollständiger Verzicht der EU auf Export pflanzlicher Nahrungsmittel bei verringertem Fleischkonsum

Durch die vollständige Einstellung des Exports pflanzlicher Nahrungsmittel ergäben sich zusätzlich 3,9 Mio. ha landwirtschaftliche Nutzfläche (4% der gegenwärtigen Ackerfläche der EU; Stand: 2011) (siehe Tabelle 26).

Tabelle 26: Import, Vorrats-, Export- und Nettoexportmengen (1000 t) und dafür erforderliche Anbauflächen (ha) und Erntemengen (kg/ha) für die wichtigsten exportierten Kulturarten in der EU.

	Import (1000 t)	Vorrat (1000 t)	Export (1000 t)	Netto-Export (1000t)	Anbaufläche (ha)	Anbaufläche für Export (ha)	Erntemenge (kg/ha)
Weizen/-produkte	42.073	379	57.169	14.717,00	26.268.762	2.786.044	5.282
Kartoffeln/-produkte	15.480	-122	18.460	3.102,00	1.948.476	97.021	31.972
Gerste/-produkte	11.770	3.837	18.260	2.653,00	11.921.360	609.367	4.354
Tomaten/-produkte	8.020	5	9.142	1.117,00	279.416	19.318	57.820
Zwiebeln	1.875	0	2.697	822,00	188.259	23.521	34.948
Sonnenblumensamen	2.995	104	3.498	399,00	4.350.595	203.364	1.962
Hafer	922	62	1.195	211,00	2.713.659	71.852	2.937
Oliven (inkl. Eingemachte)	461	67	636	108,00	4.951.363	39.932	2.705
Hülsenfrüchte, andere und Produkte	434	33	562	95,00	241.066	1.403	67.717
Gesamt	84.030	4.365	111.619	23.224	52.862.956	**3.851.822**	

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung nach FAO (2013b).

Addiert zu den Einsparungen durch reduzierten Fleischkonsum auf 32,5 kg (Szenario 1) bzw. 41,275 kg pro Jahr (Szenario 2) beliefe sich das Flächeneinsparungspotential auf 22 Mio. ha bzw. 19 Mio. ha (siehe auch nachfolgende Tabelle 27). Dies sind 20% bzw. 18% der gegenwärtigen Ackerfläche der EU (Stand: 2011).

Kombination der Szenarien reduzierter Fleischkonsum und Exportreduktion/-verzicht

In Tabelle 27 ist das gesamte Flächeneinsparungspotential aufgeführt, das sich bei einer Kombination von reduziertem Fleischkonsum (Szenario 1: 32,5 kg Fleisch/Kopf/Jahr und Szenario 2: 41,275 kg Fleisch/Kopf/Jahr) und reduziertem (um 50%) bzw. vollständig eingestelltem Export ergeben würde. Das größte Potential hätte ein auf 32,5 kg reduzierter Fleischkonsum in Kombination mit eingestelltem Export (22 Mio. ha) gefolgt von 32,5 kg Fleischkonsum mit 50% weniger Export (20 Mio. ha) und ein um 50% reduzierter Fleischkonsum mit eingestelltem Export (19 Mio. ha).

Tabelle 27: Gesamte Flächeneinsparung in ha in der EU bei Kombination von reduziertem Fleischkonsum und reduziertem Export.

	Fleischkonsum 32,5 kg	Fleischkonsum 41,275 kg
Export wie bisher	18.277.969	15.073.390
50% weniger Export	20.203.880	16.999.301
kein Export	22.129.791	18.925.212

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung.

4.2.5 Auswirkungen einer möglichen Bevölkerungsentwicklung und des Klimawandels bezüglich der Landwirtschaft bis 2050 auf den Nahrungsmittelbedarf und die Nahrungsmittelproduktion

Laut FAO (2013e) wird sich die globale Bevölkerung bis zum Jahr 2050 auf 9,55 Mrd. erhöhen. In Abbildung 14 lässt sich erkennen, dass die urbane Bevölkerung zwar ansteigen, die Bevölkerung auf dem Land dagegen abnehmen wird. Dies bedeutet zum einen einen steigenden Nahrungsmittelbedarf und zum anderen, dass in Zukunft weniger Menschen für Produktion und Bereitstellung landwirtschaftlicher Erzeugnisse zur Verfügung stehen werden. Angesichts steigender Bevölkerungszahlen sowie der steigenden Nachfrage nach Biotreibstoffen und eines höheren Konsums von Fleisch- und Milchprodukten aufgrund höherer Einkommen steigen in der Folge auch die Nachfrage nach landwirtschaftlichen Produkten und der Bedarf an landwirtschaftlicher Fläche.

Um dieser gesteigerten Lebensmittelnachfrage gerecht zu werden und die Ernährungssicherheit von derzeit ca. 870 Millionen unterernährten Menschen gewährleisten zu können, muss nach Ray et al. (2013) bis zum Jahr 2050 die weltweite Nahrungsmittelproduktion um 60 - 110% erhöht werden. Dabei gehen Ray et al. (2013) davon aus, dass sich der gegenwärtig hohe Fleischkonsum in den Industrie- und Schwellenländern stabilisieren wird.

Bis zum Jahr 2050 soll sich laut Hubert et al. (2010) allein die Nachfrage nach Getreide insgesamt um 56% erhöhen. Im Einzelnen betrachtet bedeutet dies einen 45-prozentigen Anstieg der Nachfrage bei Mais, 26% bei Weizen, 8% bei Reis; die restlichen 21% teilen sich Sorghum und andere Getreidearten (Hubert et al., 2010). Hubert et al. (2010) geben des Weiteren an, dass sich bis zum Jahr 2050 die pro-Kopf-Nachfrage nach Fleisch in Südasien und afrikanischen Ländern unterhalb der Sahara mehr als verdoppeln wird. In Ostasien und Ländern des Ostpazifiks wird sie sich nahezu verdoppeln, im Mittleren Osten und Nordafrika um 50% ansteigen. Mit Blick auf den ohnehin schon hohen Fleischkonsum der Industrieländer wird die dortige Fleischnachfrage um weitere 4% ansteigen. Durch den steigenden Fleischkonsum, aber auch durch die höhere Nachfrage nach Milch und Milchprodukten, wird der Bedarf an Futtermitteln stark ansteigen und weiteren Druck auf Anbauflächen für bspw. Mais ausüben. Allein beim Mais werden weltweit 60% als Futtermittel und 16% für die Produktion von Biotreibstoffen verwendet werden (Hubert et al., 2010).

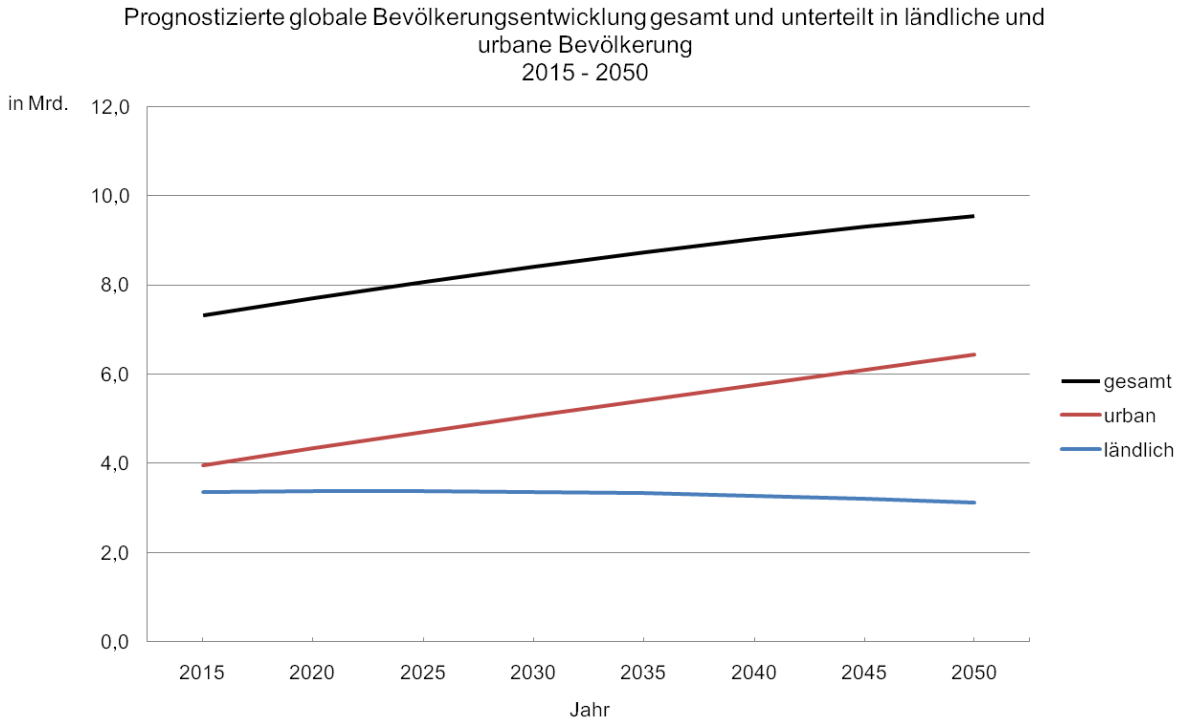


Abbildung 14: Prognostizierte globale Bevölkerungsentwicklung gesamt und unterteilt in ländliche und urbane Bevölkerung von 2015-2050. Quelle: eigene Darstellung nach FAO (2013e).

Laut Ray et al. (2013) ist eine 2,4-prozentige Steigerung pro Jahr notwendig, um die Erntemengen im Jahr 2050 zu verdoppeln (Basisjahr 2008) und die weltweite Ernährungssicherung zu gewährleisten. Die durchschnittliche globale Erntesteigerung beträgt derzeit (Stand: 2013) pro Jahr 1,6% bei Mais, 1% bei Reis, 0,9% bei Weizen und 1,3% bei der Soja (siehe Tabelle 28). Mais, Reis, Weizen und Soja generieren zusammen 2/3 der momentan zur Verfügung stehenden Kalorien aus Feldfrüchten.

Auf das Jahr 2050 gerechnet wird es allerdings nicht möglich sein, die nötigen Erntemengen zu verdoppeln, denn mit den gegenwärtigen Ertragsraten wird sich lediglich eine Steigerung von ca. 67% beim Mais, ca. 42% beim Reis, ca. 38% beim Weizen und ca. 55% bei der Soja einstellen (Ray et al., 2013) (siehe hierzu auch Tabelle 28).

Ein von Ray et al. (2013) berechnetes Szenario ist dagegen optimistischer. Hier wird von jährlichen Steigerungsraten von 2,4% für Mais, 1,4% für Reis, 1,8% für Weizen und 2% für Soja ausgegangen. Dies hätte eine gesteigerte Ertragsproduktion von ca. 101% beim Mais, ca. 59% beim Reis, ca. 76% beim Weizen und ca. 84% bei der Soja zur Folge. Das „worst-case-Szenario“ von Ray et al. (2013) geht dagegen von jährlichen Steigerungsraten von 0,8% (Mais), 0,5% (Reis), 0,1% (Weizen) und 0,3% (Soja) aus. Die daraus folgende zusätzliche Ertragsproduktion würde somit ca. 34% beim Mais, ca. 21% beim Reis, ca. 4% beim Weizen und ca. 13% bei der Soja betragen (siehe Tabelle 28). Es besteht also laut Ray et al. (2013) eine 90-prozentige Chance, dass bis 2050 der Anstieg der weltweiten Produktion bei Mais zwischen 34 - 101% liegt. Bei Reis beträgt die Steigerung zwischen 21 - 59 %, bei Weizen zwischen 4 - 76% und bei der Soja zwischen 13 - 84% (vgl. auch Tabelle 28).

Tabelle 28: Globale Ertragssteigerungsrate (%) und Ertragssteigerung bis 2050 (%) bei derzeitigem Stand (Status Quo), unter einem optimistischen und einem worst-case-Szenario von Ray et al. (2013).

	Mais	**Reis**	**Weizen**	**Soja**
Status Quo:				
globale Erntesteigerung (Stand: 2013)	1,6%	1,0%	0,9%	1,3%
Ertragssteigerung bis 2050	~67%	~42%	~38%	~55%
optimistisches Szenario von Ray et al. (2013):				
jährl. Steigerungsrate	2,4%	1,4%	1,8%	2,0%
Ertragssteigerung bis 2050	~101%	~59%	~76%	~84%
worst-case-Szenario von Ray et al. (2013):				
jährl. Steigerungsrate	0,8%	0,5%	0,1%	0,3%
Ertragssteigerung bis 2050	~34%	~21%	~4%	~13%

Quelle: eigene Darstellung nach Ray et al. (2013).

Allerdings variieren die Ertragsraten je nach betrachteter Region und in der Konsequenz auch die prognostizierten Produktionszuwächse für 2050. Mit Ausnahme einzelner abgelegener Gemeinden in Brasilien werden bspw. in Südamerika beim Mais doppelte Erträge meistens erreicht werden (1,7 - 4% Steigerungsrate). Dagegen wird sich der Reisertrag gerade in abgelegenen Gebieten Brasiliens verdoppeln, im Nordosten des Landes allerdings verringern. Der Weizenertrag wird um 0,1 - 1,5% jährlich steigen, aber nicht zu einer Veränderung der verfügbaren Menge pro Kopf in Brasilien beitragen. Auch die Soja wird eine Ertragssteigerung von 1,5 - 2,4% verzeichnen (Ray et al., 2013). Siqueira et al. (2001, zit. in IPCC, 2007) gehen dagegen in Brasilien von einer Ertragsverringerung beim Weizen von 30% aus. Die Maiserträge fallen um 15% und nur die Soja wird einen Zuwachs von 21% erreichen.

Parry et al. (2004, zit. in IPCC, 2007) geben außerdem an, dass, sofern CO_2-Effekte nicht berücksichtigt werden, es in Lateinamerika[8] zu Ernteeinbußen bis zu 30% bis zum Jahr 2080 kommen wird. Allerdings sind in der ganzen Region bereits seit 2010 Ertragsveränderungen durch CO_2-Einfluß zu beobachten. So gingen seitdem die Erträge für Reis zurück, die Sojaerträge nahmen zu (IPCC, 2007). Laut Parry et al. (2004, zit. in IPCC, 2007) werden bspw. in Mexiko Ertragseinbußen von bis zu 30% erwartet, in Argentinien hingegen wird mit steigenden Erträgen um 5% gerechnet.

Im Hinblick auf das Bevölkerungswachstum in Südamerika werden die geringen Ertragssteigerungen keinen signifikanten Beitrag zur globalen Ernährungssicherung leisten können.

In der EU ist laut Ray et al. (2013) mit Ertragssteigerungen beim Mais zu rechnen. Allerdings wird die benötigte jährliche Steigerungsrate von 2,4% nur in Portugal und der Tschechischen Republik erreicht

werden. Aufgrund der steigenden Raten von 0,8 - 3% jährlich wird der Pro-Kopf-Ertrag in der EU bis 2050 steigen. Der Reisertrag wird zwar pro Jahr um 0,2 - 1,5% zunehmen, obwohl er nur in einigen wenigen europäischen Ländern angebaut wird. Der Sojaertrag steigt nur in kleinen Gebieten Rumäniens mit der benötigten Rate (Ray et al., 2013). Die jährlichen durchschnittlichen Ertragszuwächse beim Weizen liegen unter 1%, mit Ausnahme von Estland, das einen Zuwachs von 1,5% verzeichnen kann. Allerdings geben Ewert et al. (2005, zit. in IPCC, 2007) an, dass die Ertragszuwächse bis 2050 je nach betrachtetem Szenario beim Weizen zwischen 37 - 101% liegen können.

Erhöhte Erntemengen und ein gleichzeitig abnehmender Nahrungsmittelbedarf aufgrund sinkender Bevölkerungszahlen in der EU können ebenfalls zu einem sinkenden Bedarf an landwirtschaftlichen Nutzflächen in der EU führen (Rounsevell et al., 2005, zit. in IPCC, 2007). Allgemein sind aber in der EU nur geringe Zuwächse in der Produktivität der Pflanzen durch den Klimawandel und durch erhöhte CO_2-Mengen in der Atmosphäre zu beobachten (IPCC, 2007). So können Feldfrüchte, die bislang hauptsächlich im südlichen Europa angebaut wurden, bis 2050 auch weiter nördlich und in höher gelegenen Gebieten des Südens kultiviert werden (Audsley et al., 2006, zit. in IPCC, 2007). Manche Feldfrüchte, Energiepflanzen und Getreide zeigen eine zunehmende Tendenz, sich nach Norden hin auszubreiten, weisen jedoch geringere Ernteerträge im südlichen Europa auf (Tuck et al., 2006, zit. in IPCC, 2007). Die größten Ernteabnahmen werden im mediterranen Raum, in südwestlichen Gebieten des Balkans und im südlichen europäischen Russland erwartet (IPCC, 2007).

Gerade der Klimawandel hat Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Produktion. So führen Tirado et al. (2010) bspw. an, dass moderate Temperatursteigerungen zusammen mit den angenommenen steigenden CO_2-Emissionen und größeren Niederschlagsmengen nur geringe positive Folgen für regenbewässerte Hauptkulturarten wie Mais, Weizen und Reis sowie Weiden in mittleren bis hohen Breiten haben werden. In saisonbedingt trockenen und tropischen Regionen verringert jedoch schon ein geringer Temperaturanstieg die Ertragsmengen. Ein weiterer Anstieg der Temperaturen wird nicht nur negative Auswirkungen auf regionale Erträge, sondern auch auf die globale Ernährungssicherheit haben (Tirado et al., 2010).

Ein zusätzlicher Aspekt, der sich negativ auf die globale Ernährungssicherung im Jahr 2050 auswirken wird, ist, dass sich Anbauflächen nicht in dem Maß ausdehnen werden, wie sie zur Deckung des prognostizierten Nahrungsmittelbedarfs benötigt werden (Hubert et al., 2010). Auch geben Hubert et al. (2010) an, dass die prognostizierte globale Wachstumsrate für Getreideerträge zwischen den Jahren 2000 - 2050 nur noch 1,01% beträgt. Diese Wachstumsrate ist weit von der benötigten 2,4-prozentigen Wachstumsrate (Ray et al, 2013) entfernt und wird keinen ausschlaggebenden Beitrag zur Ernährungssicherung im Jahr 2050 leisten können.

Außerdem können sich Ernteerträge in der Folge von Hitzestress und trockeneren Böden in tropischen und subtropischen Gebieten um bis zu einem Drittel verringern, sowie Wiesen und Weiden ihre

[8] Lateinamerika bezeichnet sowohl die Länder in Süd- als auch in Mittelamerika.

Produktivität einschränken. Ferner werden Bis zum Jahr 2050 50% der landwirtschaftlichen Nutzflächen in Lateinamerika und der Karibik von Versalzung und Desertifikation betroffen sein (IPCC, 2007).

Auch ist davon auszugehen, dass der Handel von agrarischen Produkten aufgrund des Klimawandels steigt, und somit auch die Abhängigkeit der Entwicklungsländer von Nahrungsmittelimporten. Hinzu kommt, dass sich der Klimawandel aufgrund sowohl steigender Temperatur des Meerwassers als auch dessen Versalzung und Versauerung auf die Verfügbarkeit von aquatischen Lebensmitteln auswirkt (Tirado et al., 2010).

Zusammenfassend ist davon auszugehen, dass die steigende globale Bevölkerung folglich auch einen höheren Nahrungsmittelbedarf aufweist, der aufgrund des Klimawandels, der für geringere Ernteerträge durch bspw. höhere Temperaturen oder durch ein geringeres Wasserangebot verantwortlich ist, nicht zu decken sein wird. Dementsprechend wird sich - wie auch von der FAO (2005, zit. in Tirado et al., 2010) vorausgesagt - die Zahl der Menschen, die an Hunger leiden, bis zum Jahr 2050 weiter erhöhen und der Klimawandel eine Gefahr für die globale Ernährungssicherung darstellen. Da durch den höheren Nahrungsmittelbedarf in der Folge auch mehr Anbauflächen für die Bereitstellung von Nahrungsmitteln benötigt werden, ist es fraglich, ob ein zusätzlicher oder auch weitergeführter Anbau von Energiepflanzen überhaupt zu verantworten ist, da dadurch Flächen in Anspruch genommen werden, die zur Nahrungsmittelproduktion geeignet wären. Das ohnehin schon nicht ausreichende Angebot an landwirtschaftlichen Nutzflächen für die Nahrungs- und Futtermittelproduktion würde durch die Kultivierung von Energiepflanzen zunehmend geschmälert und die globale Ernährungssicherung im Jahr 2050 in noch höherem Maße gefährden.

4.3 Auswirkungen der Biotreibstoffproduktion in Brasilien und der EU auf die nachhaltige Lebensmittelproduktion und -versorgung

4.3.1 Auswirkungen der Biotreibstoffproduktion auf eine nachhaltige Nahrungsmittelproduktion in Brasilien und der EU

Nachfolgend werden die Auswirkungen dargestellt, die der Anbau von NAWAROS für die Biotreibstoffproduktion auf eine nachhaltige Lebensmittelproduktion hat. Dies erfolgt durch die Ermittlung des Ist-Standes des Nahrungsmittelbedarfs und der Biotreibstoffproduktion der einzelnen betrachteten Länder sowie der dafür benötigten Anbauflächen.

4.3.1.1 Ist-Stand des Nahrungsmittelbedarfs der Bevölkerung in Brasilien 2011

Der Nahrungsmittelbedarf aller erfassten Lebensmittel betrug in Brasilien im Jahr 2011 laut FAO (2013b) 164.018.000 t. In diesem Wert sind auch weiterverarbeitete Produkte (z.B. Öle, Zucker), Fleisch, Fisch und tierische Erzeugnisse (z.B. Milch, Eier, Honig) enthalten. Tabelle 29 gibt den Nahrungsmittelbedarf der wichtigsten 31 Kulturarten an. Dieser belief sich in Brasilien im Jahr 2011 auf 69.749.000 t, der Verzehr von Fleisch in diesem Jahr auf 18.309.000 t (siehe hierzu Kapitel 4.2.1, Tabelle 9).

Um den Nahrungsmittelbedarf zu decken, wurden im Jahr 2011 10 Mio. ha der landwirtschaftlichen Nutzflächen bewirtschaftet (vgl. Tabelle 29). Allerdings war bei manchen pflanzlichen Nahrungsmitteln ein Vorratsverzehr nötig und/oder eine gewisse Menge wurde importiert (Weizen, Nüsse, Pfeffer, Sesamsamen; siehe Tabelle 29). Interessant ist dies vor allem beim Weizen, da sich dessen Gesamtbedarf (11.806.000 t, vgl. Anhangtabelle Food Balance Sheet Brasilien) auf etwas mehr als das Doppelte der eigentlichen Produktionsmenge (5.690.000 t) beläuft und allein 10.528.000 t nur zur Deckung des Nahrungsmittelbedarfs benötigt werden. Der Anteil zur Futtermittelbereitstellung beträgt beim Weizen 500.000 t.

Darüberhinaus ist das Verhältnis der Gesamtproduktion zur Menge der Nahrungsmittelproduktion beim Mais, der Soja und dem Zuckerrohr besonders auffällig. Bei diesen Kulturarten werden nur sehr geringe Mengen zur Deckung des inländischen Nahrungsmittelbedarfs verwendet, die einzeln betrachtet, weniger als 10% betragen (Mais: 8,6%, Soja: 0,99%, Zuckerrohr: 0,45%; siehe Tabelle 30). Der Rest der Produktion dient entweder als Futtermittel, zur Produktion von Biotreibstoffen oder steht dem Export zur Verfügung. Daraus folgt, dass nur ein minimaler Teil der Anbauflächen dieser drei Kulturarten zur Deckung des inländischen pflanzlichen Nahrungsmittelbedarfs verwendet wird. Sowohl Mais als auch Soja dienen zum Großteil als Futtermittel und tragen daher zur Deckung des inländischen Fleischbedarfs bei. Eine Reduktion des Fleischkonsums würde in der Folge dazu führen, dass weniger Anbauflächen für diese Kulturarten benötigt würden und frei gewordene Flächen anderweitig nutzbar wären.

Tabelle 29: Gesamtproduktionsmenge (1000 t) und bereitgestellte Menge für pflanzliche Nahrungsmittel (1000 t) Gesamtanbaufläche[1] und Anbaufläche zur pflanzlichen Nahrungsmittelproduktion[2] in ha in Brasilien im Jahr 2011 für 31 Kulturarten.

	Produktion (1000 t)	Bedarf für Ernährung (1000 t)	Anbaufläche (ha)	Anbaufläche für pflanzliche Nahrungsmittel (ha)
Bohnen	3.435	3.231	3.673.162	3.455.018
Weizen/-produkte	5.690	10.528	2.138.916	2.138.916
Mais/-produkte	55.660	4.786	13.218.892	1.136.644
Maniok/-produkte	25.350	8.492	1.733.541	580.719
Kakaobohnen und Produkte	249	194	680.484	530.176
Kaffee und Produkte	2.701	611	2.148.775	486.080
Orangen, Mandarinen	20.816	11.451	817.292	449.597
Bananen	7.329	6.120	503.354	420.320
Kokosnüsse	2.944	2.668	270.541	245.178
Sojabohnen	74.815	744	23.968.663	238.357
Kartoffeln/-produkte	3.917	3.784	149.212	144.146
Tomaten und Produkte	4.417	4.012	71.473	64.920
Tee (inkl. Mate)	447	391	73.476	64.271
Zwiebeln	1.523	1.371	63.481	57.145
Erdnüsse (geschältes Äquivalent)	218	108	106.671	52.846
Trauben und Produkte (excl. Wein)	1.542	939	84.338	51.358
Zuckerrohr	734.006	3.300	9.601.316	43.166
Zitronen, Limetten und Produkte	1.127	808	47.267	33.888
Äpfel und Produkte	1.339	1.100	38.077	31.281
Pfeffer	45	745	21.089	21.089
Süßkartoffeln	545	229	43.843	18.422
Yamswurzel	244	112	25.035	11.491
Sesam	6	9	9.000	9.000
Ananas und Produkte	2.365	338	62.481	8.930
Nüsse/-produkte	282	3.230	3.766	3.766
Grapefruit und Produkte	75	64	4.280	3.652
Sonnenblumen	78	4	62.535	3.207
Raps und Senf	52	2	42.000	1.615
Erbsen	4	44	1.538	1.538
Hafer	373	331	1721	1.527
Roggen/-produkte	4	3	23	17
	Gesamt	**69.749**	**59.666.242**	**10.308.281**

[1] Bei der Gesamtanbaufläche handelt es sich um die Fläche die für die gesamte Produktion zur Verfügung steht. Inkludiert sind hierbei sowohl Flächen für Exporte als auch Flächen zur Produktion von Futtermitteln.
[2] Die Anbaufläche zur pflanzlichen Produktion beinhaltet nur Flächen, die direkt der Nahrungsmittelproduktion zuzuordnen sind.
Quelle: eigene Darstellung und Berechnung nach FAO (2013b), FAO (2013c).

Tabelle 30: Gesamtproduktion (1000 t), Menge pflanzliche Nahrungsmittelproduktion (1000 t) und Verwendung (u.a. verwendete Fläche zur pflanzlichen Nahrungsmittelproduktion) in ha von Mais, Soja und Zuckerrohr in Brasilien im Jahr 2011.

	Produktion (1000 t)	Bedarf für Ernährung (1000 t)	Anbaufläche (ha)	Anteil der Anbaufläche für pflanzliche Nahrungsmittel an Gesamtanbaufläche	Anteil Nahrungsmittel an Gesamtproduktion der einzelnen Kulturart (%)
Zuckerrohr	734.006	3.300	9.601.316	0,45%	0,45%
Sojabohnen	74.815	745	23.968.663	0,99%	1,00%
Mais/-produkte	55.660	4.786	13.218.892	8,60%	8,60%
Gesamt	864.481	8.831	46.788.871	**3,03%**	**1,02%**

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung nach FAO (2013b).

Um den Nahrungsmittelbedarf (69.749.000 t) und den Bedarf an Futtermitteln (60.749.000 t) für den inländischen Fleischkonsum (2011: 92,97 kg/cap/a) zu decken, werden 10,3 Mio. ha bzw. 10,6 Mio. ha (siehe Tabelle 31) Ackerfläche benötigt (vergleiche hierzu auch Kapitel 4.2.2.1, Tabelle 12). Es lässt sich feststellen, dass das Verhältnis der Anbauflächen zur Deckung des inländischen Nahrungs- bzw. Futtermittelbedarfs nahezu gleich ist.

Tabelle 31: Bedarf (1000 t) und Anbauflächen (ha) von pflanzlichen Nahrungs- und Futtermitteln für den inländischen Bedarf in Brasilien im Jahr 2011.

	Nahrungsmittel	**Futtermittel**
Bedarf (1000 t)	69.749	60.749
Anbaufläche (ha)	10.308.281	10.649.540

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung auf Basis von FAO (2013b).

Folglich werden in Brasilien, prozentual betrachtet, 20,65% der gesamten Anbaufläche zur Herstellung von Futtermitteln verwendet.

4.3.1.2 Ist-Stand des Flächenbedarfs für die Biotreibstoffproduktion in Brasilien

Wie in Tabelle 32 zu sehen, wurden im Jahr 2011 15,7 Mio. ha zum Anbau der drei wichtigsten Kulturarten (Zuckerrohr, Soja, Mais) zur Biotreibstoffherstellung bewirtschaftet, was 5,72% der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche (275.373.000 ha) entspricht. Dieser Wert lässt annehmen, dass der prozentuale Anteil der Biotreibstoffe an der landwirtschaftlichen Nutzfläche von 7,5% in Kapitel 4.1.1 richtig angesetzt wurde, da Tabelle 32 nur auf Zuckerrohr, Soja und Mais eingeht und andere Kulturarten, aus denen Biotreibstoffe hergestellt werden - wie z.B. Baumwollsamen - außer Acht lässt.

Ferner ist auffällig, dass Zuckerrohr, Soja und Mais zusammen lediglich mit 1,02% (Tabelle 33) zur Deckung des Nahrungsmittelbedarfs beitragen. Vor allem bei der Soja ist die Menge, die als Nahrung dient, verhältnismäßig klein (745.000 t) und entspricht nur 1% der Gesamtproduktion (Tabelle 33), der größte Teil (36.535.000 t) von 49% wird zu Biotreibstoffen verarbeitet. Die übrigen 50% dienen als Futtermittel oder werden exportiert. Dies bedeutet, dass 99% der Sojaproduktion **nicht direkt** zur Deckung des Nahrungsmittelbedarfs beitragen. Insbesondere bei der Soja ist die Fläche, die zur Nahrungsmittelbereitstellung verwendet wird (0,99%) (siehe Tabelle 30), im Gegensatz zur Fläche, die zur Herstellung von Biotreibstoff dient (48,8%), sehr gering (siehe Tabelle 32).

Zusammen beträgt der Anteil der Anbaufläche zur Herstellung von Biotreibstoffen aus Zuckerrohr, Soja und Mais 21,78% der gesamten Ackerfläche (siehe Tabelle 33).

Tabelle 32: Gesamtproduktionsmenge (1000 t), Menge (1000 t), Anbaufläche (ha) und Anteil zur Weiterverarbeitung zu Biotreibstoffen (BTS) in Brasilien im Jahr 2011.

	Produktion (1000 t)	Verarbeitung zu BTS (1000 t)	Anbaufläche (ha)	verwendete Fläche zur BTS-Herstellung (ha)	Anteil der Anbaufläche von BTS an der Gesamtanbau-fläche der Kulturart (%)	Anteil der Anbaufläche von BTS an der gesamten Ackerfläche (%)
Zuckerrohr	734.006	307.210	9.601.316	4.018.523	41,9%	5,56%
Sojabohnen	74.815	36.525	23.968.663	11.701.480	48,8%	16,19%
Mais/-produkte	55.660	78	13.218.892	18.524	0,140%	0,03%
Gesamt	864.481	343.813	46.788.871	**15.738.527**	**33,6%**	**21,78%**

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung nach FAO (2013b).

Insgesamt beträgt die Fläche zum Anbau von Zuckerrohr, Soja und Mais zur Nahrungsmittelbereitstellung 1,4 Mio. ha (siehe Tabelle 30), also knapp ein Zehntel der Fläche, die diesen drei Kulturarten zur Herstellung von Biotreibstoffen (15,7 Mio. ha, siehe Tabelle 32) zur Verfügung steht.

Tabelle 33: Gesamtproduktionsmenge (1000 t), Menge zur Herstellung von BTS (1000 t), Menge zur Nahrungsmittelproduktion (1000 t), prozentualer Anteil der Biotreibstoffe und Nahrungsmittel an der Gesamtproduktion der einzelnen Kulturart in Brasilien im Jahr 2011.

	Produktion (1000 t)	Verarbeitung zu BTS (1000 t)	Bedarf für Ernährung (1000 t)	Anteil BTS an Gesamtproduktion der einzelnen Kulturart (%)	Anteil Nahrungsmittel an Gesamtproduktion der einzelnen Kulturart (%)
Zuckerrohr	734.006	307.210	3.300	42%	0,45%
Sojabohnen	74.815	36.525	745	49%	1,00%
Mais/-produkte	55.660	78	4.786	0,14%	8,60%
Gesamt	864.481	343.813	8.831	**40%**	**1,02%**

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung nach FAO (2013b).

Tabelle 33 vergleicht die prozentualen Anteile von Zuckerrohr, Soja und Mais zur Herstellung von Biotreibstoffen und Nahrungsmitteln. Einzig beim Mais ist der Anteil zur Biotreibstoffproduktion (0,14%) im Gegensatz zum Anteil von Zuckerrohr (42%) und Soja (49%) sehr gering, dafür wird eine größere Menge (8,6%) zur pflanzlichen Nahrungsmittelbereitstellung verwendet (siehe Tabelle 33). Der größte Teil dient als Futtermittel für die Fleischproduktion zur Deckung des Inlandsbedarfs und den Fleischexport (siehe auch Kapitel 4.2.1, Tabelle 7).

4.3.1.3 Conclusio: Auswirkungen der Biotreibstoffproduktion in Brasilien

Aus den Ausführungen in den beiden vorausgehenden Kapiteln kann gefolgert werden:

1.) Die angeführten Ertrags- bzw. Produktionsmengen entstammen der konventionellen Landwirtschaft, die in Brasilien mit intensiver Mechanisierung und daraus folgender Bodenbelastung, mit Pestizideinsatz und z.T. hohen Düngemittelgaben sowie Ausräumung der Biotopvielfalt einhergeht (Kovac/Zimmer, 2012).

2.) Der Flächenbedarf an Ackerfläche für den Anbau von Nutzpflanzen für die Biotreibstoffproduktion ist trotz konventioneller, energie- und betriebsmittelintensiver landwirtschaftlicher Produktion hoch.

3.) Durch diesen hohen Ackerflächenbedarf steigt der Druck nach zusätzlichen Ackerflächen, was voraussichtlich eine weitere Zerstörung von Tropenwäldern und Savannenland zur Folge haben wird.

4.) Dieser Druck nach zunehmenden Ackerflächen, der durch erhöhten Fleischkonsum verstärkt wird, führt möglicherweise auch zur weiteren Intensivierung im Anbau von Zuckerrohr, Mais und Soja.

4.3.1.4 Ist-Stand des Nahrungsmittelbedarfs der Bevölkerung in der EU 2011

Im Jahr 2011 betrug laut FAO (2013b) der Nahrungsmittelbedarf der Bevölkerung der EU 489.625.000 t (siehe hierzu Anhangtabelle Food Balance Sheet EU). Darin enthalten sind wiederum auch weiterverarbeitete Lebensmittel sowie Lebensmittel tierischer Herkunft. Betrachtet man allerdings nur die 28 bzw. 35 wichtigsten Kulturarten in der EU, beläuft sich der Nahrungsmittelbedarf auf 165.280.000 t, wobei einige Kulturarten, wie bspw. Kaffee, Kakao oder Kokosnüsse, aufgrund der klimatischen Bedingungen in Europa nicht gedeihen und daher zu 100% von der EU importiert werden müssen (Tabelle 34).

Subtrahiert man den Bedarf an Nahrungsmitteln, die nicht in der EU produziert werden können, vom pflanzlichen Nahrungsmittelbedarf der wichtigsten 28 bzw. 35 Kulturarten, beläuft sich der pflanzliche Nahrungsmittelbedarf, der in der EU wachsenden Kulturarten auf 160.756.000 t. Allerdings ist es der EU nicht möglich, den Nahrungsmittelbedarf bei allen Kulturarten gänzlich durch die eigene Produktion zu decken. Dies trifft vor allem auf Südfrüchte wie z.B. Orangen, Bananen, Ananas etc. und Nüsse sowie Reis und Sesamsamen zu (siehe dazu auch Tabelle 34), die teilweise importiert werden, um den Bedarf zu decken.

Betrachtet man die verschiedenen Kulturarten, ist besonders der Weizen auffällig, dessen hohe Produktionsmenge von 138.770.000 t nur 52.189.000 t als Speiseweizen bereitstellt (Tabelle 34). Dies

entspricht 37,6% des gesamten in der EU produzierten Weizens. Der größte Teil wird als Futtermittel verwendet. Noch ausgeprägter verhält es sich bei den Futtergetreidearten Mais und Gerste (siehe Anhangtabelle Food Balance Sheet EU).

Zur **direkten pflanzlichen** Nahrungsmittelproduktion standen der EU im Jahr 2011 insgesamt 16,2 Mio. ha Ackerland und Sonderkulturenfläche zur Verfügung. Ferner wurden 30,1 Mio. ha Ackerfläche bewirtschaftet, um Futtermittel (165.177.000 t) zu produzieren (Tabelle 35). Die gesamte Ackerfläche belief sich 2011 auf 108.107.200 ha. Somit wurden zur Bereitstellung von Futtermitteln mindestens 27% der gesamten Ackerflächen verwendet. Hinzu kommt noch ein Teil der Weizenproduktion, der als Futterweizen verwendet wird. Darüber hinaus importiert die EU große Mengen an Futtermittel (v.a. Eiweißfuttermittel), was den potentiellen Flächenbedarf für Futtermittel weiter erhöht.

Tabelle 34: Gesamtproduktionsmenge (1000 t), bereitgestellte Menge für pflanzliche Nahrungsmittel (1000 t), Gesamtanbaufläche und Anbaufläche zur Nahrungsmittelproduktion in ha in der EU im Jahr 2011 für 28 in der EU angebaute Kulturarten.

	Produktion (1000 t)	Bedarf für Ernährung (1000 t)	Anbaufläche (ha)	Anbaufläche für Nahrungsmittel (ha)
Weizen/-produkte	138.770	52.189	26.268.762	9.879.228
Kartoffeln/-produkte	62.298	36.473	1.948.476	1.140.755
Roggen/-produkte	6.910	3.011	2.261.319	985.359
Trauben und Produkte (ohne Wein)	25.157	3.831	3.295.755	501.890
Mais/-produkte	70.138	3.764	9.268.845	497.418
Reis (in Äquivalent geschliffen)	2.081	2.643	481.543	481.543
Orangen, Mandarinen	9.717	15.490	481.105	481.105
Äpfel und Produkte	11.717	9.302	547.725	434.833
Erbsen	1.617	652	861.555	347.393
Hafer	7.970	875	2.713.659	297.924
Oliven (inkl. Eingemachte)	13.391	795	4.951.363	293.954
Tomaten/-produkte	16.261	13.918	279.416	239.156
Bohnen	144	416	157.904	157.904
Zwiebeln	6.574	5.125	188.259	146.764
Gerste/-produkte	51.921	546	11.921.360	125.365
Zitronen, Limetten und Produkte	1.313	1.532	76.352	76.352
Sonnenblumen	8.534	82	4.350.595	41.803
Raps und Senf	19.306	91	6.756.509	31.847
Sojabohnen	1.246	87	449.269	31.370
Erdnüsse	6	445	10.848	10.848
Bananen	386	4.318	10.751	10.751
Nüsse und Produkte	829	2.369	6.733	6.733
Süßkartoffeln	54	63	4.185	4.185
Hirse/-produkte	101	10	45.050	4.460
Grapefruit und Produkte	98	1.041	3.583	3.583
Datteln	4	64	679	679
Ananas und Produkte	3	1.594	258	258
Sesam	1	30	243	243
Kaffee und Produkte	0	2.429	0	0
Kakaobohnen und Produkte	0	1.198	0	0
Kochbananen	0	196	0	0
Kokosnüsse, inkl. Copra	0	350	0	0
Nelken	0	1	0	0
Pfeffer	0	58	0	0
Tee (inkl. Mate)	0	292	0	0
	Gesamt	**165.280**		**16.233.702**

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung nach FAO (2013b).

Im Gegensatz zu Brasilien (siehe oben) wird zur Herstellung von Futtermitteln in der EU im Vergleich zur Herstellung von Nahrungsmitteln nahezu die doppelte Ackerfläche verwendet (Tabelle 35). Dies hängt zum einen damit zusammen, dass in der EU neben Futterweizen hauptsächlich Mais verfüttert wird. Beide Kulturarten benötigen Ackerflächen, die in der Regel auch für Speisegetreide und weitere Nahrungsmittelpflanzen verwendet werden könnten. Ein Teil des angebauten Futterweizens und Mais wird entweder direkt exportiert (57.169.000 t Weizen, 18.268.000 t Mais, siehe Kapitel 4.2.3 Tabelle 18) oder als Futtermittel für tierische Produkte verwendet, die dann als Fleisch, Milch, Eier etc. exportiert werden. (51.947.000 t Weizen, 54.699.000 t Mais, siehe Kapitel 4.2.3 Tabelle 18). Zum

anderen ist die EU Nettoimporteur von landwirtschaftlichen Erzeugnissen und benötigt somit weniger eigene Anbauflächen zur Nahrungsmittelbereitstellung.

Tabelle 35: Bedarf (1000 t) und Anbauflächen (ha) von Nahrungs- und Futtermitteln in der EU im Jahr 2011.

	Nahrungsmittel	**Futtermittel**
Bedarf (1000 t)	165.280	165.177
Anbaufläche (ha)	16.233.702	30.146.780

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung auf Basis von FAO (2013b).

4.3.1.5 Ist-Stand der Biotreibstoffproduktion in der EU

In der EU werden 14.614.688 ha zur Produktion von Biotreibstoffen (BTS) verwendet (Stand: 2011, Tabelle 36), was 13,52% der gesamten Ackerfläche (108.107.200 ha) entspricht. Dieser Wert ist noch etwas höher, da in Tabelle 36 nur die 7 wichtigsten Kulturarten zur Biotreibstoffherstellung berücksichtigt werden. Ein Teil dieser Fläche wird sekundär über Koppelprodukte genutzt. Außerdem ist in Tabelle 36 zu erkennen, dass 36% der Anbauflächen für die sieben betrachteten Kulturarten allein zur Biotreibstoffherstellung bewirtschaftet werden.

Tabelle 36: Produktionsmenge (1000 t), Menge zur BTS Herstellung (1000 t), Anbaufläche (ha) sowie Fläche zur Herstellung von Biotreibstoffen (BTS) (ha) der 7 wichtigsten Kulturarten zur Biotreibstoffproduktion in der EU im Jahr 2011.

	Produktion (1000 t)	**Verarbeitung zu BTS (1000 t)**	**Anbaufläche (ha)**	**verwendete Fläche zur BTS-Herstellung (ha)**	**Anteil Fläche für BTS an Gesamtanbau-fläche der Kulturart (%)**	**Anteil der Anbaufläche von BTS an der gesamten Ackerfläche (%)**
Zuckerrübe	125.145	118.540	1.646.132	1.559.251	95%	1,44%
Raps und Senf	19.306	20.688	6.807.734	6.807.734	100%	6,30%
Sojabohnen	1.246	12.521	449.269	449.269	100%	0,42%
Gerste	51.921	8.105	8.479.225	1.323.628	16%	1,22%
Sonnenblumen	8.534	6.748	4.350.595	3.440.100	79%	3,18%
Mais	70.138	5.504	9.268.845	727.362	8%	0,67%
Weizen	138.770	4.337	9.833.977	307.343	3%	0,28%
Gesamt	415.060	176.443	40.835.777	**14.614.688**	**36%**	**13,52%**

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung nach FAO (2013b).

Im Jahr 2010 wurden in der EU 2.480.000 t Rohöläquivalent (toe) Bioethanol und 9.922.000 toe Biodiesel produziert. Zur Herstellung von Bioethanol wurden 1.747.000 t Weizen, 1.205.000 t Mais, 2.517.000 t Zuckerrüben und 2.023.000 t Zuckerrohr verarbeitet, für Biodiesel 7.621.000 t Rapssamen, 3.998.000 t Soja, 3.337.000 Palmöl und 721.000 t Sonnenblumensamen (Tabelle 37).

Tabelle 37: Herstellung von Biotreibstoffen in der EU im Jahr 2010 (in 1000 Tonnen Rohöläquivalent) unterteilt nach Ausgangsrohstoffen (1000 t).

	Biotreibstoff (1000 toe)	**Ausgangsrohstoff für Biotreibstoffe (1000 t)**
Bioethanol	**2.480**	
Weizen	623	1.747
Mais	490	1.205
Zuckerrübe	735	2.517
Zuckerrohr	336	2.023
andere	296	---
Biodiesel	**9.922**	
Rapssamen	4.751	7.621
Soja	2.220	3.998
Palmöl	1.043	3.337
Sonnenblumen	444	712
andere	1.465	---

Quelle: modifizierte Darstellung nach Hamelinck (2013).

Tabelle 38: Die sieben wichtigsten Kulturarten zur Herstellung von Biotreibstoffen (BTS) in der EU im Jahr 2011.

	Produktion (1000 t)	**Verarbeitung zu BTS (1000 t)**	**Direkt für die Ernährung (1000 t)**
Zuckerrübe	125.145	118.540	0*
Raps und Senf	19.306	20.688	91
Sojabohnen	1.246	12.521	87
Gerste	51.921	8.105	546
Sonnenblumen	8.534	6.748	82
Mais	70.138	5.504	3.764
Weizen	138.770	4.337	52.189
Gesamt	415.060	176.443	56.759

*Die Menge an Zuckerrüben für die Ernährung wurde in der FAO Statistik nicht ausgewiesen.
Quelle: eigene Darstellung und Berechnung nach FAO (2013b).

Tabelle 38 zeigt auch, dass einzelne Kulturarten wie Sonnenblumensamen wegen ihrer großen Bedeutung als Energiepflanze nur in sehr geringen Mengen oder gar nicht als pflanzliches Lebensmittel angebaut werden. Überdies werden Sojabohnen sowie Raps- und Senfsamen in höherem Maß zur Biotreibstoffherstellung verwendet, als sie in der EU vorhanden sind. Importe sind hier von Nöten, um die Nachfrage einerseits nach Biotreibstoffen und andererseits nach Nahrungsmitteln zu decken.

4.3.1.6 Conclusio: Auswirkungen der Biotreibstoffproduktion in der EU

Zusammenfassend lässt sich aus den beiden letzten Kapiteln konstatieren, dass

1.) im Jahr 2011 in der EU mindestens 27% der gesamten Ackerflächen nur zur Bereitstellung von Futtermitteln verwendet wurden. Hinzu kommen noch größere Mengen an importierten Futtermitteln (v.a. Eiweißfuttermittel. Durch einen reduzierten Fleischkonsum würden Ackerflächen zur weiteren Nahrungsmittelproduktion frei und gleichzeitig ließe sich der Druck, neues Ackerland zu generieren, reduzieren.

2.) 13,52% der Ackerflächen, nämlich 14,6 Mio. ha, im Jahr 2011 zur Herstellung von Biotreibstoffen bewirtschaftet wurden. Diese Flächen standen nicht zur Produktion von pflanzlichen Nahrungsmitteln bereit und machten folglich Importe unausweichlich.

3.) durch die Produktion von Futter- und Energiepflanzen potentielle Flächen zur pflanzlichen Nahrungsmittelproduktion nicht mehr zur Verfügung stehen. Daher erhöht sich zum einen der Druck durch weitere Intensivierung der Landwirtschaft höhere Erträge zu erreichen und zum anderen steigt die Importabhängigkeit der EU, da Fehlbeträge importiert werden müssen, um den Nahrungsmittelbedarf der Bevölkerung decken zu können.

4.3.2 Flächenpotential von Biotreibstoffen neben einer nachhaltigen Landwirtschaft am Beispiel der Biologischen Landwirtschaft

Nachfolgend werden die erarbeiteten Ergebnisse der Kapitel 4.2.2.1 und 4.2.3.1 mit den Ergebnissen von Seibold (2012) zusammengeführt, um eine Aussage über das Potential von Biotreibstoffen unter Bedingungen der Biologischen Landwirtschaft - als Form der am konsequentesten umgesetzten nachhaltigen Landwirtschaft - treffen zu können. Aufgrund des Umfangs werden zur Berechnung nur die 19 Topkulturen herangezogen, die auch in der Arbeit von Seibold (2012) Anwendung finden Ebenfalls wird außer Acht gelassen, dass bei der Umstellung von konventioneller auf Biologische Landwirtschaft eine gewisse Umstellungszeit von Nöten ist (ca. 2-5 Jahre), in der sich der Boden umstellen kann und folglich mit Ertragsschwankungen zu rechnen ist. Die Berechnungen sollen lediglich das Potential von Biotreibstoffen abschätzen und nicht als detaillierte Berechnung verstanden werden, da auch die verwendeten Prozentangaben bei den Bio-Erträgen eine gewisse Unschärfe in sich bergen. Außerdem wird darauf hingewiesen, dass es sich vielfach um theoretische Annahmen handelt, die je nach klimatischer Region unterschiedlich ausfallen können.

4.3.2.1 Biologische Landwirtschaft zur Deckung des Nahrungsmittelbedarfs in Brasilien

Bei der Umstellung von konventioneller auf Biologische Landwirtschaft ergeben sich Ertragsveränderungen, die zwischen Entwicklungs-, Schwellen-, und Industrieländern stark variieren können. In Brasilien als Schwellenland lassen sich hauptsächlich positive Ertragsveränderungen durch Biologische Landwirtschaft beobachten. Nur beim Weizen sowie bei der Soja und dem Zuckerrohr, den Hauptkulturarten zur Biotreibstoffproduktion, fallen die Erträge bei Biologischer Bewirtschaftung geringer aus (Tabelle 39).

Um das Flächenpotential für Biotreibstoffe neben einer hypothetisch flächendeckenden Biologischen Landwirtschaft zu ermitteln, ist es nötig, die Anbauflächen, die dafür benötigt werden, neu zu berechnen. Hierzu werden bei den pflanzlichen Hauptkulturen zunächst die Bio-Produktionsmengen und in der Folge die neuen Ernteerträge pro Hektar anhand der prozentualen Ertragsveränderung errechnet.

Bei den tierischen Produkten (Schweinefleisch, Hühnerfleisch) wurden ebenfalls die Ertragsveränderungen durch Biologische Landwirtschaft, in diesem Fall beim Futtermittelanbau, betrachtet. In Kapitel 4.2.1 (siehe auch Tabelle 10) wurden bereits die erforderlichen Anbauflächen unter konventioneller Landwirtschaft, die zur Bereitstellung der für den inländischen Fleischbedarf benötigten Futtermittelmenge nötig sind, ermittelt. Je nach Tierart variiert der Futtermittelbedarf und so wurde der von Seibold (2012) angesetzte Wert von 3,5 kg Futtermittel pro kg Schlachtkörper für Schweine und von 2,5 kg Futtermittel pro kg Schlachtkörper für Hühner übernommen, um eine bessere Aussage über den Futtermittelverbrauch der einzelnen Fleischart treffen zu können. Da sich die Menge der benötigten Futtermittel nicht ändert, wohl aber die produzierte Fleischmenge pro Tier, wird zu deren Ermittlung die Produktionsmenge unter konventioneller Landwirtschaft mit dem Wert 3,5 (Schweine) bzw. 2,5 (Hühner) multipliziert. Bei Schweinen ergibt sich daraus eine Menge von 11,3 Mio. t, bei Hühnern eine Menge von 29,8 Mio. t (Tabelle 40) an benötigten Futtermitteln.

Tabelle 39: Ertrags- sowie Ackerflächenveränderungen bei der Umstellung von konventioneller Landwirtschaft (konv. LW) auf Biologische Landwirtschaft (Bio) in Brasilien von 16 Hauptkulturen und 2 tierischen Produkten.

Hauptkulturarten	Produktion Ist-Stand 2011 (1000 t)	Ertragsveränderung bei Umstellung auf biologische Landwirtschaft (%)	Veränderung der Produktions-menge durch Biolandbau (1000 t)	Bio Produktions-menge (1000 t)	ha-Ertrag konv. LW im Jahr 2011 (kg/ha)	ha-Ertrag Bio (kg/ha)	Anbaufläche konv. LW im Jahr 2011 (ha)	Anbaufläche Bio (ha) für Produktion alt 2011, bei Erntemenge Bio
Zuckerrohr	734.006	-7%	-51.380	682.626	76.448	71.097	9.601.316	10.324.060
Mais	55.660	+20%	11.132	66.792	4.211	5.053	13.218.892	11.014.803
Weizen	5.690	-20%	-1.138	4.552	2.660	2.128	2.138.916	2.673.872
Reis	8.989	+10%	899	9.888	3.265	3.592	2.752.891	2.502.854
Kartoffel	3.917	+20%	783	4.700	26.251	31.501	149.212	124.343
Gemüse	5.671	+30%	1.701	7.372	25.592	33.270	221.592	170.455
Maniok	25.350	+4%	1.014	26.364	14.623	15.208	1.733.541	1.666.866
Zuckerrübe	nicht relevant (n.r.)	n.r.	n.r.	n.r.	--	--	--	--
Sojabohne	74.815	-5%	-3.741	71.074	3.121	2.965	23.968.663	25.233.141
Tomate	4.417	+30%	1.325	5.742	61.800	80.339	71.473	54.979
Gerste	304	+57%	173	477	3.444	5.407	88.273	56.223
Schweinefleisch (Menge bzw. Futtermittelanbaufläche)	3.227	keine Angabe	keine Angabe	--	--	--	2.044.623	1.628.858
Süßkartoffel	545	+4%	22	567	12.427	12.924	43.857	42.169
Wassermelone	keine Angabe	+150%	keine Angabe	keine Angabe	--	--	97.718	--
Banane	7.329	+150%	10.994	18.323	14.560	36.400	503.354	201.346
Hühnerfleisch (Menge bzw. Futtermittelanbaufläche)	11.919	+50%	5.960	17.879		0	5.394.189	4.297.303
Zwiebel	1.523	+30%	457	1.980	23.991	31.189	63.481	48.832
Apfel	1.339	+153%	2.049	3.388	35.166	88.970	38.077	15.050
Gesamt	**976.947**		**42.226**	**1.015.946**			**62.130.068**	**60.055.154**

Quelle: modifiziert nach Seibold (2012) und eigene Berechnungen auf Basis der Daten FAO 2011 für konventionelle Landwirtschaft.

Tabelle 40: Ertrags- und Anbauflächenveränderung bei Umstellung auf Biologische Landwirtschaft (Bio) der tierischen Produkte in Brasilien.

	Produktion Ist-Stand 2011 (1000 t)	Ertragsveränderung bei Umstellung auf biologische Landwirtschaft (%)	Veränderung der Produktionsmenge bei Biolandbau	Bio Produktionsmenge (1000 t)	Futter (1000 t) konv. LW, Bio	Anbaufläche Futtermittel konv. LW (ha)	Anbaufläche Futtermittel Bio (ha)
Schweinefleisch	3.227	keine Angabe	keine Angabe	3.227	11.295	2.044.623	1.628.858
Hühnerfleisch	11.919	50%	5.960	17.879	29.798	5.394.189	4.297.303

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung auf Basis von Seibold (2012).

Um anschließend die Anbaufläche der Futtermittel zur jeweiligen Fleischproduktion berechnen zu können, werden zunächst die durchschnittlichen Erntemengen bei konventioneller und Biologischer Landwirtschaft über die Produktionsmenge und die Gesamtanbaufläche der Futtermittel bei konventioneller bzw. Biologischer Bewirtschaftung errechnet (Tabelle 41). Auch hier lässt sich beobachten, dass die durchschnittliche Erntemenge bei Biologischer Landwirtschaft (6.918 kg/ha) weit über der Erntemenge bei konventioneller Landwirtschaft (5.524 kg/ha) liegt und in der Folge weniger Fläche benötigt wird - 10,6 Mio. ha bei konventioneller und 8,5 Mio. ha bei Umstellung auf Biologische Landwirtschaft. Durch die verbesserten Ernteerträge werden allein bei der Futtermittelherstellung 2,1 Mio. ha Ackerfläche frei (Tabelle 41). Dies entspricht 3% der gegenwärtigen Ackerfläche Brasiliens (Stand: 2011).

Tabelle 41: Die wichtigsten Futtermittel (1000 t) in Brasilien und deren Erntemengen (kg/ha) und benötigten Anbauflächen (ha) bei konventioneller (konv. LW) und Biologischer Landwirtschaft (Bio) in Brasilien.

Futtermittel	Futter (1000 t)	Erntemenge konv. LW (kg/ha)	Erntemenge Bio (kg/ha)	Anbaufläche Futtermittel konv. LW (ha)	Anbaufläche Futtermittel Bio (ha)
Mais/-produkte	35.850	4.211	5.053	8.513.417	7.094.514
Maniok	12.792	14.623	15.208	874.786	841.141
Zuckerrohr	6.800	76.448	71.097	88.949	95.644
Sorghum/-produkte	1.881	2.550	keine Angabe	737.734	--
Sojabohnen	597	3.121	2.965	191.285	201.359
Weizen/-produkte	500	2.660	2.128	187.970	234.962
Süßkartoffeln	218	12.427	12.924	17.543	16.868
Gerste/-produkte	100	3.444	5.407	29.037	18.494
Yamswurzel	86	9.752	keine Angabe	8.819	--
Gesamt	58.824			10.649.540	**8.502.973**
Durchschnittliche Erntemenge (kg/ha)		**5.524**	**6.918**		

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung auf Basis von FAO (2013b), Seibold (2012).

Im letzten Schritt wird die zuvor ermittelte Futtermittelmenge der jeweiligen Fleischart durch die durchschnittliche Erntemenge dividiert. Daraus ergibt sich beim Hühnerfleisch eine benötigte Anbaufläche für Futtermittel von 4,2 Mio. ha. Da beim Schweinefleisch keine Angabe zur Ertragsveränderung zu finden war, wird die Produktionsmenge unter konventioneller Landwirtschaft angenommen und es ergibt sich ebenfalls eine geringere Fläche zum Anbau von Futtermitteln (Tabelle 40).

Zusammenfassend lässt sich aus Tabelle 39 ablesen, dass bei der Umstellung von konventioneller auf Biologische Landwirtschaft Anbauflächen frei werden, ohne die Ernährungssicherung Brasiliens zu

gefährden - diese Annahme basiert auch auf der Tatsache, dass Brasilien ein stark exportorientiertes Land ist. Die frei gewordenen Flächen stehen in der Folge dem Anbau von Energiepflanzen zur Verfügung.

4.3.2.2 Biologische Landwirtschaft und ein gleichzeitig reduzierter Fleischkonsum in Brasilien

Zu den im vorigen Kapitel errechneten Flächeneinsparungen kommen Flächeneinsparungen durch reduzierten Fleischkonsum hinzu. In Kapitel 4.2.2.1 wurde bereits die Fläche ermittelt, die sich durch einen reduzierten Fleischkonsum unter konventioneller Landwirtschaft ergibt. Berücksichtigt man nun auch die Ertragsveränderungen, die sich durch die Umstellung auf Biologische Landwirtschaft einstellen, vergrößert sich die frei werdende landwirtschaftliche Nutzfläche. Werden die Kulturarten auf biologische Weise kultiviert und verringert sich der Fleischkonsum auf 32,5 kg/cap/a, reduziert sich die Anbaufläche für Futtermittel auf 3 Mio. ha. Geht man hingegen von dem nicht ganz so drastischen Szenario einer Fleischreduktion um 50% (46,48 kg/cap/a) aus, so halbiert sich die benötigte Anbaufläche nahezu auf 4,3 Mio. ha.

Tabelle 42: Benötigte Anbauflächen (ha) zur Produktion von Futtermitteln (1000 t) bei konventioneller (konv. LW) und biologischer (Bio) sowie bei biologischer Landwirtschaft unter Berücksichtigung eines reduzierten Fleischkonsums (kg/cap/a) in Brasilien.

Futtermittel	Futter (1000 t)	Anbaufläche Futtermittel konv. LW (ha)	Anbaufläche Bio (ha) für Fleischkonsum (92,97 kg)	Anbaufläche Bio (ha) für Fleischkonsum (46,48 kg)	Anbaufläche Bio (ha) für Fleischkonsum (32,5 kg)
Mais	35.850	8.513.417	7.094.514	3.546.876	2.480.066
Maniok	12.792	874.786	841.141	420.525	294.042
Zuckerrohr	6.800	88.949	95.644	47.817	33.435
Sorghum	1.881	737.734	--	--	--
Sojabohnen	597	191.285	201.349	100.664	70.387
Weizen	500	187.970	234.962	117.469	82.137
Süßkartoffeln	218	17.543	16.868	8.433	5.897
Gerste	100	29.037	18.494	9.246	6.465
Yamswurzel	86	8.819	--	--	--
Gesamt	58.824	10.649.540	**8.502.973**	**4.251.029**	**2.972.428**

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung auf Basis von FAO (2013b), Seibold (2012).

Zur Berechnung der gesamten Flächeneinsparung durch die Umstellung auf Biologische Landwirtschaft und reduzierten Fleischkonsum ist es notwendig, die Anbaufläche für die pflanzliche Produktion gesondert zu berechnen (siehe Tabelle 43), da ansonsten die Flächeneinsparungen durch Futtermittel zur Schweine- und Hühnerfleischproduktion doppelt erscheinen würden. Dadurch ergeben sich für die pflanzliche Produktion eine Anbaufläche von 54,7 Mio. ha bei konventioneller und eine Anbaufläche von 54,1 Mio. ha bei biologischer Bewirtschaftung. Durch die Umstellung auf Biologische Landwirtschaft werden somit 0,56 Mio. ha landwirtschaftliche Nutzfläche frei.

Tabelle 43: Berechnung der Anbaufläche (ha) für die pflanzliche Produktion bei konventioneller (konv. LW) und Biologischer Landwirtschaft (Bio) in Brasilien.

	Anbaufläche konv. LW im Jahr 2011 (ha)	**Anbaufläche Bio (ha) bei Produktion 2011, Erntemenge Bio**
Gesamtanbaufläche	62.130.068	60.055.154
minus Anbaufläche für Futtermittel	7.438.812	5.926.161
Anbaufläche pflanzl. Produktion	**54.691.256**	**54.128.993**

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung auf Basis von Seibold (2012).

Insgesamt belaufen sich, wie in Tabelle 44 zu erkennen, die Flächeneinsparungen bei Biologischer Landwirtschaft und einem unveränderten Fleischkonsum von 92,97 kg/cap/a auf 2,7 Mio. ha. Durch die zusätzliche Reduktion des Fleischkonsums um 50% auf 46,68 kg/cap/a vergrößert sich auch die eingesparte Anbaufläche auf 7,0 Mio. ha. Wird der Fleischkonsum auf 32,5 kg verringert, ergeben sich sogar 8,2 Mio. ha freie landwirtschaftliche Nutzflächen (Tabelle 44), die der Produktion von Biotreibstoffen zur Verfügung stehen ohne die Ernährungssicherung Brasiliens zu beeinträchtigen.

Tabelle 44: Flächeneinsparungen (ha) durch Umstellung auf biologische Landwirtschaft und veränderten Fleischkonsum (kg/cap/a) in Brasilien.

Flächeneinsparung durch	**Bio und 92,97 kg Fleischkonsum**	**Bio und 46,68 kg Fleischkonsum**	**Bio und 32,5 kg Fleischkonsum**
Futtermittel	2.146.567	6.398.511	7.677.112
pflanzl. Produktion	562.263	562.263	562.263
gesamte Einsparung (ha)	**2.708.830**	**6.960.774**	**8.239.375**

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung auf Basis von Seibold (2012).

Um das gesamte Flächenpotential für Biotreibstoffe in Brasilien zu ermitteln, sind in Tabelle 45 die drei wichtigsten Kulturarten zur Biotreibstoffherstellung unter biologischer Landwirtschaft in Brasilien aufgezeigt. Zur Vereinfachung der Darstellung wird davon ausgegangen, dass die inländische Produktion nur zur Nahrungsmittel- und Futtermittelherstellung sowie für die Produktion von Biotreibstoffen verwendet wird. Andere Verwendungsarten bleiben unberücksichtigt, Exporte werden vernachlässigt. Um die Ernährungssicherung nicht zu gefährden, wird davon ausgegangen, dass die erforderlichen Mengen zur Nahrungs- und Futtermittelherstellung bei nicht ausreichender Produktion importiert werden. Überschreitet die Produktion den Bedarf an Nahrungs- und Futtermitteln, steht dieser Überschuss der Produktion von Biotreibstoffen zur Verfügung.

Eindrücklich zu erkennen ist in Tabelle 45, dass die inländische Produktion von Zuckerrohr, Soja und Mais zur Deckung des Nahrungs- und Futtermittelbedarfs ebendieser Kulturarten ausreicht und somit Überschüsse zur Herstellung von Biotreibstoffen vorhanden sind ohne die Ernährungssicherung zu

gefährden. Unter der Annahme, dass erstens die Produktion nur zur Nahrungs- und Futtermittelherstellung sowie Überschüsse zur Produktion von Biotreibstoffen verwendet werden und zweitens eine 100%ige Umstellung auf Biologische Landwirtschaft ohne Veränderungen im Fleischkonsum stattfindet, werden 38 Mio. ha zur Herstellung von Biotreibstoffen frei (siehe auch Tabelle 45).

Zu diesen Flächeneinsparungen kommen zusätzlich die in Tabelle 44 ermittelten Werte durch Umstellung auf Biologische Landwirtschaft und veränderten Fleischkonsum. Tabelle 46 fasst diese Ergebnisse zusammen. Es lässt sich erkennen, dass sich das gesamte Flächenpotential von Biostreibstoffen bei einem unveränderten Fleischkonsum von 92,97 kg/cap/a auf 41 Mio. ha beläuft. Durch den 50%igen Verzicht auf Fleisch steigt das Flächenpotential der Biotreibstoffe in Brasilien auf 45 Mio. ha. Verringert sich der Fleischkonsum auf 32,5 kg/cap/a, werden sogar 46 Mio. ha landwirtschaftliche Nutzfläche frei.

Tabelle 45: Veränderungen der Produktion (1000 t) bei Umstellung auf Biolandbau, der Nahrungsmittel- und Futtermittelherstellung (1000 t), erforderliche Importe (1000 t) und zur Verfügung stehende Menge zur Biotreibstoffproduktion (1000 t) bei Umstellung auf Biologische Landwirtschaft (Bio) der wichtigsten Kulturarten zur Biotreibstoffherstellung sowie benötigte Anbauflächen zur Biotreibstoffherstellung bei konventioneller (konv. LW) und Biologischer Landwirtschaft (ha) in Brasilien.

Kulturart	Bio-Produktions-menge (1000 t)	Bedarf für Ernährung konv. LW, Bio (1000 t)	Futtermittel konv. LW, Bio (1000 t)	erforderlicher Import (1000 t)	Biotreibstoff-verarbeitung konv. LW (1000 t)	Biotreibstoff-verarbeitung Bio (1000 t)	Anbaufläche konv. LW (ha) für Biotreibstoffe	Anbaufläche Bio (ha) für Biotreibstoffe
Zuckerrohr	682.626	3.300	6.800	0	307.210	672.526	4.018.523	9.459.256
Sojabohne	71.074	745	597	0	36.525	69.732	11.701.480	23.518.381
Mais	66.792	4.786	35.850	0	78	26.156	18.524	5.176.126
Gesamt	827.973	8.831	43.247	0	343.813	**768.414**	15.738.527	**38.153.763**

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung auf Basis von Seibold (2012).

Tabelle 46: Gesamtes theoretisches Flächenpotential (ha) für Biotreibstoffe in Brasilien nach Umstellung auf Biologische Landwirtschaft unter Berücksichtigung von Veränderungen im Fleischkonsum (kg/cap/a).

	Bio, Fleisch 92,97 kg/cap/a	Bio, Fleisch minus 50%	Bio, Fleisch 32,5 kg/cap/a
Flächenveränderung Bio*	2.708.830.	6.960.774	8.239.375
Fläche BTS	38.153.763	38.153.763	38.153.763
Potential BTS	**40.862.593**	**45.114.537**	**46.393.138**

* siehe hierzu Tabelle 44.

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung auf Basis von Seibold (2012).

4.3.2.3 Conclusio: Flächenpotential für Biotreibstoffe in Brasilien bei Biologischer Landwirtschaft

Schlussfolgernd lässt sich bzgl. des Flächenpotentials für Biotreibstoffe bei flächendeckender Biologischer Landwirtschaft in Brasilien konstatieren,

1.) dass die Ernährungssicherung durch die Umstellung auf Biologische Landwirtschaft nicht gefährdet ist.

2.) dass dadurch sogar Flächen frei werden, die zur Herstellung von Biotreibstoffen genutzt werden können. Diese aufgrund von Ertragssteigerungen frei werdenden Flächen betragen bei unverändert hohem Fleischkonsum von 92,97 kg/cap/a knapp **41 Mio. ha**, was in Tabelle 46 erläutert ist.

3.) dass bei einer deutlichen Reduktion des Fleischkonsums auf 32,5 kg/cap/a sogar über 46 Mio. ha landwirtschaftliche Nutzfläche für die Biotreibstoffproduktion frei werden.

4.3.2.4 Biologische Landwirtschaft zur Deckung des Nahrungsmittelbedarfs in der EU

Die Umstellung der Landwirtschaft von konventionell auf biologisch hat für die EU als Industrieland negative Folgen für die Produktion. Die Ernteerträge sinken durchschnittlich um 30%, bei Kulturen wie dem Mais, der Tomate und dem Apfel um 40% und bei der Zuckerrübe sogar um 45% (siehe Seibold, 2012).

Bei den Kulturarten, zu denen keine Angaben über die Ertragsveränderung gemacht wurden, wird eine durchschnittliche negative Ertragsveränderung von -30% angenommen (siehe Tabelle 47).

Die Berechnung der Veränderungen der Produktions- und Erntemengen und der benötigten Anbauflächen, um den Produktionsbedarf zu decken, wird wie in Kapitel 4.3.2.1 beschrieben, durchgeführt. Die Ergebnisse finden sich in Tabelle 47 und Tabelle 48 wieder. Durchweg negative Ertragsveränderungen bei der Umstellung von konventioneller auf Biologische Landwirtschaft erfordern größere landwirtschaftliche Nutzflächen, um den Produktionsbedarf in der EU decken zu können. So werden bei Biologischer Landwirtschaft 110,8 Mio. ha benötigt - statt der 74,2 Mio. ha bei konventioneller Landwirtschaft. Dies entspricht einer Steigerung von 49%. Die gesamten landwirtschaftlichen Nutzflächen betragen in der EU 187.330.000 ha (Stand: 2011). Eine Umstellung auf Biologische Landwirtschaft würde bedeuten, dass sich diese Fläche auf 224 Mio. ha ausweiten müsste.

Tabelle 47: Ertrags- sowie Anbauflächenveränderungen bei der Umstellung von konventioneller (konv. LW) auf Biologische Landwirtschaft (Bio) in der EU von 16 Hauptkulturen und 2 tierischen Produkten.

Hauptkulturarten	Produktion Ist-Stand 2011 (1000 t)	Ertragsveränderung bei Umstellung auf biologische Landwirtschaft (%)	Veränderung der Produktions-menge durch Biolandbau (1000 t)	Bio Produktions-menge (1000 t)	ha-Ertrag konv. LW im Jahr 2011 (kg/ha)	ha-Ertrag Bio (kg/ha)	Anbaufläche konv. LW im Jahr 2011 (ha)	Anbaufläche Bio (ha) für Produktion alt 2011, bei Erntemenge Bio
Zuckerrohr	5	-30%	-1,50	3,50	80.645	56.452	62	89
Mais	70.138	-40%	-28.055	42.083	7.581	4.549	9.268.845	15.419.690
Weizen	138.770	-30%	-41.631	97.139	5.282	3.697	26.268.762	37.531.779
Reis	2.081	-30%	-624	1.457	4.322	3.025	481.543	687.919
Kartoffel	62.298	-40%	-24.919	37.379	31.972	19.183	1.948.476	3.247.529
Gemüse	45.475	-30%	-13.643	31.833	120.491	84.344	377.413	539.161
Maniok	0	keine Angabe	keine Angabe	keine Angabe	0	0	0	0
Zuckerrübe	125.145	-45%	-56.315	68.830	76.024	41.813	1.646.132	2.992.967
Sojabohne	1.246	-35%	-436	810	2.773	1.803	449.269	691.183
Tomate	16.216	-40%	-6.486	9.730	57.820	34.692	279.416	467.428
Gerste	51.921	-30%	-15.576	36.345	4.354	3.048	11.921.360	17.035.567
Schweinefleisch (Menge bzw. Futtermittelanbaufläche)	23.374	-20%	-4.675	18.699	--	--	15.102.271	22.536.915
Süßkartoffel	54	-30%	-16	38	12.903	9.032	4.185	5.979
Wassermelone	keine Angabe	keine Angabe	keine Angabe	keine Angabe	--	--	83.474	--
Banane	386	-30%	-116	270	35.904	25.133	10.751	15.359
Hühnerfleisch (Menge bzw. Futtermittelanbaufläche)	12.285	-20%	-2.457	9.828	--	--	5.669.651	8.460.744
Zwiebel	6.574	-30%	-1.972	4.602	34.948	24.464	188.259	268.726
Apfel	11.717	-40%	-4.687	7.030	21.392	12.835	547.725	912.875,00
Gesamt	**723.212**		**-224.940**	**498.272**			**74.247.594**	**110.813.907**

*bei diesen Kulturarten findet sich keine Angabe zu den Ertragsveränderungen, deshalb wird von der durchschnittlichen Veränderung von -30% in Industrieländern ausgegangen.
Quelle: modifiziert nach Seibold (2012) sowie eigene Berechnungen.

Tabelle 48: Produktions- (1000 t) und Anbauflächenveränderungen (ha) bei Umstellung auf Biologische Landwirtschaft (Bio) der drei tierischen Produkte in der EU.

	Produktion Ist-Stand 2011 (1000 t)	Ertragsver-änderung	Veränderung der Produktionsmenge	Produktions-menge Bio (1000 t)	Futter (1000 t) konv. LW, Bio	Anbaufläche Futtermittel konv. LW (ha)	Anbaufläche Futtermittel Bio (ha)
Schweinefleisch	23.374	-20%	-4.675	18.699	81.809	15.102.271	22.536.915
Hühnerfleisch	12.285	-20%	-2.457	9.828	30.713	5.669.651	8.460.744

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung auf Basis von Seibold (2012).

Wie in Tabelle 49 zu sehen, steigt durch die Ertragsverluste auch die Fläche zum Anbau von Futtermitteln. Bleibt der Fleischkonsum in der EU weiterhin in einer Höhe von 82,55 kg/cap/a konstant, so sind allein zur Herstellung von Futtermitteln bei Biologischer Landwirtschaft 45 Mio. ha notwendig. Dies sind 15 Mio. ha mehr als bei konventionellem Anbau (30.146.780 ha) (Tabelle 49). Ferner ist zu erkennen, dass die durchschnittliche Erntemenge der Futtermittel von 5.417 kg/ha auf 3.630 kg/ha sinkt.

Tabelle 49: Die wichtigsten Futtermittel (1000 t) und deren Erntemengen (kg/ha) und benötigten Anbauflächen (ha) bei konventioneller (konv. LW) und Biologischer Landwirtschaft (Bio) in der EU.

Futtermittel	Futter (1000 t)	Erntemenge konv. LW (kg/ha)	Erntemenge Bio (kg/ha)	Anbaufläche Futtermittel konv. LW (ha)	Anbaufläche Futtermittel Bio (ha)
Mais	54.699	7.581	4.549	7.214.813	12.025.458
Weizen	51.947	5.282	3.697	9.833.977	14.049.602
Gerste	36.916	4.354	3.048	8.479.225	12.112.343
Kartoffeln	6.272	31.972	19.183	196.170	326.953
Hafer	6.052	2.937	2.056	2.060.887	2.944.124
Roggen	3.064	3.050	2.135	1.004.524	1.435.035
Raps und Senf	2.048	2.836	1.985	722.171	1.031.634
Sorghum	1.302	5.772	4.040	119.610	322.245
Sonnenblumen	1.011	1.962	1.373	515.403	736.129
Gesamt	163.311			30.146.780	**44.983.524**
durchschnittliche Erntemenge (kg/ha)		**5.417**	**3.630**		

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung.

Es ist fraglich, ob die EU die benötigte Flächenkapazität aufbringen kann, ohne dabei Produktionseinbußen hinnehmen zu müssen. Sollte die Landwirtschaft auf biologische Bewirtschaftung umgestellt werden ohne dabei neue landwirtschaftliche Nutzflächen zu schaffen, hat dies negative Auswirkungen auf die Ernährungssicherung der EU. Da diese ohnehin schon Nettoimporteur landwirtschaftlicher Produkte ist, würde sie eine Umstellung auf Biologische Landwirtschaft nur weiter in die Abhängigkeit von anderen Staaten treiben, sofern nicht Flächen, die bereits der Produktion von Biotreibstoffen dienen, zu Flächen zur Nahrungsmittelproduktion umgewandelt werden. Aufgrund der ermittelten Daten ist von einer 100%igen Umstellung neben der Herstellung von Biotreibstoffen auf Biologische Landwirtschaft abzuraten, um die Ernährungssicherung der EU nicht zu gefährden.

4.3.2.5 Biologische Landwirtschaft und ein gleichzeitig reduzierter Fleischkonsum in der EU

Tabelle 50 vergleicht den Flächenbedarf für Futtermittel unter konventioneller Landwirtschaft mit dem Flächenbedarf, der bei biologischen Anbaumethoden benötigt wird, sowie mit dem Flächenbedarf der Fleischreduktionsszenarien aus Kapitel 4.2.3.1. Wird biologische Landwirtschaft betrieben und ändert sich der Fleischkonsum von 82,55 kg/cap/a nicht, vergrößert sich der Flächenbedarf für Futtermittel gegenüber der konventionellen Landwirtschaft auf 45,0 Mio. ha - dies entspricht einer absoluten Veränderung von rund 14,8 Mio. ha. Nur eine Reduktion des Fleischkonsums senkt in der Folge den Flächenbedarf der Futtermittel bei gleichzeitig betriebener biologischer Landwirtschaft. Bei einer

Senkung des Fleischkonsums um 50% auf 41,275 kg/cap/a verringert sich die Anbaufläche für Futtermittel auf 22,5 Mio. ha, bei einer Senkung auf 32,5 kg/cap/a sinkt sie auf 17,7 Mio. ha (Tabelle 50).

Tabelle 50: Benötigte Anbauflächen (ha) zur Produktion von Futtermittel (1000 t) bei konventioneller (konv. LW) und biologischer (Bio) sowie bei Biologischer Landwirtschaft unter Berücksichtigung eines reduzierten Fleischkonsums (kg/cap/a) in der EU.

Futtermittel	Futter (1000 t)	Anbaufläche konv. LW (ha)	Anbaufläche Bio (ha) für Fleischkonsum (82,55 kg)	Anbaufläche Bio (ha) für Fleischkonsum (41,275 kg)	Anbaufläche Bio (ha) für Fleischkonsum (32,5 kg)
Mais	54.699	7.214.813	12.025.458	6.012.729	4.734.432
Weizen	51.947	9.833.977	14.049.602	7.024.801	5.531.340
Gerste	36.916	8.479.225	12.112.343	6.056.172	4.768.639
Kartoffeln	6.272	196.170	326.953	163.476	128.722
Hafer	6.052	2.060.887	2.944.124	1.472.062	1.159.104
Roggen	3.064	1.004.524	1.435.035	717.517	564.974
Raps und Senf	2.048	722.171	1.031.634	515.817	406.155
Sorghum	1.302	119.610	322.245	161.123	126.868
Sonnenblumen	1.011	515.403	736.129	368.065	289.815
Gesamt	163.311	30.146.780	**44.983.524**	**22.491.762**	**17.710.049**

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung auf Basis von Seibold (2012).

In Tabelle 51 ist die Berechnung der pflanzlichen Produktion bei konventioneller und biologischer Landwirtschaft dargestellt. Hier zeigt sich, dass durch die Umstellung auf biologische Anbaumethoden mehr Anbauflächen (insgesamt 80 Mio. ha; zusätzlich benötigte Flächen: rund 26 Mio. ha) erforderlich sind.

Tabelle 51: Berechnung der Anbaufläche (ha) für die pflanzliche Produktion bei konventioneller (konv. LW) und Biologischer Landwirtschaft (Bio) in der EU.

	Anbaufläche konv. LW (ha)	Anbaufläche Bio (ha) bei Produktion im Jahr 2011, Erntemenge Bio
Gesamtanbaufläche	74.247.594	110.813.907
minus Anbaufläche für Futtermittel	20.771.922	30.997.658
Anbaufläche pflanzl. Produktion	53.475.672	79.816.249

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung auf Basis von Seibold (2012).

Tabelle 52 stellt den gesamten zusätzlichen Flächenbedarf durch Biologische Landwirtschaft und Veränderungen des Fleischkonsums dar. Bei gleichbleibendem Fleischkonsum (82,55 kg/cap/a), sind 41 Mio. ha zusätzliche Anbauflächen notwendig. Verringert sich neben der Biologischen Landwirtschaft der Fleischkonsum um 50% auf 41,275 kg/cap/a, so sinkt zwar der Flächenbedarf für Futtermittel um 7,7 Mio. ha (Tabelle 52), aber in Summe erfordern verringerte Ertragsmengen bei Biologischer Landwirtschaft wiederum mehr Anbaufläche - 19 Mio. ha zusätzlich. Ebenso verhält es sich bei einer Reduktion des Fleischkonsums auf 32,5 kg/cap/a. Durch die Umstellung auf Biologische Landwirtschaft sind 14 Mio. ha mehr Anbaufläche erforderlich.

Tabelle 52: Zusätzlicher Flächenbedarf (ha) durch Umstellung auf Biologische Landwirtschaft (Bio) und veränderten Fleischkonsum (kg/cap/a) in der EU.

zusätzlicher Flächenbedarf (ha)	Bio und 82,55 kg Fleischkonsum	Bio und 41,275 kg Fleischkonsum	Bio und 32,5 kg Fleischkonsum
Futtermittel	-14.836.744	7.655.018	12.436.732
pflanzl. Produktion	-26.340.577	-26.340.577	-26.340.577
gesamter zusätzlicher Flächenbedarf (ha)	**-41.177.321**	**-18.685.559**	**-13.903.845**

Negative Zahlen stellen einen zusätzlichen Flächenbedarf gegenüber konventioneller Landwirtschaft dar, positive Zahlen bedeuten eine Einsparung.
Quelle: eigene Darstellung und Berechnung auf Basis von Seibold (2012).

Tabelle 53 zeigt, welche Mengen der wichtigsten Kulturarten zur Biotreibstoffherstellung für deren Produktion bei Biologischer Landwirtschaft noch zur Verfügung stehen. Zur Vereinfachung der Darstellung wird vorausgesetzt, dass die inländische Produktion nur zur Nahrungsmittel- und Futtermittelherstellung sowie für die Produktion von Biotreibstoffen verwendet wird. Andere Verwendungsarten bleiben unberücksichtigt, Exporte werden vernachlässigt. Wie im Fall Brasilien wird davon ausgegangen, dass die erforderlichen Mengen zur Nahrungs- und Futtermittelherstellung bei nicht ausreichender Produktion importiert werden. Ein möglicher Produktionsüberschuss steht der Herstellung von Biotreibstoffen zur Verfügung.

Auffällig ist, dass Soja, Gerste und Mais nicht mehr ausreichend produziert werden können und zusätzliche Importe erfordern (Gesamt: 17.535.000 t). Folglich stehen diese Kulturarten auch nicht mehr zur Biotreibstoffherstellung zur Verfügung. Trotz allem vergrößert sich die erforderliche Anbaufläche für Biotreibstoffe um 3,8 Mio. ha bei geringerer Produktionsmenge (129.536.000 t) (Tabelle 53).

Wird zugrunde gelegt, dass die Umstellung auf Biologische Landwirtschaft auf den vorhandenen Flächen stattfindet soll ohne dabei neue Flächen umzuwandeln, zusätzliche Importmengen zu generieren oder die Ernährungssicherung einzuschränken, ist es unerlässlich, Flächen, die zur Herstellung von Energiepflanzen verwendet werden, der Nahrungsmittelproduktion zu übereignen. Tabelle 54 fasst das Potential für die Biotreibstoffherstellung zusammen. Es ist zum einen zu erkennen, dass Flächen, die zur Biotreibstoffherstellung verwendet wurden, nun vorrangig der Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln dienen und zum anderen, dass eine Umstellung auf Biologische Landwirtschaft bei einem gleichbleibenden Fleischkonsum von 82,55 kg/cap/a ohne die Generierung neuer Flächen nicht stattfinden kann. Dazu wären einerseits zusätzliche Flächen von 18,2 Mio. ha und andererseits eine totale Einstellung der Biotreibstoffproduktion notwendig. Eine Reduktion des Fleischkonsums um 50% auf 41,275 kg/cap/a setzt das Flächenpotential der Biotreibstoffe auf 4,3 Mio. ha fest, eine weitere Reduktion auf 32,5 kg/cap/a auf 9,0 Mio. ha (Tabelle 54).

Tabelle 53: Veränderungen der Produktion (1000 t), der Nahrungsmittel- und Futtermittelherstellung (1000 t), erforderliche Importe (1000 t) und zur Verfügung stehende Menge zur Biotreibstoffproduktion (1000 t) bei Umstellung auf biologische Landwirtschaft (Bio) der wichtigsten Kulturarten zur Biotreibstoffherstellung in der EU sowie benötigte Anbauflächen zur Biotreibstoffherstellung bei konventioneller (konv. LW) und Biologischer Landwirtschaft (ha).

Kulturart	Bio-Produktions-menge (1000 t)	Bedarf für Ernährung, konv. LW, Bio (1000 t)	Futtermittel konv. LW, Bio (1000 t)	erforderlicher Import (1000 t)	Biotreibstoff-verarbeitung konv. LW (1000 t)	Biotreibstoff-verarbeitung Bio (1000 t)	Anbaufläche konv. LW (ha) für Biotreibstoffe	Anbaufläche Bio (ha) für Biotreibstoffe
Zuckerrübe	68.830	0	0	0	118.540	68.830	1.559.251	1.646.132
Raps und Senf*	13.514	91	2.048	0	20.688	11.375	7.295.059	5.730.002
Sojabohne	810	87	760	37	12.521	0	4.514.685	0
Gerste	36.345	546	36.916	1.117	8.105	0	1.323.628	0
Sonnenblumen*	5.974	82	1.011	0	6.748	4.881	3.440.100	3.553.808
Mais	42.083	3.764	54.699	16.380	5.504	0	727.362	0
Weizen	97.139	52.189	500	0	4.337	44.450	307.343	12.021.961
Gesamt	264.694	56.759	95.934	17.535	176.443	**129.536**	19.167.428	**22.951.903**

*Da keine Daten zu Ertragsveränderungen aufzufinden waren, wurde vom Durchschnittswert -30% ausgegangen.
Quelle: eigene Darstellung und Berechnung auf Basis von Seibold (2012).

Tabelle 54: Flächenpotential für Biotreibstoffe (ha) in der EU nach Umstellung auf Biologische Landwirtschaft.

	Bio, Fleisch 82,55 kg/cap/a	Bio, Fleisch minus 50%	Bio, Fleisch 32,5 kg/cap/a
Flächenveränderung Bio*	-41.177.321	-18.685.559	-13.903.845
Fläche BTS	22.951.903	22.951.903	22.951.903
Potential BTS	**-18.225.418**	**4.266.344**	**9.048.058**

*siehe hierzu Tabelle 52.
Quelle: eigene Darstellung und Berechnung auf Basis von Seibold (2012).

4.3.2.6 Conclusio: Flächenpotential für Biotreibstoffe in der EU bei Biologischer Landwirtschaft

Schlussfolgernd lässt sich bzgl. des Flächenpotentials für Biotreibstoffe bei flächendeckender Biologischer Landwirtschaft in der EU konstatieren,

1.) dass sich auch unter Berücksichtigung eines verringerten Fleischkonsums auf 32,5 kg/cap/a neben der Umstellung von konventioneller auf Biologische Landwirtschaft allein zur Bedarfsdeckung von Nahrungs- und Futtermitteln ein sehr hoher Flächenbedarf in Höhe von **13,9 Mio. ha** für die EU ergibt (siehe Tabelle 54).

2.) dass, falls Energiepflanzen nur auf Flächen angebaut werden, die nicht zur Nahrungs- und Futtermittelherstellung benötigt werden, sich ein **Potential** für Biotreibstoffe im Ausmaß von **9,0 Mio. ha** bildet, sofern eine gleichzeitige Reduktion des Fleischkonsums auf 32 kg/cap/a stattfindet.

3.) dass ohne eine drastische Verringerung des Fleischkonsums und einer unveränderten Biotreibstoffproduktion auf Flächen zur Nahrungs- und Futtermittelherstellung es der EU nicht möglich ist, ohne die Generierung neuer landwirtschaftlicher Nutzflächen mit Biologischer Landwirtschaft und gleichzeitiger intensiver Biotreibstoffproduktion die Ernährungssicherung der Bevölkerung zu gewährleisten.

4.3.3 Flächenbedarf für das Jahr 2050 für Fleischkonsum in Brasilien und der EU unter Einbezug der Szenarien für veränderten Fleischkonsum

Nachfolgend werden nochmals die verschiedenen Fleischszenarien aus den Kapiteln 4.2.2.1 und 4.2.4.1 herangezogen und die daraus resultierenden Flächenveränderungen zur Futtermittelbereitstellung nur unter Berücksichtigung der Bevölkerungsentwicklung im Jahr 2050 betrachtet. Mögliche Folgen des Klimawandels und Flächenveränderungen zur Nahrungsmittelbereitstellung werden aufgrund des Umfangs der Arbeit außer Acht gelassen.

4.3.3.1 Flächenbedarf für Futtermittel im Jahr 2050 in Brasilien

Laut FAO (2013d) wird die Bevölkerungszahl im Jahr 2050 in Brasilien 231.120.000 betragen. Dies sind im Vergleich zum Jahr 2011 (196.935.000) 34.185.000 Einwohner mehr, die mit Nahrung versorgt werden müssen.

Angenommen, der Fleischkonsum (92,97 kg/cap/a) ändert sich bis 2050 nicht, werden allein durch die gestiegene Bevölkerung 10 Mio. ha Anbaufläche für Futtermittel benötigt (Tabelle 55). Dies entspricht einer Veränderung von rund 1,5 Mio. ha im Vergleich zum Jahr 2011. Sinkt der Fleischkonsum im Jahr 2050 um 50% auf 46,48 kg/cap/a, so vergrößert sich die für Futtermittel benötigte Anbaufläche auf 5 Mio. ha. Durch die Senkung des Fleischkonsums auf 32,5 kg/cap/a steigt die Anbaufläche für Futtermittel auf 3,5 Mio. ha - 0,5 Mio. ha zusätzlich im Vergleich zu 2011. Tabelle 55 fasst die Ergebnisse der Berechnungen zu den unterschiedlichen Szenarien zusammen.

Berücksichtigt man zur steigenden Bevölkerung nun auch den von Zastrial (2014) prognostizierten steigenden Fleischkonsum für Brasilien von jährlich 2,5%, so ist davon auszugehen, dass im Jahr 2050 der Fleischkonsum auf 243,54 kg/cap/a steigt und 26 Mio. ha nur zur Herstellung von Futtermitteln erforderlich sein werden (Tabelle 55). Dies bedeutet im Vergleich zum Jahr 2011, dass jährlich 150,57 kg mehr Fleisch pro Person verzehrt und daraus folgend 7,8 Mio. ha mehr Fläche zum Anbau von Futtermitteln gebraucht werden. Angesichts der Höhe des Fleischkonsums pro Person und des Ressourcenverbrauchs ist eine solche Annahme eher unrealistisch.

Tabelle 55: Fleischkonsum (t/a) und benötigte Anbauflächen für Futtermittel (ha) für die verschiedenen Fleischszenarien (kg/cap/a) und für das Bevölkerungs-Szenario 2050 in Brasilien.

		Bio, Fleisch 92,97 kg/cap/a	**Bio, Fleisch 46,48 kg/cap/a**	**Bio, Fleisch 32,5 kg/cap/a**	**Bio, Fleischkonsum jährlich 2,5% Steigerung (2050: 243,54 kg/cap/a) (Zastrial, 2014)**	**Bio Fleischkonsum jährlich 1,3% Steigerung (2050: 153,85 kg/cap/a) (Alexandratos/ Bruinsma, 2012)**
Fleischkonsum gesamt (t/a)	2011	18.309.047	9.153.539	6.400.388		
	2050	21.487.226	10.742.458	7.511.400	56.286.965	35.557.812
Anbaufläche Futtermittel (ha)	2011	8.502.973	4.251.029	2.972.428		
	2050	**9.978.963**	**4.988.945**	**3.488.397**	**26.140.440**	**16.513.537**
Veränderung (ha)		1.475.990	737.916	515.969		

[1]Einwohnerzahl: 196.935.000
[2]Einwohnerzahl: 231.120.000
Quelle: eigene Darstellung und Berechnung auf Basis von FAO (2013d), Zastrial (2014), Alexandratos/Bruinsma (2012).

Alexandratos/Bruinsma (2012) gehen dagegen von einer jährlichen durchschnittlichen Steigerung von nur 1,3% für Entwicklungs- und Schwellenländer aus. Dies würde wiederum im Jahr 2050 zu einem Fleischkonsum von 153,85 kg/cap/a führen, was aus vielerlei Gründen (Beispiele s. unten) nicht realistisch erscheint - als Orientierung der Fleischkonsum der USA: 122,8 kg/cap/a (FAO, 2010 zit. in Seibold, 2012). Allerdings merken Alexandratos/Bruinsma (2012) auch an, dass es sich lediglich um einen Durchschnittswert aller Nicht-Industrieländer handelt und Brasilien neben China zu den Ländern

gehört, die diesen Wert in die Höhe treiben. Folglich ist anzunehmen, dass die jährliche durchschnittliche Steigerung für Brasilien über 1,3% liegt. Langfristig ist auch diese Steigerung aufgrund der erreichten Höhe des Fleischkonsums und der damit verbundenen Probleme (u.a. Ressourcenverbrauch, gesundheitliche Folgen, zu erwartende Preisentwicklung) unrealistisch.

In Abbildung 15 sind der Bevölkerungszuwachs in Brasilien bis 2050 sowie der Fleischkonsum bei einem von Zastrial (2014) prognostizierten jährlichen Zuwachs von 2,5% und einem konstanten Fleischkonsum von 92,97 kg/cap/a veranschaulicht.

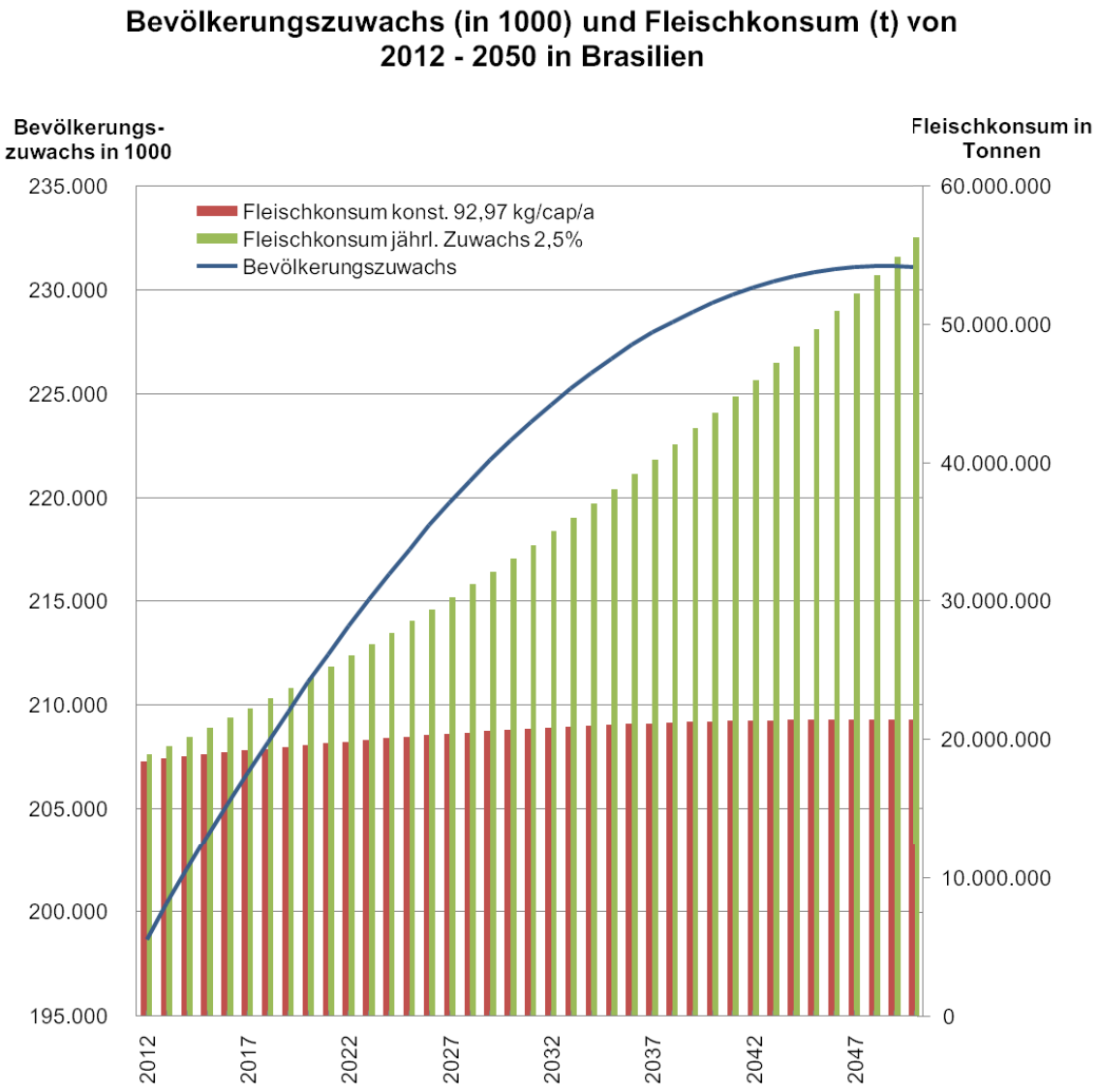


Abbildung 15: Bevölkerungszuwachs (in 1000) und Fleischkonsum (t) von 2012 - 2050 in Brasilien. Quelle: eigene Darstellung nach FAO (2013d).

4.3.3.2 Flächenbedarf für Futtermittel im Jahr 2050 in der EU

Im Jahr 2050 wird die Bevölkerung in der EU laut FAO (2013d) 511.834.000 betragen. Dies sind im Vergleich zum Jahr 2011 (Bevölkerung: 507.399.000) 4.435.000 Menschen mehr, deren Ernährung gesichert werden muss.

Für die jeweiligen Szenarien fasst Tabelle 56 die Ergebnisse zusammen. Verändert sich der Fleischkonsum der Bevölkerung nicht (82,55 kg/cap/a), so werden allein zur Bereitstellung der Futtermittel für die erhöhte Fleischproduktion (42.251.897 t/a) 45 Mio. ha benötigt - ca. 0,4 Mio. ha mehr als im Jahr 2011. Halbiert sich der Fleischkonsum (41,275 kg/cap/a) der Bevölkerung, müssen zur Herstellung der Futtermittel im Vergleich zu Jahr 2011 (22,5 Mio. ha) zusätzlich 0,2 Mio. ha bewirtschaftet werden. 0,15 Mio. ha zusätzlich sind bei einem Fleischkonsum von 32,5 kg/cap/a im Jahr 2050 nötig.

Tabelle 56: Fleischkonsum (t/a) und benötigte Anbauflächen für Futtermittel (ha) für die verschiedenen Fleischszenarien (kg/cap/a) und für das Bevölkerungs-Szenario 2050 in der EU.

		Bio, Fleisch 82,55 kg/cap/a	**Bio, Fleisch 41,275 kg/cap/a**	**Bio, Fleisch 32,5 kg/cap/a**	**Bio, Fleischkonsum 0,4 % Steigerung pro Jahr (2050: 98,47 kg/cap/a)**
Fleischkonsum gesamt (t/a)	2011[1]	41.885.787	20.942.894	16.490.468	
	2050[2]	42.251.897	21.125.948	16.634.605	50.402.394
Anbaufläche Futtermittel (ha)	2011[1]	44.983.524	22.491.762	17.710.049	
	2050[2]	**45.376.710**	**22.688.355**	**17.864.846**	**54.127.736**
Veränderung (ha)		393.186	196.593	154.797	

[1]Einwohnerzahl: 507.399.000
[2]Einwohnerzahl: 511.834.000

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung auf Basis von FAO (2013d), Alexandratos/Bruinsma (2014).

Die von Alexandratos/Bruinsma (2012) für Industrieländer prognostizierte Steigerung des Fleischkonsums von jährlich 0,4% würde im Jahr 2050 einen Fleischkonsum in Höhe von 98,47 kg/cap/a nach sich ziehen und 119 Mio. ha zur Futtermittelbereitstellung erforderlich machen. Im Vergleich zum Prognosewert für Brasilien erscheint die Entwicklung des Fleischkonsums in der EU im Hinblick auf dessen Höhe und der damit verbundenen Folgewirkungen ein realistisches Szenario zu sein, sofern sich die künftigen wirtschaftlichen Bedingungen nicht wesentlich ändern.

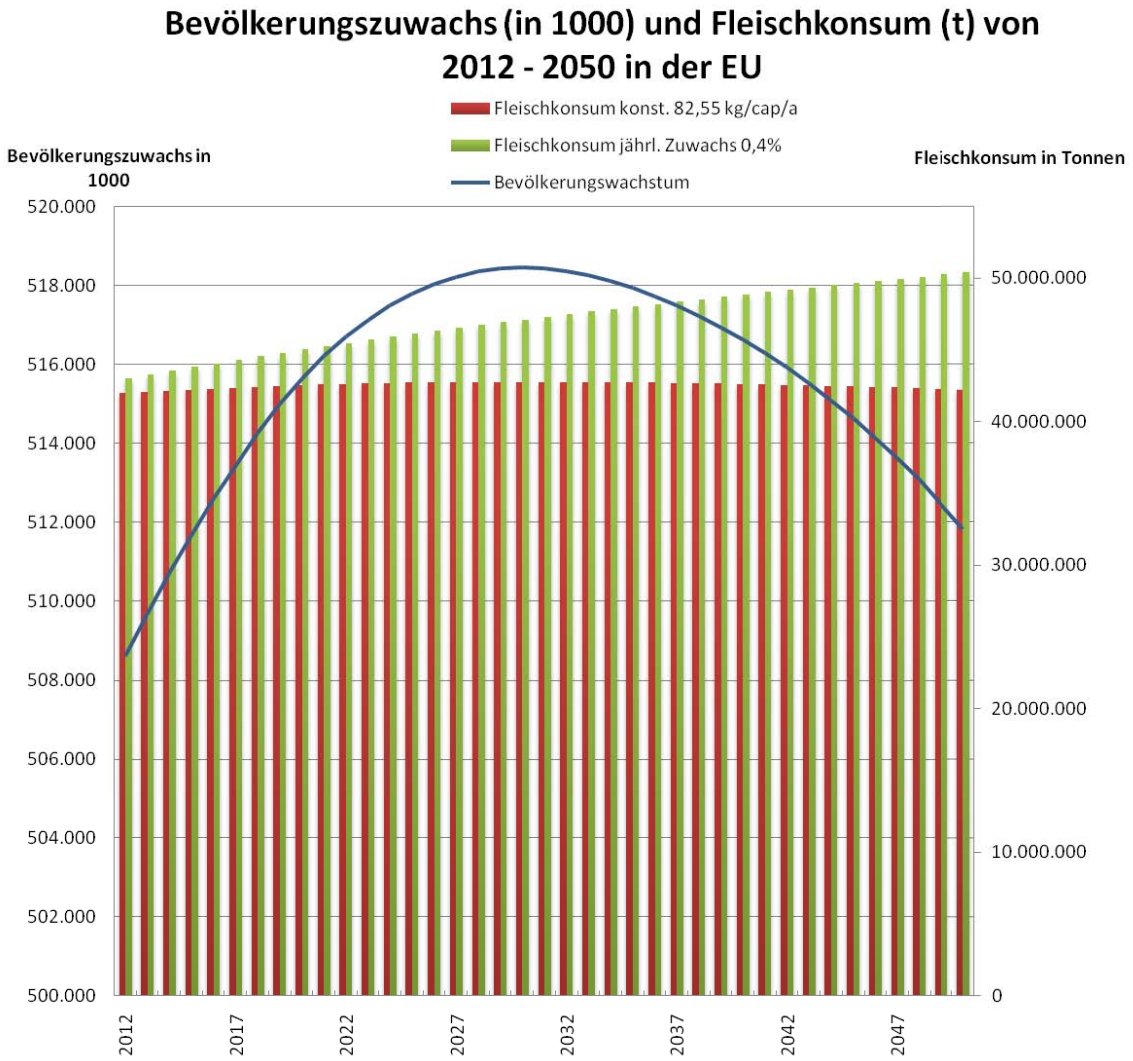


Abbildung 16: Bevölkerungszuwachs (in 1000) und Fleischkonsum (t) von 2012 - 2050 in der EU. Quelle: eigene Darstellung nach (FAO, 2013d).

Das Bevölkerungswachstum in der EU wird nach FAO (2013d) im Jahr 2030 seinen Höhepunkt erreichen (518.461.000 Einwohner) und ab diesem Zeitpunkt jährlich abnehmen, wie in Abbildung 16 zu erkennen ist. Ebenfalls ersichtlich ist, dass sich der gesamte Fleischkonsum, sollte er konstant bei 82,55 kg/cap/a bleiben, fast nicht verändert. Die angenommene jährliche Steigerung von 0,4% trägt zu einem leicht höheren Fleischkonsum im Jahr 2050 bei, was im Vergleich zum Jahr 2011 knapp 10 Mio. ha mehr Anbauflächen für Futtermittel benötigt.

4.4 Exkurs: Auswirkungen der Bioökonomiestrategien in Deutschland und der EU auf die nachhaltige Lebensmittelproduktion und -versorgung in den jeweiligen Ländern

4.4.1 Begriffserklärung

Erstmals tauchte der Begriff „*Bioökonomie*“ im Jahr 1997 auf, als er im Zusammenhang eines Beitrags zu den wirtschaftlichen Potentialen der „Genomik“ Erwähnung fand und definiert wurde als der „*Bereich der Wirtschaft, der neues biologisches Wissen zu kommerziellen und industriellen Zwecken* (Enríquez-Cabot, 1998 zit. in Gottwald und Krätzer, 2014, S. 12)“ verwendet. Seither erscheinen auch Synonyme wie *Green Growth*, *Green Economy*, *biobasierte Bioökonomie* sowie *wissensbasierte Bioökonomie* und *Industrielle Bioökonomie* Anwendung (Gottwald/Krätzer, 2014).

Die Bioökonomie versteht sich als das Bindeglied zwischen Ökonomie und Ökologie (BMBF, 2014b). Sie wird vom Bioökonomierat (BÖR) als die „*wissensbasierte Erzeugung und Nutzung biologischer Ressourcen, um Produkte, Verfahren und Dienstleistungen in allen wirtschaftlichen Sektoren im Rahmen eines zukunftsfähigen Wirtschaftssystems bereitzustellen* (BÖR, 2014 zit. in BMBF, 2014b, S. 6)“ definiert und wurde ursprünglich als Möglichkeit betrachtet, die Abhängigkeit von fossilen Ressourcen zu schmälern. In Anbetracht des Klimawandels wird sie heute jedoch in Verbindung mit den Nachhaltigkeitszielen gesehen, denn die „*Bioökonomie ist integraler Bestandteil einer ökologischen Transformation des Wirtschaftssystems in einem postfossilen Zeitalter* (BÖR, 2014, S. 4).“ Vor diesem Hintergrund obliegt es den einzelnen Ländern unter Zuhilfenahme ordnungs-, gesellschafts- und technologiepolitischer Maßnahmen eine ökologisch nachhaltige Wirtschaft zu entwickeln.

Um die zukünftige Nachfrage nach Produkten, Verfahren und Dienstleistungen zu befriedigen, werden laut OECD technologische Innovationen benötigt, um neue Ressourcen zu schaffen und bereits bestehende effektiv nutzen zu können (OECD, 2009). Die Biotechnologie vermag es aus Sicht der OECD, derartige Technologien zu liefern und ihr Nutzen kann durch die Bioökonomie maximiert werden. Darüberhinaus kann nach OECD (2009) die Anwendung der Biotechnologie in der Primärproduktion, der Gesundheit und der Industrie zu einer entstehenden Bioökonomie führen, in der die Biotechnologie einen erheblichen Anteil an der Wirtschaftsleistung hat. Bis zum Jahr 2030 könnte die Bioökonomie fortgeschrittene Kenntnisse von Genen und komplexen Zellprozessen sowie erneuerbarer Biomasse beinhalten und sektorenübergreifende biotechnologische Anwendung finden (OECD, 2009). Die OECD geht also davon aus, dass es der Bioökonomie mit Hilfe der Biotechnologie möglich sein wird, nachhaltige Entwicklung zu unterstützen und einen Beitrag zur Nachhaltigkeit zu leisten (OECD, 2009).

4.4.2 Auswirkungen der Bioökonomiestrategie auf die Ernährungssicherung in Deutschland

4.4.2.1 Inhalte und Vorteile der deutschen Bioökonomiestrategie

Durch die *Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030* und die *Nationale Politikstrategie Bioökonomie* will die Bundesregierung die Bioökonomie in Deutschland konsequent durchsetzen (BÖR, 2014) und hat bereits im internationalen Vergleich eine Spitzenposition bei deren Aufbau eingenommen (BMBF, 2014b).

Die Bioökonomiestrategie in Deutschland umfasst folgende Punkte (BMBF, 2014b):

- Sicherstellen weltweiter Ernährung
- nachhaltige Agrarproduktion
- Produktion gesunder und sicherer Nahrungsmittel
- industrielle Nutzung nachwachsender Rohstoffe
- Ausbau der Biomasse als Energieträger

Das BMBF (2014b) weist jedoch ausdrücklich darauf hin, dass die Sicherstellung der Ernährungssicherheit eine höhere Wichtigkeit genießt als bspw. der Ausbau der Biomasse. Abbildung 17 zeigt vereinfacht die Ziele der Bundesregierung in Deutschland im Hinblick auf die Bioökonomiestrategie.

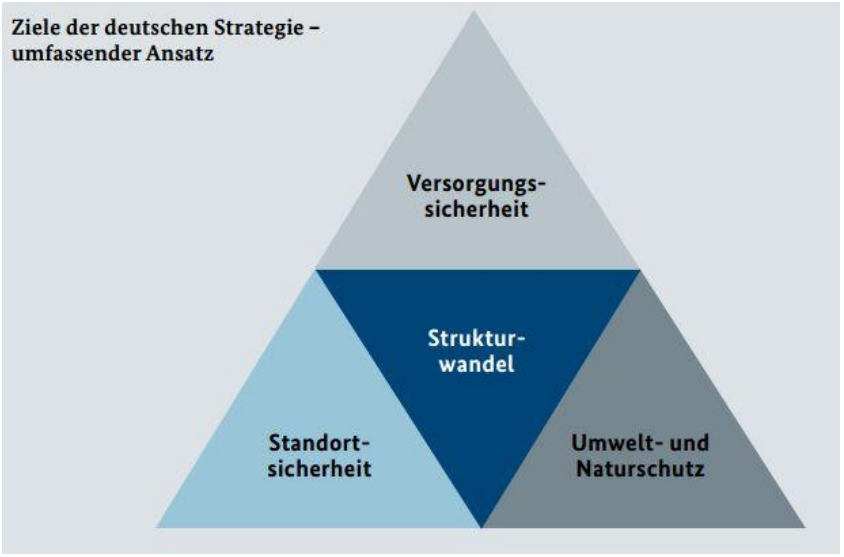


Abbildung 17: Die Ziele der deutschen Bioökonomiestrategie. Quelle: BMEL (2014a).

Deutschland gilt im Vergleich zu anderen Ländern als rohstoffarm, kann aber im Bereich Technologie als Vorreiter bezeichnet werden und nimmt zudem aktiv am globalen Wettbewerb teil. Mithilfe der Bioökonomie will Deutschland weiterhin global wettbewerbsfähig bleiben und gleichzeitig der

Generationengerechtigkeit durch eine nachhaltige Nutzung der Umwelt dienen. Dies beinhaltet unter anderem die nachhaltige Nutzung von Boden und Wasser sowie die Ernährungssicherung (BÖR, 2014), was allerdings in den Strategieprogrammen nur vage angeführt ist.

Bislang wurden diverse Förderinstrumente bereitgestellt, die u.a. - im Hinblick auf die Ernährungssicherung - zum Ziel haben, nachwachsende Rohstoffe in industrielle Prozesse zu integrieren, den biologischen Landbau zu fördern oder die Nachhaltigkeit im Agrarsektor zu verbessern (BMBF, 2014b). Allerdings wurde der Biolandbau bislang wenig gefördert und macht einen geringen Teil der agrarischen Produktion in Deutschland aus. Im Jahr 2013 wurden lediglich 6,4% der landwirtschaftlichen Nutzflächen biologisch bewirtschaftet und nur 8,4% der Agrarbetriebe in Deutschland besitzen eine Bio-Zertifizierung (BMEL, 2014b).

In Bezug auf die Ernährungssicherung in Deutschland spielt die Landwirtschaft - und damit einhergehend die Produktion von pflanzlichen und tierischen Lebensmitteln - eine bedeutungsvolle Rolle. Die Aufgabe der Landwirte besteht nach BMBF (2014a) u.a. darin, agrarwirtschaftliche Nutzflächen so zu bewirtschaften, dass zum einen der Bedarf gesichert ist und zum anderen die Umwelt so wenig wie möglich belastet wird.

Durch die global stetig ansteigende Bevölkerung steigt die Nachfrage nach Biomasse bei gleichzeitigem Sinken der Ackerfläche pro Kopf. Auch die Nachfrage nach tierischen Lebensmitteln nimmt weiter zu. Um den Bedarf dennoch decken zu können, bedarf es laut nicht näher genannter Fachleute einer „*Verbesserung der angebauten Nutzpflanzen*“[9], um diese einerseits resistenter gegenüber Umwelteffekten zu machen und andererseits deren Leistungspotential zu steigern. Außerdem müssen die Anbaumethoden verbessert werden (BMBF, 2014a).

In Deutschland werden derzeit ca. 30 Universitäten und 25 Institutionen durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung und das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft finanziell unterstützt, um die Forschung in diesen Bereichen zu forcieren. Obwohl die Genomforschung und mögliche gentechnologische Anwendungen einen wichtigen Stellenwert haben, weist das BMBF darauf hin, dass Ressourcen umweltschonend genutzt und auch die Biodiversität nicht außer Acht gelassen werden darf. Darin wird offenbar kein Widerspruch gesehen und keine mögliche technologische Gefahr befürchtet.

Ebenfalls von großer Bedeutung für die deutsche Bioökonomiestrategie im Hinblick auf die Ernährungssicherung ist eine artgerechte Tierhaltung, die im Umgang mit Ressourcen vorausschauend handelt. Um der steigenden Nachfrage nach tierischen Lebensmitteln gerecht zu werden, sollen im Rahmen der Bioökonomiestrategie Nutztiere gezüchtet werden, die unempfindlicher und widerstandsfähiger gegen Krankheiten sind. Um dies zu erreichen, werden einerseits Forschungsprojekte durch das deutsche Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

[9] Es wird nicht näher angeführt, in welchem Ausmaß gentechnologische Verfahren angewendet werden sollen.

unterstützt und andererseits widmet sich die Forschung vermehrt dem Umgang mit und der Vermeidung von Antibiotika in der Nutztierhaltung. Auch Aquakulturen werden erforscht, um diese nachhaltiger zu gestalten (BMBF, 2014a).

Laut BÖR (2015a) muss in Deutschland ein Agrarwachstum nicht um jeden Preis verfolgen, weil a) die resultierende Menge für das Weltagrarsystem vernachlässigbar ist und b) Deutschland die benötigten Rohstoffe für Nahrung und Industriezwecke, sofern erforderlich, auch importieren kann. Dennoch betont der BÖR (2015a) eine große Verantwortung der deutschen Landwirtschaft bezüglich der Welternährung.

4.4.2.2 Nachteile der deutschen Bioökonomiestrategie

Die Kritik an der Bioökonomiestrategie ist ebenso vielfältig wie die von Befürwortern geäußerten Vorteile. Anstößig ist vor allem, dass derzeit weder die betriebswirtschaftlichen noch die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen gegeben sind, um eine bio-basierte Wirtschaft zu erreichen, und die aus der Bioökonomie resultierenden Folgen für Gesellschaft und Umwelt weder bekannt sind noch ausreichend untersucht wurden. Ferner sind die Umsetzung und die Gründe bzw. Ziele des geforderten Dialogs mit der Öffentlichkeit nicht präzisiert (Albrecht et al., 2012). Die Autoren kritisieren darüberhinaus, dass unklar ist, mit welchen Mitteln es der Wirtschaft gelingen soll, ihr Fundament auf die Biomasse zu stützen. Sowohl durch die Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030 als auch durch die Nationale Politikstrategie Bioökonomie wird nach Albrecht et al. (2012) der Eindruck erweckt, es ginge eher darum, die Öffentlichkeit von der Notwendigkeit biotechnologischer Maßnahmen zu überzeugen, als mit der Öffentlichkeit über gesetzte Ziele zu diskutieren. Auch das Ziel, die Nachhaltigkeit mit Hilfe der Bioökonomie zu stärken, ist umstritten, was eine von Albrecht et al. (2012) aufgestellte Rechnung unterstreicht. Daraus geht hervor, dass allein in Deutschland 3,2% des globalen Biomassepotentials für die chemische Industrie bereitgestellt werden müssen. Werden weitere Zweige des produzierenden Gewerbes mit einbezogen, erhöht sich dieser Prozentsatz sogar auf 10%. In den genannten Politikstrategien wird davon ausgegangen, dass - global gesehen - südliche Länder für die Nachfrage des Nordens nach Biomasse aufkommen sollen. Dies hat zur Folge, dass die Ernährungssicherheit in diesen Ländern in ernsthafte Gefahr gerät, was im Gegensatz zum genannten Hauptziel der Bioökonomiebemühungen steht, die Welternährung sicherzustellen (Albrecht et al., 2012).

Außerdem wird die Bioökonomie und ihre Strategie kritisiert, zu sehr auf technologische Ansätze zu bauen und dabei soziale und ökologische Verteilungsfragen außer Acht zu lassen (Unmüßig, 2014a). Ferner wird durch die Bioökonomie weiteres Wachstum befürwortet ohne auf ressourcenschonende Maßnahmen zu setzen und geringere Kohlenstoffumsätze zu fördern. Die Bioökonomiestrategie sieht auch vor, die Umwelt zu monetarisieren, um über Zertifikathandel zu ihrem Schutz beizutragen. Zertifikate ermöglichen selbst in sensiblen Gebieten Raubbau an der Natur zu begehen. Diese Gebiete werden dadurch unwiederbringlich zerstört (Unmüßig, 2014a).

Dagegen sind Zahlungen, die bei entstandenen Umweltschäden zu leisten sind, sinnvoll, da sie in erster Linie davon abhalten, der Umwelt Schaden zuzufügen. Dennoch kommt der Wert von Naturschutzleistungen in politischen Debatten oft zu kurz. Erfahren allerdings Naturdienstleistungen entsprechende Wertschätzung, ist es möglich Ökosysteme zu schützen und dies in politische Entscheidungen einfließen zu lassen (Unmüßig, 2014b).

Obwohl die Bundesregierung angegeben hat, dass der Aspekt der Ernährungssicherheit in den Bioökonomieanstrengungen Berücksichtigung findet, wurden bislang weder ökologische noch nachhaltigkeitsorientierte Standards und Maßstäbe eingeführt, die sicherstellen, ob dies auch wirklich während des Produktionsprozesses von Biomasse und deren Verwendung geschieht (Schneider, 2014). Des Weiteren führt Schneider (2014) als Defizit im Kontext der deutschen Bioökonomiestrategie an, dass eine mögliche Einführung einer Politikfolgenabschätzung auf die globale Ernährungssicherheit durch die UN für Deutschland zur Folge haben wird, dass die bestehende Gesetzesfolgenabschätzung um den Bestandteil „internationale Verantwortung“ unter besonderer Berücksichtigung möglicher Folgen für die Ernährungssicherheit erweitert werden muss.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass aus der Bioökonomiestrategie Deutschlands nicht klar ersichtlich ist, welche Ziele mit welchen Mittel und welchen Verantwortlichkeiten verfolgt werden. Außerdem werden keine klaren Aussagen über die Art und Weise der zielführenden Umsetzungen getroffen und auch ein Zeitrahmen ist nicht vorgegeben. Zudem werden mögliche Risiken sowie partizipative Prozesse bislang weitgehend ausgeklammert. Potentielle Schwierigkeiten und Gefahren im Kontext des Ziels der Ernährungssicherung sind ebenfalls nicht näher ausgeführt.

4.4.3 Auswirkungen der Bioökonomiestrategie auf die Ernährungssicherung in der EU

4.4.3.1 Inhalte und erwartete Vorteile der Bioökonomiestrategie in der EU

Die Umsetzung der Bioökonomiestrategie der EU wird als wichtiger Bestandteil der Europa 2020-Strategie gesehen (EU-Kommission, 2012). Sie soll das Erreichen des zweiten Zieles - den Anteil der Erneuerbaren im Endenergieverbrauch auf 20% zu erhöhen - ermöglichen (Eickhout, 2012). Ferner wird von der EU-Kommission ein großes Potential der Bioökonomiestrategie erwartet, das ökonomische Wachstum weiter zu steigern, Arbeitsplätze zu schaffen, die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern zu verringern und die Nachhaltigkeit der ökonomischen und ökologischen Primärproduktion der Bereiche Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Fischerei und Aquakultur und des produzierenden Gewerbes voranzutreiben. Die Bioökonomiestrategie der EU umfasst die Produktion erneuerbarer Ressourcen und die Umwandlung dieser in Mehrwertprodukte sowie die Umwandlung von Abfallströmen in Mehrwertprodukte, wie z.B. Nahrungsmittel, Futtermittel, biobasierte Produkte und Bioenergie (EU-Kommission, 2012). Ferner wird sie als Möglichkeit gesehen, das Wachstum in

einem Zusammenspiel mit sowohl herkömmlichen als auch neuen Sektoren der Bioökonomie unter Berücksichtigung der Ernährungssicherheit und dem Kampf gegen den Klimawandel zu erhöhen (EU-Kommission, 2014).

Die Ziele der Strategie sind darauf ausgelegt, eine Gesellschaft zu schaffen, die zum einen ressourceneffizient und wettbewerbsfähig ist und zum anderen einen nachhaltigen Umgang mit erneuerbaren Ressourcen pflegt, ohne dabei die Ernährungssicherheit und die Umwelt zu gefährden. Folgende Ziele werden verfolgt (EU-Kommission, 2012):

- Gewährleisten der Ernährungssicherheit
- Nachhaltiger Umgang mit natürlichen Ressourcen
- Verringerung der Abhängigkeit von fossilen Ressourcen
- Abschwächung und Anpassung an den Klimawandel

Um diesen Zielen gerecht zu werden, hat die Europäische Kommission einen Aktionsplan ausgearbeitet, in dem sie die wichtigsten Handlungen für die Implementierung einer Bioökonomiestrategie vorstellt und Mitgliedsstaaten sowie Interessenvertreter zur Teilnahme auffordert (EU-Kommission, 2012). Zusätzlich wurde 2012 die Europäische Innovationspartnerschaft für Landwirtschaft von der Kommission ins Leben gerufen, um im Bereich Land- und Forstwirtschaft nachhaltige Produktion zu forcieren und um zu einer angemessenen Bereitstellung von Biomasse (Qualität und Menge) zur Nahrungs- und Futtermittelherstellung sowie zur Produktion neuer Biomaterialien beizutragen (BÖR, 2015b).

Laut BMBF (2014a) wurde im Jahr 2013 auch ein Public-Private-Partnership gegründet, um Wertschöpfungsketten zu etablieren, die von der traditionellen Art und Weise abweichen. Binnen der nächsten sieben Jahre werden dazu von der EU-Kommission und zahlreichen Partnern aus Europa 3,7 Mrd. Euro in Forschungsprojekte und Demonstrationsanlagen investiert.

In Bezug auf die **Ernährungssicherheit** greifen die Maßnahmen in das Feld der Abfallvermeidung und -aufwertung. Es sollen Strategien für einen nachhaltigen, ressourcenschonenden und größtenteils abfallfreien Umgang mit erneuerbaren Ressourcen in Europa etabliert werden (EU-Kommission, 2014) mit dem Ziel, geschlossene Regelkreise zu entwickeln, die unvermeidbare Abfallprodukte nachhaltig recyceln oder in einem anderen Sektor verwenden (ETP/EUFETEC, o.J.). Zusätzlich bedarf es nachhaltiger Entwicklung von industriellen Prozessen, um zu einer abfallarmen Gesellschaft zu gelangen (EU-Kommission, 2014). Um gerechte Preise für Nahrungsmittel zu erreichen, ist ein angemessenes Einkommen für die Erzeuger und die Bereitstellung von qualitativ hohen Nahrungsmitteln Voraussetzung. Auch die geplante Nutzung von Überproduktionen, die bislang oftmals als Abfall enden, kann die Ernährungssicherheit verbessern. Die Stabilität auf dem Agrarmarkt soll durch Biomaterialien und den Bioenergiesektor gekräftigt werden (EU-Kommission, 2014). Durch die Entwicklung von alternativen Futtermitteln soll der Druck auf Nahrungspflanzen verringert werden (ETP/EUFETEC, o.J.). Dennoch räumt die EU-Kommission ein, dass ein nachteiliger Wettbewerb

zwischen dem Bereich Nahrungsmittel und anderen Sektoren nicht ausgeschlossen werden kann (EU-Kommission, 2014).

Als ebenfalls wichtiger Punkt wird die Zusammenarbeit mit Entwicklungsländern gesehen. Hier soll erstens geholfen werden, die landwirtschaftliche Produktion zu verbessern und zweitens den Export von Biotreibstoffen und Bioenergieträgern zu ermöglichen (ETP/EUFETEC, o.J.). Inwieweit dabei ökologische, ökonomische und soziale Nachhaltigkeit eine Rolle spielen, wird nicht erwähnt.

4.4.3.2 Kritik an der Bioökonomiestrategie der EU aus Sicht der Nachhaltigkeit

Ein wichtiger Kritikpunkt an der Bioökonomiestrategie der EU ist, dass aus dem Strategie- und Aktionsplan der EU-Kommission weder klar hervorgeht, wer für die Umsetzung der Ziele verantwortlich ist, noch, unter welchen Rahmenbedingungen (Ausgaben, Zeitvorgabe etc.) die Umsetzung erfolgen soll und ob Sanktionen bei Verfehlen der Ziele vorgesehen sind.

Auch wird die Transformation zu einer Bioökonomie in Europa nur möglich sein, wenn Ressourcen aus landwirtschaftlichen und ländlichen Regionen von Entwicklungsländern (Least Developed Countries - LDC) verwendet werden, da jetzt bereits in der EU nicht genügend Ackerflächen vorhanden sind, um die inländische Nachfrage zu decken und der Druck auf die landwirtschaftlichen Flächen der EU durch Besiedelung, Straßenbau und den Tourismus wächst. Daher ist es von besonderer Bedeutung, die Kleinbauern in den LDC-Regionen zu integrieren, um die Armut zu senken. Dies kann nur durch eine sanfte Erhöhung der Nachfrage nach Biomasse geschehen, da, wie im Fall der Biotreibstoffe, ein zu rascher Anstieg eine Expansion von großen Plantagen und den Ausschluss von kleinbäuerlichen Betrieben zur Folge hat (Schneider, 2014). Ein notwendigerweise gemäßigtes Wachstum der Nachfrage nach Biomasse ist schwer zu steuern. Zudem birgt die Nutzung landwirtschaftlicher Nutzflächen in Entwicklungsländern Nachteile und Gefahren für die dortige Bevölkerung in Bezug auf die Ernährungssicherheit, denn diese Flächen liefern einen wichtigen Teil der Nahrung für die ärmere Bevölkerung oder auch bspw. Feuerholz (Eickhout, 2012).

Weiteren Druck auf die Nachfrage nach Biomasse und somit auf die Ernährungssicherheit übt das Unterziel der Erneuerbaren-Energien-Richtlinie der EU aus. Sie sieht vor, 10% der Endenergie im Transportsektor durch Erneuerbare Energien zu decken. Schätzungen zeigen, dass im Jahr 2020 ein Großteil (90%) der Erneuerbaren Energien im Transportsektor allein durch Biomasse bereitgestellt werden (Eickhout, 2012).

Ein Wettbewerb findet hauptsächlich zwischen der Produktion von Nahrungsmitteln und der Verwendung von Biomasse zur Herstellung von Biotreibstoffen statt, da biobasierte Materialien und Chemikalien nur einen geringen Anteil an der Nutzung von Biomasse haben. Der relativ hohe Anteil von Nahrungspflanzen an der Produktion von Biotreibstoffen (z.B. 2007 - 2009: 20% Zuckerrohr) hat negative Auswirkungen für die Konsumenten in Bezug auf Preisniveau und Preisvolatilität, da auf den

Agrarmärkten sehr geringe Elastizitäten vorzufinden sind (Eickhout, 2012). Laut Eickhout wird die Biotreibstoffstrategie der EU außerdem erheblichen Einfluss auf die Nahrungsmittelpreise im Jahr 2020 nehmen. So werden Ölsaaten bis zu 22% teurer, Pflanzenöle bis zu 20%, Weizen bis zu 10%, Mais bis zu 22% und Zucker wird bis zu 21% mehr kosten.

Hinzu kommt, dass es wie im Fall Deutschland auch in der EU weder Standards noch Maßstäbe gibt, die das Einbeziehen der Ernährungssicherheit bei Produktion und Verwendung von Biomasse kontrollieren. Außerdem ist weder auf europäischer noch auf den nationalen Ebenen eine angemessene Gesetzgebung geplant, welche soziale Aspekte der Nachhaltigkeit beinhaltet (Schneider, 2014). Ohne entsprechende Rahmenbedingungen wird sich die Bioökonomie - entgegen ihrer gewollten Auswirkungen - eher negativ auf den Klimawandel und die Ernährungssicherheit auswirken (Eickhout, 2012).

Abschließend lässt sich feststellen, dass ein weiterer Ausbau der Biomasse die Gewährleistung der Ernährungssicherheit vor eine große Herausforderung stellt. Die verstärkte Nutzung nachwachsender Rohstoffen wie sie gegenwärtig praktiziert wird, steht in krassem Gegensatz zum Sicherstellen globaler Ernährungssicherheit, insbesondere dann, wenn die ökonomischen Rahmenbedingungen bei den gegenwärtigen Bioökonomiestrategien weiter prologiert werden.

Durch die implizite Annahme der Industrieländer, dass die Entwicklungsländer des Südens die Nachfrage nach Biomasse stark bedienen sollen, ist die Ausbeutung des Südens zum Vorteil des Nordens wahrscheinlich, so nicht faire Handelsbedingungen geschaffen werden. Obwohl eines der obersten Ziele der deutschen Bioökonomiestrategie die Sicherstellung der Welternährung beinhaltet, werden die möglichen Konsequenzen auf die Ernährungssicherheit der Bevölkerung in den Entwicklungsländern vollkommen außer Acht gelassen.

5. Schlussfolgerung

Wie die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, kann für Brasilien und die EU keine gleich gerichtete Aussage über das Potential von Biotreibstoffen getroffen werden. Auch in welchem Maß der Anbau von Energiepflanzen die Ernährungssicherheit des jeweiligen Landes bei flächendeckendem Biolandbau beeinflussen würde, ist in Brasilien sehr verschieden zu den modellierten Auswirkungen in der EU. Die Ergebnisse sind u.a. abhängig von den klimatischen Gegebenheiten, der Verfügbarkeit freier Ackerflächen und vom Fleischkonsum der Bevölkerung in dem jeweiligen Land.

Der Anbau von Biotreibstoffen ist - sowohl in Brasilien, insbesondere aber in der EU - durch limitierte Ackerflächen stark begrenzt. Diese Begrenzung verschärft sich, wenn die gegenwärtige konventionelle Landwirtschaft konsequent in Richtung Nachhaltigkeit (z.B. Biologische Landwirtschaft) umgestellt würde. Dies erscheint aber für die Resilienz des Ernährungssystems unverzichtbar. Werden allerdings

weiterhin Energiepflanzen auf Flächen angebaut, die auch zur Nahrungs- und Futtermittelproduktion geeignet sind, müsste es zu einer drastischen Reduktion des Fleischkonsums kommen, um eine nachhaltige Landwirtschaft auf den begrenzten Flächen in Brasilien und vor allem in der EU sicherzustellen.

Eine Reduktion des hohen Fleischkonsums in Brasilien wie auch in der EU ist genauso wie die Umstellung auf eine nachhaltige Landwirtschaft unverzichtbar für eine nachhaltige Entwicklung und für die damit verbundene, dauerhafte Schonung der natürlichen Ressourcen (z.B. der Bodenfruchtbarkeit, Artenvielfalt, Gewässerschutz). Aus dieser Perspektive sollte die Produktion von Biotreibstoffen nur dort Anwendung finden, wo sie nicht in Konkurrenz mit der Produktion von Nahrungsmitteln oder aber auch - in begrenztem Maße - von Futtermitteln steht. Ob Biotreibstoffe der 2. und 3. Generation dieses Konkurrenzproblem entschärfen können, bedarf einer genauen Prüfung der jeweiligen Stoffflussketten.

6. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit ist der übergeordneten Forschungsfrage nachgegangen, ob und in welchem Ausmaß es in Brasilien und in der EU möglich ist, neben einer Biologischen Landwirtschaft Pflanzen zur Biotreibstoffproduktion anzubauen ohne die Ernährungssicherung in den betrachteten Länder zu gefährden. Dazu wurde zum einen eine Literaturrecherche mittels Schneeballsystem und anschließender Auswertung durchgeführt. Zum anderen wurden statistische Daten zur Landwirtschaft und zum Lebensmittelkonsum von Brasilien und der EU erhoben und spezifisch ausgewertet. Darüberhinaus wurden die Auswirkungen einerseits eines reduzierten Fleischkonsums und Nahrungsmittelexports und andererseits eines flächendeckenden Biolandbaus auf die benötigte Ackerflächen der betrachteten Länder auf Basis verschiedener Szenarien berechnet.

Die wichtigsten ausgewählten Ergebnisse sind:

- **Reduzierter Fleischkonsum und verringerter Export würden bei konstanter Bevölkerung in Brasilien und der EU zu einem deutlich geringeren Bedarf an Anbauflächen für Nahrungs- und Futtermittel führen:**

Würde der Fleischkonsum in **Brasilien** bei um 50% auf 46,48 kg/cap/a gesenkt, würden sich Flächeneinsparungen von 5,3 Mio. ha Ackerfläche ergeben; bei einer Reduzierung auf 32,5 kg/cap/a würden sich die frei werdenden Ackerflächen auf knapp 7 Mio. ha erhöhen. Unter zusätzlicher Berücksichtigung eines um 50% reduzierten Exports würden, je nach Reduktion des Fleischkonsums, die Flächeneinsparungen auf 12 bzw. 14 Mio. ha steigen. Eine 100%ige Einstellung des Exports hätte Flächeneinsparungen von sogar 19 bzw. knapp 21 Mio. ha zur Folge. Das wären 26% bzw. 29% der gegenwärtigen Ackerfläche von Brasilien (Stand: 2011).

In der **EU** würden durch eine Herabsetzung des Fleischkonsums um 50% (41,275 kg/cap/a) 15 Mio. ha Ackerflächen frei werden und die Reduktion des Fleischkonsums auf 32,5 kg/cap/a hätte 18 Mio. ha Flächeneinsparungen zur Folge. Das sind ca. 14% bzw. ca. 17% der gegenwärtigen Ackerfläche der EU (Stand: 2011). Eine Halbierung des Exports würde die frei werdenden Ackerflächen, je nach Reduktion des Fleischkonsums, auf 17 bzw. 20 Mio. ha anwachsen lassen. Aus einer vollkommenen Einstellung des Exports würde zusammen mit den Einsparungen durch den reduzierten Fleischkonsum 19 bzw. 22 Mio. ha frei werdende Ackerfläche resultieren. Das wären 17,5% bzw. 20% der gegenwärtigen Ackerfläche der EU (Stand: 2011).

- **Flächeneinsparungen durch Biolandbau werden nur in Brasilien generiert:**

Die Szenarioberechnungen in Brasilien zeigen, dass eine Umstellung auf Biologische Landwirtschaft (Bio-Szenario) - infolge der höheren Bio-Ernteerträge bei vielen wichtigen Hauptkulturarten - auch bei gleichbleibend hohem Fleischkonsum (92,97 kg/cap/a im Jahr 2011) und konstanter Biotreibstoffherstellung 2,7 Mio. ha Ackerflächen frei werden, ohne die inländische Ernährungssicherung zu gefährden. Eine zusätzliche Reduzierung des Fleischkonsums auf 32,5 kg/cap/a würde die frei werdenden Ackerflächen sogar auf mehr als 46 Mio. ha erhöhen (ca. 64% der gegenwärtigen Ackerfläche Brasiliens, Stand: 2011), was als theoretisches Potential für die Biotreibstoffproduktion in Brasilien betrachtet werden kann ohne dabei negative Auswirkungen auf die inländische Nahrungs- und Futtermittelproduktion zu haben.

- **Verminderte Erträge in der EU durch Biolandbau geben nur bei einem verringerten Fleischkonsum Flächen zur Produktion von Biotreibstoffen frei:**

In der EU dagegen würde eine flächendeckende Umstellung auf Biologische Landwirtschaft zu Einbußen in den Erträgen von durchschnittlich 30% führen, was bei konstant hohem Fleischkonsum und konstanter Biotreibstoffherstellung 41 Mio. ha mehr Ackerflächen zur Nahrungs- und Futtermittelherstellung erforderlich machen würde, um die Ernährungssicherung der Bevölkerung zu gewährleisten. Bei einer gleichzeitigen deutlichen Reduktion des Fleischkonsums auf 32,5 kg/cap/a und gleichbleibendem Anbau von Energiepflanzen würden hingegen nur mehr 14 Mio. ha Ackerfläche zusätzlich zur Nahrungs- und Futtermittelbereitstellung benötigt werden. Das sind ca. 13% der gegenwärtigen Ackerfläche der EU (Stand: 2011).

Würden Biotreibstoffe jedoch nur auf Flächen angebaut, die für die Nahrungs- und Futtermittelproduktion nicht in Frage kommen und käme es im Bio-Szenario zusätzlich zu einer deutlichen Einschränkung des Fleischkonsums auf 32,5 kg/cap/a, beliefe sich das Potential der frei werdenden Flächen zur Herstellung von Biotreibstoffen in der EU auf 9 Mio. ha. Das sind 8,3% der gegenwärtigen Ackerfläche der EU (Stand: 2011).

- **Ohne die Generierung neuer Flächen ist Biolandbau bei gegenwärtigem Fleischkonsum nur auf Kosten der Ernährungssicherung in der EU möglich:**

Durch den flächendeckenden Biolandbau in der EU würden wie erwähnt zusätzliche Ackerflächen benötigt, um die Nahrungs- und Futtermittelproduktion weiterhin gewährleisten zu können. Bei konstant hohem Fleischkonsum von 82,55 kg/cap/a werden, auch wenn die Flächen, die gegenwärtig zur Biotreibstoffproduktion verwendet werden, der Nahrungs- und Futtermittelherstellung zur Verfügung gestellt würden, immer noch zusätzlich 18 Mio. ha landwirtschaftliche Ackerflächen benötigt, um die Ernährungssicherung der EU nicht zu gefährden. Reduziert sich allerdings bei diesem Bio-Szenario der Fleischkonsum um 50% bzw. auf 32,5 kg/cap/a und werden gleichzeitig die Ackerflächen vorrangig zur Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln verwendet, werden sogar 4 bzw. 9 Mio. ha zur Herstellung von Biotreibstoffen frei, ohne die Ernährungssicherung der EU herabzusetzen. Das sind 3,7% bzw. 8,3% der gegenwärtigen Ackerfläche der EU (Stand: 2011).

- **Steigende Bevölkerungszahlen und ein steigender Fleischkonsum machen zusätzliche Anbauflächen für Futtermittel im Jahr 2050 erforderlich:**

Mit Blick auf das **Bevölkerungswachstum** werden in **Brasilien** bei konstant hohem Fleischkonsum bis zum Jahr 2050 im Vergleich zum Jahr 2011 10 Mio. ha mehr **Ackerflächen für Futtermittel** nötig sein, um die Nachfrage nach Fleisch decken zu können. Senkt sich allerdings der Fleischkonsum um 50% auf 46,48 bzw. auf 32,5 kg/cap/a, werden nur mehr 0,7 bzw. 0,5 Mio. ha zusätzlicher Ackerfläche allein für Futtermittel benötigt.

In der **EU** hat die **steigende Bevölkerung** zur Folge, dass im Jahr 2050 - zum Vergleichsjahr 2011 - bei konstantem Fleischkonsum von 82,55 kg/cap/a nur 0,4 Mio. ha ebenfalls zusätzliche Ackerflächen für Futtermittel benötigt werden. Unter Berücksichtigung eines reduzierten Fleischkonsums von 41,275 bzw. 32,5 kg/cap/a werden zur Deckung der Nachfrage 0,2 bzw. 0,15 ha zusätzliche Ackerflächen nur zum Anbau von Futtermitteln nötig sein.

Die Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass eine Umstellung auf eine flächendeckende Landwirtschaft in der EU - im Gegensatz zu Brasilien – bei gegenwärtigem Ernährungsstil, der einen hohen Fleischkonsum beinhaltet, mit einem großen Flächenproblem verbunden ist. Unter Berücksichtigung des erhöhten Flächenbedarfs bei Biolandbau wie auch bei anderen Formen von nachhaltigen Low Input - Bewirtschaftungsweisen stehen in der EU keine weiteren Flächen für eine steigende Produktion von Biotreibstoffen zur Verfügung, insbesondere dann nicht, wenn sich die Ernährungsstile nicht ändern. Dies müssen künftige Bioökonomiestrategien in der EU berücksichtigen, wenn sie sich konsequent auf Nachhaltigkeit ausrichten wollen. Die Produktion von Biotreibstoffen sollte daher nur dort Anwendung finden, wo sie nicht in Konkurrenz mit der Produktion von Nahrungsmitteln bzw. Futtermitteln steht. Ob Biotreibstoffe der 2. und 3. Generation dieses Konkurrenzproblem entschärfen können, bedarf einer genauen Prüfung.

7. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

7.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Globales Angebot an Biotreibstoffen 2006 - 2018. Quelle: IEA (2015). 17

Abbildung 2: Energiebilanzen flüssiger Treibstoffe. Die Skala stellt das Verhältnis von der Energie des produzierten Treibstoffs zur Energie, die zu seiner Produktion nötig ist, dar. Quelle: FAO (2008) zit. in Elbehri et al. (2013). 23

Abbildung 3: Jährlicher agrochemischer Verbrauch in kg/km² für Zuckerrohr, Mais und Soja in Brasilien. Quelle: modifiziert nach CTC (2007) zit. in Goldemberg et al. (2008). 25

Abbildung 4: Nationaler Wasserverbrauch der einzelnen Länder der Erde pro Kopf in m³ pro Jahr. Quelle: Dunkelberg et al. (2011). 27

Abbildung 5: Landverteilung Brasilien 2011 in Prozent. Quelle: eigene Darstellung nach FAO (2013a)....33

Abbildung 6: Unterteilung der landwirtschaftlichen Nutzfläche der Jahre 2000 - 2012 in Ackerland, Dauerkulturen und Dauerwiesen und -weiden in Brasilien (in 1000 ha). Quelle: eigene Darstellung nach FAO (2013a). 34

Abbildung 7: Der prozentuale Anteil der Hauptkulturarten an der Gesamtanbaufläche in Brasilien im Jahr 2011. Quelle: eigene Darstellung nach FAO (2013c). 36

Abbildung 8: Landverteilung in der EU 2011 in Prozent. Quelle: eigene Darstellung nach FAO (2013b)....43

Abbildung 9: Unterteilung der landwirtschaftlichen Nutzfläche im Zeitraum 2000 - 2012 in Ackerland, Dauerkulturen und Dauerwiesen und -weiden in der EU (1000 ha). Quelle: eigene Darstellung nach FAO (2013a). 44

Abbildung 10: Der prozentuale Anteil der Hauptkulturarten an der Gesamtanbaufläche in der EU im Jahr 2011. Quelle: eigene Darstellung nach FAO (2013c). 46

Abbildung 11: Biologisch bewirtschaftete Fläche in ha im Zeitraum 2002 - 2011 in der EU-N12[1], EU-15 und EU-27. Quelle: EU (2013). 48

Abbildung 12: Biologisch bewirtschaftete Flächen in ha in den einzelnen EU-Staaten in den Jahren 2007, 2009 und 2011. Quelle: EU (2013). 49

Abbildung 13: Prozentualer Anteil der Biologischen Landwirtschaft an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche in den einzelnen EU-Mitgliedstaaten im Jahr 2011 (in % an der landwirtschaftlichen Nutzfläche. Quelle: EU (2013). 50

Abbildung 14: Prognostizierte globale Bevölkerungsentwicklung gesamt und unterteilt in ländliche und urbane Bevölkerung von 2015-2050. Quelle: eigene Darstellung nach FAO (2013e)....55

Abbildung 15: Bevölkerungszuwachs (in 1000) und Fleischkonsum (t) von 2012 - 2050 in Brasilien. Quelle: eigene Darstellung nach FAO (2013d). 86

Abbildung 16: Bevölkerungszuwachs (in 1000) und Fleischkonsum (t) von 2012 - 2050 in der EU. Quelle: eigene Darstellung nach (FAO, 2013d). 88

Abbildung 17: Die Ziele der deutschen Bioökonomiestrategie. Quelle: BMEL (2014a). 90

7.2Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Produktion von Biotreibstoffen (gesamt, Biodiesel und Bioethanol) in Liter weltweit und Anteile der 11 mengenmäßig größten Produzenten im Jahr 2012. 17

Tabelle 2: Produktion von Biotreibstoffen (gesamt, Biodiesel und Bioethanol) in der EU-27 und in den einzelnen Mitgliedsstaaten der EU in Liter im Jahr 2012 und ihr jeweiliger prozentualer Anteil an der globalen Gesamtproduktion an Biotreibstoffen bzw. Biodiesel und Bioethanol. 19

Tabelle 3: Potential von verschiedenen Ausgangsstoffen zur Herstellung von Bioethanol und Biodiesel zur Reduktion von Treibhausgasemissionen in Prozent. 22

Tabelle 4: Globaler Gesamtdurchschnitt des Verbrauchs von Blauwasser und des Water Footprints von Energiepflanzen zur Herstellung von Bioethanol und Biodiesel in m³/GJ. 28

Tabelle 5: Die Unterteilung der brasilianischen Staatsfläche in ihre unterschiedlichen Nutzungsarten in ha im Jahr 2011. 33

Tabelle 6: Die 21 wichtigsten Hauptkulturen und deren Produkte sowie deren teilweise Verwendung (1000 t) und Selbstversorgungsgrad (%) in Brasilien im Jahr 2011. 35

Tabelle 7: Angebaute Getreidearten sowie deren teilweise Verwendung (1000 t), Selbstversorgungsgrad (%) und Anbaufläche (ha) in Brasilien im Jahr 2011. 36

Tabelle 8: Die zehn wichtigsten Fleisch produzierenden Länder weltweit (gereiht nach Produktionsmenge in t) im Jahr 2007. 37

Tabelle 9: Produktion und Verwendung (1000 t) der verschiedenen Fleischarten in Brasilien im Jahr 2011. 37

Tabelle 10: Die wichtigsten Kulturarten zur Futtermittelherstellung (1000 t) und ihr absoluter (ha) und prozentualer Anteil an der Gesamtanbaufläche in Brasilien im Jahr 2011. 38

Tabelle 11: Die drei produktionsmengenmäßig größten Fischarten und -gruppen und deren teilweise Verwendung und Selbstversorgungsgrad im Jahr 2011. 38

Tabelle 12: Anbaufläche der wichtigsten Kulturarten zur Futtermittelherstellung in ha und erforderliche Flächen für Fleischkonsum in Brasilien bei einem jährlichen Fleischkonsum pro Kopf von 92,97 kg und 32,5 kg (Szenario1). 39

Tabelle 13: Anbaufläche der wichtigsten Kulturarten zur Futtermittelherstellung in ha und erforderliche Flächen für Fleischkonsum in Brasilien bei einem jährlichen Fleischkonsum pro Kopf von 92,97 kg und 46,48 kg (Szenario 2). 40

Tabelle 14: Import-, Vorrats-, Export- und Nettoexportmengen (1000 t) und dafür erforderliche Anbauflächen (ha) und Erntemengen (kg/ha) für die wichtigsten exportierten Kulturarten Brasiliens sowie eingesparte Anbauflächen (ha) bei einem um 50% verringerten Export. 41

Tabelle 15: Import-, Vorrats-, Export- und Nettoexportmengen (1000 t) und dafür erforderliche Anbauflächen (ha) sowie Erntemengen (kg/ha) für die wichtigsten exportierten Kulturarten in Brasilien. 41

Tabelle 16: Gesamte Flächeneinsparung in ha in Brasilien bei Kombination der 4 Szenarien (reduzierter Fleischkonsum und reduzierter Export) - Bezugsjahr 2011. 42

Tabelle 17: Die Unterteilung der Staatsfläche der Europäischen Union in ha in ihre verschiedenen Nutzungsarten im Jahr 2011. 43

Tabelle 18: Die 20 wichtigsten Hauptkulturen (und deren Produkte) und tierische Produkte sowie deren teilweise Verwendung (1000 t) und Selbstversorgungsgrad (%) in der EU im Jahr 2011…45

Tabelle 19: Angebaute Getreidearten in der EU sowie deren teilweise Verwendung (1000 t), Selbstversorgungsgrad (%) und Anbaufläche (ha) im Jahr 2011. 46

Tabelle 20: Produktion (1000 t) und Verwendung der verschiedenen Fleischarten in der EU im Jahr 2011. 47

Tabelle 21: Die zehn wichtigsten Kulturarten zur Futtermittelherstellung und ihr absoluter und prozentualer Anteil an der Gesamtanbaufläche (ha) im Jahr 2011. 47

Tabelle 22: Die fünf produktionsmengenmäßig größten Fischarten und -gruppen und deren teilweise Verwendung (1000 t) und Selbstversorgungsgrad (%). 50

Tabelle 23: Anbaufläche der wichtigsten Kulturarten zur Futtermittelherstellung in ha und erforderliche Flächen für Fleischkonsum in der EU bei einem jährlichen Fleischkonsum pro Kopf von 82,55 kg und 32,5 kg (Szenario 1). 51

Tabelle 24: Anbaufläche der wichtigsten Kulturarten zur Futtermittelherstellung in ha und erforderliche Flächen für Fleischkonsum in der EU bei einem jährlichen Fleischkonsum pro Kopf von 82,55 kg und 41,275 kg (Szenario 2). 52

Tabelle 25: Import-, Vorrats-, Export- und Nettoexportmengen (1000 t) und dafür erforderliche Anbauflächen (ha) und Erntemengen (kg/ha) für die wichtigsten exportierten Kulturarten der EU sowie eingesparte Flächen (ha) bei einem um 50% verringerten Export. 52

Tabelle 26: Import, Vorrats-, Export- und Nettoexportmengen (1000 t) und dafür erforderliche Anbauflächen (ha) und Erntemengen (kg/ha) für die wichtigsten exportierten Kulturarten in der EU. 53

Tabelle 27: Gesamte Flächeneinsparung in ha in der EU bei Kombination von reduziertem Fleischkonsum und reduziertem Export. 53

Tabelle 28: Globale Ertragssteigerungsrate (%) und Ertragssteigerung bis 2050 (%) bei derzeitigem Stand (Status Quo), unter einem optimistischen und einem worst-case-Szenario von Ray et al. (2013)....56

Tabelle 29: Gesamtproduktionsmenge (1000 t) und bereitgestellte Menge für pflanzliche Nahrungsmittel (1000 t) Gesamtanbaufläche[1] und Anbaufläche zur pflanzlichen Nahrungsmittelproduktion[2] in ha in Brasilien im Jahr 2011 für 31 Kulturarten. 60

Tabelle 30: Gesamtproduktion (1000 t), Menge pflanzliche Nahrungsmittelproduktion (1000 t) und Verwendung (u.a. verwendete Fläche zur pflanzlichen Nahrungsmittelproduktion) in ha von Mais, Soja und Zuckerrohr in Brasilien im Jahr 2011. 60

Tabelle 31: Bedarf (1000 t) und Anbauflächen (ha) von pflanzlichen Nahrungs- und Futtermitteln für den inländischen Bedarf in Brasilien im Jahr 2011. 61

Tabelle 32: Gesamtproduktionsmenge (1000 t), Menge (1000 t), Anbaufläche (ha) und Anteil zur Weiterverarbeitung zu Biotreibstoffen (BTS) in Brasilien im Jahr 2011. 62

Tabelle 33: Gesamtproduktionsmenge (1000 t), Menge zur Herstellung von BTS (1000 t), Menge zur Nahrungsmittelproduktion (1000 t), prozentualer Anteil der Biotreibstoffe und Nahrungsmittel an der Gesamtproduktion der einzelnen Kulturart in Brasilien im Jahr 2011. 62

Tabelle 34: Gesamtproduktionsmenge (1000 t), bereitgestellte Menge für pflanzliche Nahrungsmittel (1000 t), Gesamtanbaufläche und Anbaufläche zur Nahrungsmittelproduktion in ha in der EU im Jahr 2011 für 28 in der EU angebaute Kulturarten. 65

Tabelle 35: Bedarf (1000 t) und Anbauflächen (ha) von Nahrungs- und Futtermitteln in der EU im Jahr 2011. 66

Tabelle 36: Produktionsmenge (1000 t), Menge zur BTS Herstellung (1000 t), Anbaufläche (ha) sowie Fläche zur Herstellung von Biotreibstoffen (BTS) (ha) der 7 wichtigsten Kulturarten zur Biotreibstoffproduktion in der EU im Jahr 2011. 66

Tabelle 37: Herstellung von Biotreibstoffen in der EU im Jahr 2010 (in 1000 Tonnen Rohöläquivalent) unterteilt nach Ausgangsrohstoffen (1000 t). 67

Tabelle 38: Die sieben wichtigsten Kulturarten zur Herstellung von Biotreibstoffen (BTS) in der EU im Jahr 2011. 67

Tabelle 39: Ertrags- sowie Ackerflächenveränderungen bei der Umstellung von konventioneller Landwirtschaft (konv. LW) auf Biologische Landwirtschaft (Bio) in Brasilien von 16 Hauptkulturen und 2 tierischen Produkten. 70

Tabelle 40: Ertrags- und Anbauflächenveränderung bei Umstellung auf Biologische Landwirtschaft (Bio) der tierischen Produkte in Brasilien. 71

Tabelle 41: Die wichtigsten Futtermittel (1000 t) in Brasilien und deren Erntemengen (kg/ha) und benötigten Anbauflächen (ha) bei konventioneller (konv. LW) und Biologischer Landwirtschaft (Bio) in Brasilien. 72

Tabelle 42: Benötigte Anbauflächen (ha) zur Produktion von Futtermitteln (1000 t) bei konventioneller (konv. LW) und biologischer (Bio) sowie bei biologischer Landwirtschaft unter Berücksichtigung eines reduzierten Fleischkonsums (kg/cap/a) in Brasilien. 73

Tabelle 43: Berechnung der Anbaufläche (ha) für die pflanzliche Produktion bei konventioneller (konv. LW) und Biologischer Landwirtschaft (Bio) in Brasilien. 74

Tabelle 44: Flächeneinsparungen (ha) durch Umstellung auf biologische Landwirtschaft und veränderten Fleischkonsum (kg/cap/a) in Brasilien. 74

Tabelle 45: Veränderungen der Produktion (1000 t) bei Umstellung auf Biolandbau, der Nahrungsmittel- und Futtermittelherstellung (1000 t), erforderliche Importe (1000 t) und zur Verfügung stehende Menge zur Biotreibstoffproduktion (1000 t) bei Umstellung auf Biologische Landwirtschaft (Bio) der wichtigsten Kulturarten zur Biotreibstoffherstellung sowie benötigte Anbauflächen zur Biotreibstoffherstellung bei konventioneller (konv. LW) und Biologischer Landwirtschaft (ha) in Brasilien. 76

Tabelle 46: Gesamtes theoretisches Flächenpotential (ha) für Biotreibstoffe in Brasilien nach Umstellung auf Biologische Landwirtschaft unter Berücksichtigung von Veränderungen im Fleischkonsum (kg/cap/a). 76

Tabelle 47: Ertrags- sowie Anbauflächenveränderungen bei der Umstellung von konventioneller (konv. LW) auf Biologische Landwirtschaft (Bio) in der EU von 16 Hauptkulturen und 2 tierischen Produkten. 78

Tabelle 48: Produktions- (1000 t) und Anbauflächenveränderungen (ha) bei Umstellung auf Biologische Landwirtschaft (Bio) der drei tierischen Produkte in der EU. 79

Tabelle 49: Die wichtigsten Futtermittel (1000 t) und deren Erntemengen (kg/ha) und benötigten Anbauflächen (ha) bei konventioneller (konv. LW) und Biologischer Landwirtschaft (Bio) in der EU. 80

Tabelle 50: Benötigte Anbauflächen (ha) zur Produktion von Futtermittel (1000 t) bei konventioneller (konv. LW) und biologischer (Bio) sowie bei Biologischer Landwirtschaft unter Berücksichtigung eines reduzierten Fleischkonsums (kg/cap/a) in der EU. 81

Tabelle 51: Berechnung der Anbaufläche (ha) für die pflanzliche Produktion bei konventioneller (konv. LW) und Biologischer Landwirtschaft (Bio) in der EU. 81

Tabelle 52: Zusätzlicher Flächenbedarf (ha) durch Umstellung auf Biologische Landwirtschaft (Bio) und veränderten Fleischkonsum (kg/cap/a) in der EU. 82

Tabelle 53: Veränderungen der Produktion (1000 t), der Nahrungsmittel- und Futtermittelherstellung (1000 t), erforderliche Importe (1000 t) und zur Verfügung stehende Menge zur Biotreibstoffproduktion (1000 t) bei Umstellung auf biologische Landwirtschaft (Bio) der wichtigsten Kulturarten zur Biotreibstoffherstellung in der EU sowie benötigte Anbauflächen zur Biotreibstoffherstellung bei konventioneller (konv. LW) und Biologischer Landwirtschaft (ha). 83

Tabelle 54: Flächenpotential für Biotreibstoffe (ha) in der EU nach Umstellung auf Biologische Landwirtschaft. 83

Tabelle 55: Fleischkonsum (t/a) und benötigte Anbauflächen für Futtermittel (ha) für die verschiedenen Fleischszenarien (kg/cap/a) und für das Bevölkerungs-Szenario 2050 in Brasilien. 85

Tabelle 56: Fleischkonsum (t/a) und benötigte Anbauflächen für Futtermittel (ha) für die verschiedenen Fleischszenarien (kg/cap/a) und für das Bevölkerungs-Szenario 2050 in der EU. 87

8. Literaturverzeichnis

Albrecht, S., Gottschick, M., Schorling, M., Stirn, S., 2012. Bio-Ökonomie: Gesellschaftliche Transformation ohne Verständigung über Ziele und Wege? Verfügbar unter: http://www.uni-hamburg.de/onTEAM/grafik/1107511876/biogum_fb_2012_27.pdf [Zugriff: 16.03.2015].

Alexandratos, N., Bruinsma, J., 2012. World agriculture towards 2030/2050 - The revision 2012. ESA Working Paper No. 12 - 03. FAO. Rom.

Audsley, E., Pearn, K.R., Simota, C., Cojocaru, G., Koutsidou, E., Rounsevell, M.D.A., Trnka, M., Alexandrov, V., 2006. What can scenario modelling tell us about future European scale agricultural land use, and what not? zit. in IPCC, 2007.

Azadi, H., De Jong, S., Derudder, B., De Maeyer, P., Witlox, F., 2012. Bitter sweet: How sustainable is bio-ethanol production in Brazil? Renewable and Sustainable Energy Reviews. Vol. 16: 3599 - 3603.

Bickel, U., Dros, J.M., 2003. The Impacts of Soybean Cultivation on Brazilian Ecosystems. Three Case Studies. WWF. Bonn.

BMBF, 2014a. Bioökonomie in Deutschland - Chancen für eine biobasierte und nachhaltige Zukunft. Bundesministerium für Bildung und Forschung. Berlin.

BMBF, 2014b. Wegweiser Bioökonomie - Forschung für biobasiertes und nachhaltiges Wirtschaftwachstum. Bundesministerium für Bildung und Forschung. Berlin.

BMEL, 2014a. Nationale Politikstrategie Bioökonomie - Nachwachsende Ressourcen und biotechnologische Verfahren als Basis für Ernährung, Industrie und Landwirtschaft. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Berlin.

BMEL, 2014b. Ökologischer Landbau in Deutschland. Verfügbar unter: http://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Nachhaltige-Landnutzung/Oekolandbau/_Texte/OekologischerLandbauDeutschland.html#doc377838bodyText6 [Zugriff: 10.04.2015].

BÖR, 2014. Der Bioökonomierat - Auf dem Weg zur biobasierten Wirtschaft. Bioökonomierat. Berlin.

BÖR, 2015a. Landwirtschaft in Deutschland - Ihre Rolle für die Wettbewerbsfähigkeit der Bioökonomie. BÖRMEMO 01 - 13.01.2015. Bioökonomierat. Berlin.

BÖR, 2015b. Bioeconomy Policy - Synopsis and Analysis of Strategies in the G7. Bioökonomierat. Berlin.

Braun, R., Stucki, G., Kurath, M., 2009. Biotreibstoffe - Chancen und Grenzen. Verfügbar unter: http://www.satw.ch/publikationen/schriften/Biotreibstoffe.pdf [Zugriff: 09.03.2015].

Coetto, E., Di Candilo, M., 2011. Sustainable Bioenergy Production, Land and Nitrogen Use. In: Lichtfouse, E.: Biodiversity, Biofuels, Agroforestry and Conservation Agriculture. Sustainable Agriculture Reviews 5: 101 - 122. Berlin.

CTC, 2007. Tópicos de Sustentabilidade Ambiental na Agroindústria Sucroalcooleira. zit. in Goldemberg et al., 2008.

De La Torre Ugarte, D., He, L., 2007. Is the expansion of biofuels at odds with the food security of developing countries? Biofuels, Bioproducts and Biorefining. Vol. 1: 92 - 102.

Dunkelberg, E., Lehnert, J., Neumann, A., 2011. LCA-basierte Umweltbewertung von Biokraftstoffen - Nebenprodukte, indirekte Landnutzungsänderungen, Wasserbedarf und Biodiversität - aktuelle Forschungsschwerpunkte und der Stand der politischen Regulierung. Berlin.

EIA, o.J.. International Energy Statistics. Verfügbar unter: http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=79&pid=79&aid=1&cid=ww,&syid=2012&eyid=2012&unit=TBPD [Zugriff: 09.03.2015].

Eickhout, B., 2012. A strategy for a bio-based economy. Verfügbar unter: http://gef.eu/uploads/media/A_strategy_for_a_bio-based_economy.pdf [Zugriff: 19.03.2015].

Elbehri, A., Segerstedt, A., Liu, P., 2013. Biofuels and the sustainability challenge: A global assessment of sustainability issues, trends and policies for biofuels and related feedstocks. FAO. Rom.

Enríquez-Cabot, J., 1998. Genomics and the World's Economy. zit. in Gottwald/Krätzer, 2014.

ETH, 2008. Biotreibstoffe der 2. Generation: Besser, aber noch nicht gut genug. Factsheet. Verfügbar unter: http://www.ethrat.ch/sites/default/files/ETH-Bereich_FS_Empa_EPFL_Biotreibstoffe.pdf [Zugriff: 09.03.2015].

ETP/EUFETEC, o.J. The European Bioeconomy in 2030 - Delivering Sustainable Growth by addressing the Grand Societal Challenges. Verfügbar unter: http://www.epsoweb.org/file/560 [Zugriff: 17.03.2015].

EU, 2013. Europäische Kommission - Facts and figures on organic agriculture in the European Union. Verfügbar unter: http://ec.europa.eu/agriculture/markets-and-prices/more-reports/pdf/organic-2013_en.pdf [Zugriff: 27.01.2015].

EU-Kommission, 2012. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe. Verfügbar unter: http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/201202_innovating_sustainable_growth.pdf [Zugriff: 17.03.2015].

EU-Kommission, 2014. Where next for the European bioeconomy? The latest thinking from the European Bioeconomy Panel and the Standing Committee on Agricultural Research Strategic Working Group (SCAR). Verfügbar unter: http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/where-next-for-european-bioeconomy-report-0809102014_en.pdf [Zugriff: 17.03.2015].

Ewert, F., Rounsevell, M.D.A., Reginster, I., Metzger, M.J., Leemans, R., 2005. Future scenarios of European agricultural land use. Estimating changes in crop productivity. zit. in IPCC, 2007.

FAO, 2005. The State of Food Insecurity in the World 2005. zit. in Tirado et al., 2010.

FAO, 2008. The State of Food and Agriculture. Biofuels: prospects, risks and opportunities. FAO. Rom.

FAO, 2009. The State of Food and Agriculture. Livestock in the balance. FAO. Rom.

FAO, 2010. FAOSTAT - Food Supply - Livestock and Fish Primary Equivalent. zit. in Seibold (2012).

FAO, 2013a. FAOSTAT - Inputs Land. Verfügbar unter: http://faostat.fao.org/site/377/DesktopDefault.aspx?PageID=377#ancor [Zugriff: 17.11.2014].

FAO, 2013b. FAOSTAT - Food Balance Sheets. Verfügbar unter: http://faostat.fao.org/site/368/DesktopDefault.aspx?PageID=368#ancor [Zugriff: 17.11.2014].

FAO, 2013c. FAOSTAT - Production Crops. Verfügbar unter: http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor [Zugriff: 20.11.2014].

FAO, 2013d. FAOSTAT - Population Annual Time Series. Verfügbar unter: http://faostat.fao.org/site/550/DesktopDefault.aspx?PageID=550#ancor, [Zugriff: 20.11.2014].

FAO, 2013e. FAOSTAT - Population. Verfügbar unter: http://faostat3.fao.org/browse/O/OA/E, [Zugriff: 23.03.2015].

FAO, 2014a. FAO Statistical Yearbook 2014: Latin America and the Carribean Food and Agriculture. FAO. Rome.

FAO, 2014b. FAOSTAT - Crops Production by Country. Verfügbar unter: http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E, [Zugriff: 20.11.2014].

Goldemberg, J., Teixeira Coelho, S., Guardabassi, P., 2008. The sustainability of ethanol production from sugarcane. Energy Policy. Vol. 36 : 2086– 2097.

Gottwald, F., Krätzer, A., 2014. Irrweg Bioökonomie - Kritik an einem totalitären Ansatz. Suhrkamp. Berlin.

Grieß, A., 2014. Hunger auf Fleisch nimmt weiter zu. Verfügbar unter: http://de.statista.com/infografik/2478/prognostizierter-fleischkonsum-in-kilogramm-pro-kopf-im-jahr-2023-und-aktuell/ [Zugriff: 27.01.2015].

Hamelinck, C., 2013. Biofuels and Food Security - Risks and Opportunities. Ecofys Netherlands. B.V. Utrecht.

Hausman, C., 2012. Biofuels and Land Use Change: Sugarcane and Soybean Acreage Response in Brazil. Environmental and Resource Economics. Vol. 51: 163 - 187.

HLPE, 2012. Food security and climate change. A report by The High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition. Rom.

Hubert, B., Rosegrant, M., Van Boekel, M. A. J. S., Ortiz, R., 2010. The Future of Food: Scenarios for 2050. Crop Science. Vol. 50: 33 - 50.

IEA, 2015. Biofuels. Verfügbar unter: http://www.iea.org/topics/renewables/subtopics/bioenergy/ [Zugriff: 26.02.2015].

IPCC, 2007. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. Cambridge.

Kovac, S., Zimmer, R., 2012. Energiepflanzenanbau und Biokraftstoffproduktion in Brasilien - Fakten und Meinungen. UfU-Paper 5/12. Berlin.

Laurance, W.F., Albernaz, A.K.M., Fearnside, P.M., Vasconcelos, H.L., Ferreira, L.V., 2004. Deforestation in Amazonia. Science. Vol. 304: 1109.

Macedo, I.C., 2005. Sugarcane's Energy: Twelve Studies on Brazilian Sugarcane. zit. in Goldemberg et al., 2008.

Malhi, Y., Roberts, J.T., Betts, R.A., Killeen, T.J., Li, W., Nobre, C.A., 2008. Climate Change, Deforestation and Fate of the Amazon. Science. Vol. 319: 169 - 172.

Martinelli, L.A., Filoso, S., 2008. Expansion of Sugarcane Ethanol Production in Brazil: Environmental and Social Challenges. Ecological Applications. Vol. 18: 885 - 898.

Monteiro, N., Altman, I., Lahiri, S., 2012. The impact of ethanol production on food prices: The role of interplay between the U.S. and Brazil. Energy Policy. Vol. 41: 193 – 199.

Müller-Röber, B., Boysen, M., Fehse, B., Hucho, F.,Köchy, K., Reich, J., Rheinberger, H.-J.,Ropers, H.-H.,Sperling, K., Wobus, A.M., 2009. Zweiter Gentechnologiebericht: Analyse einer Hochtechnologie in Deutschland. Verfügbar unter: http://edoc.bbaw.de/volltexte/2010/1730/pdf/zweiter_Gentechnologiebericht_FINAL.pdf [Zugriff: 13.03.2015].

OECD, 2009. The Bioeconomy to 2030 - Defining a Policy Agenda. Verfügbar unter: http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/economics/the-bioeconomy-to-2030/defining-the-bioeconomy_9789264056886-3-en#page7 [Zugriff: 11.02.2015].

Parry, M. L., Rosenzweig, C., Iglesias, A., Livermore, M., Fischer, G., 2004: Effects of climate change on global food production under SRES emissions and socio-economic scenarios. zit. in IPCC, 2007.

Pearce, F., 2006. Fuels gold. Are biofuels really the greenhouse-busting answer to our energy woes? zit. in Coetto/Di Candilo, 2011.

Pfister, S., Hellweg, S., 2009. The water “shoesize” vs. footprint of bioenergy. zit. in Dunkelberg et al., 2011.

Ray, D., Mueller, N., West, P., Foley, J., 2013. Yield Trends Are Insufficient to Double Global Crop Production by 2050. PLOS ONE Vol. 8: 1 - 8.

Rounsevell, M.D.A., Ewert, F., Reginster, I., Leemans, R., Carter, T.R., 2005. Future scenarios of European agricultural land use. II. Projecting changes in cropland and grassland. zit. in IPCC, 2007.

Rosegrant, M.W., Simla, T., Bhandary, P., 2012. The new normal? A tighter global agricultural supply and demand relation and its implications for food security. American Journal of Agricultural Economics. Vol. 95: 303–309.

Schneider, R., 2014. Tailoring the bioeconomy to food security. Verfügbar unter: http://www.rural21.com/uploads/media/rural2014_03-S19-21.pdf [Zugriff: 17.03.2015].

Scovronick, N., Wilkinson, P., 2014. Health impacts of liquid biofuel production and use: A review. Global Environmental Change. Vol. 24: 155 – 164.

Searchinger, T., Heimlich, R., Houghton, R.A., Dong, F., Elobeid, A., Fabiosa, J., Tokgoz, S., Hayes, D., Yu, T.H., 2008. Use of U.S. Croplands for Biofuels Increases Greenhouse Gases Through Emissions from Land-Use Change. Sciencemag. Vol. 319: 1238 - 1240.

Seibold, B., 2012. Potentiale der biologischen Landwirtschaft zur Welternährung unter besonderer Berücksichtigung eines reduzierten Fleischkonsums in den Industrieländern. Diplomarbeit für die Universität für Bodenkultur. Wien.

Siqueira, M.F., Peterson, A.T., 2003: Consequences of global climate change for geographic distributions of Cerrado tree species. zit. in IPCC, 2007.

Smeets, E., Junginger, M., Faaij, A., Walter, A., Dolzan, P., Turkenberg, W., 2008. The sustainability of Brazilian ethanol - An assessment of the possibilities of certified production. Biomass and Bioenergy. Vol. 32: 781 - 813.

Sparovek, G., Barretto, A., Berndes, G., Martins, S., Maule, R., 2009. Environmental, land-use and economic implications of Brazilian sugarcane expansion 1996 - 2006. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. Vol.14: 285 - 298.

Tirado, M.C., Cohen, M.J., Aberman, N., Meerman, J., Thompson, B., 2010. Addressing the challenges of climate change and biofuel production for food and nutrition security. Food Research International. Vol. 43: 1729 – 1744.

Tuck, G., Glendining, J.M., Smith, P., House, J.I., Wattenbach, M., 2006. The potential distribution of bioenergy crops in Europe under present and future climate. zit. in IPCC, 2007.

Unmüßig, B., 2014a. Grüne Ökonomie zwischen Anspruch und Wirklichkeit. Verfügbar unter: http://www.boell.de/de/2014/10/08/gruene-oekonomie-zwischen-anspruch-und-wirklichkeit [Zugriff: 02.03.2015].

Unmüßig, B., 2014b. Vom Wert der Natur - Sinn und Unsinn einer Neuen Ökonomie der Natur. Verfügbar unter: http://www.boell.de/sites/default/files/140220_e-paper_vom_wert_der_natur.pdf [Zugriff: 02.03.2015].

Von Braun, J., 2007. When Food Makes Fuel: The Promises and Challenges of Biofuels. Keynote address at the Crawford Fund Annual Conference. Washington.

WBGU, 2011. Welt im Wandel - Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation. WBGU.

Willer, H., Kilcher, L. 2009. The World of Organic Agriculture - Statistics and Emerging Trends 2009. Verfügbar unter: http://orgprints.org/cgi/search/simple?screen=Public%3A%3AEPrintSearch&keywords_merge=ALL&keywords=the+world+of+organic+agriculture&person_merge=ALL&person=willer+Kilcher&year=&full_merge=ALL&full=&satisfyall=ALL&order=creators_name%2F-date%2Ftitle&_action_search=Suchen [Zugriff 23.01.2015].

WRI, 2007. EarthTrends: Meat Production: Total meat production. zit. in Seibold, 2012.

Zah, R., Binder, C., Bringezu, S., Reinhard, J., Schmid, A., Schütz, H., 2010. Future Perspectives of 2nd Generation Biofuels. Verfügbar unter: https://www.ta-swiss.ch/?redirect=getfile.php&cmd[getfile][uid]=1409 [Zugriff: 09.03.2015].

Zastrial, S., 2014. Die neue hungrige Mittelklasse - von Rio bis Schanghai. Fleischatlas - Daten und Fakten über Tiere als Nahrungsmittel, Berlin.

9. Anhang

9.1 Food Balance Sheet Brasilien

Tabelle 1: Food Balance Sheet Brasilien 2001: Produktion, Import, Vorrat, Export, Bedarf, Futter, Saatgut, Abfall, Verarbeitung, und. Nutzung und Nahrung in 1000 t sowie Selbstversorgungsgrad in Prozent.

	Produktion (1000 t)	Import (1000 t)	Vorrat (1000 t)	Export (1000 t)	Bedarf (1000 t)	Futter (1000 t)	Saatgut (1000 t)	Abfall (1000 t)	Verarbeitung (1000 t)	and. Nutzung (1000 t)	Nahrung (1000 t)	Selbstversor -gungsgrad
Zuckerrohr	734.006			0	734.006	6.800		133.093	307.210	283.603	3.300	100,00%
Sojabohnen	74.815	41	-3000	32.986	38.870	597	1.004		36.525		745	192,47%
Mais/-produkte	55.660	682	0	9.619	46.723	35.850	377	5.632	78		4.786	119,13%
Zucker (rohes Äquivalent)	37.582	19	117	25.894	11.824				0	4.022	7.802	317,85%
Milch, ohne Butter	32.246	1.087	1	144	33.190	1.842		1.613		42	29.693	97,16%
Maniok/-produkte	25.350	135		38	25.447	12.792		2.535	0	1.628	8.492	99,62%
Orangen, Mandarinen	20.816	59		7.290	13.585			2.134			11.451	153,23%
Bier	13.300	45		80	13.265						13.265	100,26%
Geflügelfleisch	11.919	2		3.920	8.001				0		8.001	148,97%
Alkohol, nicht für den Verzehr	11.693	920		1.574	11.039					11.039		105,92%
Rindfleisch	9.030	37	0	1.373	7.694						7.694	117,36%
Reis (in Äquivalent geschliffen)	8.989	565	280	1.282	8.552		124	1.074	627	0	6.727	105,11%
Sojaöl	7.341	1	0	1.767	5.575					2.912	2.663	131,68%
Bananen	7.329	0		110	7.219			1.099	0		6.120	101,52%

	Produktion (1000 t)	Import (1000 t)	Vorrat (1000 t)	Export (1000 t)	Bedarf (1000 t)	Futter (1000 t)	Saatgut (1000 t)	Abfall (1000 t)	Verarbeitung (1000 t)	and. Nutzung (1000 t)	Nahrung (1000 t)	Selbstversor -gungsgrad
Früchte, andere	6.403	452	0	322	6.533			1.462	0		5.071	98,01%
Weizen/-produkte	5.690	6.790	1750	2.424	11.806	500	165	611		2	10.528	48,20%
Gemüse, andere	5.671	531	0	242	5.961	0	5	743			5.225	95,14%
Tomaten und Produkte	4.417	51		13	4.454			442			4.012	99,17%
Kartoffeln/-produkte	3.917	439	0	5	4.351		245	314		8	3.784	90,03%
Bohnen	3.435	207	-155	20	3.467		127	109			3.230	99,08%
Schweinefleisch	3.227	1		753	2.475					0	2.475	130,38%
Baumwollsaat	3.195	0	0	39	3.156		69		2.232	854		101,24%
Kokosnüsse, inkl. Copra	2.944	50		4	2.990			294	28		2.667	98,46%
Kaffee und Produkte	2.701	2	-39	2.053	611						611	442,06%
Ananas und Produkte	2.365	0		11	2.355			473	0		1.882	100,42%
Eier (total)	2.193	0	0	30	2.163		370	69	0		1.724	101,39%
Sorghum/-produkte	1.931	0		0	1.931	1.881	11	39				100,00%
Trauben und Produkte (excl. Wein)	1.542	132		66	1.608			162	507		939	95,90%
Zwiebeln	1.523	0		0	1.523			152			1.371	100,00%
Äpfel und Produkte	1.339	97		192	1.244			144			1.100	107,64%
Fette, tierisch, roh	1.299	52	0	9	1.342					769	573	96,80%
Abfälle (total=essbar)	1.158	7		456	708					270	439	163,56%
Zitronen, Limetten und Produkte	1.127	21		171	977			169			808	115,35%
Süßwasserfische	787	50		0	837					0	837	94,03%
Getränke, alkoholisch	701	34		22	713						713	98,32%
Süßkartoffeln	545	0		4	541	218	40	54			229	100,74%
Zucker, nicht zentrifugiert	476				476						476	100,00%

	Produktion (1000 t)	Import (1000 t)	Vorrat (1000 t)	Export (1000 t)	Bedarf (1000 t)	Futter (1000 t)	Saatgut (1000 t)	Abfall (1000 t)	Verarbeitung (1000 t)	and. Nutzung (1000 t)	Nahrung (1000 t)	Selbstversor -gungsgrad
Tee (inkl. Mate)	447	4	0	38	414			23			391	107,97%
Hafer	373	0	0	10	363		21	11			331	102,75%
Baumwollsamenöl	357	7	-110	4	250						250	142,80%
Wein	345	78	0	2	421			8			413	81,95%
Gerste/-produkte	304	1.328	0	0	1.631	100	10	19	1.502		0	18,64%
Nüsse/-produkte	282	65	0	108	239						239	117,99%
Palmöl	270	257	-100	105	322						338	83,85%
Kakaobohnen und Produkte	249	80	0	95	234			40			194	106,41%
Grundfischarten	246	530	0	9	767					0	767	32,07%
Yamswurzel	244	0		4	240	86	13	29			112	101,67%
Erdnüsse (geschältes Äquivalent)	218	0	4	58	164		3	4	49		108	132,93%
Palmenkerne	209	0		0	209			6	186	17		100,00%
Pelagische Fischarten	204	77	0	29	252	63				0	188	80,95%
Ölsaatenöle, andere	161	25	0	62	124				3	128		129,84%
Getreide, andere	147	28	0	1	174	28	3	2			142	84,48%
Krustentiere	129	0		3	126					0	125	102,38%
Palmkernöl	117	155		6	267					267	0	43,82%
Schaf-/Ziegenfleisch	113	5		0	118						118	95,76%
Butter, Ghee	93	1	1	2	92	0					92	101,09%
Süßstoffe, andere	86	39		47	78				0	5	73	110,26%
Maiskeimöl	81	0	0	37	44						44	184,09%
Sonnenblumensamen	78	3	5	0	86		1		81		4	90,70%
Grapefruit und Produkte	75	3		3	75			11			64	100,00%

	Produktion (1000 t)	Import (1000 t)	Vorrat (1000 t)	Export (1000 t)	Bedarf (1000 t)	Futter (1000 t)	Saatgut (1000 t)	Abfall (1000 t)	Verarbeitung (1000 t)	and. Nutzung (1000 t)	Nahrung (1000 t)	Selbstversor -gungsgrad
Raps und Senfsamen	52	32		1	83		0		81		2	62,65%
Pfeffer	45	1	0	33	12			2			10	375,00%
Honig	42	0		22	19						19	221,05%
Meerwasserfische, andere	34	97	0	10	120					0	120	28,33%
Sonnenblumenöl	32	34		1	65						65	49,23%
Weichtiere, andere	29	10	0	0	38					0	38	76,32%
Raps- und Senfsamenöl	28	11	0	1	39						39	71,79%
Fleisch, andere	23	0		2	21						21	109,52%
Erdnussöl	21	0	4	23	1						1	2100,00%
Hülsenfrüchte, andere und Produkte	17	22	0	0	39	0	2	1			36	43,59%
Reiskleiöl	15	0		0	15						15	100,00%
Sahne	6	0		6	0						0	--
Sesamsamen	6	3		0	9		0	0			9	66,67%
Fisch, Körperöl	4	2		0	6	6				0	0	66,67%
Roggen/-produkte	4	0	0	0	4	0	1	0			3	100,00%
Tintenfische (Kopffüßer)	4	3		0	7					0	7	57,14%
Erbsen	4	40		0	44						44	9,09%
Kokosnussöl	2	0		0	2						2	100,00%
Wasserpflanzen	1	3		0	4					4	0	25,00%
Aquatische Tiere, andere	1				1					0	1	100,00%
Oliven, inkl. Eingemachte	0	93		0	93						93	0,00%
Babynahrung		4		8							0	--
Gewürze, andere		13	0	7	6						6	0,00%

	Produktion (1000 t)	Import (1000 t)	Vorrat (1000 t)	Export (1000 t)	Bedarf (1000 t)	Futter (1000 t)	Saatgut (1000 t)	Abfall (1000 t)	Verarbeitung (1000 t)	and. Nutzung (1000 t)	Nahrung (1000 t)	Selbstversor -gungsgrad
Getränke, fermentiert		1		4	-3						-3	0,00%
Nelken		0		4	-4						-4	0,00%
Hirse/-produkte		8	0	0	8	7		0				0,00%
Wurzeln, andere		0		0	0	0					0	--
Fisch, Leberöl		0		0	0	0				0	0	--
Olivenöl		66	0	0	66						66	0,00%
Datteln		1	0	0	1						1	0,00%
Piment		1		0	1						1	0,00%
Zitrusfrüchte, andere		0		0	0						0	--
Zuckerrübe					0						0	--
Kochbananen					0						0	--

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung nach FAO (2013b).

9.2 Food Balance Sheet EU

Tabelle 2: Food Balance Sheet EU 2001: Produktion, Import, Vorrat, Export, Bedarf, Futter, Saatgut, Abfall, Verarbeitung, und. Nutzung und Nahrung in 1000 t sowie Selbstversorgungsgrad in Prozent.

	Produktion (1000 t)	Import (1000 t)	Vorrat (1000 t)	Export (1000 t)	Bedarf (1000 t)	Futter (1000 t)	Saatgut (1000 t)	Abfall (1000 t)	Verarbeitung (1000 t)	and. Nutzung (1000 t)	Nahrung (1000 t)	Selbstversor-gungsgrad
Milch, ohne Butter	155.527	51.385	-403	65.945	140.564	14.468		830		3.928	121.839	110,64%
Weizen/-produkte	138.770	42.073	379	57.169	124.045	51.947	5.158	3.011	4.337	7.401	52.189	111,87%
Zuckerrübe	125.145	825	271	700	125.542	216		54	118.540	6.764	0	99,68%
Mais/-produkte	70.138	22.594	-4.112	18.268	70.348	54.699	457	1.587	5.504	4.344	3.764	99,70%
Kartoffeln/-produkte	62.298	15.480	-122	18.460	59.196	6.272	4.842	4.556	2.153	4.605	36.473	105,24%
Gerste/-produkte	51.921	11.770	3.837	18.260	49.264	36.916	2.458	912	8.105	328	546	105,39%
Gemüse, andere	45.475	18.818	88	17.045	47.340	2.108	21	5.490	9	67	39.695	96,06%
Bier	38.408	4.918	53	7.662	35.723			39		103	35.582	107,52%
Trauben und Produkte (excl. Wein)	25.157	4.055	0	2.717	26.499			240	22.139	293	3.831	94,94%
Schweinefleisch	23.374	7.775	-20	10.444	20.684			50	9	137	20.489	113,01%
Raps- und Senfsamen	19.306	10.175	161	6.336	23.304	2.048	154	310	20.688	8	91	82,84%
Zucker (rohes Äquivalent)	19.045	11.499	-3.614	8.788	18.140	49		10	150	1.054	16.874	104,99%
Tomaten/-produkte	16.261	8.020	5	9.142	15.146	100		1.102	0	26	13.918	107,36%
Wein	16.160	6.212	950	7.743	15.579			111	2.888	196	12.384	103,73%
Getreide, andere	14.515	964	474	806	15.145	13.259	722	380	20	440	329	95,84%
Früchte, andere	13.603	11.320	42	9.904	15.058	86		1.329	539	23	13.209	90,34%
Oliven (inkl. Eingemachte)	13.391	461	67	636	13.283			64	12.427	0	795	100,81%
Geflügelfleisch	12.285	4.100	-27	4.915	11.443	0		15	402	23	11.003	107,36%
Äpfel und Produkte	11.717	7.250	-133	6.851	11.982	122		718	1.839	11	9.302	97,79%
Orangen, Mandarinen	9.717	19.488	788	13.595	16.394			836	21	50	15.490	59,27%

	Produktion (1000 t)	Import (1000 t)	Vorrat (1000 t)	Export (1000 t)	Bedarf (1000 t)	Futter (1000 t)	Saatgut (1000 t)	Abfall (1000 t)	Verarbeitung (1000 t)	and. Nutzung (1000 t)	Nahrung (1000 t)	Selbstversor-gungsgrad
Sonnenblumensamen	8.534	2.995	104	3.498	8.137	1.011	75	167	6.748	56	82	104,88%
Raps- und Senföl	8.471	3.192	0	3.224	8.437	750		0	11	5.843	1.831	100,40%
Rindfleisch	8.059	3.213	33	3.335	7.979			14		40	7.947	101,00%
Hafer	7.970	922	62	1.195	7.752	6.052	625	191	5	9	875	102,81%
Roggen/-produkte	6.910	1.153	479	1.118	7.423	3.064	450	259	618	24	3.011	93,09%
Eier	6.883	1.358	3	1.489	6.757	2	559	78	0	39	6.088	101,86%
Zwiebeln	6.574	1.875	0	2.697	5.751	2		622		4	5.125	114,31%
Fette, tierisch, roh	5.567	1.873	35	2.702	4.765	232		15	67	2.032	2.563	116,83%
Süßungsmittel, andere	4.629	5.900	211	4.435	6.305	36			0	4.143	2.125	73,42%
Getränke, alkoholisch	4.216	1.684	33	2.756	3.176					1.069	2.107	132,75%
Abfälle, essbar	3.057	843	40	2.475	1.463	8		9	0	81	1.380	208,95%
Pelagische Fische	2.836	7.262	129	5.498	4.726	1.866	0			174	2.685	60,01%
Sonnenblumensamenöl	2.783	2.983	10	2.307	3.467			4	10	1.164	2.291	80,27%
Olivenöl	2.710	1.150	-31	1.536	2.294	0				216	2.075	118,13%
Sahne	2.351	957	0	1.147	2.159			29	0	100	2.032	108,89%
Sojabohnenöl	2.296	1.689	147	1.493	2.643	22		1	12	519	2.091	86,87%
Reis (in Äquivalent geschliffen)	2.081	3.395	-4	2.346	3.125	290	54	17	17	104	2.643	66,59%
Butter, Ghee	1.915	815	8	858	1.879	0		0		17	1.861	101,92%
Grundfischarten	1.897	4.637	32	2.589	3.976	236				78	3.663	47,71%
Hülsenfrüchte, andere und Produkte	1.757	434	33	562	1.661	1.088	108	35		0	423	105,78%
Alkohol, nicht für den Verzehr	1.644	3.657	15	3.059	2.257					2.257		72,84%
Erbsen	1.617	554	12	510	1.675	870	113	39		0	652	96,54%
Zitronen, Limetten und Produkte	1.313	1.199	0	859	1.652			120		5	1.532	79,48%
Getränke, fermentiert	1.269	365	18	623	1.030			3			1.027	123,20%

	Produktion (1000 t)	Import (1000 t)	Vorrat (1000 t)	Export (1000 t)	Bedarf (1000 t)	Futter (1000 t)	Saatgut (1000 t)	Abfall (1000 t)	Verarbeitung (1000 t)	and. Nutzung (1000 t)	Nahrung (1000 t)	Selbstversor-gungsgrad
Sojabohnen	1.246	14.378	513	2.526	13.610	760	37	203	12.521	0	87	9,16%
Schaf-/Ziegenfleisch	1.002	372	0	230	1.144			4		19	1.120	87,59%
Ölsaatenöl, andere	884	2.429	-15	1.575	1.722	1		1	231	1.299	292	51,34%
Fleisch, andere	859	961	1	487	1.329	0		1	5		1.328	64,64%
Weichtiere, andere	851	1.017	1	557	1.311					17	1.295	64,91%
Nüsse und Produkte	829	2.656	5	1.117	2.377			31	0	8	2.369	34,88%
Sorghum/-produkte	685	759	-7	117	1.316	1.302	3	4		6	0	52,05%
Süßwasserfische	609	2.613	3	1.285	1.940	15				7	1.916	31,39%
Baumwollsamen	563	194	1	148	610	57	39	11	310	193		92,30%
Ölsaaten, andere	432	1.489	53	659	1.312	406	11	5	723	204	23	32,93%
Bananen	386	7.002	0	2.672	4.716	5		330	56	7	4.318	8,18%
Maiskeimöl	277	192	17	190	295				0	20	275	93,90%
Krustentiere	232	1.734	15	786	1.195	2				0	1.193	19,41%
Honig	217	250	-4	112	347				19	0	328	62,54%
Fisch, Körperöl	203	290	0	228	266	146				83	35	76,32%
Bohnen	144	555	0	134	563	111	16	17		0	416	25,58%
Meerwasserfische, andere	131	549	0	256	425	104	1			2	318	30,82%
Tintenfische (Kopffüßer)	123	599	0	197	527	0				0	527	23,34%
Hirse/-produkte	101	109	3	51	163	149	3	2		0	10	61,96%
Grapefruit und Produkte	98	1.806	29	866	1.065			23	0	0	1.041	9,20%
Piment	83	114	0	54	140			2			137	59,29%
Erdnussöl	65	114	0	48	127			0	0	2	124	51,18%
Gewürze, andere	60	274	0	156	177			1		1	184	33,90%
Wasserpflanzen	54	59		32	81					81	0	66,67%

	Produktion (1000 t)	Import (1000 t)	Vorrat (1000 t)	Export (1000 t)	Bedarf (1000 t)	Futter (1000 t)	Saatgut (1000 t)	Abfall (1000 t)	Verarbeitung (1000 t)	and. Nutzung (1000 t)	Nahrung (1000 t)	Selbstversor-gungsgrad
Süßkartoffeln	54	113	0	33	137	70		5			63	39,42%
Baumwollsamenöl	48	8	1	7	49			0	0	34	17	97,96%
Zitrusfrüchte, andere	45	224	0	64	206			1	2	8	196	21,84%
Sesamsamenöl	30	31	0	32	28	0			0	2	25	107,14%
Wurzeln, andere	29	63	0	11	79	68	0	0		0	11	36,71%
Erdnüsse (geschältes Äquivalent)	6	918	2	325	602	0	1	3	153	0	445	1,00%
Zuckerrohr	5	0	4	0	8	0			5	3	0	62,50%
Datteln	4	92	0	22	71			5	0		64	5,63%
Fisch, Leberöl	3	11	0	4	8	5				0	3	37,50%
Ananas und Produkte	3	3.063	22	1.405	1.685			91	0		1.594	0,18%
Yamswurzel	2	0		0	2		0	0			2	100,00%
Aquatische Tiere, andere	2	115	0	35	82					2	78	2,44%
Sesamsamen	1	129	0	27	103	0	0	4	68		30	0,97%
Reiskleieöl	0	0		0	0						0	--
Tee (inkl. Mate)	0	440	2	166	271			0		0	292	0,00%
Palmkernöl	0	881	3	171	711			0	10	647	54	0,00%
Kokosnussöl	0	1.607	0	872	735			0	13	468	285	0,00%
Kaffee und Produkte	0	4.601	68	2.225	2.443			26	0	2	2.429	0,00%
Babynahrung		303	0	531							150	--
Palmenkerne		0	0	0	0	0		0	0	0		--
Zucker, nicht zentrifugiert												--
Nelken		2	0	1	1						1	0,00%
Pfeffer		95	0	35	58						58	0,00%
Kochbananen		249	0	52	196			0			196	0,00%

	Produktion (1000 t)	Import (1000 t)	Vorrat (1000 t)	Export (1000 t)	Bedarf (1000 t)	Futter (1000 t)	Saatgut (1000 t)	Abfall (1000 t)	Verarbeitung (1000 t)	and. Nutzung (1000 t)	Nahrung (1000 t)	Selbstversor-gungsgrad
Maniok/-produkte		327	0	105	225	89			3	132	0	0,00%
Kokosnüsse, inkl. Copra		555	5	204	353	0		0	2	0	350	0,00%
Kakaobohnen und Produkte		4.387	-59	3.079	1.242				44	0	1.198	0,00%
Palmöl		9.059	7	3.905	5.161			0	26	4.711	836	0,00%

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung nach FAO (2013b).

9.3Weltweite Produktion von Biotreibstoffen 2012

Tabelle 3: Biotreibstoffproduktion (gesamt, Biodiesel und Ethanol) der einzelnen Länder und der Welt gesamt in Liter im Jahr 2012.

	Biotreibstoffe gesamt in Liter	Biodiesel in Liter	Bioethanol in Liter
Welt gesamt	302.290.243,71	68.564.635,65	233.725.608,06
USA	149.377.789,61	10.175.187,20	139.202.602,41
Brasilien	71.417.095,16	7.424.706,91	63.992.388,25
Deutschland	10.822.265,51	8.696.605,31	2.125.660,20
China	9.364.383,77	2.490.410,45	6.873.971,72
Argentinien	8.299.137,06	7.615.491,67	683.645,39
Frankreich	7.901.668,81	5.198.884,71	2.702.784,10
Indonesien	6.027.397,74	6.027.397,74	--
Kanada	5.771.238,99	572.354,28	5.198.884,71
Thailand	3.756.164,00	2.465.753,11	1.290.410,88
Kolumbien	2.702.784,10	1.351.392,05	1.351.392,05
Spanien	2.639.189,18	1.383.189,51	1.255.999,67
Belgien	2.464.303,15	1.383.189,51	1.081.113,64
Polen	2.114.531,09	1.542.176,81	572.354,28
Italien	1.702.753,98	1.558.075,54	144.678,44
Österreich	1.573.974,27	111.291,11	461.063,17
Niederlande	1.494.480,62	1.017.518,72	476.961,90
Guatemala	1.275.078,15	3.179,75	1.271.898,40
Schweden	1.255.999,67	826.733,96	429.265,71
Indien	1.150.684,89	315.068,31	835.616,58
Südkorea	1.119.270,59	1.017.518,72	101.751,87
Australien	1.055.243,23	219.178,30	836.064,92
Tschechien	938.025,07	476.961,90	461.063,17
Großbritannien	922.126,34	238.480,95	683.645,39
Portugal	826.733,96	826.733,96	--
Finnland	826.733,96	826.733,96	--
Ungarn	686.825,14	445.164,44	241.660,70
Peru	488.091,01	95.392,38	392.698,63
Malaysia	454.622,59	454.622,59	--
Slowakei	428.470,77	286.177,14	142.293,63
Philippinen	411.777,11	397.468,25	14.308,86
Paraguay	365.670,79	--	365.670,79

	Biotreibstoffe gesamt in Liter	Biodiesel in Liter	Bioethanol in Liter
Griechenland	365.670,79	365.670,79	--
Dänemark	317.974,60	286.177,14	31.797,46
Rumänien	302.075,87	238.480,95	63.594,92
Litauen	294.444,48	270.278,41	24.166,07
Lettland	200.324,00	184.425,27	15.898,73
Taiwan	174.886,03	95.392,38	79.493,65
Kroatien	173.296,16	173.296,16	--
Irland	143.088,57	143.088,57	--
Japan	106.849,00	38.355,69	68.493,32
Weißrussland	79.493,65	79.493,65	--
Türkei	74.247,07	63.594,92	10.652,15
Ecuador	66.774,67	--	66.774,67
Kuba	55.645,56	--	55.645,56
Uruguay	31.797,46	15.898,73	15.898,73
Malawi	31.797,46	--	31.797,46
Bulgarien	31.797,46	31.797,46	--
Neuseeland	30.207,59	25.437,97	4.769,62
Zypern	28.617,71	28.617,71	--
Südafrika	20.668,35	4.769,62	15.898,73
Slowenien	15.898,73	15.898,73	--
Mexiko	15.898,73	15.898,73	--
Israel	15.898,73	15.898,73	--
Äthiopien	15.898,73	--	15.898,73
Mazedonien	7.949,37	7.949,37	--
Estland	7.949,37	7.949,37	--
Fiji	4.769,62	4.769,62	--
Zimbabwe	3.179,75	--	3.179,75
Mozambique	3.179,75	3.179,75	--
Tansania	1.589,87	1.589,87	--
Ruanda	1.589,87	1.589,87	--
Albanien	476,96	476,96	--

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung nach EIA (o.J.).