TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN
Vienna University of Technology

Energy Economics Group

Technology Gaps bei der Erreichung der Klimaziele 2050:

Bioenergie-Technologien, Ressourcen und Nachhaltigkeit

Endbericht

Autoren:

L. Kranzl, J. Matzenberger, G. Kalt, K. Zwiauer, F. Schipfer

Technische Universität Wien
Institute für Energiesysteme und Elektrische Antriebe – Energy Economics Group
Gusshausstrasse 25-29/370-3, 1040 Vienna, Austria
Tel. +43-(0)1-58801-370363, Fax. +43-(0)1-58801-370397
www.eeg.tuwien.ac.at

Projektleitung:

TU Wien, Institut für Energiesysteme und elektrische Antriebe,
Energy Economics Group (Kapitel 1-4, 6, 7)

Lukas KRANZL

Julian MATZENBERGER

Gerald KALT

Fabian SCHIPFER

Partner:

Katharina ZWIAUER (Kapitel 1, 5, 7)

Auftraggeber:

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT)

Wien, Juni 2013

Inhalt

Zusammenfassung iv

Summary vi

1 Einleitung 1

1.1 Motivation 1

1.2 Fragestellung 3

1.3 Methodische Vorgangsweise 4

1.3.1 Historische Entwicklung in den Bereichen energetische Biomassenutzung und Biomassehandel 4

1.3.2 Diskussion der Anforderungen spezifischer Bioenergie-Technologien bzw. Biomasse-Versorgungsketten 5

1.3.3 Bewertung der Auswirkungen in potenziellen Biomasse-Herkunftsländern 5

1.3.4 Nachhaltigkeit, Nachhaltigkeitskriterien und Zertifizierung 5

1.4 Aufbau des Berichtes 5

2 Bedeutung der Biomassenutzung: Status quo, Szenarien & politische Ziele 6

2.1 Globale Biomassenutzung 6

2.1.1 Derzeitige Biomassenutzung 6

2.1.2 Biogene Kraftstoffe 9

2.1.3 Szenarien 12

2.1.4 Potenziale 16

2.2 EU-27 21

2.2.1 Historische Entwicklung 21

2.2.2 Nationale Aktionspläne für erneuerbare Energie 24

2.2.3 “Energy Roadmap 2050” 26

2.2.4 Potenziale 28

2.3 Österreich 30

2.3.1 Historische Entwicklung 30

2.3.2 Nationaler Aktionsplan für Erneuerbare Energie 36

2.3.3 Potenziale 38

3 Bioenergie-Technologien 41

3.1 Überblick und Systematisierung 42

3.2 Technologien in Roadmaps und Energie-Strategien 45

3.3 Derzeitiger Entwicklungsstand und Barrieren 48

3.4 Zusammenfassende Technologie-Betrachtung 51

3.5 Exkurs: Mikroalgen 58

4 Internationaler Biomassehandel 61
4.1 Methodische Aspekte 61
4.2 Globale Handelsströme 64
4.2.1 Holz 64
4.2.2 Biodiesel, Pflanzenöl, Ölsaaten 67
4.2.3 Ethanol 70
4.2.4 Pellets 76
4.3 Bioenergiehandel in Europa 78
4.3.1 Biomasse-Nettoimporte laut Energiebilanz 79
4.3.2 Holz 81
4.3.3 Rohstoffe zur Biodiesel- und Ethanolproduktion 83
4.3.4 Ethanol 84
4.4 Internationaler Handel biogener Energieträger in Österreich 85
4.5 Perspektiven, Trends und deren Implikationen 94
5 Soziale Aspekte großflächiger Biomasseproduktion im subsaharischen Afrika 99
5.1 Ausgangslage 99
5.2 Werben um Ausländische Direktinvestitionen in den Agrarsektor 101
5.3 Bodenrecht 107
5.4 Fallbeispiel Addax Bioenergy Sierra Leone 109
5.5 Fallbeispiele aus anderen Ländern Afrikas 119
5.6 Schlussfolgerungen 121
6 Nachhaltigkeitskriterien und Zertifizierungssysteme 126
6.1 Nachhaltigkeitskriterien für Biomasse in der Erneuerbare Energien Richtlinie 126
6.2 Umsetzung der Renewable Energy Directive in Österreich 127
6.3 Voluntary Schemes 129
6.4 Anforderungen für feste und gasförmige Biomasse für Raumwärme und Energie 129
6.5 Diskussion und Handlungsableitungen der Anforderungen zum Nachweis der Nachhaltigkeit nach der RED 130
6.5.1 Internationale Zertifizierungsinitiativen 133
7 Synthese und Schlussfolgerungen 136
7.1 Potenziale, Szenarien, Zielsetzungen und technologische Perspektiven 136
7.2 Die globale und soziale Dimension der Biomasse-Ressourcenbereitstellung 138
8 Literatur 142
9 Anhang: Abkürzungsverzeichnis 153

Zusammenfassung

Die EU hat sich das Ziel gesetzt, die Treibhausgasemissionen bis 2050 um 80% bis 95% gegenüber dem Niveau von 1990 zu senken. Biomasse spielt in praktisch allen Szenarien einer low-carbon Gesellschaft eine zentrale Rolle. Für die Ausgestaltung solcher Systeme stellen sich gerade im Sektor Bioenergie eine Reihe technologischer, sozialer, ökologischer und ökonomischer Fragen, die auf globaler und regionaler Ebene verschränkt sind.

Das Ziel des Projektes besteht darin, „Technology gaps“ im Sinne technologischen Forschungs- und Entwicklungsbedarfs im Bereich Bioenergie aufzuzeigen und diese integriert mit Aspekten einer nachhaltigen Biomasse-Ressourcen Bereitstellung im globalen, europäischen und österreichischen Kontext zu untersuchen. Damit soll ein Diskussionsbeitrag geschaffen werden im Hinblick auf Nachhaltigkeitskriterien von Biomasse, der zukünftigen Rolle der Bioenergie sowie der Ausrichtung von F&TE.

Dazu wurden zuerst Zielsetzungen, Szenarien, Potenziale und internationale Handelsverflechtungen der Biomasse auf globaler, europäischer, und österreichischer Ebene aus der Literatur analysiert. Anschließend wurde die künftige Rolle, die verschiedenen Bioenergie-Technologien in den unterschiedlichen Roadmaps, Szenarien und Studien zugewiesen wird, identifiziert. Einen wesentlichen Teil der Arbeit nehmen Fallstudien zur Produktion von Bioenergie in afrikanischen Ländern für den Export nach Europa ein. Abschließend wird die Zertifizierung von Nachhaltigkeitskriterien für Biomasse diskutiert.

Global werden derzeit (2009) etwa 10% (ca. 50 EJ) des Energieverbrauchs durch Biomasse bereitgestellt, wobei der Löwenanteil auf traditionelle Nutzung fester Biomasse entfällt. Szenarien zeigen bis 2050 etwa eine Verdopplung bis mehr als eine Verdreifachung der eingesetzten Bioenergie, wobei die höchsten Zuwachsraten im Bereich biogener Kraftstoffe angenommen werden. In Europa liefert Bioenergie gesamt knapp 7% des Bruttoinlandsverbrauchs (BIV). Laut nationaler Aktionspläne für erneuerbare Energie sollte Bioenergie bis 2020 um etwa 40% bezogen auf 2010 ansteigen, wobei z.B. die Energy-Roadmap-Szenarien hier ein langsameres Wachstum sehen.

In praktisch allen Szenarien und Roadmaps wird gerade jenen Technologien, die derzeit noch den größten Forschungsbedarf aufweisen, die höchste künftige Relevanz zugewiesen. Dies sind im Wesentlichen: Innovative Vorbehandlungstechnologien, Kraftstoffe der zweiten und dritten Generation, integrierte Biomassevergasung und –verstromung, Bioraffinerien und in gewissem Ausmaß KWK im mittleren und kleinen Leistungsbereich. Es liegt damit ein wesentlicher Fokus auf Technologien, die geeignet sind, eine Diversifizierung der Rohstoff-Basis sowie verstärkten Einsatz von Reststoffen und holzartiger Biomasse zu erreichen.

Bioenergie wird international gehandelt und vieles weist auf eine künftig verstärkte Bioenergieproduktion in Entwicklungsländern für den Export hin. Die afrikanischen Fallstudien zeigen, dass bei den ausländischen Direktinvestitionen und damit einhergehenden Praktiken der Landvergabe praktisch keine Teilhabe lokaler Bevölkerung erfolgt, mit entsprechenden Auswirkungen auf die für die Nahrungsmittelversorgung essentiellen kleinbäuerlichen Strukturen und deren Verdrängung unter anderem auf „marginal land“. Es bräuchte im Vorfeld detaillierte Analysen des komplexen Bodenrechts, die bisher nicht stattfinden sowie umfassende partizipative Entscheidungsprozesse. Manche dieser Aspekte könnten in das bestehende System von Nachhaltigkeitskriterien, die im Zuge der europäischen Richtlinie für erneuerbare Energie entstanden, aufgenommen werden.

Andere bedürfen allerdings viel tiefgreifenderer Umbrüche in den Strukturen internationalen Handels und der Konkurrenz um Direktinvestitionen, die zum Teil von nationaler, afrikanischer und zum Teil von internationaler Seite geprägt sind.

Durch bestehende Aktivitäten im Bioenergie-Sektor wird u.a. von europäischer und damit auch österreichischer Seite, globaler Einfluss ausgeübt und es stellt sich zunehmend die Herausforderung, diesen im Sinne einer verantwortlichen Politik auch zu gestalten. Das Schließen von „Technology-gaps“, die nachhaltige Biomasse-Rohstoffbereitstellung sowie politische Zielsetzungen und Rahmenbedingungen sind daher künftig verstärkt integriert, systemisch zu betrachten.

Summary

The low carbon economy roadmap of the European Union established the target to reduce greenhouse-gas emissions until 2050 by 80-95% compared to the level of 1990. Biomass plays a crucial role in all these scenarios of a future low carbon society. For the implementation of such scenarios, huge technological, social, ecological and economic challenge have to be solved, which are all interlinked on a global and regional scale.

The objective of this project is to identify “technology gaps” in the form of specific needs for technological research and development in the sector bioenergy and investigate them integrated with aspects of a sustainable biomass resource supply. This should lead to a contribution to the discussion around sustainability criteria of biomass, the future role of bioenergy and the prioritizing of research and technology development.

For this purpose, we started with a comparative literature analysis of targets, scenarios, potentials, roadmaps and international bioenergy trade on a global, European and Austrian level. The future role of different bioenergy technologies according to various roadmaps, scenarios and studies was identified. A core part of the work is dedicated to the case studies for the production of bioenergy in African countries for the export to Europe. Finally, we discussed the sustainability certification of bioenergy.

On a global level, currently (2009) about 10% (ca. 50 EJ) of the energy consumption is covered by bioenergy. The largest part is traditional use of solid biomass. Scenarios until 2050 show a doubling to more than tripling of bioenergy. The highest growth rates however are in the sector of liquid biofuels for transport. In Europe, bioenergy provides about 7% of the gross domestic energy consumption (GDC). According to the European national action plans for renewable energy, the amount of bioenergy until 2020 should grow by about 40% related to 2010. However, e.g. the energy roadmap scenarios show a slower growth of bioenergy.

Almost all scenarios and roadmaps assign the most essential future role to those bioenergy technologies with currently highest need for research. Basically, these are the following: innovative preparation technologies, 2nd and 3rd generation biofuels, integrated biomass gasification combined cycle, biorefineries and to some extent CHP in the medium and small scale. Hence, a core focus lies on those technologies, which are able to diversify and broaden the feedstock range and technologies, and which are capable to more strongly make use of residues and woody biomass.

There is a considerable international trade of bioenergy and there are clear indications of a stronger possible future bioenergy production in development countries for export. Our African case studies show that there is essentially no participation of local population when it comes to foreign direct investments and related allocation of land. This leads to corresponding negative impact on the small scale structure of farmers which are essential for the food supply. Bioenergy production usually does not take place on marginal land, rather local population is forced out to these regions. What would be needed are comprehensive, participatory decision making processes as well as detailed analyses of the complex land management and land allocation law before foreign direct investments take place. Some of these aspects could be integrated in existing system of sustainability criteria which have been implemented following the European directive for renewable energy. Other aspects would need much deeper, radical changes of international trade and the competition for

direct investments, which are due to political power structure partly on national African level and partly on international level.

Due to the current activities in the bioenergy sector, there is a growing global impact from Europe - and thus also Austria. Thus, there is an increasing challenge to be aware of this impact and to form it in the sense of a responsible policy. Closing bioenergy technology gaps, the sustainable supply of biomass resources and political targets and framework conditions should be more and more considered as an integrated, interlinked system.

1 Einleitung

1.1 Motivation

Die europäische Union hat sich das Ziel gesetzt, die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 um 80% bis 95% gegenüber dem Niveau des Jahres 1990 zu senken. Mit der „EU-Roadmap für den Übergang zu einer wettbewerbsfähigen CO_2-armen Wirtschaft bis 2050“ (European Commission 2011b) wurde des Weiteren ein „Fahrplan“ für Maßnahmen vorgestellt, mit denen die Erreichung dieser Zielsetzung bewerkstelligt werden soll. Eine besondere Bedeutung kommt der Roadmap zufolge der Treibhausgasvermeidung im Bereich der Stromerzeugung zu. Für den Zeitraum 1990 bis 2050 wird eine Reduktion um 93 bis 99% veranschlagt, wofür neben einer drastischen Steigerung der Energieeffizienz in erster Linie Technologieentwicklung im Bereich der erneuerbaren Energien erforderlich ist. Für den Sektor „Wohnen und Dienstleistungen“ beläuft sich die veranschlagte Emissionssenkung auf ca. 90%, für den Verkehrssektor auf ca. 50%[1].(European Commission, 2011)

Die Energiebereitstellung aus Biomasse stellt heute die weltweit bedeutendste Form erneuerbarer Energie dar. Wenn auch die primärenergetischen Biomassepotenziale in Österreich und anderen EU-Ländern bereits zu einem großen Anteil ausgeschöpft sind, ist unbestritten, dass Biomasse eine zentrale Rolle bei der Schaffung eines nachhaltigen Energiesystems zukommt. Neben technologischen (Weiter-) Entwicklungen, die eine flexiblere und effizientere Nutzung der Biomasseressourcen ermöglichen sollen, ist auch die nachhaltige Bereitstellung von Biomasse von fundamentaler Bedeutung. Einerseits, weil eine Ausweitung der Biomassenutzung ökologisch nachteilige Folgen nach sich ziehen kann (in (European Commission 2011b) ist von einer potenziellen Gefährdung von Biodiversität, Wasserversorgung und „Umwelt im Allgemeinen“ die Rede) und andererseits weil die energetische Biomassenutzung zum Teil in direkter Konkurrenz zur Nahrungs- und Futtermittelproduktion, bzw. zur stofflichen Nutzung von Holz und anderen nachwachsenden Rohstoffen steht.

Die Energy Roadmap (European Commission 2011a) baut auf einem Drei-Säulen-Konzept auf. Erstens soll die Marktreife für die aussichtsreichsten Technologien sowie Versorgungsketten für die nachhaltige Produktion von fortschrittlichen Biokraftstoffen und hoch-effizienten Groß-KWK erreicht werden. Dies schließt die Optimierung der aussichtsreichsten Versorgungsketten, das scale-up und Optimierung von integrierten Prozessen zur Erreichung höherer Flexibilität im Einsatz der Rohstoffe und Energie- und Emissionseffizienz, also auch Zuverlässigkeit und Wartungsintensität von Biomasse-Kraftwerken mit ein.
Zweitens soll die nachhaltige Versorgung mit Rohstoffen durch ein realistisches Assessment der kurz-, mittel- und langfristigen Potentiale, Entwicklung von fortschrittlichen Rohstoffproduktionspraktiken und Management und das scale-up von aussichtsreichen Rohstoff-Optionen erreicht werden. Drittens soll eine langfristige F&E Strategie zur Stützung der Industrie-Entwicklung im Bereich der biogenen Energieträger über 2020 hinaus entworfen werden.

[1] Wohnen und Dienstleistungen (CO_2) 1990-2050: -88 bis -91%; Verkehr 1990-2050 (einschließlich CO_2 aus der Luftfahrt, ohne Seeverkehr): -54 bis -67%

Wie ebenfalls in der Roadmap erwähnt, müssen diesbezügliche Fragen zur Biomassebereitstellung aus einer globalen Perspektive betrachtet werden, da Nahrung, Futtermittel, Holzprodukte und in zunehmendem Maße auch Biomasse für energetische Nutzung (Ethanol, Pellets etc.) global gehandelt werden. Das bedeutet, dass durch bestehende Aktivitäten im Bioenergie-Sektor u.a. von europäischer und damit auch österreichischer Seite, globaler Einfluss ausgeübt wird und es stellt sich zunehmend die Herausforderung, diesen im Sinne einer verantwortlichen Politik auch zu gestalten. Aufgrund dieser globalen Handelsströme können Änderungen in der Produktion oder Nutzung biogener Rohstoffe in Europa Auswirkungen auf die Landnutzung und Ernährungssicherheit in anderen Weltregionen haben, sowie soziale Negativ-Effekte mit sich bringen. In der jüngsten Vergangenheit ist insbesondere die Gefahr von indirekten Landnutzungsänderungen (engl. indirect land use change, iLUC; siehe z.B. (Searchinger et al. 2008); (Overmars et al. 2011); (Kim & Dale 2011)), ausgelöst durch die zunehmende Produktion von Biodiesel und Ethanol, ins Zentrum der Aufmerksamkeit von Wissenschaft und energiepolitischen Entscheidungsträgern gerückt, und hat öffentliche Kritik an der Energiepolitik der EU laut werden lassen. Der Mechanismus des iLUC besteht darin, dass durch den zunehmenden Anbau von Energiepflanzen z.B. für die Produktion biogener Kraftstoffe die Nahrungs- und Futtermittelproduktion in zuvor nicht landwirtschaftlich genutzte Gebiete verdrängt wird. Das heißt, die zunehmende Nachfrage des Bioenergie-Sektors führt indirekt zu einer Umwandlung natürlicher Landschaftsformen wie tropischer Regenwälder in Südostasien oder Savannen in Brasilien (*Cerrados*) in Acker- oder Weideflächen.

Abgesehen von ökologischen und sozialen Risiken, die die Umwandlung natürlicher Landschaftsformen birgt, ist im Fall von iLUC mitunter ein Hauptargument für die Forcierung biogener Kraftstoffe, nämlich die Einsparung von Treibhausgasemissionen, nicht mehr zulässig, da Landnutzungsänderungen (je nach Art der verdrängten Landschaftsform) zu einer massiven Freisetzung von Kohlenstoff führen können. Darüber hinaus würden indirekte Landnutzungsänderungen den Druck auf unberührte Naturlandschaft verschärfen, und die von der Europäischen Kommission festgelegten Nachhaltigkeitskriterien, sowie die Wirkung von Zertifizierungssystemen, die den Nachweis für nachhaltig produzierte Biomasse erbringen sollen, untergraben. Schließlich stellen die Nachhaltigkeitskriterien zwar eine geeignete Maßnahme zu Verhinderung direkter Landnutzungsänderungen (d.h. des Anbaus von Energiepflanzen auf zuvor nicht landwirtschaftlich genutzten Flächen) dar. iLUC kann dadurch jedoch nicht verhindert werden, was auch die Europäische Kommission in Ihrer Mitteilung KOM(2010) 811 (EC 2010) zur Kenntnis genommen hat, und die Notwendigkeit weiterer Forschung in diesem Bereich einräumt. Die Schwierigkeiten liegen im Wesentlichen darin, dass sich iLUC im komplexen Zusammenspiel globaler Nachfrage-, Produktions- und Angebotsentwicklungen ergibt, und die Identifizierung bzw. der Nachweis einzelner Ursachen und Wirkungen bei den unzähligen Einflussfaktoren auf globale Trends kaum möglich ist; selbst der empirische Nachweis von iLUC ist äußerst problematisch, wie auch Debatten in der wissenschaftlichen Community zeigen (siehe (Kim & Dale 2011) und (O'Hare et al. 2011). Während im wissenschaftlichen Diskurs weitgehend Einigkeit über den prinzipiellen Mechanismus und die potenziellen Risiken indirekter Landnutzungsänderungen herrscht, zeigen sich in Publikationen zu diesem Thema massive Unstimmigkeiten hinsichtlich deren Ausmaßes, bzw. der mit iLUC verbundenen Treibhausgasemissionen, die letztendlich der Produktion bzw. Nutzung biogener Kraftstoffe zuzurechnen sind.

Unstimmigkeiten bestehen auch hinsichtlich der sozialen Auswirkungen großflächiger Biomasseproduktionen in Entwicklungsländern. Während politische Eliten in der Regel von

unproduktiven traditionellen Agrarsystemen sprechen, die dringender Reformen bedürfen, nimmt die öffentliche Diskussion über transnationale Landallokationen zu. Insbesondere bestehen Unklarheiten hinsichtlich der sozialen Auswirkungen dieser Landvergaben („Land-grabbing“), da diese vielfach grundlegende Veränderungen in den traditionellen Agrarstrukturen nach sich ziehen können, zum Beispiel eine große Zahl von sogenannten Landlosen (landless people). Dies trifft im Besonderen dann zu, wenn ein Nebeneinander von traditionellem Landnutzungs- und (staatlichem) Zugriffsrecht auf Agrarflächen existiert, wie dies in den meisten afrikanischen Ländern der Fall ist. (Siehe Studien des IIED - International Institute for Environment and Development sowie IFAD).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass zwar einerseits die Bedeutung von Biomasse zur Erreichung des „2050-Ziels“ weitgehend unbestritten ist, aber andererseits zentrale Aspekte hinsichtlich der Nachhaltigkeit der energetische Nutzung von Biomasse im Allgemeinen bzw. biogenen Kraftstoffen im Speziellen unbeantwortet sind. Dies beinhaltet nicht nur offene Fragen hinsichtlich der Festlegung und Einhaltung von Nachhaltigkeitskriterien, sondern auch technologische Aspekte. So werden beispielsweise hohe Erwartungen in Technologien zur Produktion biogener „Kraftstoffe der Zweiten Generation“ oder zur Energiegewinnung aus Algen gesetzt, die großtechnische Machbarkeit dieser Technologien ist aber nach wie vor längst nicht erwiesen. Die Nachhaltigkeit von Biomasse und Zertifizierung derselben – und insbesondere deren praktische Umsetzung – wird in vielen Berichten (z.B. SET-Plan, EU Heating & Cooling Roadmap) als Forschungsschwerpunkt genannt. In diesem Sinn behandelt das Projekt sowohl technologische wie Nachhaltigkeitsaspekte in einer integrierten Weise und möchte einen Diskussionsbeitrag zu diesen vielfältigen, miteinander verschränkten Fragestellungen und Herausforderungen liefern.

1.2 Fragestellung

Für die zukünftige Rolle, die der energetischen Biomassenutzung bei der Erreichung der mittel- und langfristigen Energie- und Klimaziele zukommen muss, ist nicht nur die Schließung von „Technology gaps“ im Sinn von technologischem Forschungs- und Entwicklungsbedarf, sondern auch hinsichtlich politischer Erfordernisse zur Wahrung von sozialen und ökologischen Nachhaltigkeitszielen erforderlich. Da Bioenergietechnologien stets eines Rohstoffs bedürfen, sind diese beiden Aspekte integriert zu betrachten. Im vorliegenden Bericht wird diesen beiden Anforderungen Rechnung getragen und die Perspektiven der energetischen Biomassenutzung im Spannungsfeld globaler ökologischer und sozialer Risiken, sowie technologischer Chancen und Entwicklungspotenziale beleuchtet.

Das Ziel des Projektes besteht darin, „Technology gaps“ im Sinne technologischen Forschungs- und Entwicklungsbedarfs im Bereich Bioenergie aufzuzeigen und diese integriert mit Aspekten einer nachhaltigen Biomasse-Ressourcen Bereitstellung im globalen, europäischen und österreichischen Kontext zu untersuchen. Damit soll ein Diskussionsbeitrag geschaffen werden im Hinblick auf Nachhaltigkeitskriterien von Biomasse, der zukünftigen Rolle der Bioenergie sowie der Ausrichtung von F&TE.

Folgende untergeordnete Fragestellungen können daraus abgeleitet werden:

- Welche Rolle kommt Biomasse bei der Erreichung der klima- und energiepolitischen Zielsetzungen zu?

- Welche Perspektiven weisen verschiedene Bioenergie-Technologien auf? Welche Stellung kann etablierten bzw. innovativen Bioenergie-Technologien in einem zukünftigen, durch höhere Energieeffizienz und einen verstärkten Einsatz erneuerbarer Technologien geprägten Energiesystem (bis 2050) zukommen?
- Welche Praktiken sind bei transnationalen Landakquisitionen und langfristigen Landverpachtungen in Entwicklungsländern derzeit zu beobachten?
- Welche potentiellen sozialen Folgen bringen diese Entwicklungen bzw. diese Praktiken mit sich?

1.3 Methodische Vorgangsweise

Wie bereits erläutert umfasst das Projekt die folgenden Aspekte: (1) Historische Entwicklung der Biomassenutzung und des Biomassehandels, (2) Diskussion der Anforderungen spezifischer Bioenergie-Technologien bzw. Biomasse-Versorgungsketten, (3) Auswirkungen in potenziellen Biomasse-Herkunftsländern und (4) Nachhaltigkeit, Nachhaltigkeitskriterien und Zertifizierung . Im Folgenden werden die methodischen Ansätze zur Analyse dieser Aspekte erläutert.

1.3.1 Historische Entwicklung in den Bereichen energetische Biomassenutzung und Biomassehandel

Der methodische Ansatz zur Analyse historischer Entwicklungen im Bereich der energetischen Biomassenutzung bzw. des internationalen Biomassehandels besteht im Wesentlichen in der Auswertung statistischer Daten öffentlicher Online-Datenbanken wie FAOSTAT, Eurostat und UN Comtrade. Dabei werden sowohl zeitliche, als auch räumliche Aspekte bzw. Trends berücksichtigt.

Hinsichtlich Biomassehandel beschränken sich die Analysen nicht nur auf unmittelbar zur Energieerzeugung gehandelte Biomasse, sondern beinhalten auch primär für Nahrungs- oder Futtermittel bzw. für stoffliche Zwecke gehandelte Fraktionen, sofern ein Zusammenhang mit der energetischen Biomassenutzung besteht. In diesem Kontext ist beispielsweise das Konzept des „indirekten Biomassehandels“ zu beachten. Indirekte Handelsströme beinhalten Biomasse, die ursprünglich für nicht-energetische Zwecke importiert oder exportiert wurde, im Zuge der Weiterverarbeitung bzw. einer „kaskadischen“ Nutzung jedoch letztendlich zur Energiegewinnung genutzt wird.

Der Schwerpunkt liegt dabei auf den mit der Entwicklung in Österreich in Zusammenhang stehenden Biomassesträmen; zum Teil wird jedoch eine „europäische Perspektive“ eingenommen, wenn diese hinsichtlich bestimmter Aspekte als besonders relevant erachtet wird (z.B. in Zusammenhang mit den Zielsetzungen der EU im Bereich biogener Kraftstoffe). Zur Veranschaulichung von Größenordnungen und der Bedeutung des Biomassehandels im Kontext globaler Entwicklungen werden zum Teil interkontinentale Handelsströme in die Betrachtung miteinbezogen.

1.3.2 Diskussion der Anforderungen spezifischer Bioenergie-Technologien bzw. Biomasse-Versorgungsketten

Bezüglich dieser Aspekte besteht der methodische Ansatz im Wesentlichen in einer Literatur-Analyse wichtiger Roadmap-, Szenarien- und daraus abgeleiteter politischer Dokumente. Die Dokumente wurden hinsichtlich der Rolle, die diese den verschiedenen Technologien in künftigen Szenarien zuweisen, sowie der vergleichenden techno-ökonomischen Bewertung, ausgewertet.

1.3.3 Bewertung der Auswirkungen in potenziellen Biomasse-Herkunftsländern

Bezüglich einer Darstellung der sozialen Aspekte von Landallokationen an internationale Investoren werden Fallbeispiele der Ethanolproduktion in Afrika, konkret in Sierra Leone, Senegal, Malawi und Sambia, herangezogen.

Als Quellen werden einschlägige wissenschaftliche Studien, relevante wissenschaftliche Publikationen und Impact-Analysen heran gezogen. Ergänzend werden veröffentlichte Tagungsberichte (Diskussionen) Stellungnahmen von Regierungsstellen, NGOs (landcoaltion etc) sowie Medienberichte (wie allafrica.com) und Zeitungsartikel (Economist, FT, Guardian etc) ausgewertet.

Durchgeführt wurden vergleichende Analysen. Diese erfolgten über Identifikation, Analyse und Bewertungen von Kriterien wie Landakquisition, z.B. anhand von Subkriterien wie gesetzliche Rahmenbedingungen, Beteiligung internationaler Finanzierungsfonds, ökologische Rahmenbedingungen (Bewässerungsfeldbau, allgemeiner Ressourcenstatus) und soziale Rahmenbedingungen (Agrarstrukturen, Ernährungssicherheit etc.).

1.3.4 Nachhaltigkeit, Nachhaltigkeitskriterien und Zertifizierung

Dieser Teil basiert methodisch im Wesentlichen auf der Aufbereitung von Literatur aus bisher durchgeführten Arbeiten zu Biomassehandel und Nachhaltigkeits-Zertifizierung (z.B. im Rahmen der IEA Bioenergy-Aktivitäten, Task 40). Dabei wurden auch verschiedenste öffentliche Quellen (insbesondere Zertifizierungsstellen, Normungsvereinigungen) bzw. laufenden Arbeiten zu Zertifizierungssystemen für Biomasse einbezogen. Rahmenbedingungen, Geltungsbereich, Anspruch von EU-Richtlinien werden beleuchtet, wobei der Richtlinie 2009/28/EC besondere Bedeutung zukommt.

1.4 Aufbau des Berichtes

Nach der Einleitung werden zuerst in Kapitel 2 die aktuelle und historische Bedeutung der Biomasse sowie politische Ziele und Szenarien aus globaler, europäischer und österreichischer Ebene dargestellt. Kapitel 3 gibt einen Überblick über Bioenergie-Technologien und entsprechende Herausforderungen. Anschließend stellt Kapitel 4 die internationalen Handelsströme mit Bioenergie dar. In Kapitel 0 werden soziale Aspekte großflächiger Bioenergieproduktion in afrikanischen Ländern für den Export analysiert. Kapitel 6 gibt einen Überblick über den aktuellen Stand sowie Herausforderungen im Zuge von Nachhaltigkeitskriterien und der Zertifizierung von Bioenergie. Abschließend werden in Kapitel 7 Schlussfolgerungen abgeleitet.

2 Bedeutung der Biomassenutzung: Status quo, Szenarien & politische Ziele

Ziel der folgenden Abschnitte ist es, einen umfassenden Überblick über die historische Entwicklung und derzeitige Struktur der Biomassenutzung, deren Anteil an der gesamten Energieversorgung sowie deren zukünftige Entwicklung in verschiedenen Szenarien auf nationaler, europäischer und globaler Ebene zu geben.

2.1 Globale Biomassenutzung

Hinsichtlich des Detaillierungsgrades der folgenden Darstellungen zur globalen Situation ist anzumerken, dass im globalen Kontext traditionelle Biomassenutzung eine große Rolle spielt, und dazu nur relativ unsichere Daten verfügbar sind. Im Vergleich dazu sind biogene Kraftstoffe (derzeit noch) von relativ geringer Bedeutung. Aufgrund der sehr dynamischen Entwicklungen in diesem Sektor und der großen Erwartungen, die an diese Art der Biomassenutzung gestellt werden, ist biogenen Kraftstoffen ein eigener Abschnitt gewidmet (2.1.2).

2.1.1 Derzeitige Biomassenutzung

Abbildung 1 zeigt die Struktur des globalen Endenergieverbrauchs im Jahr 2009. Demnach betrug der Anteil fossiler Energieträger etwa 80% und jener von Kernenergie auf knapp 3%. Auf erneuerbare Energieträger entfielen 16,2% des Endenergieverbrauchs. Der Anteil biogener Energieträger belief sich 2009 auf über 10%. Den Großteil der energetischen Biomassenutzung machen nach wie vor traditionelle Nutzungsarten zum Kochen und Heizen aus. Im Jahr 2008 waren laut (WBGU 2008) 85,6% des primärenergetischen Biomasse-verbrauchs dieser Kategorie zuzuschreiben, die laut (FAO 2010) nahezu ausschließlich in Entwicklungsländern eine Rolle spielt.

Mit 0,6% des globalen Endenergieverbrauchs (2009) stellen die biogenen Kraftstoffe Ethanol und Biodiesel einen noch relativ geringen, jedoch seit etwa zehn Jahren rasant steigenden Anteil dar. Im globalen Kontext ebenfalls von relativ geringer Bedeutung sind moderne Formen der thermischen Nutzung sowie der Stromerzeugung aus Biomasse. Laut (WBGU 2008) entfielen 2008 7,8 bzw. 4,5% der gesamten primärenergetischen Biomassenutzung auf diese Kategorien.

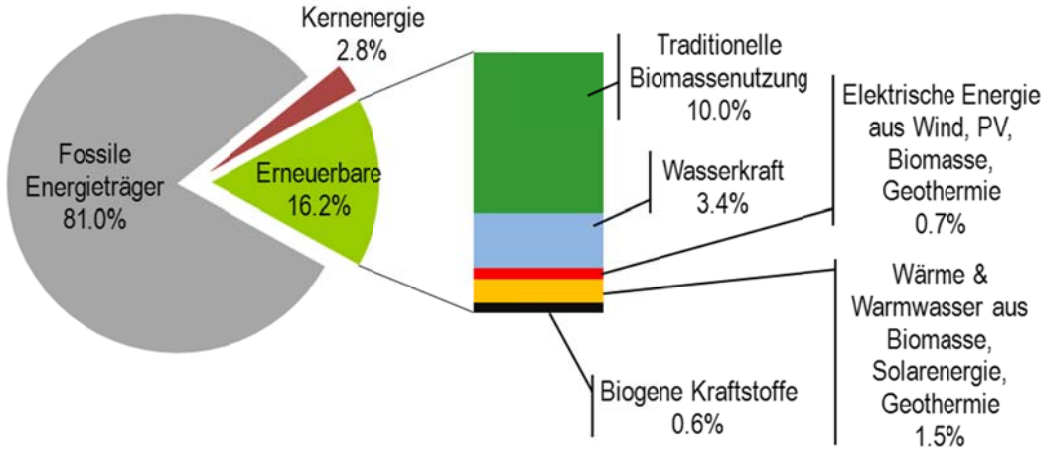


Abbildung 1. Struktur des globalen Endenergieverbrauchs im Jahr 2009
Quelle: (REN21 2011), eigene Darstellung

Die Dominanz traditioneller, meist auf Brennholz, landwirtschaftlichen Reststoffen und anderer holzartiger Biomasse basierende Formen der Biomassenutzung zeigt sich auch in Abbildung 2, in der die Zusammensetzung des globalen Verbrauchs nach einer Schätzung der FAO (FAO 2010) dargestellt ist. Zwei Drittel der insgesamt 50 EJ entfallen demnach auf Brennholz und weitere 19% auf holzartige Biomasse in Form von Holzkohle, Alt- und Restholz. Eigens angebaute Energiepflanzen und biogener Hausmüll machen je 3% aus[2] und Schwarzlauge (ligninhaltige Ablauge der Papierindustrie) etwa 1%. Der Anteil landwirtschaftlicher Reststoffe (Pflanzenreste und tierische Exkremente), die in erster Linie in Süd- und Ostasien für energetische Zwecke genutzt werden, beläuft sich auf 7%.

In einer nach Weltregionen disaggregierten Betrachtung weist der Anteil von Biomasse am Gesamtenergieverbrauch laut (FAO 2010) eine negative Korrelation mit dem wirtschaftlichen Entwicklungsniveau der jeweiligen Region auf. Für Afrika wurde der Biomasseanteil auf fast 50% geschätzt (Bezugsjahr: 2006) und auch in Asien (exkl. China) und Lateinamerika nimmt Biomasse mit 25% bzw. 19% eine zentrale Stellung in der Energieversorgung ein. Laut (FAO/GBEP 2008) betrug die Biomassenutzung in China 2005 9,36 EJ und belief sich damit auf 13% der gesamten Energieversorgung. In Indien waren es 2005 6,6 EJ (29,4%) und in Brasilien 2,8 EJ (30%). In den EU-27 lag der Biomasseanteil am Gesamtenergieverbrauch Ende der 1990er-Jahre bei etwa 3,5% und hat sich bis 2010 auf etwa 7% verdoppelt (siehe Abschnitt 2.2.1).

[2] Hinsichtlich der aktuellsten statistischen Daten zur Nutzung biogener Kraftstoffe (Abschnitt 3.1.2) ist anzumerken, dass der Beitrag von Energiepflanzen seit 2008 deutlich über den hier angegebenen 1.5 EJ liegt.

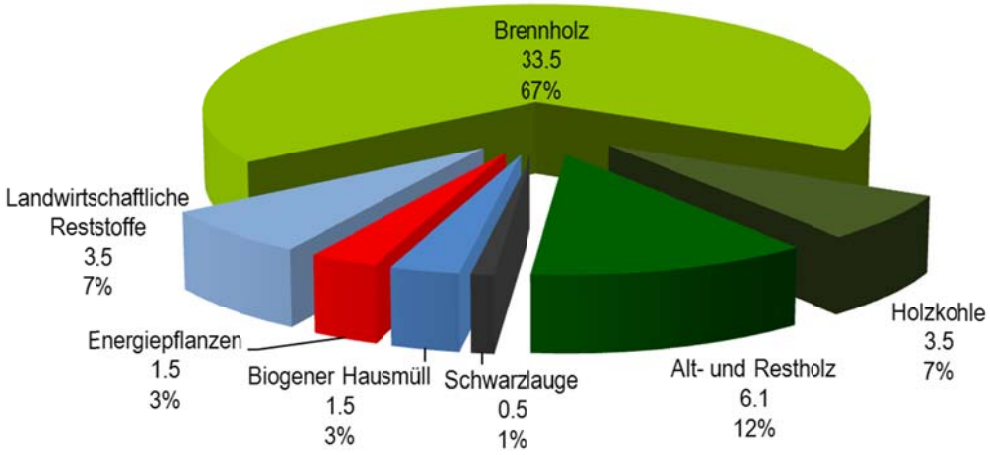


Abbildung 2. Struktur der globalen Biomassenutzung in der Höhe von 50 EJ nach Energieträgern (Angaben in EJ bzw. % der ges. Biomassenutzung)
Quelle: Schätzung nach (FAO 2010), eigene Darstellung

Die Abschätzungen der derzeitigen globalen Biomasse-Nutzung sind teils mit Unsicherheiten behaftet, die insbesondere auch auf den informellen Charakter der Biomassenutzung in einigen Regionen zurückzuführen ist. Internationale Datenbanken (insb. FAO 2013) stellen die hauptsächliche Datenquelle für derartige Analysen dar, neigen aber zu einer systematischen Unterschätzung des globalen Bioenergiebedarfs. Basierend auf Fernerkundungsdaten liegt die globale Nutzung von Bioenergie etwa 20-40% über jenem, der aus den nationalen Statistiken erhoben wird. (SRREN 2011, p. 217)

Abbildung 3 zeigt die Verwendung von forstlicher Biomasse nach den nationalen Statistiken. Die energetische Nutzung forstlicher Biomasse beläuft sich auf etwa 25 EJ und hat in der historischen Betrachtung einen Anteil von etwa zwei Drittel der gesamten Nachfrage nach forstlicher Biomasse. In der Nutzungsstruktur sind große regionale Unterschiede festzustellen. Energetisch genutzte forstliche Biomasse wird überwiegend in weniger industrialisierten Regionen, insbesondere Zentral Afrika, Indien, Süd-Ost Asien, Süd- und Mittelamerika genutzt, wohingegen in stärker industrialisierten Regionen die stoffliche Nutzung überwiegt. Diese überwiegend „traditionelle Nutzung“ der Biomasse zum Kochen, für Beleuchtung und Raumwärme wird großteils von ärmerer, ländlicher Bevölkerung verwendet und ist generell mit niedriger Effizienz und teils mit negativen gesundheitlichen Auswirkungen verbunden.

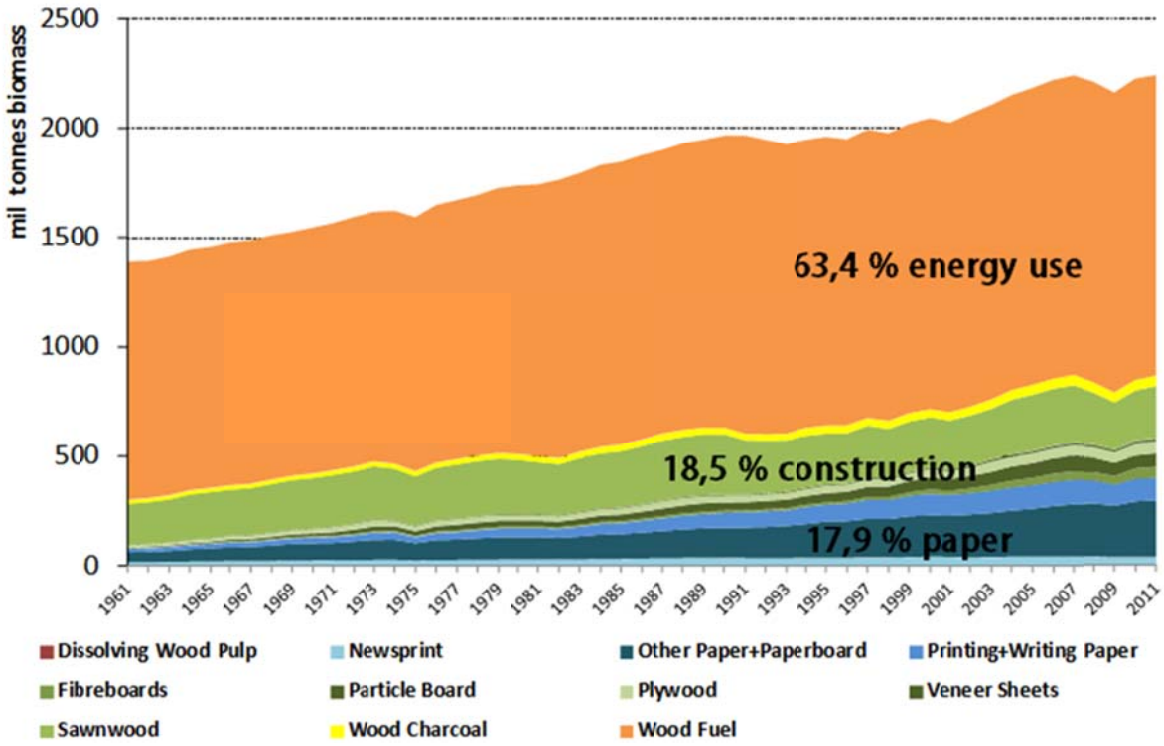


Abbildung 3 Globale Nutzung forstlicher Biomasse 1961- 2011 und Anteil am Endverbrauch 2011 (in Tonnen, Daten: FAO 2013, eigene Berechnung) Quelle: Matzenberger 2013

2.1.2 Biogene Kraftstoffe

Im globalen Kontext hat die Biomassenutzung in den letzten Jahren die wohl dynamischste Entwicklung im Bereich der biogenen Kraftstoffe (Bioethanol und Biodiesel) erfahren. Die Abbildungen 4 und 6 zeigen die Nutzung von Biodiesel und Ethanol von 2000 bis 2010 nach Weltregionen. Der Verbrauch von Biodiesel belief sich im Jahr 2010 auf ca. 670 PJ (ca. 18 Millionen Tonnen; Mt), wovon knapp 70% auf Europa bzw. die EU-27 entfallen. Eine deutliche Steigerung des Biodieselkonsums ist seit etwa 5 Jahren auch in Südamerika (in erster Linie Brasilien, Argentinien und Kolumbien) sowie einigen asiatischen und südostasiatischen Staaten (insbesondere Thailand, Südkorea, China und Indonesien) zu verzeichnen. Die Nutzung in den USA erreichte im Jahr 2007 einen Höchstwert von ca. 45 PJ und ist seitdem rückläufig.

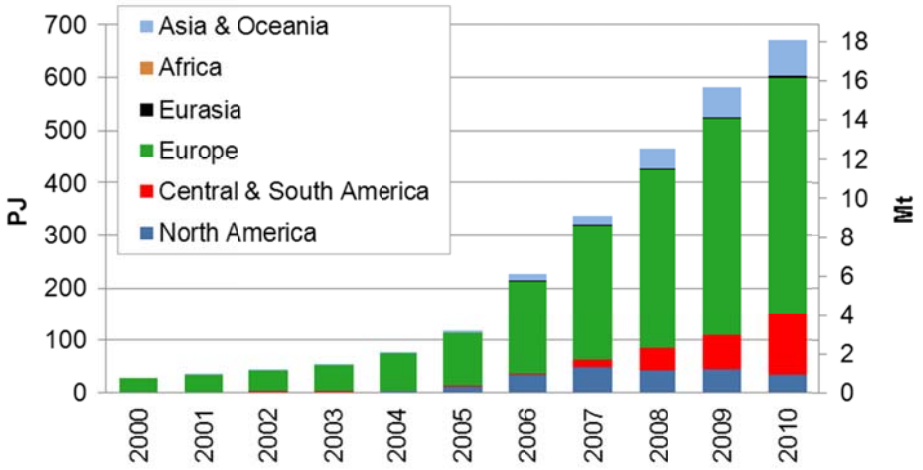


Abbildung 4 Entwicklung der globalen Biodieselnutzung nach Weltregionen
(Die Region „Mittlerer Osten" mit einer Nutzung von ca. 200 TJ/a in Israel in den Jahren 2007 bis 2010 ist nicht dargestellt.)
Quelle: (EIA 2012b), eigene Berechnungen und Darstellung

Trotz des massiven Anstiegs im letzten Jahrzehnt nimmt die Biodieselproduktion hinsichtlich des weltweiten Pflanzenölverbrauchs für Nahrungsmittel eine untergeordnete Stellung ein. Abbildung 5 zeigt die Entwicklung des globalen Verbrauchs nach Nutzungsarten; mit über 70% am Gesamtverbrauch stellt der Verbrauch für Nahrungsmittel nach wie vor die weitaus bedeutendste Nutzungsart dar (die Verwendung für Futter ist praktisch vernachlässigbar). Der Bedarf für die Biodieselproduktion stieg 2010 auf ca. 18,5 Mt (eigene Berechnung auf Basis der Biodieselproduktion) und belief sich damit auf etwa 13% des globalen Pflanzenölverbrauchs. Andere industrielle Verwendungsarten liegen mit etwa 15,5 Mt im Jahr 2010 in einer ähnlichen Größenordnung.

Interessanterweise ist der Großteil des Anstiegs beim weltweiten Pflanzenölkonsum im vergangenen Jahrzehnt nicht auf die Biodieselproduktion, sondern auf den Nahrungsmittelbereich zurückzuführen. Der Anstieg von 2000 bis 2010 belief sich bei ersterem auf knapp 18 Mt, bei letzterem auf ca. 33 Mt. Bei sonstigen industriellen Nutzungsarten ist ebenfalls ein deutlich steigender Trend zu verzeichnen; der Anstieg von 2000 auf 2010 belief sich auf über 8 Mt.

Die wichtigste Art von Pflanzenöl ist seit Mitte des vorigen Jahrzehnts Palmöl (derzeit 32%), gefolgt von Sojaöl (28%) und Rapsöl (16%). Bei Rapsöl liegt der Anteil der industriellen Nutzung, der neben der Biodieselproduktion auch Wärme- & Stromerzeugung beinhaltet mittlerweile bei 30%; bei Palmöl beträgt er 26% und bei Sojaöl 17%.

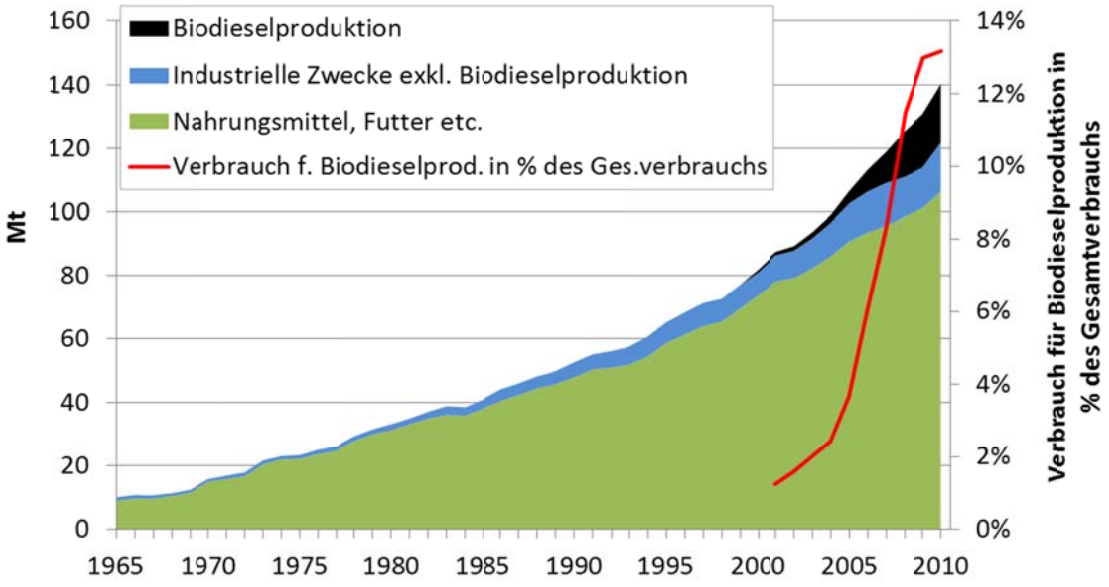


Abbildung 5 Globaler Pflanzenölkonsum nach Nutzungsarten
Kommentare: Nutzung von Altöl zur Biodieselproduktion vernachlässigt; berücksichtigt sind folgende Arten von Pflanzenöl: Palmöl, Sojaöl, Rapsöl, Sonnenblumenöl, Palmkernöl, Baumwollsaatöl, Olivenöl und Kokosöl (vgl. (Rosillo-Calle et al. 2009)).
Quelle: (USDA 2012), (EIA 2012b), eigene Berechnungen und Darstellung

Die weltweite Produktion und Nutzung von Ethanol ist stark dominiert von den USA und Brasilien, die im Jahr 2010 gemeinsam auf ca. 89% der globalen Produktion und 86% des Verbrauchs kamen. Während das Wachstum der brasilianischen Ethanolindustrie nach 2008 ins Stocken kam[3], haben die USA ihre dominante Stellung in den letzten Jahren weiter ausgebaut. 2010 wurden in den USA fast 60% der weltweiten Produktion hergestellt und konsumiert, wobei die Produktion erstmals seit 2002 über dem inländischen Verbrauch lag.

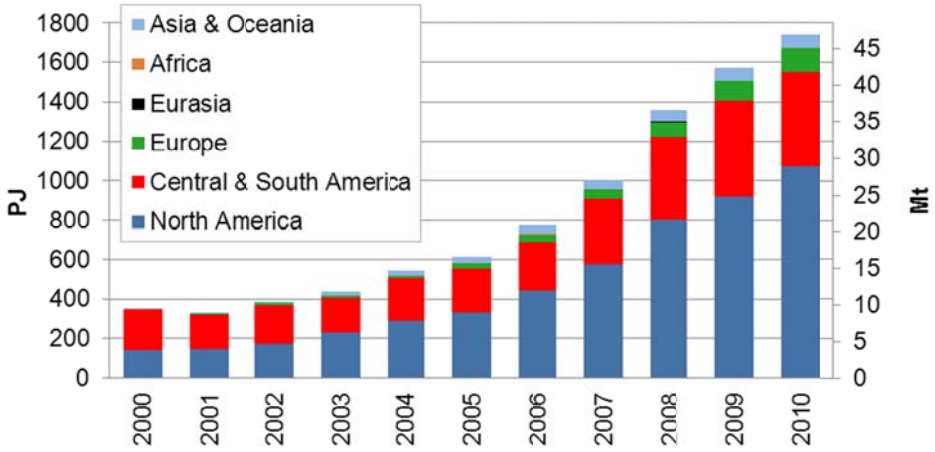


Abbildung 6 Entwicklung der globalen Ethanolnutzung nach Weltregionen
Quelle: (EIA 2012b), eigene Berechnungen und Darstellung

[3] Von 2008 auf 2009 nahm die Produktion um 4% ab und von 2010 auf 2011 wird der Produktionsrückgang aufgrund schlechter Erträge und hoher Weltmarktpreise für Zucker auf fast 20% geschätzt (EIA 2012a).

Hinsichtlich der zur Bioethanolproduktion eingesetzten Rohstoffe kann davon ausgegangen werden, dass im Jahr 2010 mehr als 60% der globalen Produktion auf Mais und über 30% auf Zuckerrohr basierte. Der Rest entfiel auf Zuckerrübe, Weizen und andere Getreidearten (vgl. (Timilsina & Shrestha 2010)). Die Entwicklung des Rohstoffbedarfs zur Ethanolerzeugung im Kontext der Getreide- und Zuckerrohrproduktion in den USA, Europa bzw. Brasilien wird im Abschnitt 4.2.3 analysiert.

2.1.3 Szenarien

Szenarien der globalen Energieversorgung deuten generell darauf hin, dass mit einem weiteren – und unter Umständen massiven – Anstieg der weltweiten Nutzung von Bioenergie gerechnet wird. Die Szenarien der (IEA 2011b), dargestellt in Abbildung 7, weisen für Biomasse und Abfälle einen Anstieg von 51 EJ im Jahr 2009 (traditionelle und moderne Biomassenutzung) auf 61 bis 65 EJ im Jahr 2020 und 71 bis 98 EJ in 2035 aus. Im *Current Policies*-Szenario, das den geringsten Anteil von Biomasse und den stärksten Anstieg des Gesamtenergieverbrauchs aufweist, entspricht der Anstieg in absoluten Zahlen (um 20 EJ bis 2035) jedoch einem Rückgang des Biomasseanteils am Gesamtenergieverbrauch (um 0,5% auf 9,5%). Im *450*-Szenario hingegen, das einen hinsichtlich der Treibhausgas-emissionen mit dem „2-Grad-Ziel“ (d.h. einer Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre von ca. 450 ppm) konsistenten Entwicklungspfad zeichnet, steigt der Biomasseanteil bis 2035 auf 15,6%.

Im Mix der erneuerbaren Energieträger (inklusive Wasserkraft) wird zwar mit einem Rückgang des prozentuellen Biomasseanteils gerechnet, der Anteil bleibt jedoch in allen Szenarien deutlich über 50% (58% in *450*-Szenario, 62% in *New Policies*-Szenario und 65% im *Current Policies*-Szenario im Jahr 2035). Das heißt, es wird davon ausgegangen, dass Biomasse auch längerfristig der anteilsmäßig wichtigste erneuerbare Energieträger bleibt.

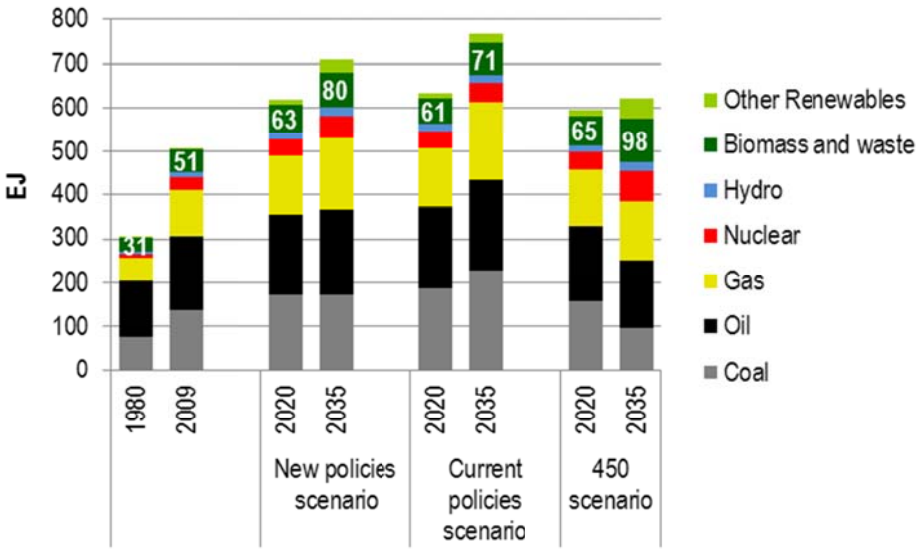


Abbildung 7 IEA-Szenarien des globalen Primärenergieverbrauchs nach Energieträgern
Quelle: (IEA 2011b), eigene Darstellung

Die Energieszenarien nach (BP 2012), dargestellt in Abbildung 8, zeigen nach Weltregionen disaggregierte Entwicklungspfade. Allerdings ist traditionelle Biomassenutzung sowie nicht „kommerziell gehandelte“ Biomasse gänzlich unberücksichtigt, da die Datenlage als zu

unsicher erachtet wird (BP 2012). Darüber hinaus sind biogene Kraftstoffe in den hier dargestellten Verbrauchsszenarien zusammen mit Erdöl und Energieträgern aus Gas- und Kohleverflüssigung in der Kategorie „Flüssige Energieträger“ zusammengefasst. Das Szenario gibt jedoch einen Einblick in die erwarteten Trends der Energieversorgung in den Weltregionen; das wohl auffälligste Merkmal dieses Szenarios ist, dass mehr als zwei Drittel des Anstiegs von 2010 auf 2030 (132 von insgesamt 194 EJ) in der Region Asien-Pazifik (Indien, China, Südostasien etc.) erwartet wird. Hinsichtlich des gesamten Energieverbrauchs liegt das BP-Szenario von 2012 im Mittelfeld von Literaturszenarien und zwischen dem *New policies*-Szenario und dem *Current policies*-Szenario der IEA (BP 2012).

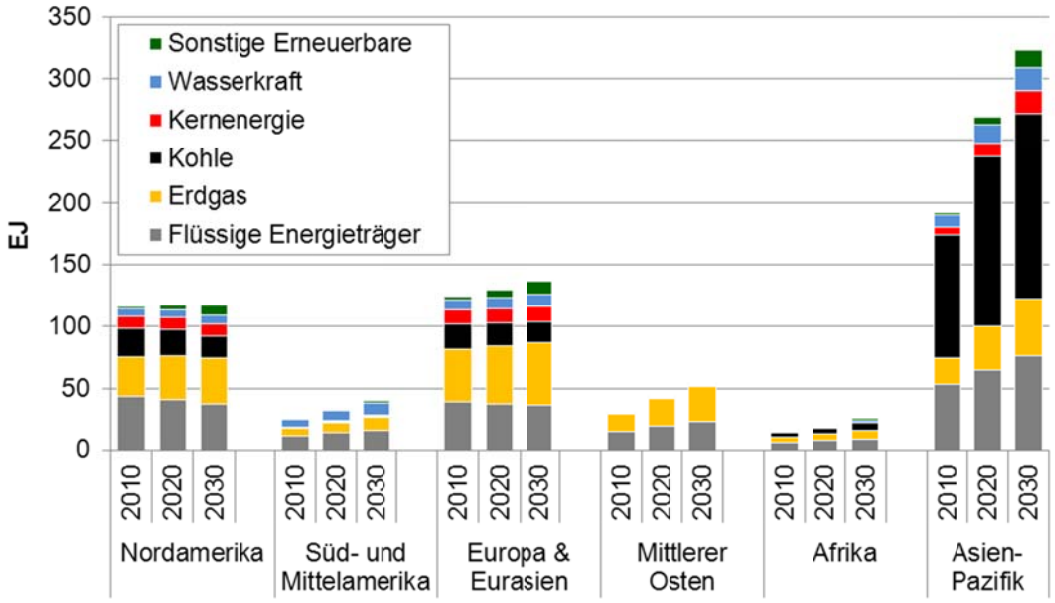


Abbildung 8 BP-Szenario des globalen Primärenergieverbrauchs nach Weltregionen und Energieträgern (beinhaltet nur kommerziell gehandelte Energieträger, d.h. ein Großteil der Biomassenutzung nicht inkludiert)
Quelle: (BP 2012), eigene Darstellung

Darüber hinaus beinhaltet (BP 2012) ein Szenario der weltweiten Produktion biogener Kraftstoffe. Wie in Abb. 9 dargestellt, wird davon ausgegangen, dass sich die Gesamtproduktion bis 2030 mehr als verdreifacht, wobei die größten Zuwächse gegenüber 2010 (in absoluten Zahlen) in Süd- und Mittelamerika (in erster Linie Brasilien; in Summe 1,89 EJ) und Nordamerika (hauptsächlich USA; insgesamt 1,83 EJ) erwartet werden. Die USA und Brasilien behalten in dem Szenario mit einem Anteil von 70% der globalen Produktion ihre dominante Stellung im Bereich der biogenen Kraftstoffe. Aber auch für Europa/Eurasien und für den asiatisch-pazifischen Raum wird mit signifikanten Anstiegen gerechnet (um 0,76 bzw. 0,88 EJ). Die für 2030 erwartete Produktion in Afrika ist mit 25 PJ im globalen Kontext von vernachlässigbarer Bedeutung; für den Mittleren Osten wird von keiner Produktion biogener Kraftstoffe ausgegangen.

In Summe resultiert das Szenario im Jahr 2030 in einem 7%-Anteil biogener Kraftstoffe im Transportsektor. Der wichtigste biogene Kraftstoff bleibt Ethanol der 1.Generation, wobei sich das BP-Szenario von 2012 hinsichtlich dieses Aspekts deutlich von jenem des Vorjahres unterscheidet. Konkret wurde der Anstieg bis 2030 um 2,1 EJ reduziert, was die aus heutiger Sicht massiven Unsicherheiten hinsichtlich der Perspektiven für diese Technologien (bzw.

derzeit noch nicht marktreifer Energietechnologien im Allgemeinen) verdeutlicht.[4] Das BP-Szenario aus dem Jahr 2011 ist zum Vergleich ebenfalls in Abbildung 9 dargestellt.

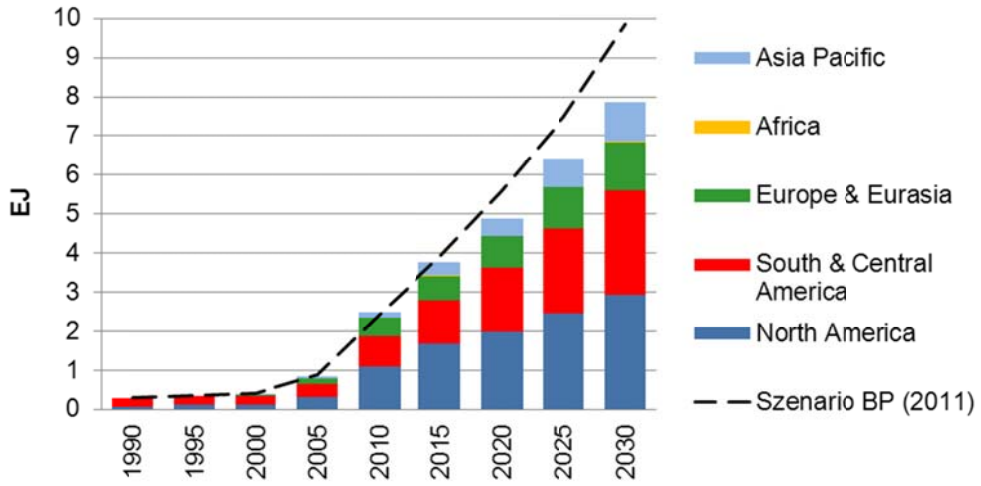


Abbildung 9 BP 2012-Szenario der globalen Produktion biogener Kraftstoffe und Vergleich mit dem BP-Szenario aus dem Jahr 2011
Quelle: (BP 2012), eigene Darstellung

Im IEA-Bericht „Energy Technology Perspectives 2010“ (IEA 2010) werden konkrete Szenarien für die Struktur der weltweiten Biomassenutzung entworfen (Abb. 10). Im Baseline-Szenario (das dem Referenzszenario des „World Energy Outlook 2009“ (IEA 2009) entspricht und hinsichtlich des Gesamtenergieverbrauchs einen ähnlichen Entwicklungspfad aufweist wie das *Current Policies*-Szenario laut (IEA 2010); siehe Abb.7) steigt der primärenergetische Biomasseverbrauch von ca. 50 EJ im Jahr 2007 auf ca. 70 EJ in 2030 und 85 EJ in 2050, wobei traditionelle Biomassenutzung zugunsten von modernen Nutzungsformen leicht zurückgeht. Im *BLUE Map*-Szenario kommt es bei Bioenergie zu einem weitaus stärkeren Anstieg: auf knapp 150 EJ in 2050 (ca. 80 EJ für Wärme- und Stromerzeugung und 65 EJ für die Biokraftstoff-Produktion). Im Gegensatz zu üblichen statistischen Daten, bei denen als Primärenergie der Heizwert der produzierten (biogene) Kraftstoffe ausgewiesen werden, sind darin jedoch die bei der Produktion flüssiger Energieträger aus fester Biomasse anfallenden Umwandlungsverluste enthalten (d.h. es wird de facto der Biomasseinput vor dem Konversionsverfahren ausgewiesen). Aufgrund der großen Bedeutung fortschrittlicher biogener Kraftstoffe im *BLUE Map*-Szenario und der relativ hohen Umwandlungsverluste dieser Technologien entfällt etwa ein Viertel der eingesetzten Primärenergie auf Verluste. Der gesamte Biomasseeinsatz entspricht in diesem Szenario im Jahr 2050 annähernd dem derzeitigen Kohleverbrauch.

Abb. 11 zeigt die Entwicklung der Nutzung biogener Kraftstoffe im BLUE Map-Szenario. Die weltweite Nutzung steigt darin bis 2050 auf 32 EJ, wobei insbesondere nach 2030 ein Großteil des Anstiegs auf Asien (insbes. China und Indien) zurückgeht.

[4] Auf der anderen Seite wurde der Anteil erneuerbarer Energieträger gegenüber dem Szenario des Vorjahres nach oben revidiert, was erstens mit erhöhten Erwartungen an Kostensenkungen und zweiten dem Ersatz von Kernenergie in Japan argumentiert wird.

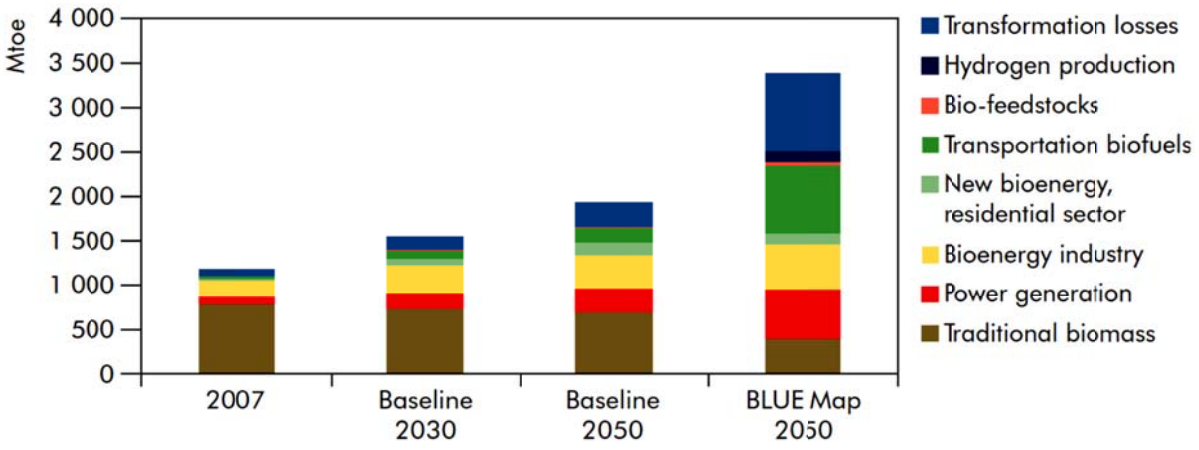


Abbildung 10 Globale Biomassenutzung in Szenarien der IEA (Primärenergie)
Quelle: (IEA 2010)

Das globale Energieszenario nach (Singer et al. 2010) zeigt einen noch stärkeren Ausbau der Biomassenutzung bis 2050. In dieser Studie wird ein „ambitionierter, jedoch realisierbarer" Entwicklungspfad zu einer zu 95% auf erneuerbaren Energieträgern basierenden Energieversorgung gezeigt. Die primärenergetische Nutzung beträgt in diesem Szenario im Jahr 2050 etwa 190 EJ, was etwas mehr als der Hälfte des in dieser Studie unterstellten weltweiten Biomassepotenzials entspricht.

In (Larsen & Petersen 2010) wurde eine Reihe an Szenarien bzw. Modellergebnissen zur langfristigen Entwicklung der Biomassenutzung verglichen. Die untersuchten Studien zeigen für das Jahr 2050 eine Bandbreite der primärenergetischen Biomassenutzung von 50 bis 250 EJ.

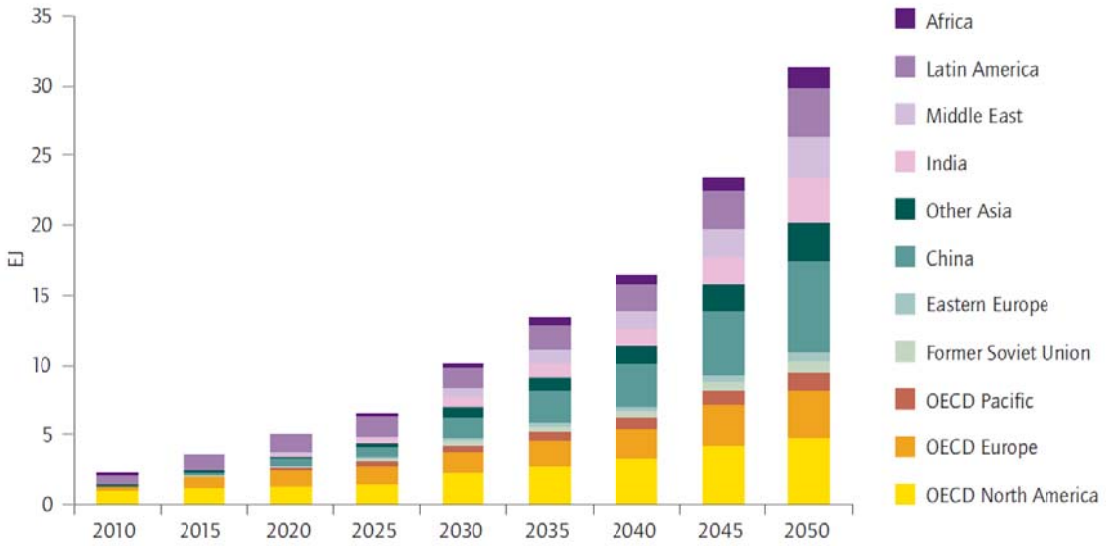


Abbildung 11 Globale Nutzung biogener Kraftstoffe im BLUE Map-Szenario der IEA
Quelle: (IEA 2010); Darstellung in (IEA 2011a)

Die im IPCC Special Report on Renewable Energy (IPCC SRREN 2011) durchgeführte Gegenüberstellung von 164 Szenarien ergab eine Bandbreite des Bioenergie-Einsatzes

2050 von ca. 40-300 EJ, wobei 50% der ambitioniertesten Klimaschutz-Szenarien im Bereich von etwa 120-180 EJ zu liegen kommen.

2.1.4 Potenziale

Im Folgenden werden Literaturdaten zur den weltweit zur Energieerzeugung verfügbaren Biomassepotenzialen dargestellt und diskutiert. Dabei ist zu beachten, dass sich in der Regel nicht nur die methodischen Ansätze, Datengrundlagen und Annahmen der verschiedenen Studien unterscheiden, sondern auch unterschiedliche Potenzialdefinitionen zugrunde gelegt sind (technische, umweltverträgliche, wirtschaftliche Potenziale u.ä.; siehe (Rettenmaier et al. 2010) für die üblichen Definitionen).

Die Bandbreiten der Literaturangaben zu globalen Biomassepotenzialen in den Abbildungen 12 und 13 verdeutlichen, dass globale Potenzialabschätzungen mit massiven Unsicherheiten behaftet sind. Konkrete Aussagen drüber, in welchem Ausmaß die energetische Biomassenutzung mittel- bis langfristig gesteigert werden kann, lassen sich nur unter Zugrundelegung zahlreicher konkreter Annahmen treffen.

Die weitaus größte Unsicherheit zeigt sich beim Potenzial von Energiepflanzen (Abb. 13). Diese Unsicherheit geht in erster Linie auf den ungewissen Flächenbedarf für die Ernährung der zukünftigen Weltbevölkerung zurück, der von den Faktoren Bevölkerungswachstum, Ernährungsgewohnheiten, technologischem Fortschritt und Grad der Intensivierung der Agrarproduktion maßgeblich beeinflusst wird (WBGU 2008). So basieren die Obergrenzen der technischen Potenziale in Abbildung 12 auf Szenarien, in denen die zur Nahrungsmittelproduktion erforderliche Ackerfläche deutlich zurückgeht und damit Ackerflächen in hohem Maße für den Anbau von Energiepflanzen verfügbar werden. Unter der Annahme, dass Energiepflanzen nur auf „marginalen Flächen“[5] ausgeweitet werden, reduziert sich das Potenzial für eine nicht bewässerte und nicht stark intensivierte Anbauweise auf „sehr unsichere“ 30 bis 200 EJ/a (WBGU 2008). Um etwas ambitioniertere Potentialabschätzungen zu realisieren müssen die Zuwächse aus Produktivitätssteigerungen den wachsenden Nahrungsbedarf langfristig übertreffen können.

Die Bandbreite von 200 bis 400 EJ im Jahr 2050 nach (Faaij et al. 2007) basiert auf diversen Studien und ist definiert als „durchschnittliches Potenzial in einer Welt, die nach einer breiten Nutzung von Bioenergie strebt“.

Schlüsse aus dem Vergleich mit jüngeren Potentialabschätzungen legen nahe, dass die Effekte von direkten Landnutzungsänderungen (LUC), die mit einem Ausbau der Bioenergie verbunden sind, nennenswerte Auswirkungen auf die Emissionswirksamkeit von Bioenergie haben und zweitens die Biokraftstofferträge von Feldfrüchten oftmals überschätzt werden, da regionale Veränderungen in der Produktivität vernachlässigt werden. (IPCC SRREN 2011, p. 225) Das technische Potential ist von einer Vielzahl inhärent unsicherer Faktoren geprägt. Neben Bevölkerung und ökonomischer/technischer Entwicklung und dem resultierenden Bedarf für Nahrungsmittel, Futtermittel und stoffliche Verwendung, spielt auch der Anteil von tierischen Produkten in der Ernährung eine zentrale Rolle.

[5] Dazu ist anzumerken, dass der Begriff der „marginalen Flächen“, bzw. eine Abgrenzung dieser Flächen längst nicht unproblematisch ist (siehe (Exner 2011)).

Der Einfluss des Klimawandels, Rücksichtnahme auf Biodiversität (insbesondere von Gras- und Weideflächen) sowie die Konsequenzen von Wasserknappheit und degradierten Flächen, können das künftige Potential weiter limitieren. (IPCC SRREN 2011p. 232)

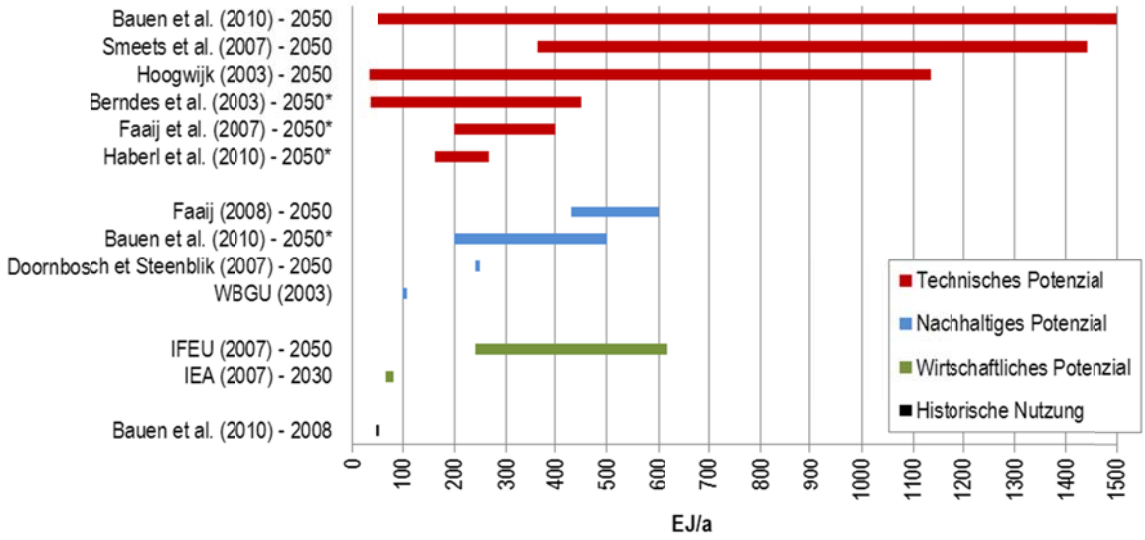


Abbildung 12 Globale Biomassepotenziale in den Jahren 2030 und 2050 im Vergleich zur Biomassenutzung im Jahr 2008

**) Bandbreite basierend auf Literaturangaben;*

Quelle: (Kalt 2010) basierend auf Zusammenstellungen nach (WBGU 2008) und (Dornburg et al. 2008); Weitere Quellen: (Bauen et al. 2009), (Smeets et al. 2007), (Doornbosch & Steenblik 2007), (Haberl et al. 2010), eigene Ergänzungen und Darstellung

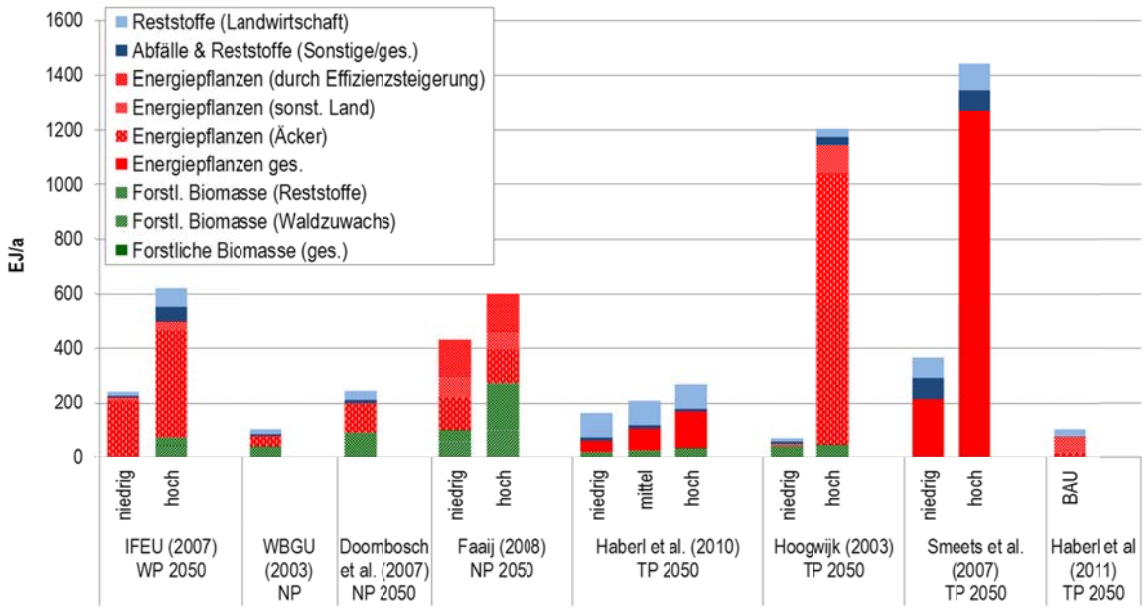


Abbildung 13 Globale Biomassepotenziale nach Potenzialtypen lt. verschiedener Studien
Abkürzungen: WP = wirtschaftliches Potenzial, NP = nachhaltiges Potenzial, TP = technisches Potenzial.
Kommentare: Bei (Smeets et al. 2007) sind forstliche Potenziale (Restholz) in "Abfälle & Reststoffe enthalten; die Potenzialanalyse in (Haberl et al. 2011) beschränkt sich auf landwirtschaftliche Biomasse.
Quelle: siehe Abbildung; eigene Darstellung

In (Haberl et al. 2010) wurden auf Basis früherer Studien Bandbreiten für technische Biomassepotenziale im Jahr 2050 nach Weltregionen abgeleitet (Abb. 12). Das Gesamtpotenzial, das in der mittleren Abschätzung bei ca. 200 EJ liegt (siehe Abb. 11 geht zu knapp einem Viertel auf die Region „Lateinamerika und Karibik“ zurück, wobei Energiepflanzen etwa die Hälfte davon (21 EJ) ausmachen. Ebenfalls sehr große Energiepflanzenpotenziale werden für Afrika südlich der Sahara (16 EJ) und Nordamerika (13 EJ) ausgewiesen.

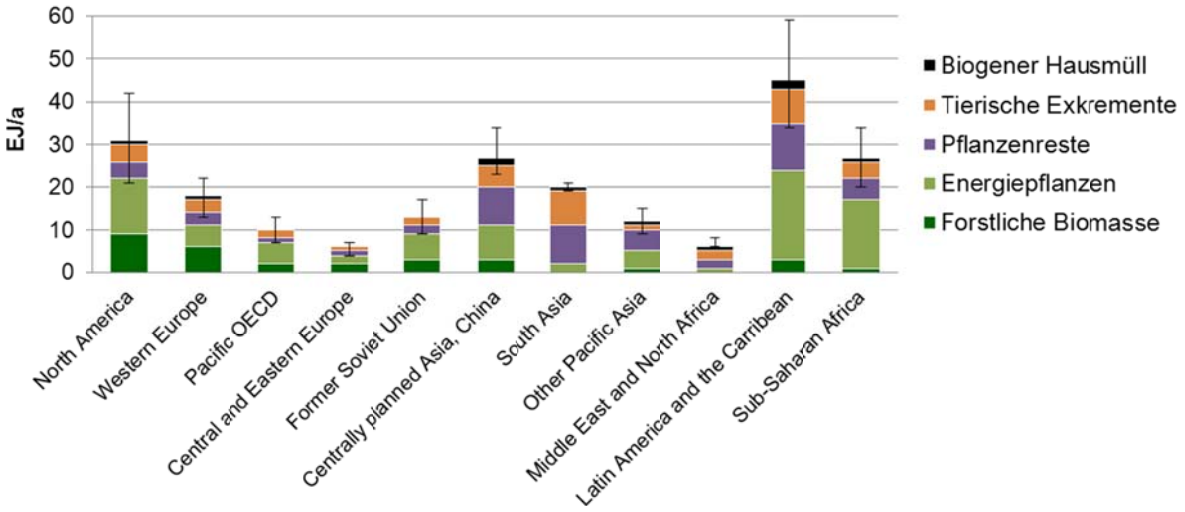


Abbildung 14 Globale Biomassepotenziale im Jahr 2050 nach Weltregionen
Quellen: Zusammenstellung nach (Helmut Haberl et al. 2010), Originalquellen: Energiepflanzen: (WBGU 2008), (Erb et al. 2009), (Van Vuuren et al. 2009), Forstliche Biomasse: (Anttila et al. 2009), Sonstige Fraktionen: Bhattacharya (unveröffentlicht), eigene Darstellung.

Eine detaillierte Analyse der Einflussfaktoren auf das globale Potenzial landwirtschaftlicher Biomasse (Energiepflanzen von Ackerflächen und sonstigen Flächen wie Weideland sowie Reststoffe) findet sich in (H. Haberl et al. 2011). Basierend auf globalen Landnutzungsdaten und unter der Prämisse, dass Nahrungsmittelproduktion Vorrang gegenüber energetischer Biomassenutzung hat, wird in dieser Studie das Potenzial für unterschiedliche Klimaszenarien, diverse Trends in den Ernährungsgewohnheiten und Veränderungen bei den Erträgen von Ackerfrüchten berechnet. Die resultierende Bandbreite des Biomassepotenzials aus der Landwirtschaft beträgt 64 bis 161 EJ/a. Im *Business-as-usual*-Szenario (BAU) beträgt das Potenzial 105 EJ/a, wobei das Biomassepotenzial von Weideland mehr als 50% davon ausmacht (59 EJ/a), und jenes von Ackerflächen mit 18 EJ/a verhältnismäßig gering ist. Ein deutlich höheres Potenzial von Ackerflächen (40 EJ/a) sowie ein weitaus höheres Gesamtpotenzial (161 EJ) ergeben sich in einem Szenario, in dem eine „faire und frugale“ Ernährung, d.h. ein geringer Fleischkonsum und eine gerechte Aufteilung der Nahrungsmittel, unterstellt sind. Bei einer zusätzlichen Ertragssteigerung um 9% gegenüber BAU (generell wird von einer Ertragssteigerung bis 2050 um 54% ausgegangen) ergibt sich eine Steigerung des Gesamtpotenzials um knapp 20 EJ/a.

Die Verteilung des landwirtschaftlichen Biomassepotenzials im BAU-Szenario nach (Haberl et al. 2011) ist in Abbildung 15 dargestellt. Auch bei diesen Ergebnissen sind die großen Energiepflanzen-Potenziale in Afrika südlich der Sahara und Lateinamerika, wobei der Großteil der Potenziale auf Weideland zurückgeht.

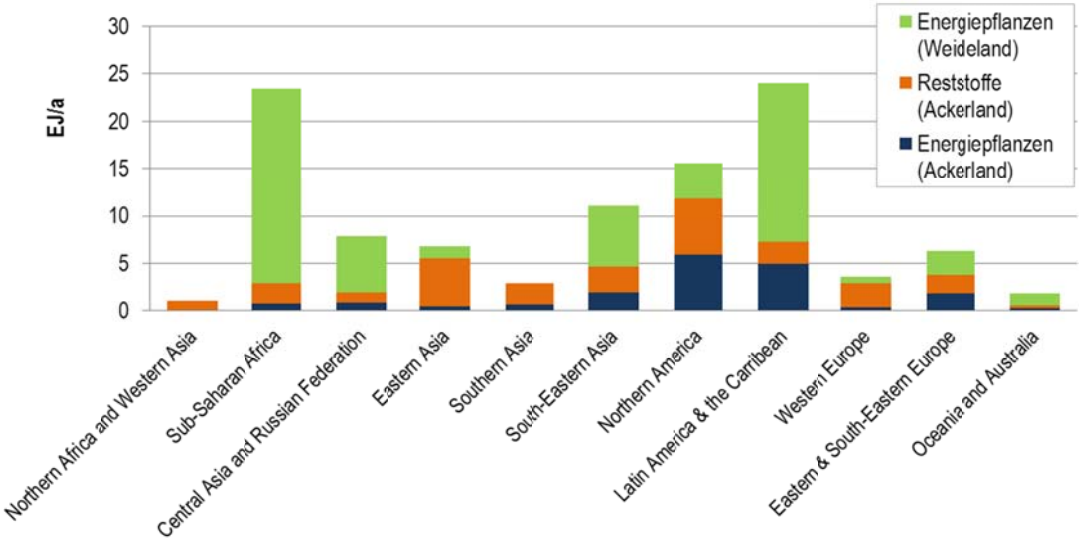


Abbildung 15 Globale landwirtschaftliche Biomassepotenziale im Jahr 2050 im BAU-Szenario nach Weltregionen
Quelle: (H. Haberl et al. 2011), eigene Darstellung

Die folgende Darstellung zeigt die Ergebnisse von regional disaggregierten Potenzialstudien.

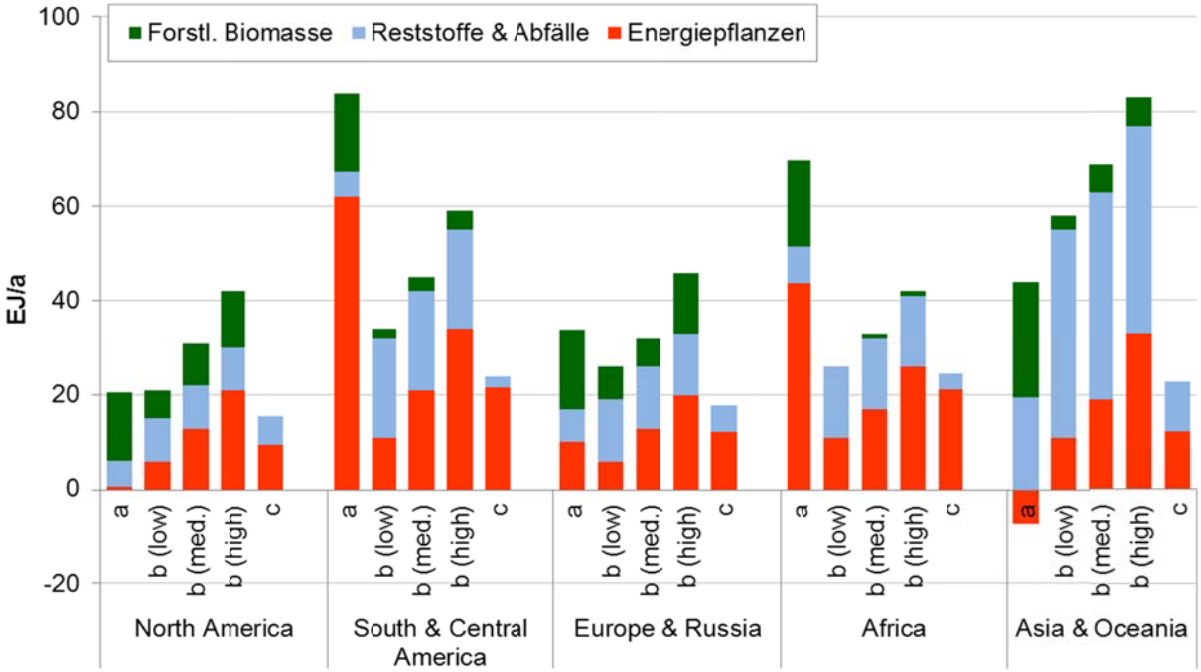


Abbildung 16 Gegenüberstellung der Ergebnisse regional disaggregierter Analysen globaler Biomassepotenziale
Kommentare: (c) beinhaltet nur landwirtschaftliche Biomasse; Bei (b) und (c) beinhaltet „Africa“ auch „Middle East“ bzw. „Western Asia“; Das negative Energiepflanzenpotenzial in Asien und Ozeanien lt. (a) ergibt sich aus einer unzureichenden Nahrungsmittelversorgung.
Quellen: (Doornbosch & Steenblik 2007) (a), (Helmut Haberl et al. 2010) (b) (H. Haberl et al. 2011) (c), eigene Berechnungen und Darstellung

2.2 EU-27

2.2.1 Historische Entwicklung

Wie in Abbildung 17 dargestellt, belief sich der Anteil biogener Energieträger am gesamten Bruttoinlandsverbrauch der EU-27 in den 1990er Jahren im Mittel auf etwa 3%. In absoluten Zahlen war von 1990 bis 2000 ein Anstieg um etwa 40% zu verzeichnen. Wie Abbildung 18 zeigt, wurde fast ausschließlich Holz (bzw. Holzabfälle und Schwarzlauge) energetisch genutzt. Darüber hinaus war lediglich der erneuerbare (biogene) Anteil von Hausmüll, dessen Anteil im Durchschnitt der 1990er-Jahre etwa 5% ausmacht, von nennenswerter Bedeutung. Hinsichtlich der Nutzungsarten (Abb. 17) zeigt sich, dass etwa die Hälfte der energetisch genutzten Biomasse in Haushalten zur Raumwärme- und Warmwasser-erzeugung mittels Öfen und Kleinfeuerungsanlagen genutzt wurde. Die andere Hälfte wurde in erster Linie für thermische Prozesse in der Industrie (insbesondere der Papier- und Zellstoff- bzw. der Holz verarbeitenden Industrie), bzw. in geringerem Ausmaß zur Stromerzeugung (Kraft-Wärme-Kopplung) und zur Nah-/Fernwärmeerzeugung eingesetzt.

Anfang der 2000er-Jahre kam es zu einem signifikanten Anstieg der Wachstumsraten bei Stromerzeugung sowie – etwa ab der Mitte des Jahrzehnts – bei der Nutzung biogener Kraftstoffe im Verkehrssektor. Auch bei den übrigen Nutzungsarten bzw. Sektoren war weiterhin ein leichtes Wachstum zu verzeichnen. In Summe stieg der Anteil biogener Energieträger am Bruttoinlandsverbrauch von ca. 3,5% (2000) auf über 6,7% (2010).

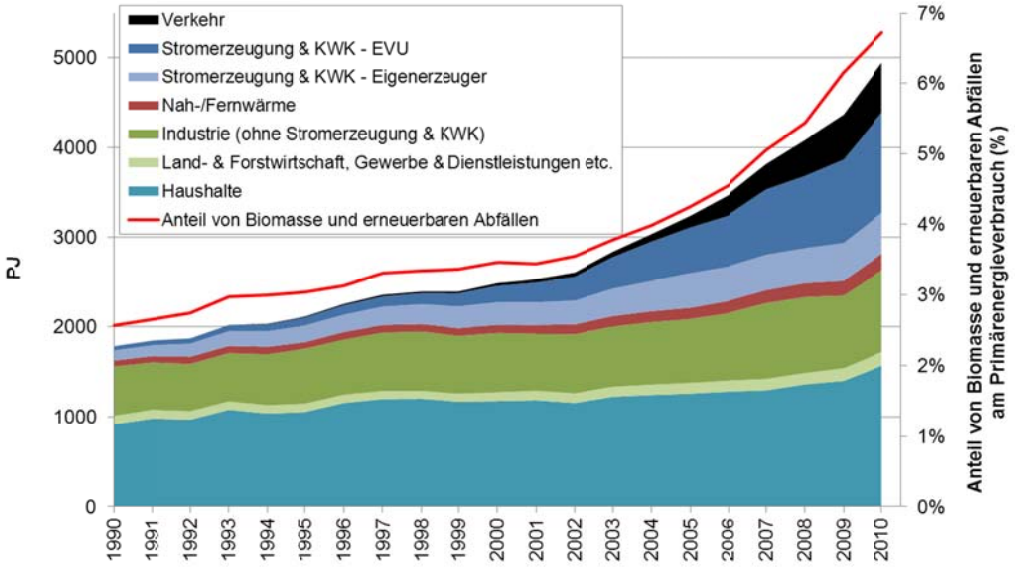


Abbildung 17 Entwicklung der Biomassenutzung von 1990 bis 2010 nach Sektoren bzw. Nutzungsarten in EU-27
Quelle: (Eurostat 2011), eigene Darstellung

Wie Abbildung 18 zeigt, stieg im Zuge der Ausweitung der Biomassenutzung auch die Diversität der eingesetzten Energieträger. Neben Biodiesel und Ethanol gewannen auch gasförmige Energieträger, insbesondere Biogas aus landwirtschaftlichen Substraten („Sonstiges Biogas“) an Bedeutung. Holzartige Biomasse stellt mit über 70% jedoch nach wie vor den Hauptanteil dar. Etwa 60% der Biogaserzeugung gehen auf Deutschland zurück.

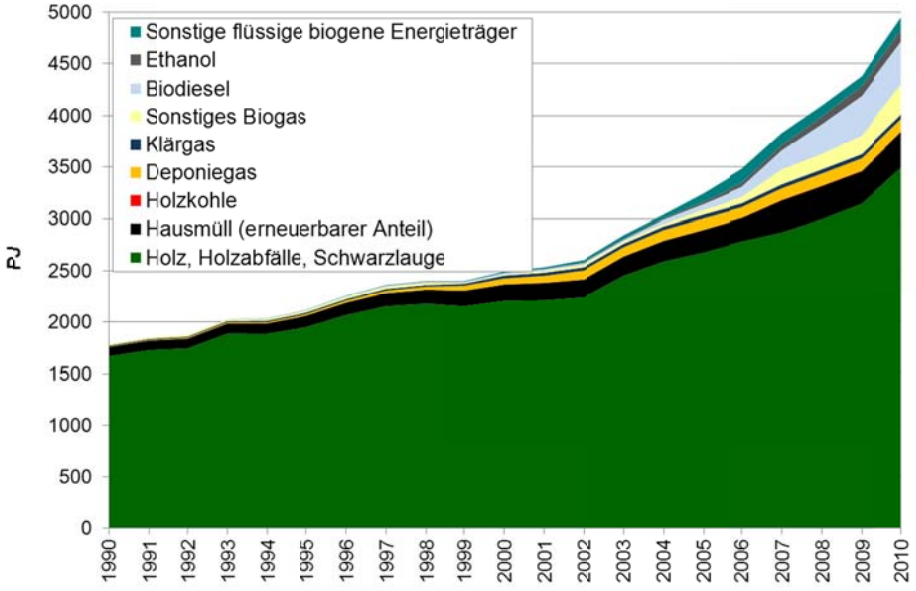


Abbildung 18 Entwicklung der Biomassenutzung von 1990 bis 2010 nach Energieträgern in EU-27
Quelle: (Eurostat 2011), eigene Darstellung

Hinsichtlich des in den letzten Jahren rasch gestiegenen Einsatzes von Biomasse zur Stromerzeugung (bzw. KWK) stellt sich die Frage, wie sich die Bedeutung des Bioenergiesektors für die Stromversorgung darstellt. Abbildung 19 zeigt, dass die Bruttostromerzeugung aus Biomasse seit dem Jahr 2000 von 34 TWh auf über 120 TWh (2010) gestiegen ist und damit 3,7% der gesamten Stromerzeugung in den EU-27 ausmacht. Im Vergleich zur gesamten Biomassenutzung (Abb. 18) gehen hier deutlich höhere Anteile auf gasförmige Energieträger (in Summe etwa 25%) und biogenen Hausmüll (14%) zurück.

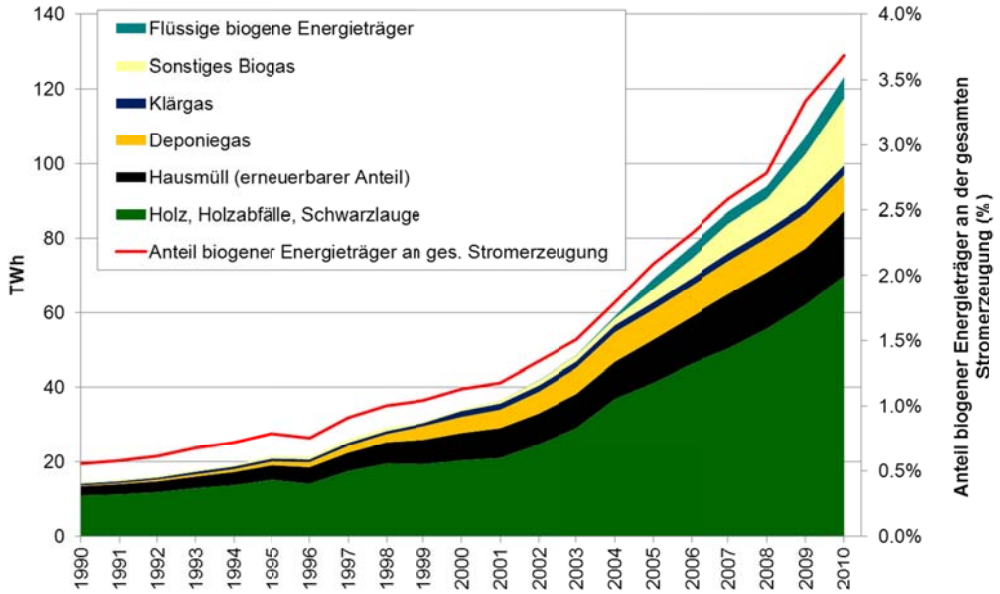


Abbildung 19 Entwicklung der Bruttostromerzeugung aus biogenen Energieträgern von 1990 bis 2010 in EU-27
Quelle: (Eurostat 2011), eigene Darstellung

Die „Biokraftstoffrichtlinie“ des Jahres 2003 (European Commission 2003) hatte zur Folge, dass die Produktion und Nutzung biogener Kraftstoffe im Verkehrssektor in der zweiten Hälfte des letzten Jahrzehnts rasant gestiegen ist (Abb. 20). Insgesamt lag der Anteil biogener Kraftstoffe im Straßenverkehr im Jahr 2010 mit etwa 3,4% (Eurostat 2011) jedoch deutlich unter dem in der Biokraftstoffrichtlinie definierten Referenzwert von 5,75%. Etwa drei Viertel der 2010 in der EU-27 verbrauchten Gesamtmenge waren Biodiesel und knapp ein Viertel Ethanol. Der Rest entfiel auf ETBE und Pflanzenöl.

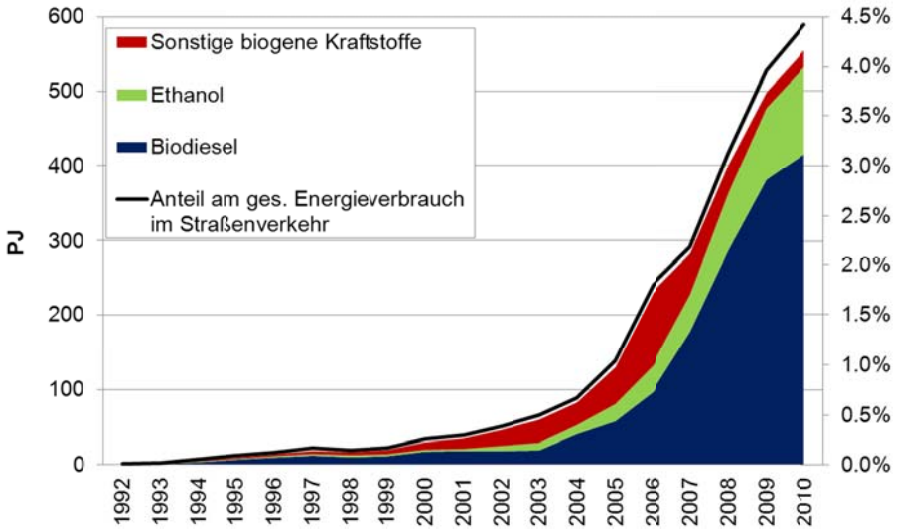


Abbildung 20 Entwicklung der Nutzung biogenen Kraftstoffe im Verkehrssektor von 1990 bis 2010 in EU-27
Quelle: (Eurostat 2011), eigene Darstellung

In der Karte in Abbildung 21 ist der derzeitige Stand (2010) der Biomassenutzung in den EU-27 und anderen europäischen Ländern anhand des Anteils am Bruttoinlandsverbrauch und der Struktur der Biomassenutzung nach Energieträgern dargestellt. Die Länder mit den höchsten Biomasseanteilen sind Lettland (28%), Schweden (22%), Finnland (21%), Dänemark (17%) und Österreich (15,6%).

Daraus sind hinsichtlich der Struktur der Biomassenutzung eine Dominanz von Holz und Holzabfällen zu ersehen, sowie ein Gefälle hinsichtlich der Anteile landwirtschaftlicher Biomasse in westlichen bzw. südlichen EU-Ländern.

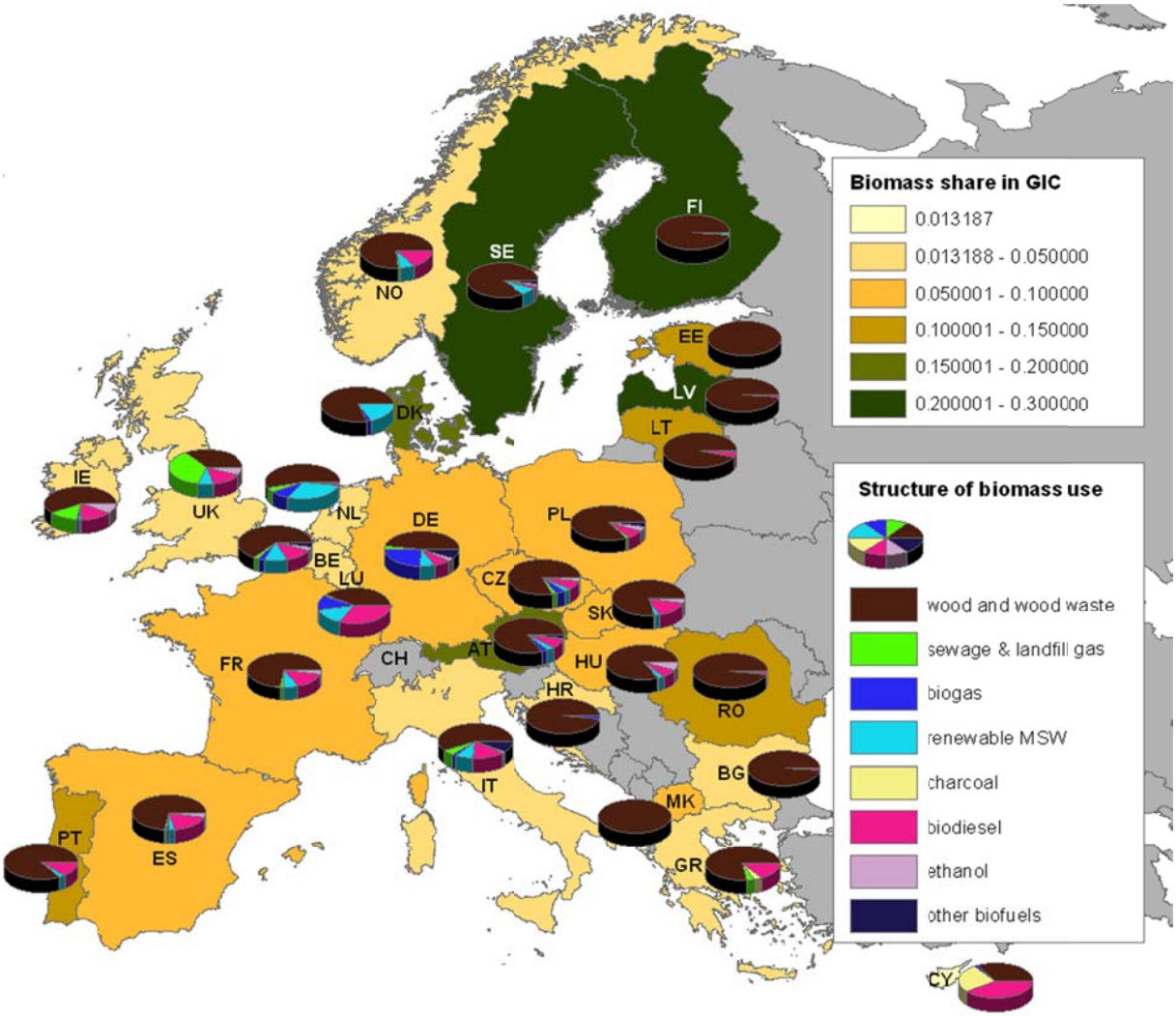


Abbildung 21 Biomassenutzung in Europa: Anteil am Bruttoinlandsverbrauch und Struktur der Biomassenutzung nach Energieträgern
Kommentare: GIC = gross inland consumption (Bruttoinlandsverbrauch), MSW = municipal solid waste (Hausmüll)
Quelle: (Eurostat 2011), eigene Berechnungen und Darstellung

2.2.2 Nationale Aktionspläne für erneuerbare Energie

Gemäß der „Erneuerbaren-Richtlinie“ 2009/28/EC ((European Commission 2009, p.28)) waren die Mitgliedsstaaten verpflichtet, bis 30. Juni 2010 „Nationale Aktionspläne für erneuerbare Energie“ (National Renewable Energy Action Plans; NREAPs) vorzulegen. Diese sollten einen detaillierten „Fahrplan“ zur Erreichung des jeweiligen (länderspezifischen) 2020-Ziels für den Anteil erneuerbarer Energieträger am Endenergieverbrauch darstellen. Konkret waren darin Entwicklungspfade für die Sektoren Strom, Wärme (inkl. Kälte) und Verkehr anzuführen, sowie der geplante Mix an erneuerbaren Energieträger, der zur Erreichung des Gesamtziels führen soll.

In (Beurskens & Hekkenberg 2011) wurden die wesentlichen Daten der NREAPS aller EU-27-Länder zusammengefasst. Diese Publikation wurde zur Darstellung der erwarteten Entwicklung im Bereich der Biomassenutzung bis 2020 herangezogen. Die folgenden Abbildungen zeigen die Entwicklungspfade in den Sektoren Stromerzeugung, Verkehr und Wärme.

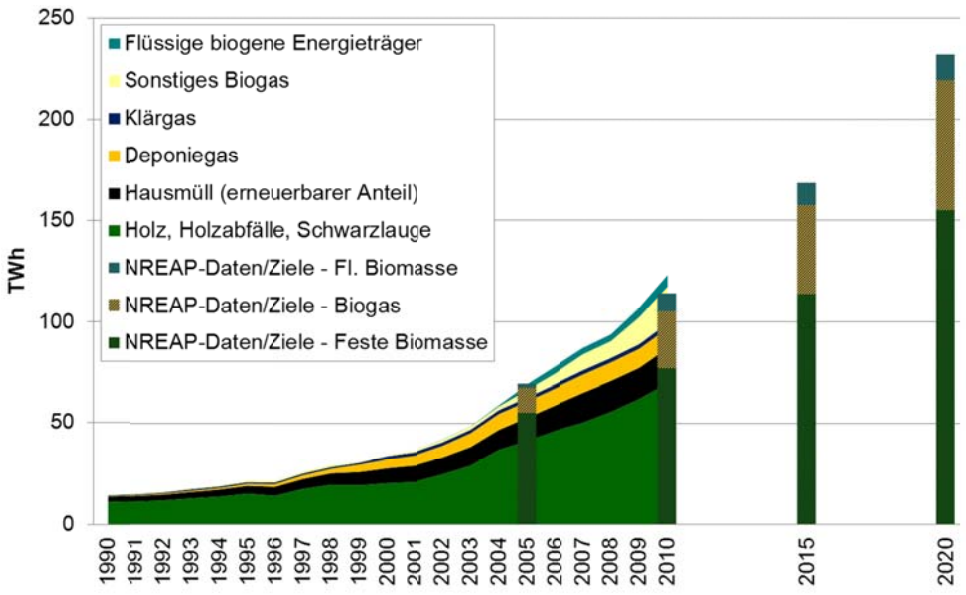


Abbildung 22 Historische Entwicklung und Zielsetzungen im Bereich der Stromerzeugung aus biogenen Energieträgern gemäß NREAPs
Quelle: (Eurostat 2011), (Beurskens & Hekkenberg 2011), eigene Darstellung

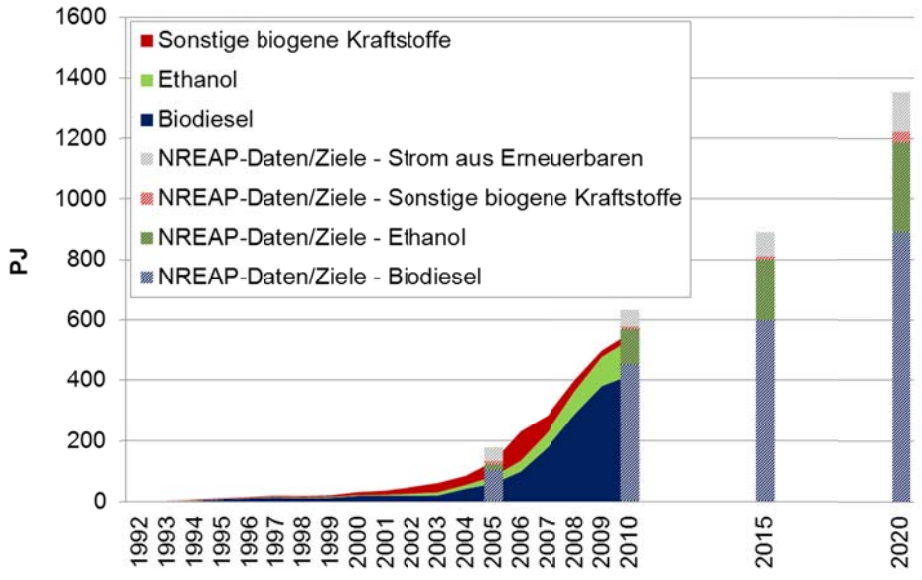


Abbildung 23 Historische Entwicklung und Zielsetzungen im Verkehrssektor gemäß NREAPs
Quelle: (Eurostat 2011), (Beurskens & Hekkenberg 2011), eigene Darstellung

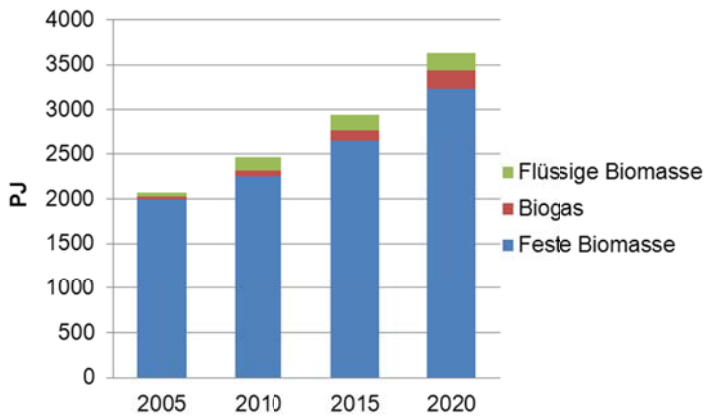


Abbildung 24 Historische Entwicklung und Zielsetzungen im Bereich der Biomassenutzung zur Wärmeerzeugung gemäß NREAPs
Quelle: (Beurskens & Hekkenberg 2011)

2.2.3 "Energy Roadmap 2050"

Die folgenden Abbildungen zeigen die Relevanz der Biomasse in den verschiedenen Szenarien der EU-Energy Roadmap (European Commission 2011a). Ersichtlich ist zum einen der deutliche Anstieg der Biomasse in praktisch allen Szenarien – auch wenn dieser durchaus unterschiedlich ausgeprägt ist. Außerdem ist ein klarer technologischer Wechsel weg von der reinen Wärmebereitstellung hin zu KWK bzw. Kraftstoffen ersichtlich, der wiederum je nach Szenario unterschiedlich ausgeprägt ist.

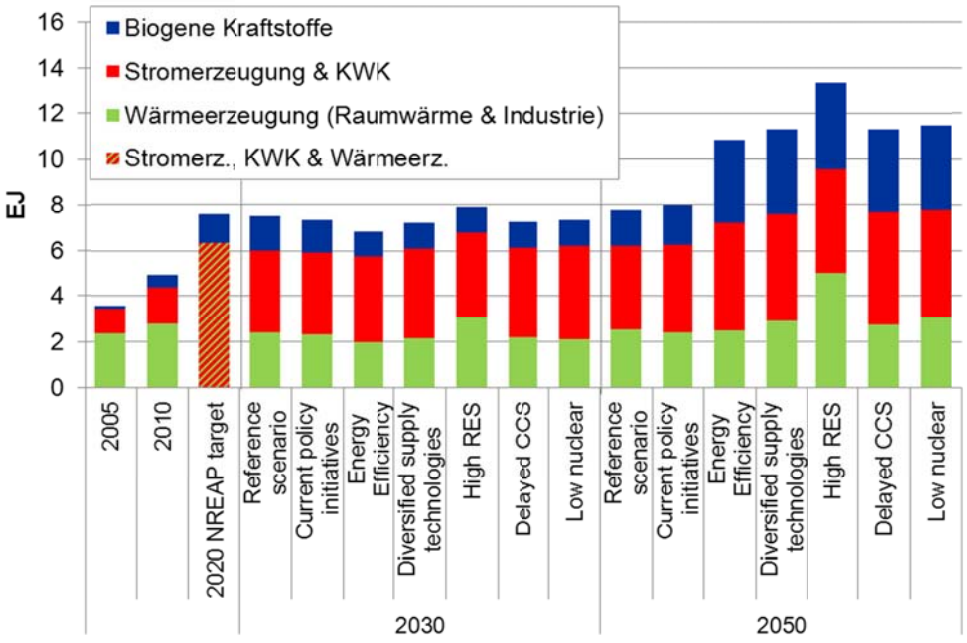


Abbildung 25 Primärenergetische Nutzung von Biomasse in den „Roadmap-Szenarien" in 2030 und 2050 (EU-27)
Kommentar: Für den zur Umsetzung der NREAPs erforderlichen Biomasse-Primärenergiebedarf liegen keine offiziellen Daten vor; die dargestellten Daten wurden aus (Szabó et al. 2011) übernommen;
Quellen: (Eurostat 2011), (European Commission 2011a), (Szabó et al. 2011), eigene Darstellung

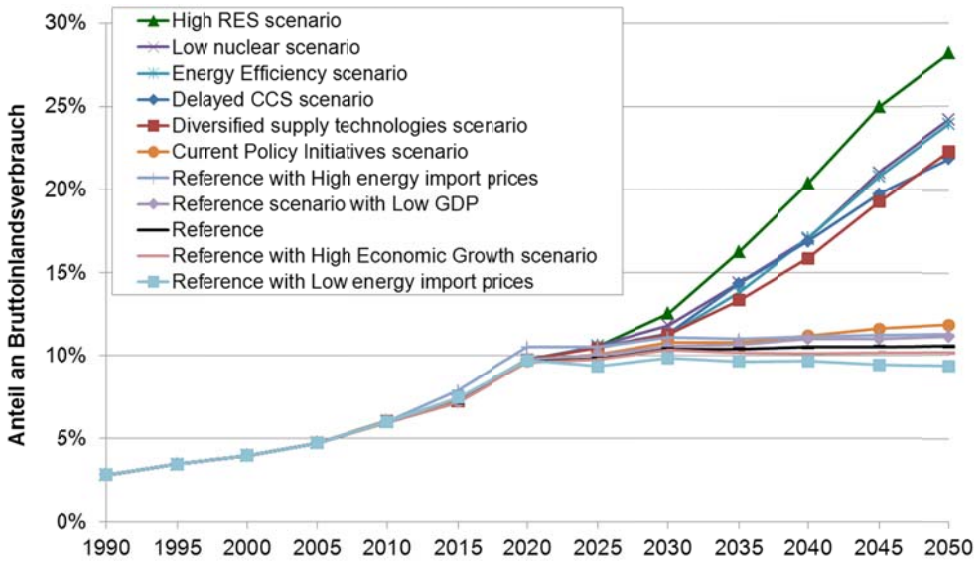


Abbildung 26 Anteil von Biomasse und Abfällen am Bruttoinlandsverbrauch in den „Roadmap-Szenarien" (EU-27)
Quelle: (European Commission 2011a)

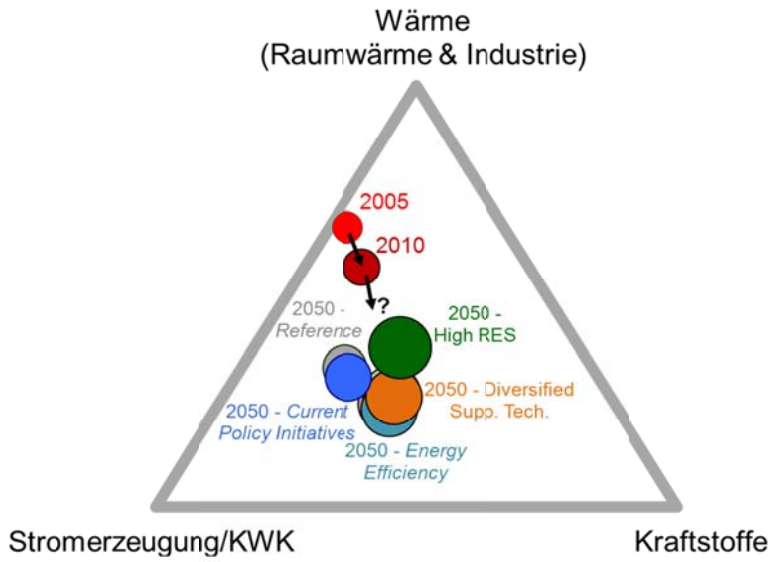


Abbildung 27 Struktur der Biomassenutzung nach Nutzungsarten (Primärenergieeinsatz)[6]
(Die Szenarien „Delayed CCS" und „Low Nuclear" sind nahezu deckungsgleich mit den Szenarien „Energy Efficiency" bzw. „Diversified Supply Technologies")
Quelle: (Eurostat 2011), (European Commission 2011a), eigene Berechnungen und Darstellung

[6] Die Position der Markierungen gibt Aufschluss über die Struktur der Biomassenutzung; je näher eine Markierung an einem Eckpunkt liegt, umso größer ist der Anteil der diesem Eckpunkt entsprechenden Nutzungsart. So würde z.B. eine Markierung direkt an der Spitze des Dreiecks bedeuten, dass 100% der energetisch genutzten Biomasse zur Wärmeerzeugung eingesetzt wird. Die Fläche der Markierungen ist proportional zur gesamten Biomassenutzung im jeweiligen Szenario.

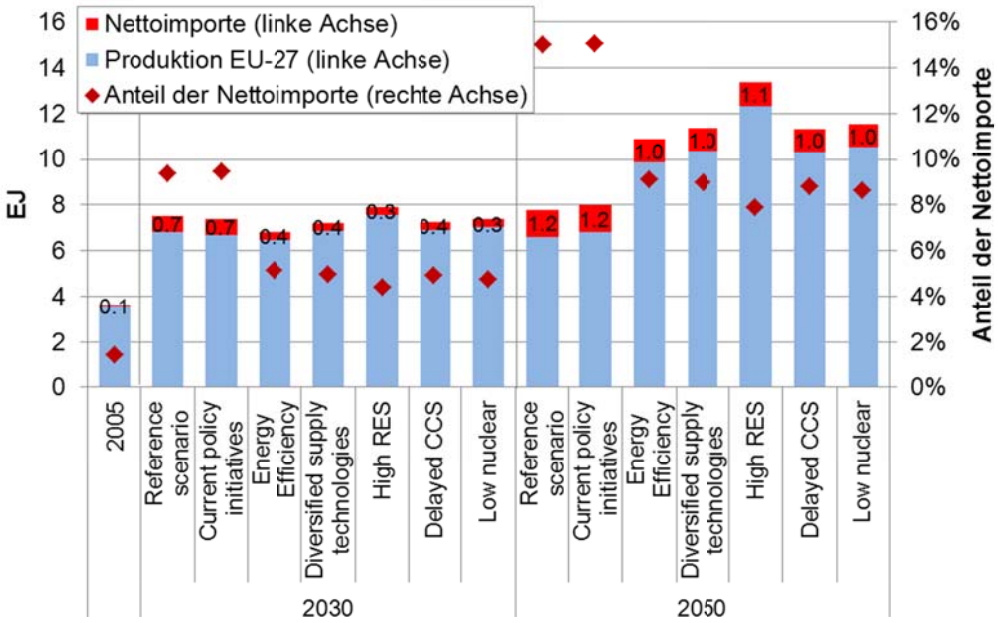


Abbildung 28 Biomasseaufkommen in den „Roadmap-Szenarien“ und Anteil importierter Biomasse am Gesamtverbrauch in 2030 und 2050 (EU-27)
Quelle: (European Commission 2011a), eigene Berechnungen und Darstellung

2.2.4 Potenziale

Abbildung 29 zeigt einen Überblick über die Ergebnisse von Biomasse-Potenzialstudien für Europa im Vergleich zur Biomassenutzung im Jahr 2010 (angelehnt an (Gerald Kalt 2010)). Dabei ist zu beachten, dass sich erstens die Studien hinsichtlich des geographischen Bezugs unterscheiden und zweitens unterschiedliche Potenzialdefinitionen zugrunde gelegt sind (technische, umweltverträgliche und wirtschaftliche Potenziale; siehe (Rettenmaier et al. 2010) für detaillierte Beschreibungen dieser Definitionen). Allerdings erklären diese Unterschiede nur bedingt die zum Teil sehr großen Diskrepanzen zwischen den Ergebnissen der verschiedenen Studien. So sind beispielsweise die umweltverträglichen Potenziale für die EU-25-Staaten laut (EEA 2006) deutlich höher als die technischen Potenziale für die EU-27 laut Ganko et al. (2008) bzw. als die technischen Potenziale für die EU-25 plus Weißrussland und Ukraine laut Ericsson et Nilsson (2006). Diese Unstimmigkeiten deuten darauf hin, dass die Ergebnisse der Potenzialabschätzungen für Europa ebenfalls stark (wenn auch in deutlich geringerem Ausmaß als auf globaler Ebene; siehe Abschnitt 2.1) von methodischen Ansätzen und allgemeinen Annahmen abhängen und mit beträchtlichen Unsicherheiten behaftet sind.

Laut (EEA 2006) wäre bis 2020 etwa eine Verdopplung der energetischen Biomassenutzung umweltverträglich und bis 2030 sogar eine Steigerung um den Faktor 2,5. Die Ergebnisse für das technische Potenzial aus (Thrän et al. 2005) liegen in einer ähnlichen Größenordnung, wobei die untere Bandbreite ein Szenario mit einer „verstärkten Umweltorientierung der Landschaftsnutzung“ repräsentiert. Die sehr großen Bandbreiten bei (de Wit & A. Faaij 2010) und (Smeets et al. 2007) gehen im Wesentlichen auf Unsicherheiten beim landwirtschaftlichen Biomassepotenzial (Flächenbedarf zur Nahrungsmittelversorgung, langfristige Ertragssteigerungen etc.) zurück.

Im Referenzszenario laut IEA (2009) kommt es von 2007 bis 2030 zu einem Anstieg der energetischen Biomassenutzung von 4,27 EJ auf 7,54 EJ. Der Großteil der vorliegenden

Studien deutet darauf hin, dass eine derartige Ausweitung mit den in Europa (bzw. den angrenzenden Staaten) verfügbaren Potenzialen realisierbar ist. Darüber hinaus lassen sich auf Basis der vorliegenden Studien aufgrund der großen Bandbreiten bzw. Unsicherheiten kaum eindeutigen Aussagen ableiten.

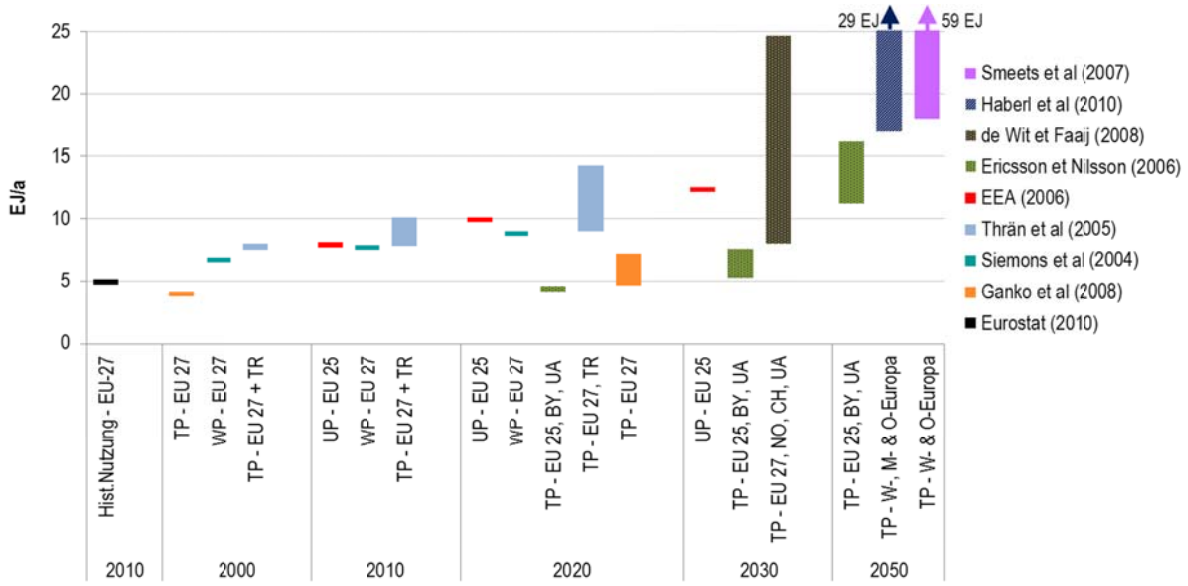


Abbildung 29 Biomassepotenziale in Europa im Vergleich zur Biomassenutzung im Jahr 2008.
Abkürzungen: TP: Technisches Potenzial, WP: Wirtschaftliches Potenzial,UP: Umweltverträgliches Potenzial, TR: Türkei, BY: Weißrussland, UA: Ukraine, NO: Norwegen, CH: Schweiz, W-, M- & O-Europa: West-, Mittel- und Osteuropa)
Quelle: (Gerald Kalt 2010) nach (Rettenmaier et al. 2010), eigene Überarbeitung und Erweiterung

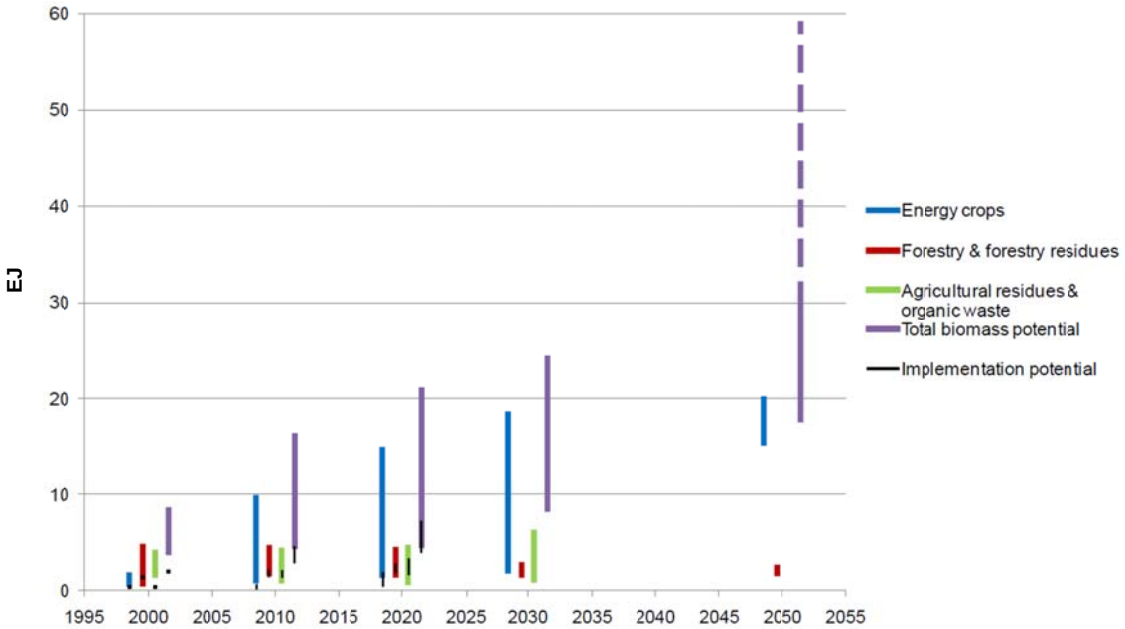


Abbildung 30 Bandbreiten der Ergebnisse von Biomasse-Potenzialstudien für die EU-27.
Kommentare: Breite farbige Linien repräsentieren technische Potenziale, dünne schwarze Linien umsetzbare Potenziale („implementation potential") und die strichlierte Linie für 2050 die sehr optimistische Abschätzung nach (Smeets et al. 2007).Quelle: (Torén et al. 2011) basierend auf 55 Studien

2.3 Österreich

2.3.1 Historische Entwicklung

Abb. 31 zeigt die historische Entwicklung des biogenen Primärenergieverbrauchs heruntergebrochen auf unterschiedliche Biomassetypen sowie deren Anteile am gesamten Bruttoinlandsverbrauch von 1970 bis 2010. Bis 2004 unterschied die Biomassestatistik nur zwischen den Kategorien „Scheitholz“, „Siedlungsabfall“ und „andere Biomasse und Biotreibstoffe“. Letzteres beinhaltet alle Arten von Biotreibstoffen, Biogas und Holzbrennstoff wie Hackschnitzel, Rückstände, Pellets etc. Für die Darstellung der biogenen Fraktion des Siedlungsabfalls in dieser Periode wurde ein biogener Anteil von 20% angenommen. Ab dem Jahr 2005 sind genauere Daten vorhanden. Der biogene Anteil in den Abfällen betrug zwischen 17 und 24% von 2005 bis 2010. Für Abb. 31 wurden alle flüssigen Biotreibstoffe in eine Kategorie zusammengefasst, da die ursprüngliche Unterscheidung der Energiestatistik als irreführend angesehen wird. (siehe Kommentar (a) in Abbildung 32).

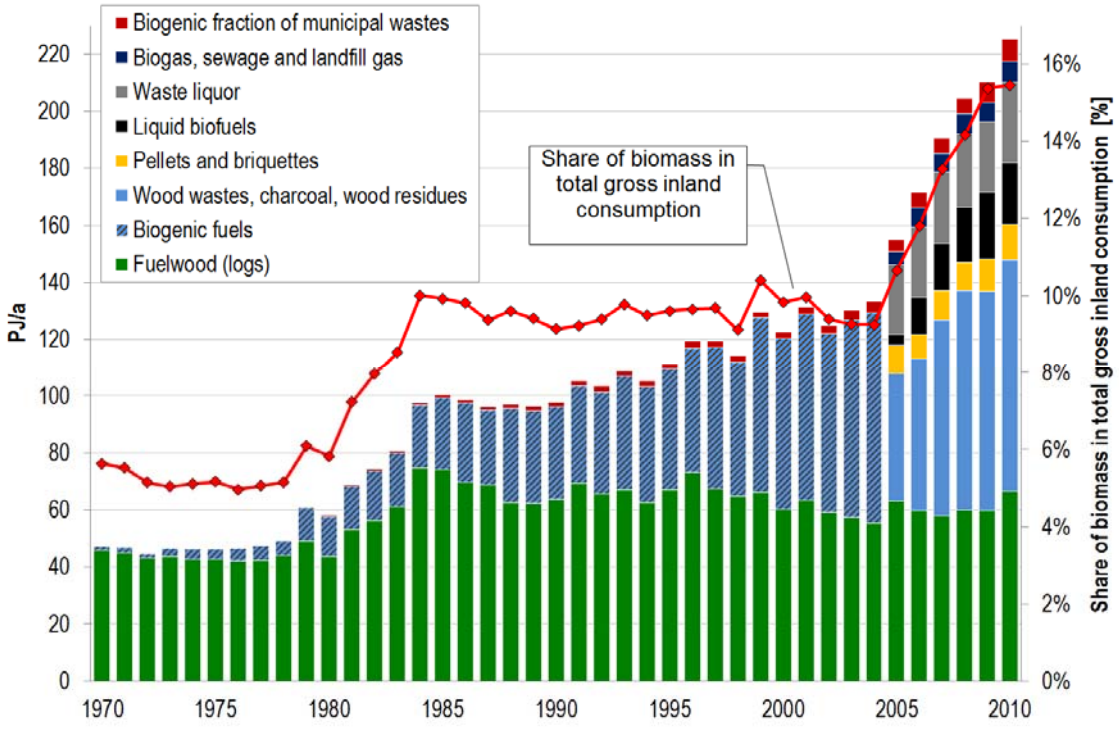


Abbildung 31 Entwicklung des Biogenen Primärenergieverbrauchs heruntergebrochen auf unterschiedliche Biomassetypen sowie deren Anteile am gesamten Bruttoinlandsverbrauch von 1970 bis 2010. Quelle: Statistik Austria (2011c)

Abb. 31 zeigt des Weiteren den Biomasseanteil am Bruttoinlandsverbrauch, welcher von weniger als 6% (weniger als 50 PJ/a) zwischen den 1970ern auf 15% (225 PJ) im Jahr 2010 angewachsen ist. Der größte Anstieg des Biomasseverbrauchs war von 1980 bis 1985 beziehungsweise von 2004 bis 2010 zu verzeichnen. Bis 1999 waren mehr als 50% des gesamten energetischen Biomasseverbrauchs der Verwendung von Scheitholz für konventionelle Heizanlagen in Haushalten zuzuschreiben. Der Rest bestand hauptsächlich aus Rückständen und Nebenprodukten aus der Sägeindustrie sowie aus flüssigen Abfällen aus der Papier- und Zellstoffindustrie. Zwischen 2004 und 2010 wurden vor allem die verschiedenen Fraktionen der hölzernen Biomasse, Hackschnitzel, Nebenprodukte der

Sägemühlen und andere Waldrückstände sowie flüssige und gasförmige Biomasse bedeutender, wobei der Scheitholzverbrauch mit 60 PJ/a relativ konstant blieb.

Abb. 32 zeigt die Struktur des biogenen Primärenergieverbrauchs von 2010. Die wichtigsten Biomassetypen sind „Holzabfälle und -rückstände“ (vor allem Nebenprodukte aus der Sägeindustrie) und „Energieholz“ (Scheitholz; 30%), gefolgt von flüssigen biogenen Abfällen (12%)).

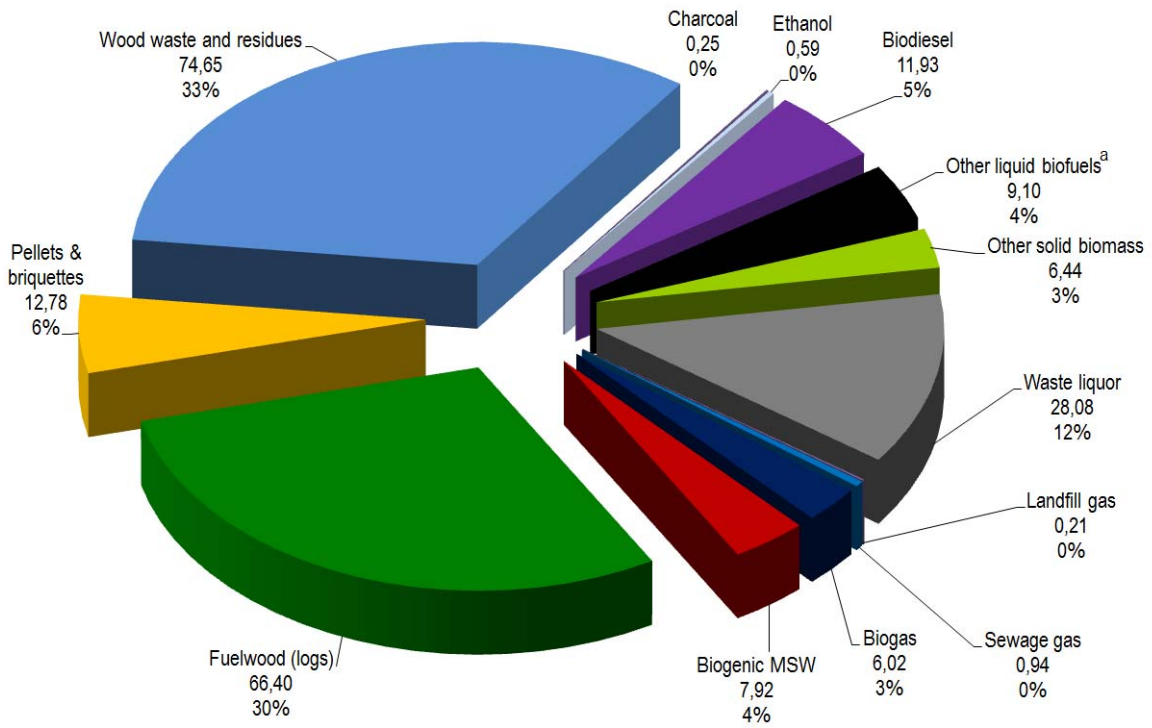


Abbildung 32 Struktur des biogenen Primärenergieverbrauchs im Jahr 2010. a) Nach Statistik Austria (2011c) sind reine flüssige Biotreibstoffe (Biodiesel, Ethanol und Pflanzenöl) in der Kategorie „andere flüssige Biotreibstoffe“ inkludiert, wobei die Kategorie „Biodiesel“ und „Ethanol“ nur mit fossilen Brennstoffen gemischten Mengen beinhält. (Angaben: Konsum in PJ und Anteil am gesamten energetischen Biomasseverbrauch)
Quelle: Statistik Austria (2011c)

Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung der verschiedenen Fraktionen des biogenen Primärenergieverbrauchs. Bis in die späten 70er wurde mehr als 80% der biogenen Primärenergie zur Produktion von Raumwärme in privaten Haushalten eingesetzt. Während der 80er Jahre wurde die Art der Biomassenutzung immer stärker diversifiziert und zusätzlich stieg die private Produktion von Raumwärme von 40 PJ auf fast 60 PJ jährlich an. Während der 80er und 90er Jahre wurde Bioenergie immer häufiger in der Industrie genutzt (anfangs nur in der Papier- und Zellstoffindustrie). Hierfür wurden Kleinkraftwerke zur Deckung des elektrischen Eigenbedarfs immer wichtiger. Der Gebrauch von Biomasse in Heizkraftwerken stieg vor allem in den 90ern stark an. Im Transportsektor wuchs der Verbrauch von Biotreibstoffen von weniger als 1 PJ im Jahr 2004 auf mehr als 20 PJ im Jahr 2010 an, und die Stromproduktion in Öko-Kraftwerken gewann zunehmend an Bedeutung.

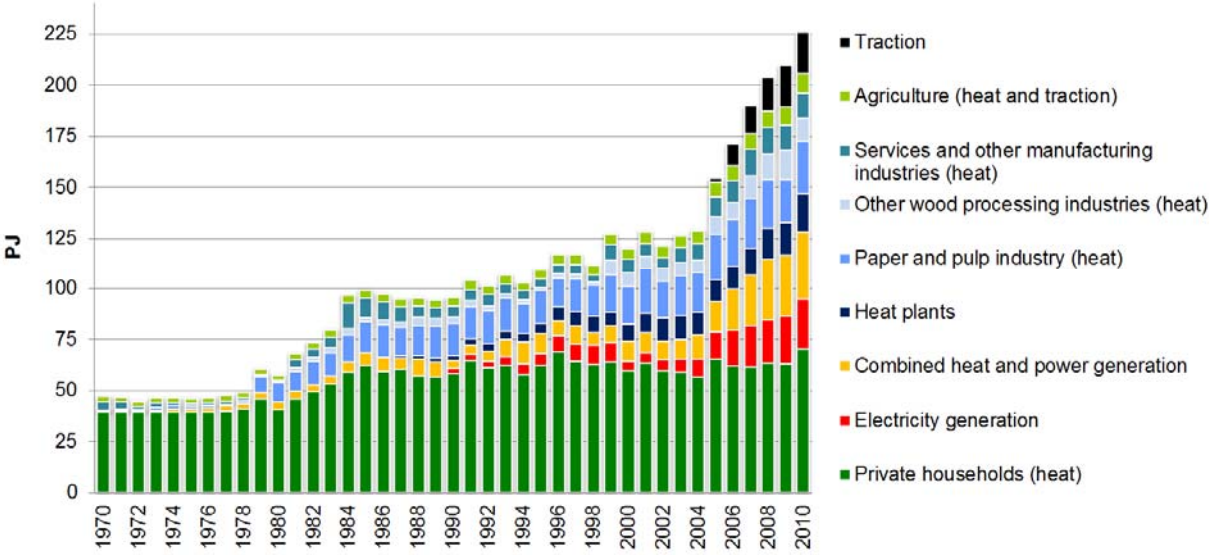


Abbildung 33 Entwicklung der Anteile biogenen Primärenergieeinsatzes in Östereich. Die Kategorien „CHP“ und „electricity generation“ beinhalten Kleinkraftwerke zur Eigenstromerzeugung in der Industrie. Quelle: Statistik Austria (2011c)

Abb. 34 zeigt ein Flussdiagramm des österreichischen Bioenergiesektors im Jahr 2009 (aus Kalt & Kranzl, 2011). Das Diagramm verdeutlicht, welche Biomassetypen von welchen Verbrauchern genutzt wurden.

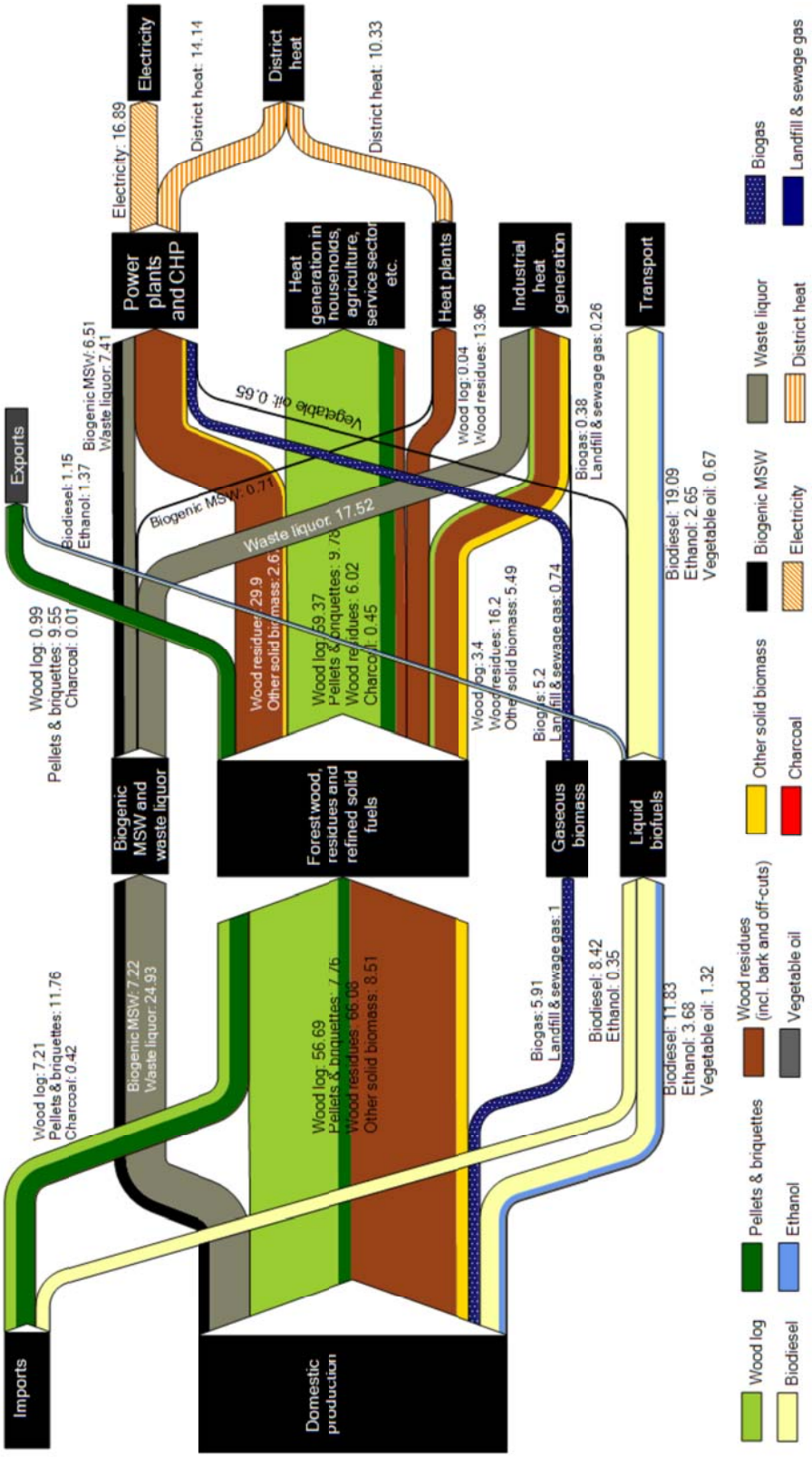


Abbildung 34 Flussdiagramm des österreichischen Biomassesektors. (Werte in PJ; Rohmaterialimporte sind als Äquivalente des produzierten Biotreibstoffes angegeben; Flüsse geringer als 0.5 PJ sind teilweise zwecks Lesbarkeit nicht angegeben). *Quelle: Kalt et Kranzl (2011), basierend auf Statistik Austria (2011c) und Winter (2011), eigene Berechnung*

In Österreich besteht eine langjährige Tradition der Nutzung von Biomasse zur Raumwärmebereitstellung. Bis 1970 dominierten Ofenheizungen. Danach wurden diese Schritt für Schritt von modernen Zentralheizsystemen abgelöst. Auf die 70er Jahre, welche von einer Abnahme von mit Biomasseheizsystemen ausgestatten Wohnungen geprägt waren, folgte ein starker Trend Richtung auf Biomasse basierende Zentralheizsysteme. 1988 wurden bereits 21% der österreichischen Haushalte mit Biomasse geheizt. Die fallenden Ölpreise sorgten für einen deutlichen Rückgang Anfang der 90er bis ins Jahr 2005. Danach stärkten gute Umsatzzahlen von modernen Biomasseheizkesseln die Bedeutung der Biomasse in der Wärmebereitstellung im Haushaltsektor.

In den 90er Jahren gewann die mit Biomasse befeuerte Fernwärme an Bedeutung. Grund dafür waren teilweise Investitionsbeihilfen des Landwirtschaftsministeriums. Nach den 90ern wurden diese zum Teil von KWK-Anlagen abgelöst. Abb. 35 zeigt die Entwicklung der Anteile der Biomasse an der gesamten Fernwärmeproduktion nach Anlagentypen. Biomasse und KWK-Anlagen erzeugen seit 2008 mehr als ein Drittel der gesamten österreichischen Fernwärme.

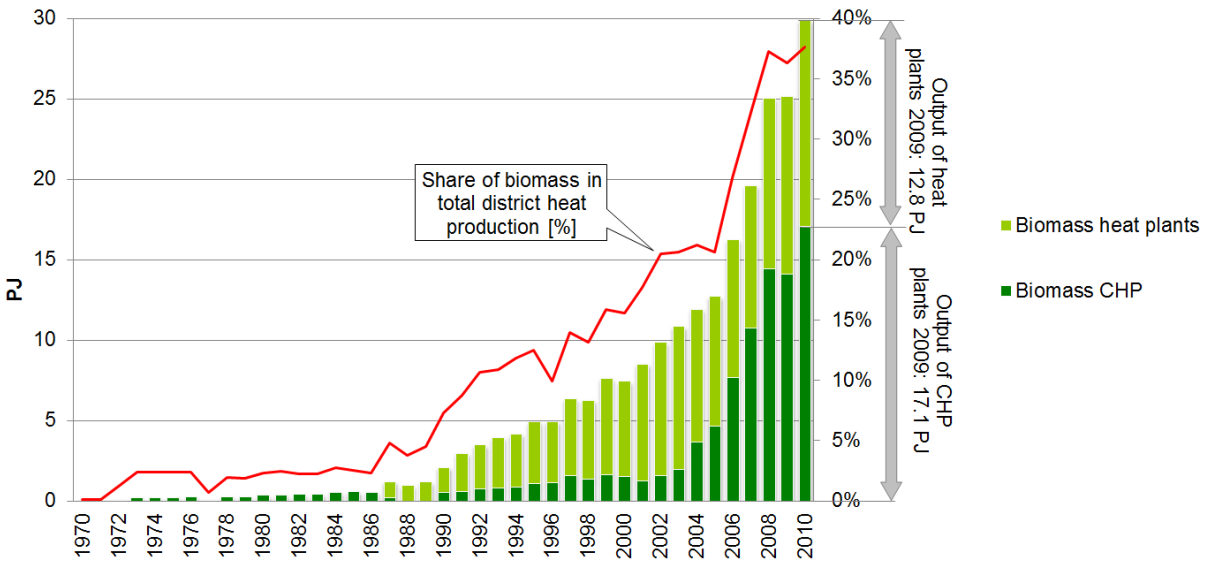


Abbildung 35 Entwicklung der Anteile der Biomasse an der gesamten Fernwärmeproduktion nach Anlagentypen. Quelle: Statistik Austria (2011c)

Für den Gebrauch von Bioenergie in der Wirtschaft und Industrie ist hauptsächlich die Holz verarbeitende Industrie verantwortlich, hier vor allem die Papier und Zellstoffindustrie (Abb. 36). Ab den späten 70ern bis in die frühen 90er Jahre wuchs der Biomasseanteil am Primärenergieverbauch der Wirtschaft und Industrie von 2 auf 16% an. 2010 betrug der Biomasseanteil am Endenergieverbrauch ungefähr 20%. Ein Viertel davon wurde in KWK-Anlagen und Kraftwerken eingesetzt, der Rest zur reinen Wärmeproduktion.

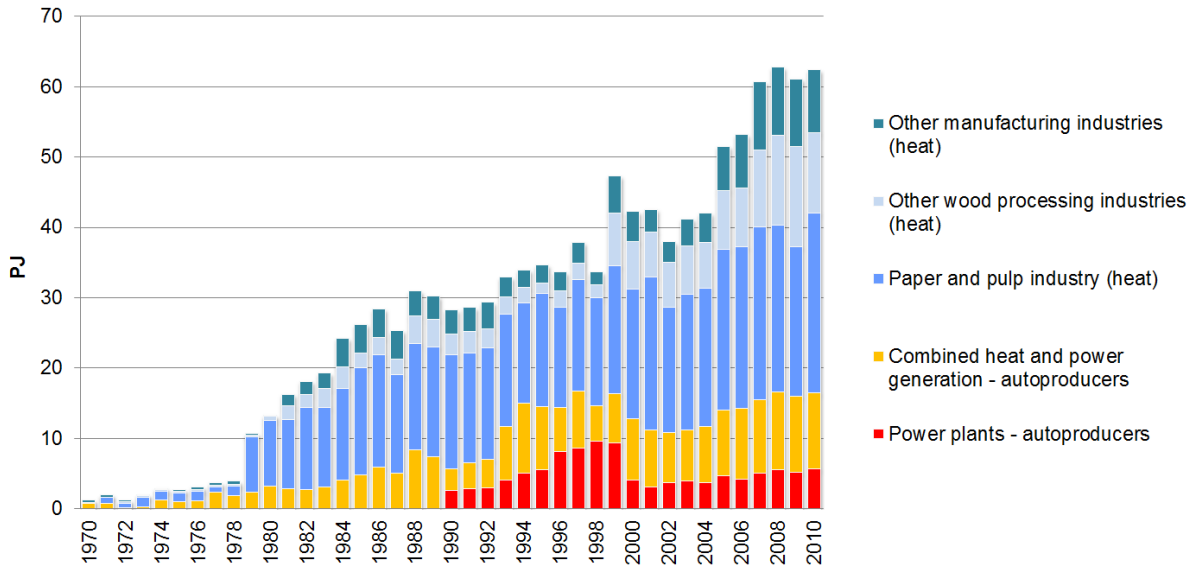


Abbildung 36 Entwicklung des Biomasseeinsatzes in der Wirtschaft und Industrie unterteilt in die verschiedenen Endverbraucher. Quelle: Statistik Austria (2011c)

Abb. 37 zeigt die Entwicklung der Stromproduktion mittels Biomasse und biogenen Reststoffen. Während den 80ern und 90ern gewann die Stromproduktion in Kleinkraftwerken der Holz verarbeitenden Industrie zunehmend an Bedeutung. Zwischen 1985 und 2004 betrug die Stromproduktion aus Biomasse zwischen 2,5 und 3,5% des österreichischen Bruttoinlandsverbrauchs. Als positive Konsequenz der Förderbedingungen für Öko-Stromanlagen folgte ein rascher Zuwachs zwischen 2003 und 2007. Diese rasante Diffusion kam 2008 jedoch ins Stocken. Grund dafür waren hauptsächlich die Steigerungen der Biomassepreise und die geänderten politischen Rahmenbedingungen. 2010 betrug die Stromproduktion aus Biomasse 6,5% des österreichischen Bruttoinlandsverbrauchs.

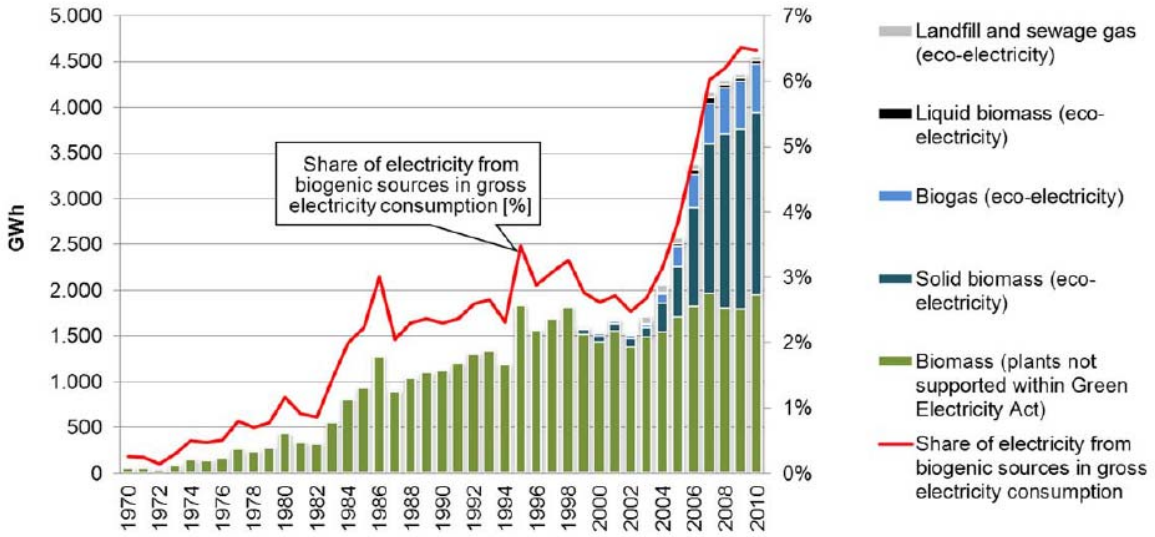


Abbildung 37 Entwicklung der Stromproduktion mit Biomasse und biogenen Reststoffen bzw. ihr Anteil am österreichischen Bruttoinlandsverbauch. Quelle: Statistik Austria (2011c), E-control (2011b)

Zu den dynamischsten Entwicklungen im Österreichischen Bioenergiesektor in den letzten Jahrzehnten zählt der steigende Verbrauch von Biotreibstoffen im Transportwesen. Abb. 38 zeigt die Entwicklung der Nutzung von biogenen Kraftstoffen nach Kraftstoffarten und ihren Anteilen am gesamten Verbrauch im Transportsektor. Die Abbildung verdeutlicht den Anstieg von 1% im Jahr 2005 auf 7% im Jahr 2009. Von 2009 bis 2010 ist ein leichter Rückgang der biogenen Kraftstoffe festzustellen. Die Abbildung zeigt des Weiteren, dass der größte Anteil der biogenen Kraftstoffe in der Beimengung von Biodiesel (66% in 2009), gefolgt von reinem Biodiesel (19%), beigemischten Ethanol (12%) und Pflanzenöle (3%) zu finden ist. Der aktuelle Gebrauch von E85 (Gemisch mit 85% Ethanol und 15% Benzin) und Biomethan (gereinigtes und bearbeitetes Biogas), ist vernachlässigbar (siehe Winter, 2011).

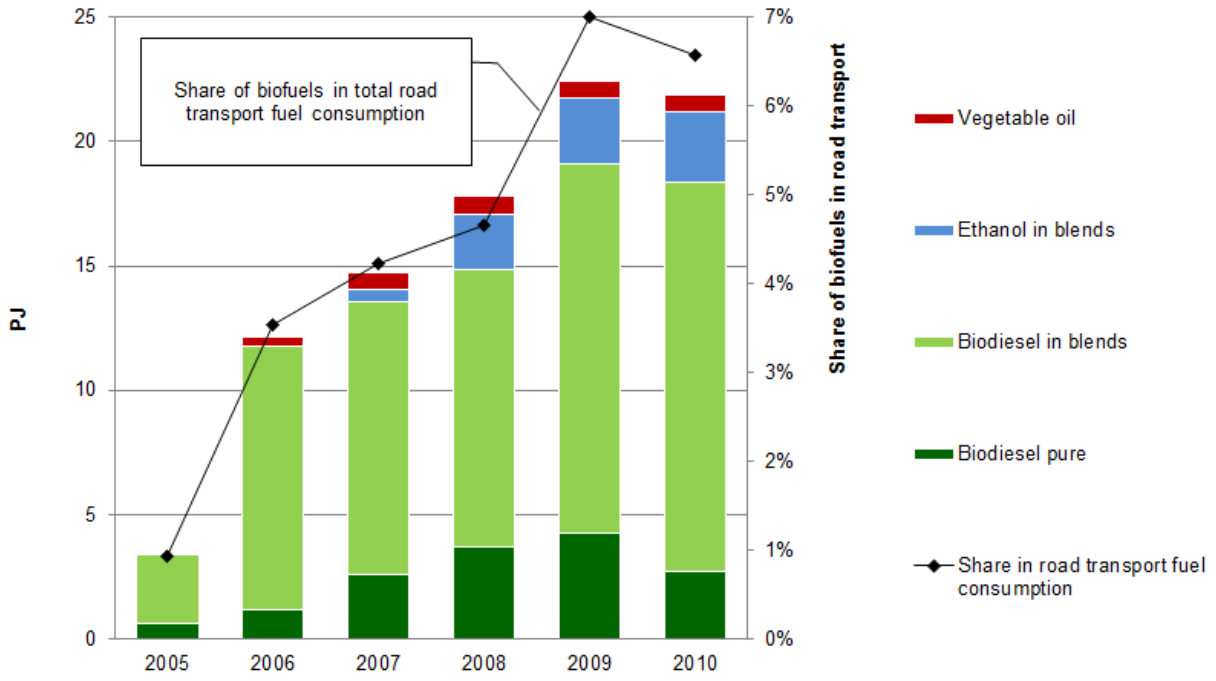


Abbildung 38 Entwicklung des Verbrauchs von biogenen Kraftstoffen nach Kraftstoffarten und ihren Anteilen am gesamten Verbrauch im Transportsektor von 2005 bis 2010. Quelle: Winter (2011), Statistik Austria (2011c)

2.3.2 Nationaler Aktionsplan für Erneuerbare Energie

Im österreichischen Aktionsplan für Erneuerbare Energie (Karner et al. 2010) gemäß Richtlinie 2009/28/EC (European Commission 2009, p.28) wurden konkrete Zielpfade für die Nutzung von Biomasse in den Sektoren Wärme, Strom und Verkehr bis 2020 definiert. Diese sind in den folgenden Abbildungen dargestellt.

Abbildung 39 zeigt den Zielpfad für den Wärmesektor, heruntergebrochen auf dezentrale und netzgekoppelte Wärmeerzeugung. Es zeigt sich, dass zur Erreichung des Zielpfads lediglich eine Stabilisierung etwa auf dem durchschnittlichen Niveau der letzten Jahre erforderlich ist. Das heißt, im Wesentlichen muss sichergestellt werden, dass die bis 2020 außer Betrieb gehenden Biomasse-Kleinfeuerungsanlagen und -Heizwerke wieder durch Neuanlagen auf Basis von Biomasse ersetzt werden. Unter Berücksichtigung sinkender durchschnittlicher

Heizlasten ist darüber hinaus zur Zielerreichung mitunter ein geringfügiger Zubau erforderlich.

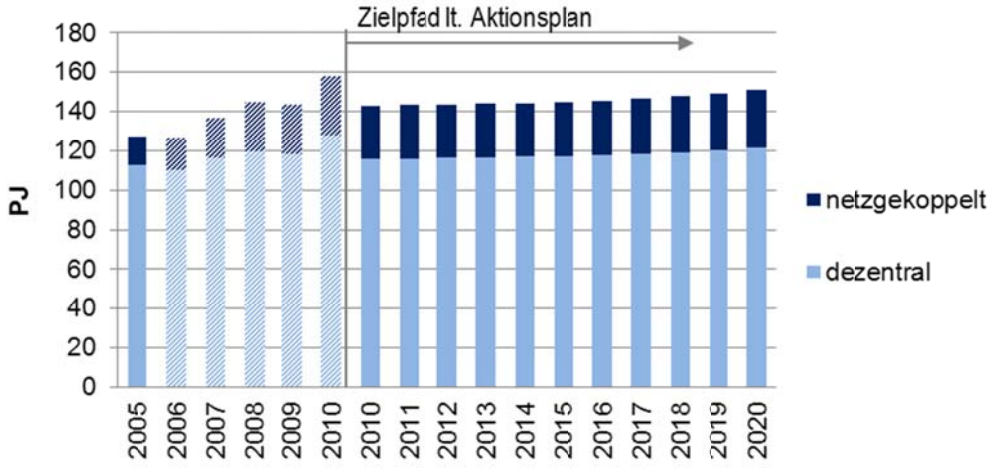


Abbildung 39 2020-Zielpfad für Biomasse im Wärmesektor laut Österreichs NREAP.
Quellen: (Karner et al. 2010), (Statistik Austria 2012), eigene Berechnungen und Darstellung

Bei Stromerzeugung aus Biomasse ist zur Erreichung des 2020-Ziels eine geringfügige Steigerung um etwa 10% gegenüber 2010 erforderlich. Laut Zielpfad soll dieser Zubau im Bereich der festen Biomasse (inkl. Schwarzlauge) erfolgen; Stromerzeugung aus flüssiger und gasförmiger Biomasse bleibt praktisch konstant.

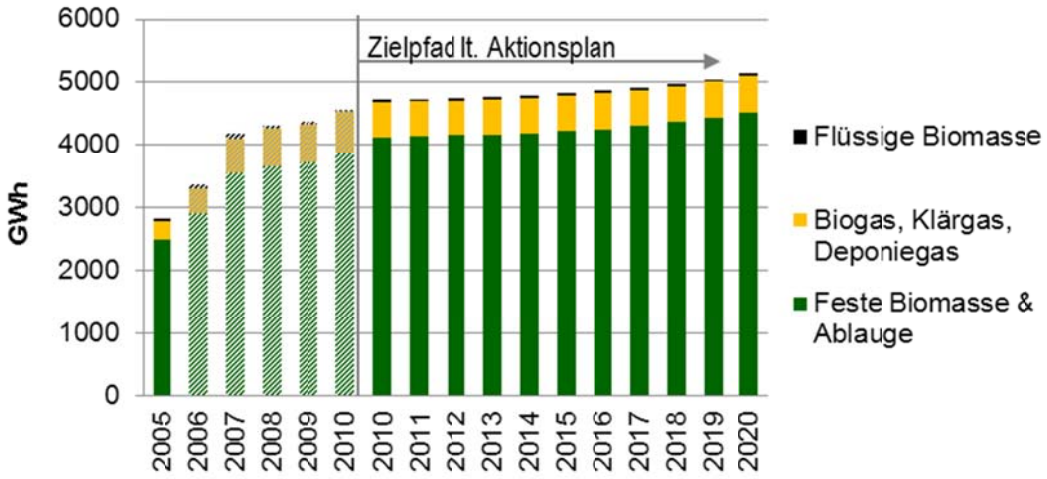


Abbildung 40 2020-Zielpfad für Stromerzeugung aus Biomasse laut Österreichs NREAP.
Quellen: (Karner et al. 2010), (E-control 2012), (Statistik Austria 2012), eigene Berechnungen und Darstellung

Auch im Verkehrssektor sind bis 2020 nur geringe Steigerungsraten erforderlich. Aufgrund des raschen Anstiegs der Biodieselnutzung seit 2005 belief sich die Nutzung erneuerbarer Energie im Verkehr 2010 bereits auf etwa 80% des 2020-Zielwerts. Der Anstieg auf ca. 36 PJ soll laut NREAP in erster Linie mittels Strom aus Erneuerbaren und „sonstigen biogenen Kraftstoffen“ bewerkstelligt werden, wobei Biomethan (aufbereitetes Biogas) als Kraftstoff eine besondere Bedeutung beigemessen wird.

Letztendlich zeigen diese Zielpfade laut österreichischem NREAP sehr deutlich, dass – zumindest von politscher Seite – mit einer weitgehenden Stabilisierung der Biomassenutzung bis 2020 gerechnet bzw. diese angestrebt wird. Gegenüber der ausgesprochen dynamischen Entwicklung der letzten Jahre (siehe Abb. 41) würde dies eine Trendwende darstellen.

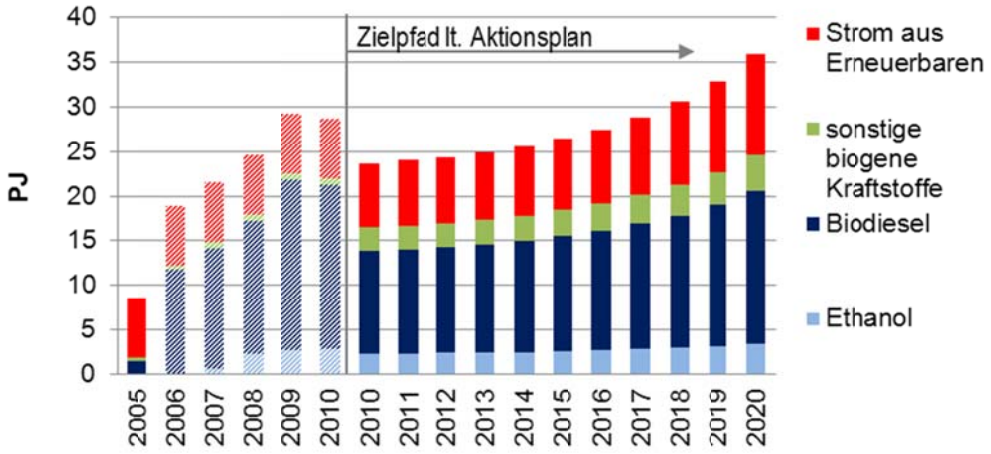


Abbildung 41 2020-Zielpfad für Biomasse und Strom aus Erneuerbaren im Verkehrssektor laut Österreichs NREAP.
Kommentar: Im Verkehrssektor eingesetzter Strom aus Erneuerbaren in den Jahren 2005 bis 2010 konstant angenommen.
Quelle: (Karner et al. 2010), (Winter 2011), eigene Berechnungen und Darstellung

2.3.3 Potenziale

Die Grundvoraussetzung für die Produktion von Biomasse ist Land. Laut dem Bundesamt für Wald (BFW2011) besteht knapp 50% der österreichischen Fläche aus Wald, womit Österreich zu den dichtest bewaldeten Ländern Zentraleuropas zählt. Die landwirtschaftlichen Nutzflächen inkludieren 1,4 Millionen Hektar (Mha) Ackerfläche, 0,87 Mha intensiv genutztes und 0,86 extensiv genutztes Grünland (hauptsächlich Weideflächen in den Alpenregionen).

Abb. 42 zeigt die historische Entwicklung der Forst- und Landwirtschaft in Österreich seit 1960. Zu erkennen ist ein deutlicher Rückgang von Extensivgrünland, wachsenden Waldbeständen und eine relativ stabile Nutzung von Anbauflächen und intensiver Grünlandbewirtschaftung.

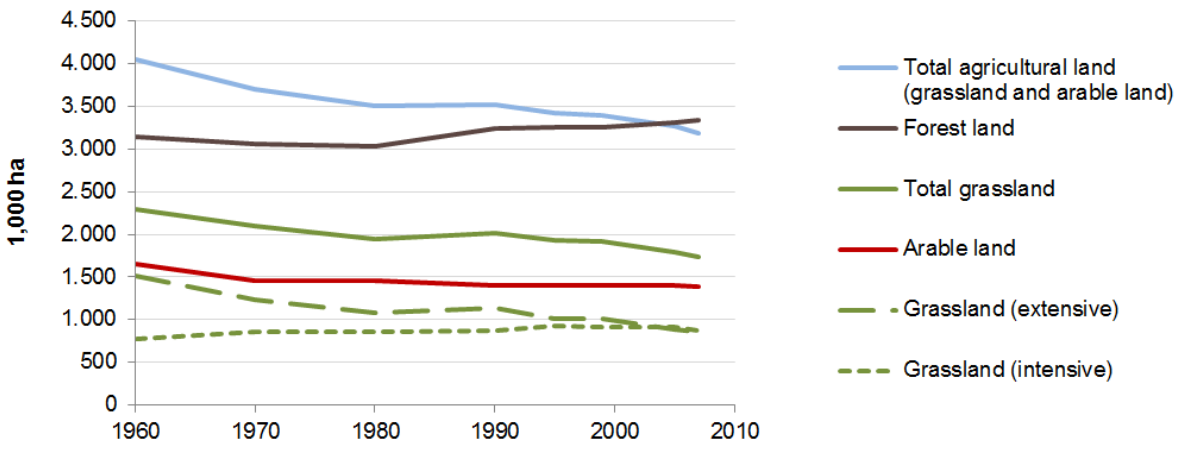


Abbildung 42 Historische Entwicklung der landwirtschaftlichen Flächennutzung in Österreich seit 1960. Quelle: BMLFUW (2011)

Biomassepotentialerhebungen sind zahlreich und ihre Ergebnisse sehr unterschiedlich (siehe z.B.: Rettenmaier et al., 2010). Das liegt zum Teil an den verschiedenen Potentialkonzepten (z.B.: theoretisches, technisches, nachhaltiges Potential).

Abb. 43 gibt einen Einblick in vier Potentialstudien zur österreichischen Biomasse. Die Studien unterscheiden sich teilweise durch verschiedene Potentialkonzepte[7], verwenden jedoch ähnliche methodische Herangehensweisen, was einen direkten Vergleich ihrer Ergebnisse legitimiert. Wichtig zu erwähnen ist allerdings, dass nicht-landwirtschaftlichen biogenen Abfällen und Rückständen in de Wit & Faaij (2010) keine Beachtung geschenkt wurde und dass sich die Erhebungen durch bestimmte Annahmen unterscheiden, wobei sich einige stark auf die Gesamtergebnisse auswirken. Diese Annahmen betreffen den Mix von Energiepflanzen oder den Anteil an Stroh- oder Sägemühlennebenprodukten, welche unter bestimmten Randbedingungen auch einer energetischen Nutzung zugeführt werden können.

[7] Thrän et al. (2005): technisches Potential unter Einbeziehung struktureller und ökologischer Einschränkungen; EEA (2006): technisches Potential unter Berücksichtigung ökonomischer Kriterien („nachhaltiges Potential“); de Wit & Faaij (2010): „Angebotspotential“ (Waldbiomasse: „nachhaltiges Potential“); Kranzl et al. (2008): „nachhaltiges Potential unter der Berücksichtigung ökologischer Randbedingungen und alternativer Nutzung“).

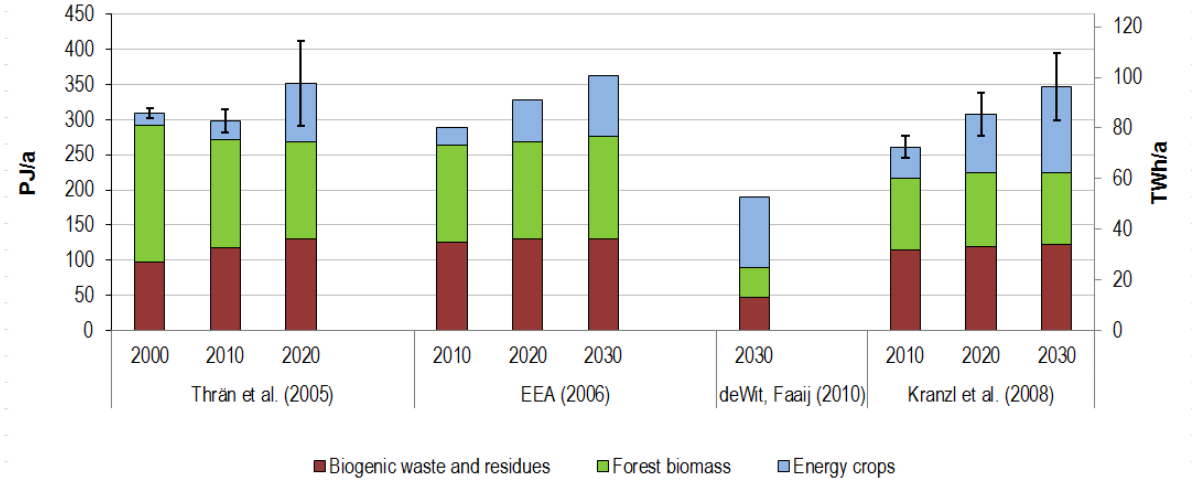


Abbildung 43 Biomassepotentiale in Österreich.
Quelle: Thrän et al. (2005), EEA (2006), de Wit & Faaij (2010), Kranzl et al. (2008)

Ein beliebtes Konzept zur Darstellung verschiedener am Markt erhältlicher Mengen von Waren und deren Preisen ist die Angebotskurve. Unter der Annahme des perfekten Wettbewerbs bestimmen Grenzkosten (z.B.: die anfallenden Kosten bei der Produktion einer weiteren Wareneinheit) die Nachfrage, da Marktakteure bereit sind mehr zu produzieren, solange die so generierten Einnahmen größer sind als die dadurch entstandenen Produktionskosten. Für Angebotskurven von landwirtschaftlicher Biomasse und Angebotskurven von Waldbiomasse sei hier auf Kalt et al. (2010) beziehungsweise Kranzl et al. (2010) verwiesen.

3 Bioenergie-Technologien

Technologische Herausforderungen und Fragestellungen spielen entlang sämtlicher Bioenergie-Nutzungsketten eine nicht unwesentliche Rolle. Je nach Art des eingesetzten Rohstoffs, dessen Aufbereitung, der unterschiedlichen Konversionstechnologien bis hin zur Endnutzung und logistischen Aspekten zwischen diesen Elementen in der Nutzungskette kommen erprobte, ausgereifte Technologien oder auch innovativere technologische Lösungen mit höherem Forschungs- und Entwicklungsbedarf zum Einsatz.

Die folgende Abbildung zeigt die Vielfalt entlang der unterschiedlichen Konversionspfade sowie die wesentlichen Umwandlungsschritte.

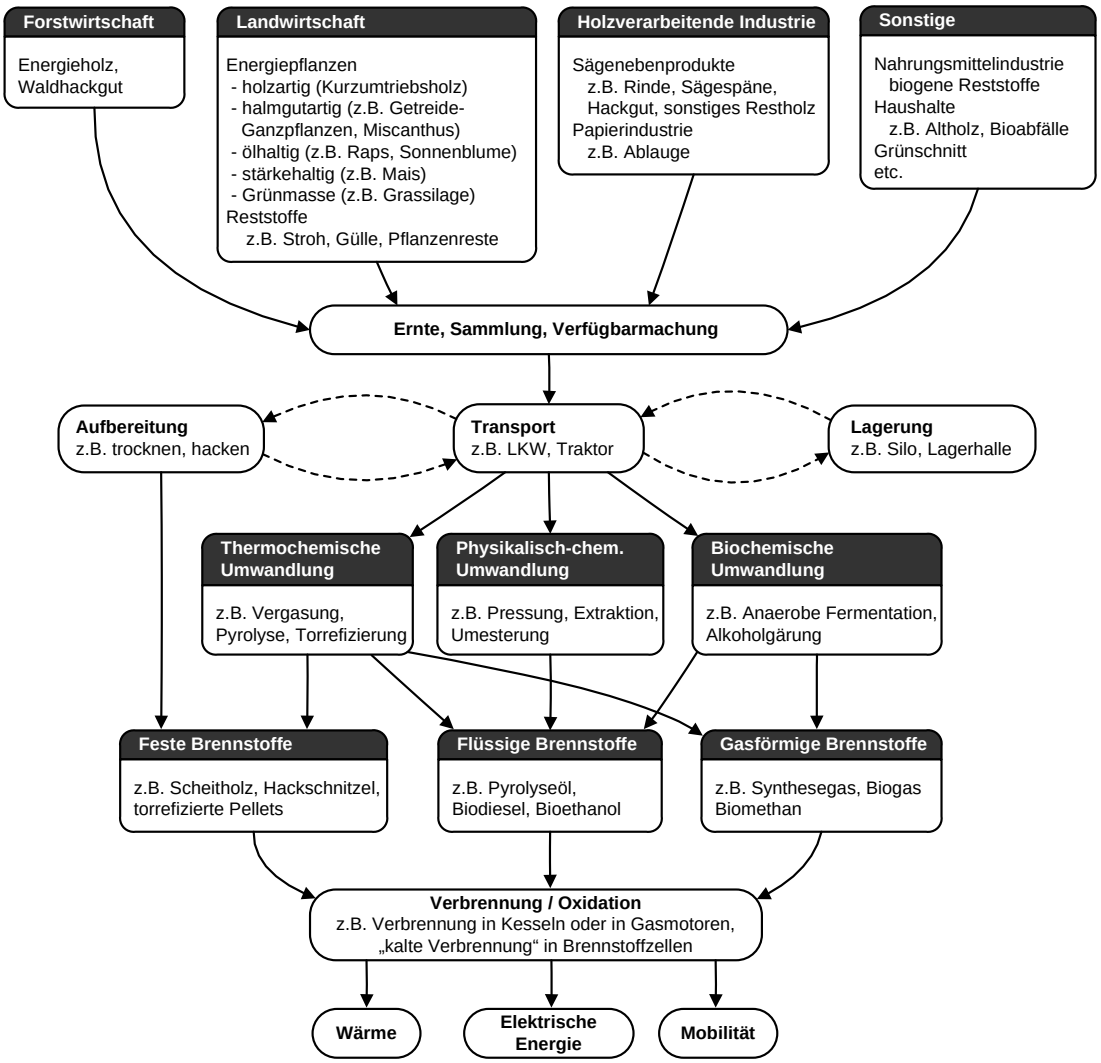


Abbildung 44 Systematisierung von Biomasse-Nutzungspfaden
Quelle: (Gerald Kalt et al. 2010) in Anlehnung an (Kaltschmitt et al. 2009)

Im Rahmen dieser Studie stellt sich die Frage nach der Rolle innovativer Energietechnologien sowie deren Stellung in einem möglichen künftigen Energiesystem. Diese Fragestellung wird anhand einer Literaturstudie bearbeitet. Wichtige Arbeiten zum künftigen (Bio-)Energiesystem wurden nach der Relevanz unterschiedlicher Technologien

gesichtet. Auf Basis dieses Literatur-Screenings erfolgte die Identifikation und Gruppierung innovativer Bioenergie-Technologien sowie deren semi-quantitative Bewertung nach unterschiedlichen Kriterien.

Wir fokussierten im Rahmen dieser Arbeit auf Konversion- bzw. Endnutzungstechnologien. Andere technologische Fragestellungen, insbesondere der Ressourcenbereitstellung, der Logistik, pflanzenbaulicher Aspekte sowie „cross-cutting issues“, die z.B. die Einbindung von Bioenergietechnologien in Energiesysteme betreffen, mussten hier aufgrund des begrenzten Projektumfangs unberücksichtigt bleiben. Dies ändert nichts daran, dass diese Fragen durchaus auch von hoher Relevanz für die zukünftige Ausrichtung der Bioenergie sein kann.

Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass eine vollständige technologische Darstellung an dieser Stelle nicht möglich ist. Dies bezieht sich beispielsweise auf das sehr breite und immer bedeutender werdende Feld der Bioraffinerien. Auch stellen sich aufgrund der raschen Entwicklung immer neue Erkenntnisse ein, sodass die Diskussion technologischer Fragestellung immer einen dynamischen Prozess darstellen muss.

Schließlich stellt sich bei derartigen Analysen stets die Frage einer sinnvollen Systematisierung und Strukturierung. Diese kann nach mehreren Dimensionen z.B. hinsichtlich des jeweiligen Endprodukts, der Art der eingesetzten Rohstoffe, der Konversionsschritte, des Innovationsgrade etc. erfolgen. Die hier vorgenommene Gruppierung von Technologien ist in Tabelle 1 dargestellt. Diese Tabelle enthält darüber hinaus auch ausgewählte Referenzen, die für die Systematisierung angewandt wurden.

3.1 Überblick und Systematisierung

In Anknüpfung an die obige Grafik (Abbildung 44), zeigt die folgende Abbildung 45 aus dem IPCC Sepcial Report on Renewable Energy (IPCC SRREN, 2011) eine konkretere schematische Darstellung der Vielzahl unterschiedlicher Konversionspfade.

Ein guter systematischer Überblick über technologische Bandbreiten und Technologie-Beschreibungen wird im „Technology Action Plan: Bioenergy” des Major Economies Forum on Energy and Climate gegeben (MEF 2009). Auf diesen beziehen sich auch einige der Kategorisierungen und Bewertungen in diesem Kapitel.

Die Vielzahl an Bioraffinerie-Konversionstechnologien ist dabei hier nicht vollständig dargestellt. Während derzeit der Haupttreiber die Kraftstoff-Produktion darstellt, könnte sich in Zukunft eine detailliertere Unterscheidung nach energie-getriebenen Konzepten und Produkt-getriebenen Konzepten als relevant erweisen. Begrifflich besteht hier stets auch eine gewisse Überschneidung zwischen Bioraffinerien, Produktion biogener Kraftstoffe und Polygeneration. Diesbezüglich sei auf die Arbeiten von IEA Bioenergy Task 42 zur Systematisierung von Bioraffinerien verwiesen.

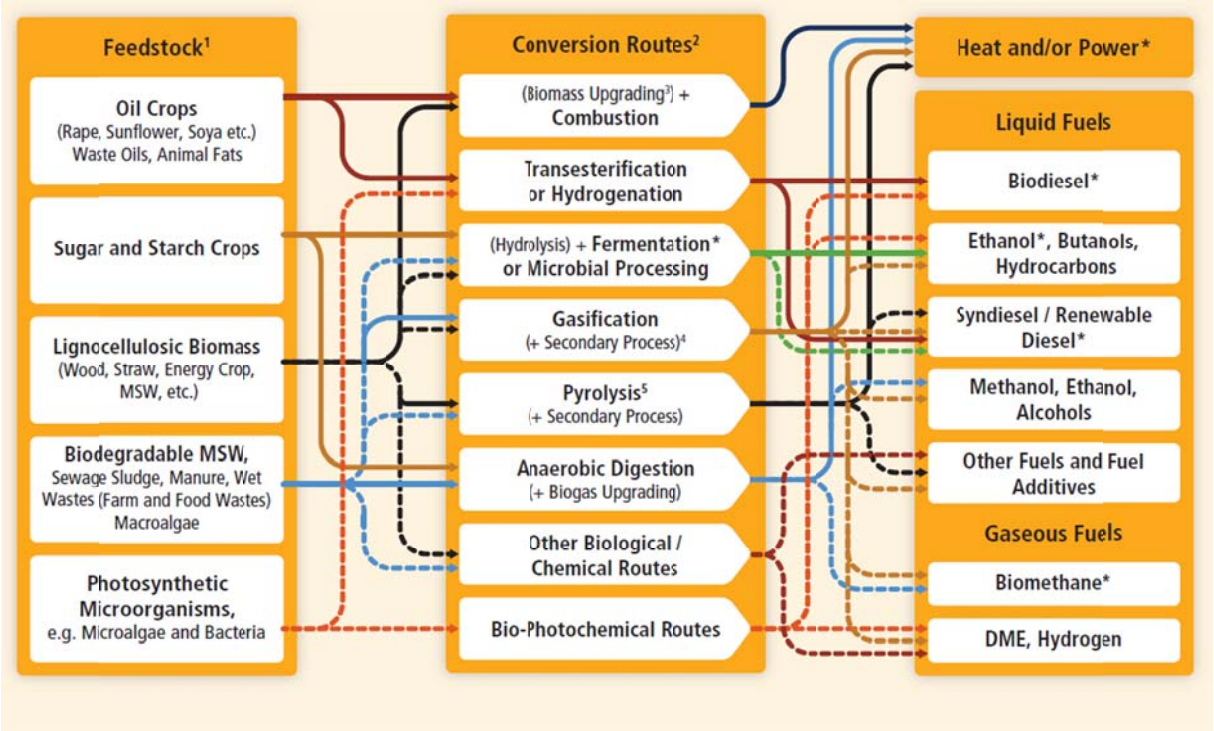


Abbildung 45 Schematische Darstellung der Vielzahl kommerzieller (durchgezogene Linien) und zu entwickelnder Bioenergie-Konversionspfade (strichliierte Linien) von den Biomasse-Rohstoffen über thermochemische, chemische, biochemische und biologische Konversionstechnologien hin zu Wärme, Kraft, KWK und flüssige oder gasförmige Brennstoffe. Kommerzielle Produkte sind mit einem Stern gekennzeichnet.
Quelle: IPCC SRREN (2011,p 218)
Anmerkungen:
1 Teile jeden Biomasse–Rohstoffs wie z.B. Reststoffe könnten auch in anderen Pfaden eingesetzt werden.
2 Jeder Pfad enthält Koppelprodukte.
3 Biomasse-Aufbereitung beinhaltet Verdichtungsprozesses (Pelletierung, Pyrolyse, Torrefizierung, etc).
4 Anaerobe Vergärungsprozesse stellen Methan und CO2 bereit. Das aufbereitete Gas wird als Biomethen bezeichnet.
5 Könnte auch ein anderer thermischer Konversionspfad wie hydrothermisch, Verflüssigung etc. bedeutgen; DME => Dimethyl-Ether.

Tabelle 1 zeigt die Auswahl der von uns näher betrachteten und untersuchten innovativen Bioenergie-Technologien. Diese wurden in die Kategorien (1) Biomasse-Vorbehandlung, (2) Wärmeerzeugung, (3) Stromerzeugung und KWK, (4) Kraftstoffe (und Flugzeugtreibstoffe) sowie (5) Bioraffinerien und sonstige Konzepte strukturiert. Die Tabelle zeigt die wesentlichen innovativen Technologien innerhalb jeder dieser Kategorien sowie wesentliche Literatur.

Tabelle 1 Auswahl von innovativen Bioenergie-Technologien
Quelle: eigene Zusammenstellung

Kategorie / Sektor	*Technologien (Auswahl)*	*Ausgewählte Referenzen*
Biomasse-Vorbehandlung	• Pyrolyse • Torrefizierung • Diverse Vorbehandlungsverfahren vor Zellulose-Ethanolerzeugung • Diverse Vorbehandlungsverfahren für Biogassubstrate	• (Wellinger & et al 2011) • (Zheng et al. 2009) • (Yang & Wyman 2008) • (Schwarz 2012)
Wärmeerzeugung	• Brennwertnutzung bei Biomassefeuerungen	• (Hebenstreit et al. 2012)
Stromerzeugung & KWK	• Integrierte Biomassevergasung und -verstromung (BIGCC, „Small-scale“ Konzepte) • Biomassekessel mit Organic Rankine Cycle (ORC) • Biomassekessel mit Stirlingmotor • Verstromung von „virtuellem“ Biogas/SNG in konventionellen Gaskraftwerken • Zufeuerung fester/gasförmiger Biomasse • Brennstoffzellen (basierend auf biogenem Methan/Methanol/Wasserstoff etc.)	• (IEA 2007) • (Cremers 2009) • (Obernberger & Thek 2008) • (BIOS 2012) • (Kirjavainen et al. 2004)
Kraftstoffe (und Flugzeugtreibstoffe)	• Biomethan (aus anaerober Fermentation) • Synthetisches Erdgas (SNG; aus thermochemischer Vergasung) • Fischer-Tropsch-Diesel • Ethanol aus Zellulose • Kraftstoffe aus Algen (Mikro- bzw. Makroalgen) • Dimethylether (aus Biomassevergasung)	• (EBTP 2011) • (Bacovsky et al. 2010) • (Sims et al. 2008) • (Eisentraut 2010) • (Kagan & Bradford 2009) • (Darzins et al. 2010) (Algen) • (Wellinger & et al 2011) • (Garofalo & et al 2011c) • (van Iersel et al. 2010) • (Cheng & Timilsina 2010)
Bioraffinerien & Sonstige Konzepte	• „Grüne“ Bioraffinerien • Marine Bioraffinerien • Lignozellulose-Bioraffinerien • Thermochemische Bioraffinerien • Bioenergie in Kombination mit „Carbon Capture and Storage” • Polygeneration • Mikrobielle Brennstoffzellen	• (IEA Bioenergy 2009) • (IEA Bioenergy 2010, p.42) • (Star-COLIBRI 2012) • (Ryan et al. 2009) • (Sims et al. 2008) • (van Iersel et al. 2010) • (Langeveld et al. 2010) • (O’Connor 2011) • (Strik et al. 2011)

3.2 Technologien in Roadmaps und Energie-Strategien

Ausgehend von Technologie-Roadmaps, Energie-Strategien und Szenarien-Publikationen wird die Bedeutung, die den verschiedenen Bioenergie-Technologiegruppen für die kurz- bis langfristige Entwicklung der Bioenergienutzung beigemessen wird, analysiert. D.h. diese Veröffentlichungen wurden hinsichtlich der Erwähnung bestimmter Technologiepfade bzw. konkreter Empfehlungen oder Schwerpunkte für Forschung und Entwicklung gescreent. Es handelt sich dabei zum Teil, aber nicht ausschließlich um Veröffentlichungen öffentlicher Institutionen, wie den österreichischen Aktionsplan für Erneuerbare Energien (BMWFJ & BMLFUW 2010) oder die „Biofuels-Roadmap“ der Internationalen Energieagentur (IEA 2011a). Für die Auswahl wurden bewusst keinen konkreten Kriterien getroffen (z.B. hinsichtlich Zeithorizont, geographischem Bezug, Art der Publikation o.ä.); insofern sind die Aussagen bzw. Schwerpunkte in der Regel nicht direkt vergleichbar. So beziehen sich manche auch nur auf einen Teilbereich der Bioenergie, wie beispielsweise (Sanner et al. 2011) lediglich auf den Wärme- und Kältesektor oder (Luguel & et al 2011) auf Bioraffinerien. In erster Linie geht es hier darum, die Rolle der diversen Bioenergie-Technologien in verschiedenen Roadmaps und Szenarien zu umreißen, und einen Einblick in die Erwartungen, die insbesondere an innovative Bioenergie-Nutzungspfade gestellt werden, im jeweiligen Kontext gesetzt werden, zu geben.

Die folgenden Publikationen wurden in Betracht gezogen:

- (JRC 2011): SET-Plan (Strategic Energy Technologies Plan) der EC
- (JRC 2011): European Industrial Bioenergy Initiative (EIBI)
- (Luguel & et al 2011): “European Biorefinery Joint Strategic Research Roadmap
- (Sanner et al. 2011): “Common Vision for the Renewable Heating & Cooling sector in Europe (European Technology Platform on Renewable Heating and Cooling)”
- (Garofalo & et al 2011b): Projekt “AquaFuels” – “Recommendations for decisionmakers”
- (IEA 2011a): “Biofuels Roadmap”
- (IEA 2010): Energy Technology Perspectives
- (Larsen & Petersen 2010): The Risø Energy Report
- (MEF 2009): Technology Action Plan: Bioenergy
- (Karner et al. 2010): Nationaler Aktionsplan für erneuerbare Energien Österreich
- (BMWFJ & BMLFUW 2010): Energiestrategie Österreich
- (BR&D 2007): “Bioenergy Roadmap for the US”
- (CEC 2008): “Australian Bioenergy Roadmap”
- (Thomas et al. 2008): “Biofuels Roadmap for Australia”

Die European Industrial Bioenergy Initiative (EIBI) wurde im Rahmen des SET-Plans gegründet; EIBI konzentriert sich auf innovative Bioenergie-Nutzungsketten, deren kommerzielle Umsetzung in Zusammenarbeit mit der Industrie vorangetrieben werden soll. Im Rahmen der EIBI wurden konkrete Schwerpunktthemen definiert, die als besonders aussichtsreich erachtet werden.

Die nationalen Aktionspläne für erneuerbare Energie, die die europäischen Mitgliedstaaten im Zuge der Richtlinie zur Förderung erneuerbarer Energie (2009/28/EC) erstellten, beinhalten im Wesentlichen keine detaillierten technologiespezifischen Aussagen, sondern lediglich eine Zuweisung zu den Sektoren Wärme, Strom und Kraftstoffe. Dies gilt mit Ausnahme der biogenen Kraftstoffe, für die gewisse technologische Aussagen (v.a.

hinsichtlich des Anteils biogener Kraftstoffe der ersten bzw. der zweiten Generation) enthalten sind.

Während diese Aktionspläne für erneuerbare Energie (NREAPs) in Europa einen deutlich ausgeprägten Mix zwischen den Sektoren Wärme, Strom und Kraftstoffe zeigen, besteht in den USA eine starker Fokus auf flüssige Kraftstoffe für den Verkehrssektor.

In Tab. 2 ist dargestellt, welche Technologiegruppen (die nicht nur innovative, sondern auch bereits etablierte Nutzungspfade beinhalten) in den Publikationen im Kontext einer zukünftigen Nutzung von Bioenergie erwähnt werden und für welche Gruppen konkrete Empfehlungen ausgesprochen bzw. welche Gruppen als Schwerpunkt für Forschung und Entwicklung gesehen werden.

Aus Tab. 2 geht hervor, dass für die zukünftige Bioenergienutzung folgende Technologiegruppen als besonders relevant erachtet werden:

- Aufbereitungs- und Konversionstechnologien (insbesondere Pyrolyse und Torrefikation): Diesen Vorbehandlungstechnologien wird eine zentrale Rolle für die Mobilisierung der globalen Potenziale holzartiger Biomasse beigemessen (IEA 2010).
- Fortschrittliche Technologien zur Produktion biogener Kraftstoffe (insbes. aus zellulosehaltiger Biomasse)
- Biomassevergasung (einerseits zur Produktion biogener Kraftstoffe, aber auch für hocheffiziente Verstromungskonzepte wie BIGCC und zur direkten Substitution von Erdgas durch Netzeinspeisung)
- Biomethan aus anaerober Vergärung (ebenfalls zur Netzeinspeisung bzw. als Kraftstoff)
- Fortschrittliche Bioraffinerie-Konzepte
- Kraftstoffe aus Algen

Über die in der Tabelle angegebenen Informationen hinaus erwähnen einige Publikationen noch die Relevanz ausgewählter weiterer Technologien:

- Der SET-Plan weist auf die Bedeutung von BIG/CC hin und erwähnt als weitere relevante Optionen die small scale Technologien ORC und Stirlingmotor sowie Verstromung von SNG in Brennstoffzellen und verstärkte Nutzung von Deponiegas.
- EIBI erwähnt Konversionsverfahren zur Erzeugung biogener Kraftstoffe auf Basis von Bakterien.
- Die „Common Vision for the renewable heating and cooling sector in Europe" spricht das Thema Kühlen mit Biomasse an.
- "Aquafuels" stellen insbesondere die vielfältigen Nutzungspfade von Mikro- und Makroalgen dar und schreiben dem Einsatz von Makro-Algen zur Produktion von Biogas und Ethanol das größte Potenzial zu.
- Die Biofuel-Roadmaps der IEA (2011) sowie die energy technology perspectives (IEA 2010) geben zwar keine konkrete Empfehlung für bestimmte Technologien ab. Die Szenarien zeigen allerdings bis 2050 einen starken Fokus auf BtL-Diesel bzw. generell Kraftstoffe der zweiten Generation. Weiters werden in der biofuel roadmap die hydrothermale Synthese von Biomasse, Dimethylether (DME) durch Vergasung, Biobutanol durch Aceton-Butanol-Ethanol-(ABE)-Fermentationsprozess sowie, "Solarfuels" auf Biomassebasis erwähnt.

- Die Energiestrategie Österreich betont die Relevanz von "Umweltfreundlichen Verbrennungstechnologien" (Reduktion v. Emissionen, Steigerung v. Wirkungsgraden).
- Die US-Roadmap for Bioenergy erwähnt konkret Pyrolyse als aussichtsreiche Vorbehandlungstechnologie. Darüber hinaus werden "Bioproducts" und Chemikalien, sowie Biopower als Überbegriff und Klär- und Deponiegas als Fokus erwähnt.
- Pyroloyse wird auch konkret in der Biofuels Roadmap for Australia sowie der Australian Bioenergy Roadmap angesprochen. Letztere beschreibt auch Torrifizierung als aussichtsreiche Biomasse-Technologie.

In diversen IPCC-Publikationen kommt Bioenergie in Kombination mit CCS v.a. in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts eine wesentliche Rolle zur Reduktion des Kohlenstoffgehalts in der Atmosphäre zu. Diese Kombination wurde in der Tabelle nicht gesondert dargestellt.

Neben den Forschungsschwerpunkte im Bereich innovativer Technologien werden in den angeführten Publikationen auch weitere, übergeordnete Themen genannt (primär basierend auf SET-Plan & (Sanner et al. 2011)):

- Effizienzsteigerung bei etablierten Technologien
- Verbesserung der Wirtschaftlichkeit
- Biomasse-Logistik (Versorgungsketten) – Reststoffmobilisierung
- Reduktion von Emissionen
- Pflanzenbauliche Aspekte (Erträge, Produktionskosten etc.)
- Flexibilität hinsichtlich Rohstoff- (Biomasse-) art
- Nachhaltigkeit & Zertifizierung!

Tabelle 1 Technologiegruppen in Roadmaps und Szenario-Publikationen
Quelle: eigene Zusammenstellung

Publikation	Geographischer Bezug	Zeithorizont	Fortschrittliche Vorbehandlungstechnologien (B)	Kleinfeuerungsanlagen (W)	Heizwerke, Nah-/Fernwärme (W)	Industrielle Wärmeerzeugung (W)	Biogas-Blockheizkraftwerke (E/KWK)	Konventionelle Biomasse-KWK (E/KWK)	Integrierte Vergasung & Verstromung (E/KWK)	KWK im kleinen Leistungsbereich (KWK)	Zufeuerung fester/gasförmiger Biomasse (E/KWK)	Biodiesel konventionell (K)	Ethanol konventionell (Zucker/Stärke) (K)	Hydrierte Pflanzenöle (K)	BtL-Kraftstoffe (K)	Lignocellulose-Ethanol (K)	Wasserstoff aus Biomasse/Biogas (K)	Biomethan aus anaerober Vergärung (W, E/KWK, K)	Synthetisches Erdgas - SNG (W, E/KWK, K)	Polygeneration (W & E/KWK & K)	Fortschrittliche Bioraffinerie-Konzepte (W, E/KWK, K, C)	Energieträger aus Mikro-/Makro-Algen (K, C)
JRC (2011) - SET-Plan	EU	2050	!	!	!	x	x	!	!	!	x	x	x	x	!	!	!	x	!	x	x	
JRC (2011) - European Industrial Bioenergy Initiative	EU	2020	!						!					!	!	!		!	!			!
Luguel et al. (2011) - European Biorefinery Joint Strategic Research Roadmap	EU	2030	!	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	!	-
Sanner et al. (2011) - Common Vision for the Renewable Heating & Cooling sector in Europe	EU	2050	!	x	x	x	x	x	!	!	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Garofalo & et al (2011) – Projekt "AquaFuels" – Recommendations for decisionmakers	EU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	!
IEA (2011) - "Biofuels roadmaps"	Global	2050	!	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x	!	x	x	x	x		x	x
IEA (2010) - "Energy technology perspe	Global	2050		x	x	x	x	x	!	x	x	x	x	x	!	!		x	!	x		
Larsen & Petersen (2010) - The Riso Energy Report	Global	2050 and beyond							!		!				!			!			!	!
MEF (2009) - Technology Action Plan: Bioenergy	Global	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
BMLFUW & BMWFJ (2010) - Energiestrategie Österreich	AT	2020													!	!		!	!		!	
Karner et al. (2011) - NREAP Austria	AT	2020																				
BR&D (2007) - US Roadmap for Bioene	USA	2030	!								x	!	!		!	!	x		!		x	
CEC (2008) – "Australian Bioenergy Roadmap"	AU	2020 and beyond	x	x		x	x	x	x			-	-	-	-	-		x				
Thomas et al. (2008) – "Biofuels Roadmap for Australia"	AU	2020	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x		x	!					!	!

Legende:
x… Erwähnung
! ... Empfehlung bzw. Erwähnung als zukünftiger Forschungs-/Entwicklungsschwerpunkt
-… Nicht Gegenstand des Berichtes
B… Aufbereitete Biomasse (z.B. torrefizierte Pellets, Pyrolyseöl o.ä.)
W… Wärme
E/KWK Stromerzeugung (mit oder ohne KWK)
K… Kraftstoff (bzw. u.U. Flugzeugtreibstoff)
C… Chemikalien und sonstige stoffliche Produkte

3.3 Derzeitiger Entwicklungsstand und Barrieren

Die obige Tabelle stellt die Relevanz der verschiedenen Technologien und Technologie-Gruppen dar, die diesen in den jeweiligen Arbeiten zugewiesen wird. Der Forschungsbedarf ergibt sich jedoch erst aus der Gegenüberstellung mit den aktuellen Entwicklungsstadien. Tabelle 3 zeigt Beispiele für die Entwicklungsstadien der technologischen Entwicklung von Bioenergie.

Tabelle 3 *Beispiele für die Entwicklungsstadien der technologischen Entwicklung von Bioenergie: thermochemisch (gelb), biochemisch (blau) und chemische Pfade (pink) for Wärme, Strom sowie flüssige und gasförmige Brennstoffe auf Basis fester lignozelluloser Biomasse, feuchter Biomasse-Abfälle, stärke- und zuckerhaltigen Produkten sowie Pflanzenölen.*
Quelle: IPCC SRREN (2011)

Plant	Type of Product	Stage of Development of Process for Product(s) or System(s)				
		Basic and Applied R&D	Demonstration		Early Commercial	Commercial
Low Moisture Lignocellulosic	Densified Biomass		Torrefaction	Hydrothermal Oil (Hy Oil) / Pyrolysis Oil (Py Oil)		Pelletization
	Charcoal		Pyrolysis (Biochar)			Carbonization
	Heat				Small Scale Gasification	Combustion Stoves
		Combustion				
					Py /Hy Oil	Home/District Industrial
	Power or CHP	Combustion coupled with Steam Cycles				
			Stirling Engine		ORC[1]	
		Co-Combustion or Co-firing with Coal				
			Indirect		Parallel	Direct
		Gasification (G) or Integrated Gasification (IG)				
		IG-Fuel Cell IG-Gas Turbine IG-Combined Cycle		G and Steam Cycles		
Wet Waste	Heat or Power or Fuel	Anaerobic Digestion to Biogas				
					2-stage	Landfills (1-stage)
		Microbial Fuel Cells		Biogas Upgrading to Methane Reforming to Hydrogen (H_2)		Small Manure Digesters
			Hydrothermal Processing to Oils or Gaseous Fuels			
Sugar	Fuels	Microbial Processing[2]				Sugar Fermentation
		H_2	Gasoline/ diesel/jet fuel	Biobutanols[3]		Ethanol
Oils	Fuels			Hydrogenation	Extraction and Esterification	
					Renewable diesel	Biodiesel

Notes:

[1]ORC: Organic Rankine Cycle; [2]genetically engineered yeasts or bacteria to make, for instance, isobutanol (or hydrocarbons) developed either with tools of synthetic biology or through metabolic engineering. [3]Several four-carbon alcohols are possible and isobutanol is a key chemical building block for gasoline, diesel, kerosene and jet fuel and other products.

Es zeigt sich, dass insbesondere jene Technologien, denen besondere Bedeutung für die künftige Bioenergie-Nutzung eingeräumt wird, sich noch zu einem relevanten Anteil in einem frühen Entwicklungsstadium befinden. Dies ist noch detaillierter in der folgenden Abbildung 46 dargestellt: Die größte Relevanz wird in den untersuchten Studien biogenen Kraftstoffen der zweiten Generation sowie Vorbehandlungstechnologien (Torrefizierung, Pyrolyse) sowie integrierter Biomasse-Vergasung und Verstromung zugewiesen. Gleichzeitig sind dies die Technologien mit dem geringsten Entwicklungsstand. Umgekehrt wird denjenigen Technologien mit derzeit hoher Marktdurchdringung (v.a. Wärme, aber auch biogene Kraftstoffe der ersten Generation) eine geringere Relevanz eingeräumt. Dies kann nun einerseits hinsichtlich der Dringlichkeit und Bedeutung der Forschungsschwerpunkte interpretiert werden. Umgekehrt zeigt dies auch die Unsicherheit, hinsichtlich der zukünftigen Entwicklung der Bioenergienutzung. Das starke Wachstum im Bereich der Kraftstoffe der

zweiten Generation und damit lignozelluloser Rest- und Rohstoffe wird nur erzielbar sein, wenn es tatsächlich auch zu der entsprechenden Technologieentwicklung kommt. Damit sind die zukünftigen Szenarien der Bioenergie-Nutzung wesentlich von der Forschung- und Technologie-Entwicklung in diesem Bereich geprägt.

Zu betonen ist die ambivalente Rolle, die der Wärmenutzung in beiden Dimensionen (Entwicklungsstadium und Relevanz) einnimmt. Einerseits besteht hier ein deutlich höherer Entwicklungsstand und kommerzielle Technologie-Verfügbarkeit. Andererseits sind immer noch wesentliche Aspekte der Verbrennungstechnik Gegenstand von Verbesserungen, Optimierungen und Neu-Entwicklungen. Die derzeitige Relevanz im Energiesystem ist unbestritten und deutlich höher als jene anderer Nutzungsformen. Langfristig besteht allerdings das Potenzial, einen immer höheren Anteil an Niedertemperatur-Wärme durch Effizienzmaßnahmen bzw. nieder-exergetische Energiequellen (Solarthermie, Umgebungswärme) zur Verfügung zu stellen, was die künftige Relevanz der Bereitstellung von Niedertemperatur-Wärme beeinträchtigen könnte.

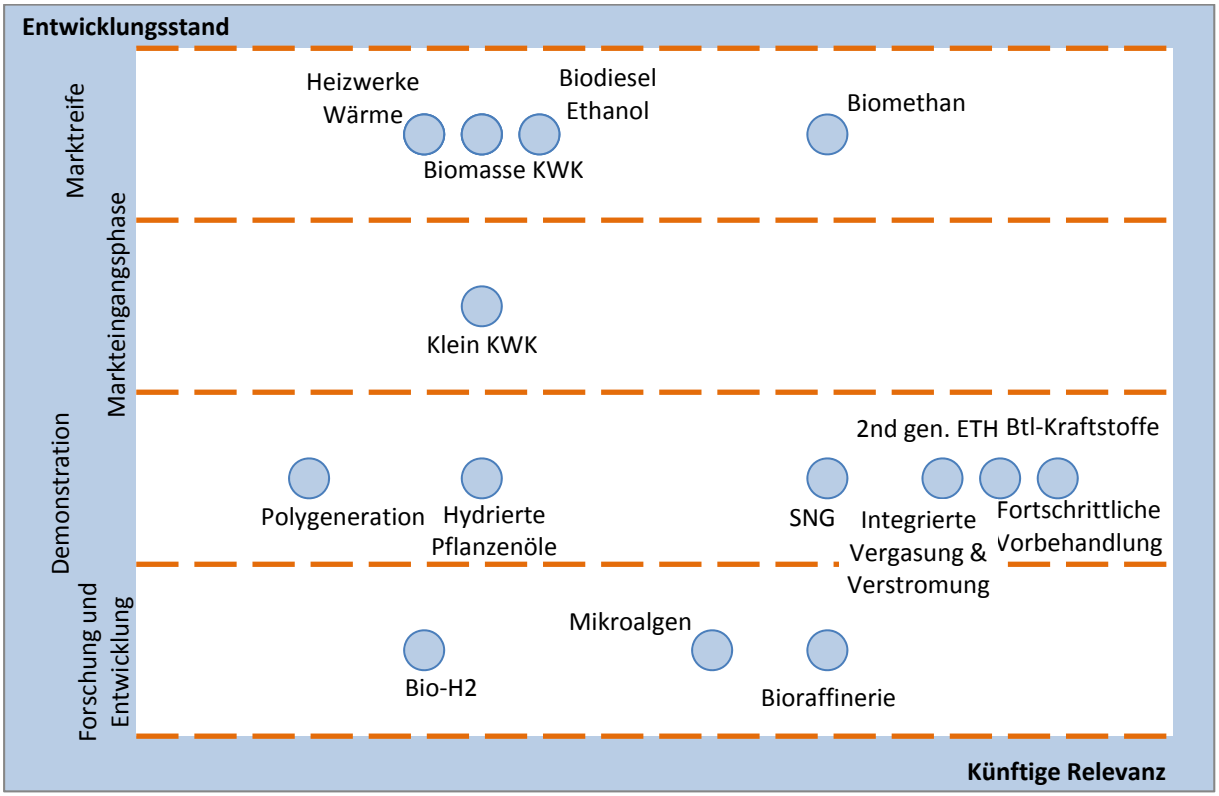


Abbildung 46 Gegenüberstellung des Entwicklungsstands mit der künftigen Relevanz von Bioenergietechnologien gemäß Roadmaps, Literatur sowie Tabelle 2

Ein wesentlicher Fokus der Biomasse-Technologie-Forschung wird in der Literatur flüssigen Kraftstoffen im Verkehrssektor zugewiesen. IEA (2011a) beschreibt eine übliche Perspektive in diesem Sektor: Im Zeitraum bis 2015 liegt der Schwerpunkt auf der Demonstration verlässlicher, kommerziell verfügbarer Technologien zur Produktion von Zellolose-Ethanol, BtL-Diesel, HVO und Bio-SG. Im Zeitraum von 2015-2020 ist eine Reduktion der Lebenszyklus-THG-Emissionen von über 50% anzustreben. Von 2015-2025 solle der Fokus wesentlich auf der Integration der Produktion biogener Kraftstoffe in innovative Bioraffinerie-

Konzepte liegen. Zwischen 2020-2030 solle die Demonstration wirtschaftlicher Produktion von Algen-Kraftstoffen und anderen neuen Kraftstoff-Konversionspfaden vorangetrieben werden. Inwiefern die Ziele der technologischen Entwicklung in den angestrebten Zeitfenstern erreicht wird, wird die Zukunft zeigen. Gerade hinsichtlich der aktuell zu beobachtenden Fortschritte erscheinen die angestrebten Ziele allerdings als äußerst ambitioniert.

Welche Barrieren stehen nun einer ambitionierteren Entwicklung sowie einer breiteren Marktdurchdringung von Bioenergie entgegen? Die oben angeführten Studien betonen die folgenden Punkte:

- Mangelnde wirtschafltiche Wettbewerbsfähigkeit mit fossilen Brennstoffen, diese steht z.T. im Zusammenhang mit der Förderung fossiler Kraftstoffe (SET-Plan, IEA Biofuels Roadmap)
- Geringe Konversions-Wirkungsgrade, besonders im Bereich mancher Verbrennungstechnologien, (SET-Plan)
- Mangel an günstiger Rohstoffverfügbarkeit (SET-Plan)
- Wettbewerb mit Nahrungs- und Futtermitteln sowie Fasern und anderen Materialien (SET-Plan)
- Wettbewerb zwischen verschiedenen Nutzungsformen von Bioenergie (SET-Plan)
- Mangel an langfristigen Investitionen (SET-Plan), der wesentlich auch durch finanzielle Risiken im Zusammenhang mit dem up-scaling innovativer Technologien und der Unsicherheit auf Märkten verursacht ist (IEA Biofuels Roadmap)
- Unzureichende Infrastruktur über die gesamte Nutzungskette, insbesondere auch in ländlichen Regionen von Entwicklungsländern (IEA Biofuels Roadmap)
- Mangel an large-scale Demonstrationsanlagen im Bereich thermo-chemischer Konversionsprozesse. Diese Herausforderung beinhaltet ökonomische, technische und soziale Aspekte. (Biorefinery Roadmap)
- Umgekehrt ist auch die mangelnde wirtschaftliche Machbarkeit des down-scaling eine wesentliche Barriere, die angesichts schwieriger Rohstoff-Versorgung ein wesentliches Ziel darstellt. (Biorefinery Roadmap)
- Produkt-Qualität stellt vor allem im Bereich von Bioraffinerien eine wesentliche Herausforderung dar. Hohe, standardisierte Qualität stellt eine Voraussetzung für eine höhere Marktdurchdringung dar. (Biorefinery Roadmap)
- Mangelnde Flexibilität beim Einsatz unterschiedlicher Rohstoffe (Biorefinery Roadmap)

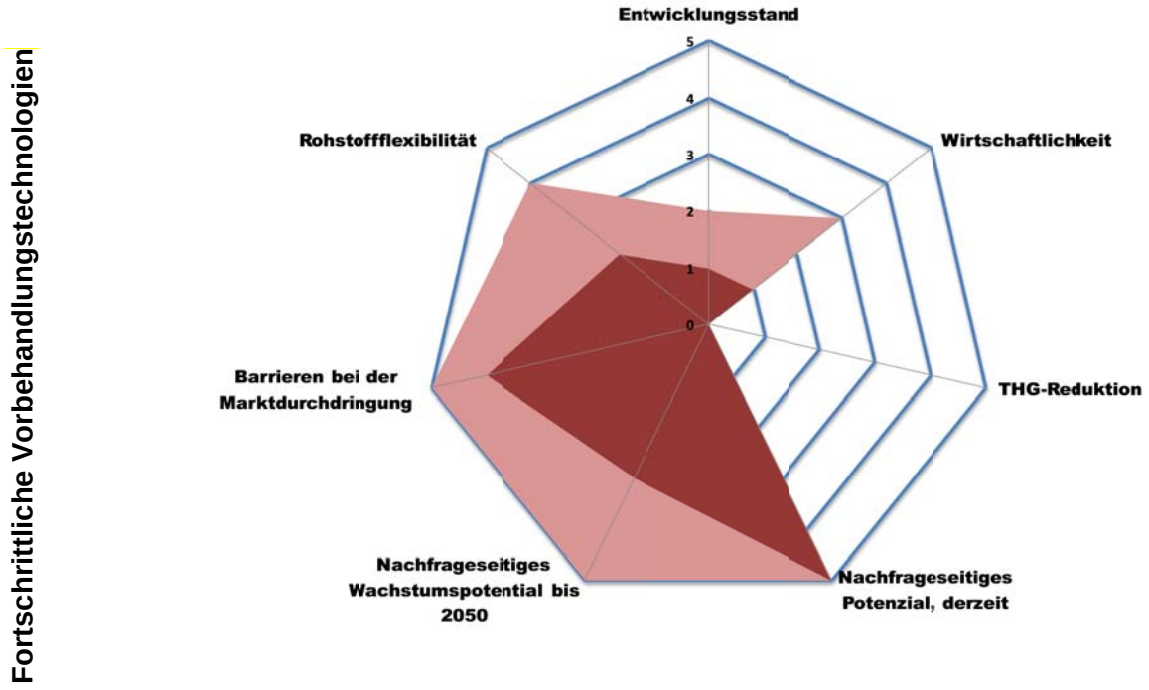
3.4 Zusammenfassende Technologie-Betrachtung

In Zusammenfassung der oben zitierten Quellen und Analysen wurde eine semi-quantitative Gegenüberstellung von Bioenergie-Technologien und Technologie-Gruppen erstellt, die sich aus der Literatur-Analyse der oben angegebenen Studien und – soweit Lücken vorhanden waren, qualitativer Experteneinschätzung. Die Ergebnisse sind im Folgenden dargestellt.

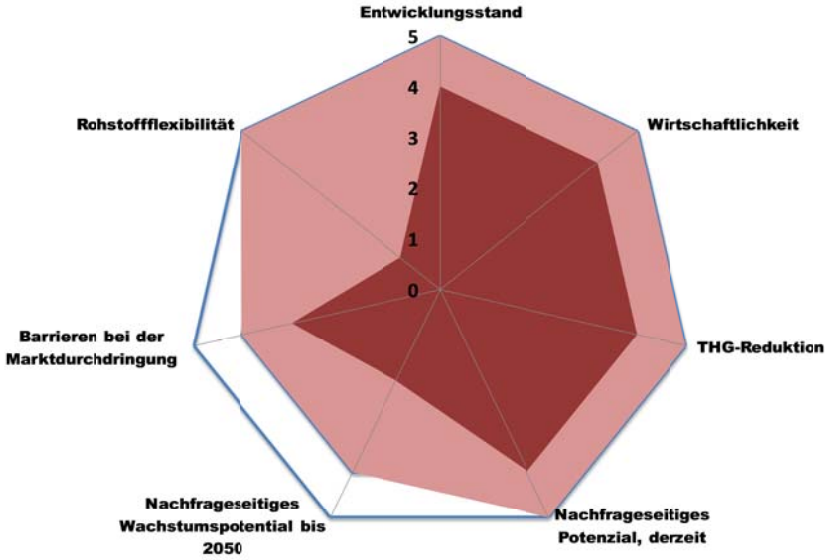
Tabelle 4 dokumentiert die Bewertungskriterien, Abbildung 47a-j zeigt die Ergebnisse in Form von Spinnen-Diagrammen. Die zum Teil globalen Studien (s. Liste oben) wurden hinsichtlich der Bedeutung für Österreich ausgewertet bzw. interpretiert.

Tabelle 4 Erläuterung der Bewertungskriterien von Bioenergie-Technologie-Gruppen

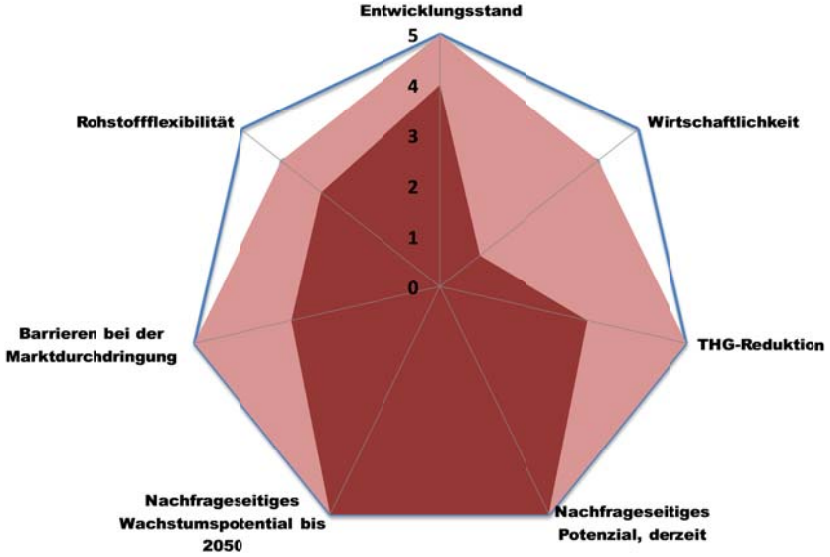
Skala für Entwicklungsstand	0	Konzept verfügbar
	1	Pilotanlagen
	2	Demonstration
	3	kommerzielle Verfügbarkeit
	4	geringe Marktdurchdringung
	5	hohe Marktdurchdringung
Skala für Wirtschaftlichkeit	0	Unwirtschaftlich
	1	
	2	Wirtschaftlichkeit wird bis 2050 erwartet
	3	
	4	Kann mit derzeitigem Niveau an Förderungen wirtschaftlich betrieben werden
	5	Kann derzeit ohne Förderungen wirtschaftlich betrieben werden
Skala für Barrieren	0	Große Schwierigkeiten bei der Markteinführung zu erwarten
	5	Geringe Schwierigkeiten bei der Markteinführung zu erwarten



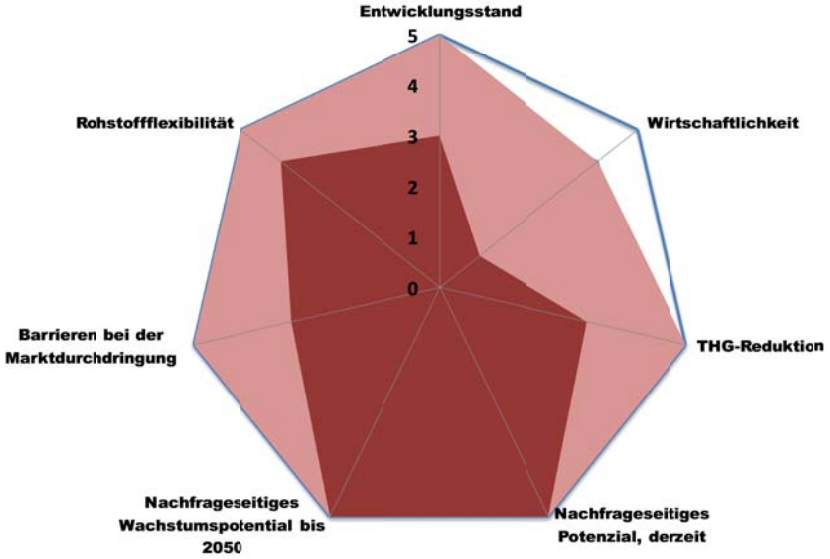
Wärme-bereitstellung



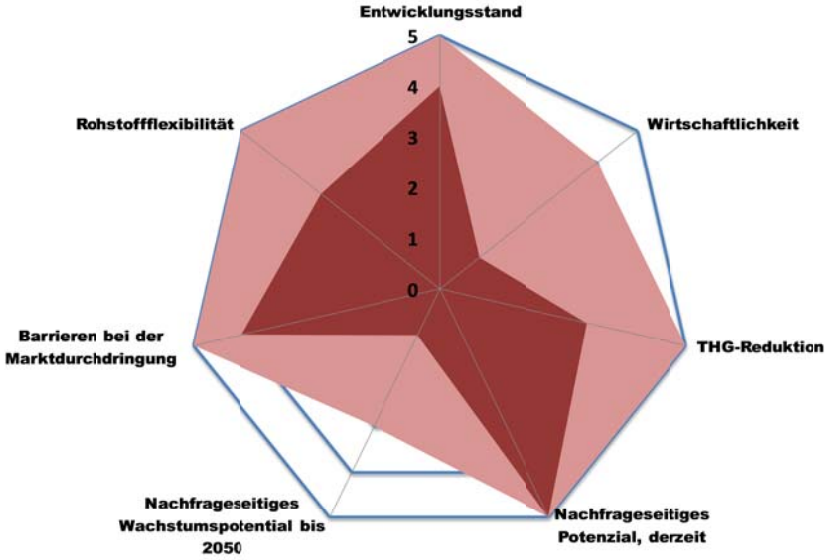
KWK - gasförm. Biomasse



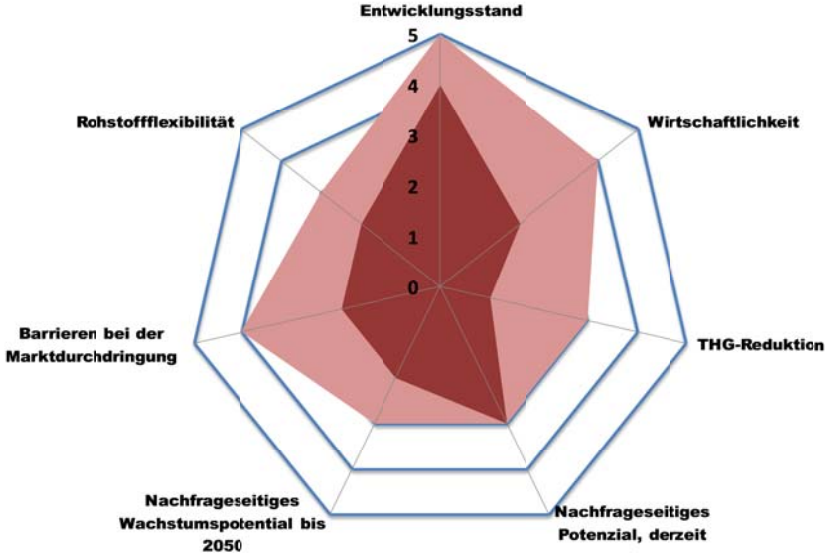
KWK - Feste Biomasse



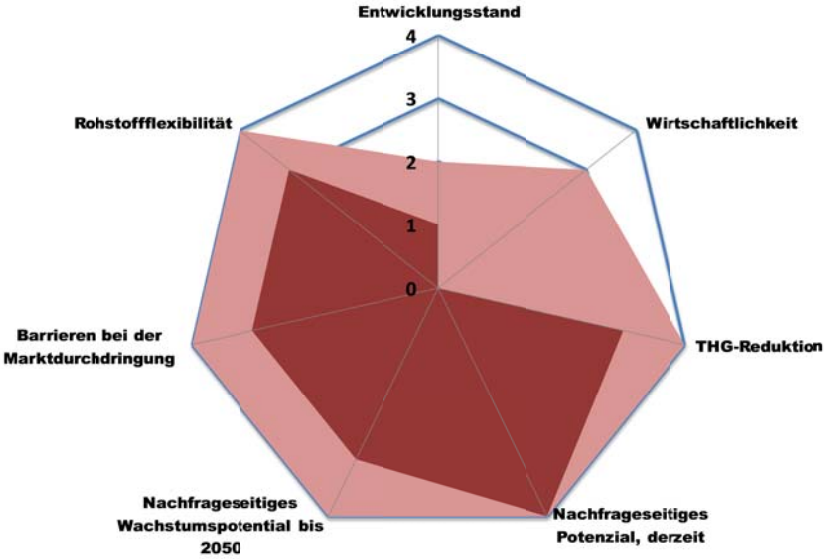
Zufeuerung fester oder gasförmiger Biomasse (E/KWK)



1st gen. Biofuels



2nd gen. Biofuels



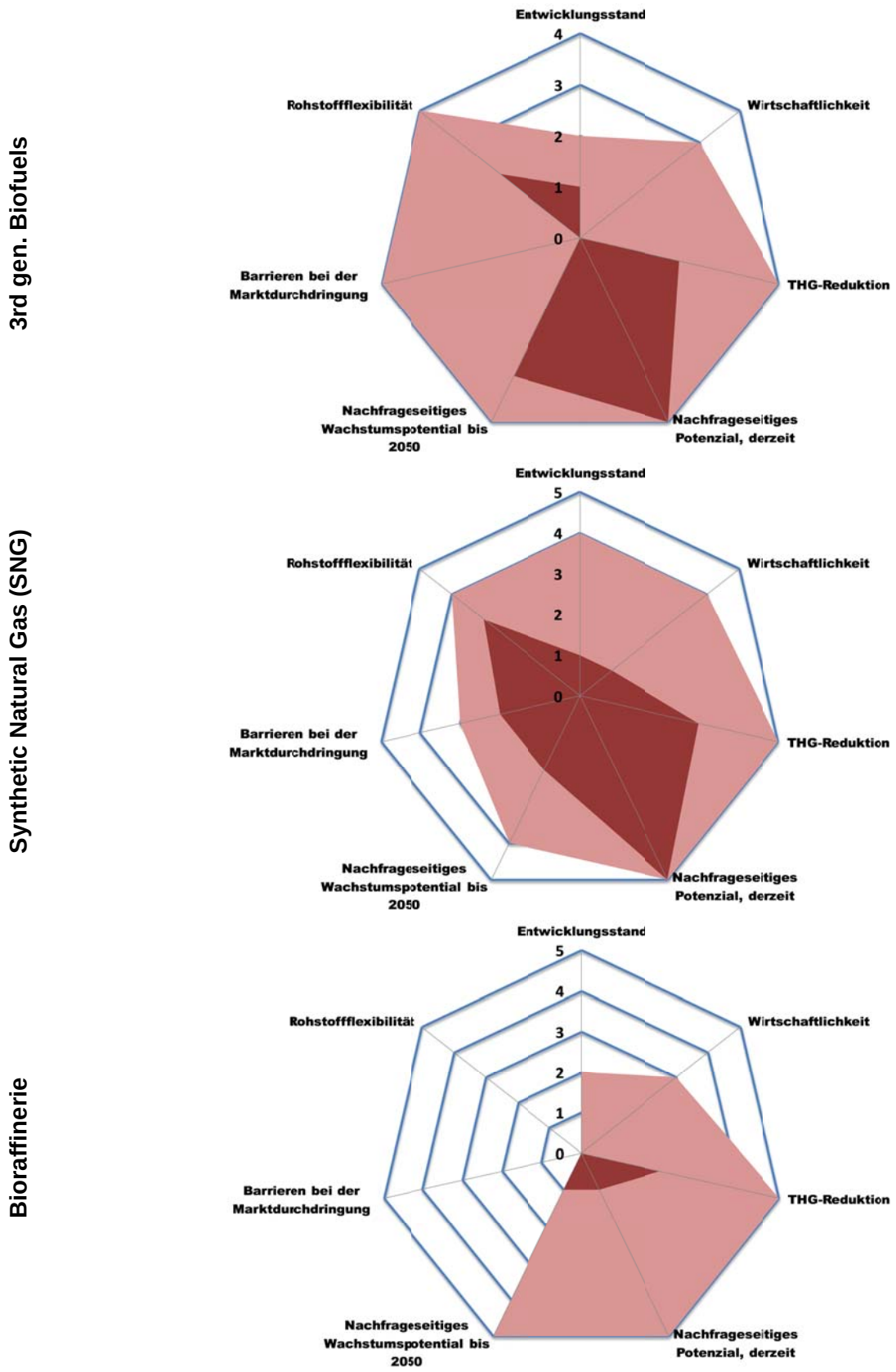


Abbildung 47a-j Vergleichende Darstellung der Indikatoren Entwicklungsstand, Wirtschaftlichkeit, THG-Reduktion, Nachfrageseitigem Potenzial derzeit und bis 2050, Barrieren der Marktdurchdringung sowie Rohstoffflexibilität für Gruppen von Bioenergie-Technologien.

Die verschiedenen Farben stellen Bandbreiten in der Literatur bzw. nach Technologie-Untergruppen dar.

Im Folgenden sind ausgewählte, beispielhafte Interpretationen der Indikatoren nach Technologie-Gruppen angeführt:

- Fortschrittliche Vorbehandlungsmethoden:
  Als Beispiel für fortschrittliche Vorbehandlungsmethoden wird die Torrefizierung und Pelletisierung betrachtet. Anlagen existieren, ihre Rentabilität bis 2050 wird erwartet. Eine direkte Reduktion der Treibhausgasemissionen resultiert nicht aus dem Einsatz von Vorbehandlungstechnologien, sondern dient der Mobilisierung nutzbarer Potentiale. Aktuelle nachfrageseitige Potentiale sowie nachfrageseitige Wachstumspotentiale bis 2050 sind groß, vor allem hinsichtlich der Bereitstellung elektrischer Energie. Zur Bereitstellung von thermischer Energie wird allerdings ein sinkendes Potential erwartet (siehe Wärmebereitstellung). Die Rohstoffflexibilität steigt durch den Einsatz von Torrefizierungstechnologien durch einen höheren Mobilisierungsgrad noch ungenützter Biomasseprodukte.

- Wärmebereitstellung:
  Das sinkende nachfrageseitige Potential erklärt sich durch eine steigende Anzahl gedämmter Gebäude und daher durch einen sinkenden Wärmebedarf bis 2050. Barrieren sind hingegen in weniger bebauten Gebieten, bis auf einen hohen Wartungsaufwand kaum zu erwarten. Im städtischen Bereich kann allerdings ein weiteres Bestehen von Barrieren (z.B. Platzbedarf für Lagerraum etc) erwartet werden. Größere Anlagen zur Wärmebereitstellung sind beispielsweise im Gegensatz zu Pelletskesseln im Haushalt des Weiteren nicht auf qualitativ hochwertigste Brennstoffe angewiesen.

- Kraftwärmekopplung basierend auf Biogas:
  Biogasanlagen sind generell gut entwickelt und kommerziell erhältlich. Der wirtschaftliche Betrieb hängt im Wesentlichen von politischen Rahmenbedingungen und Substratpreisen ab. Werden Abfallprodukte zur Biogasproduktion eingesetzt, können so mitunter nicht nur negative Kosten, sondern auch negative THG-Emissionen generiert werden. Der Anbau von Agrarprodukten zur Biogasproduktion schwächt hingegen beide Bilanzen. Grund dafür sind einerseits die kompetitive Nutzung von Nahrungsmitteln sowie direkte und indirekte Landnutzungsänderung. Das nachfrageseitige Potential zur Bereitstellung elektrischer Energie ist und bleibt hoch, Barrieren bei der Marktdurchdringung sind jedoch hinsichtlich der Wärmeabnehmer (siehe Wärmebereitstellung) zu erwarten. Die Rohstoffflexibilität hingegen kann durch die Entwicklung neuer Technologien erweitert werden (z.B.: Erschließung der Lignocellulose-Biomasse).

- Kraftwärmekopplung mit fester Biomasse:
  Technologien zur konventionelle Verfeuerung fester Biomasse sind gut erschlossen. Eine Steigerung des Wirkungsgrades durch Vergasung ist allerdings noch möglich. Hier ist der Entwicklungsstand jedoch schwer einschätzbar. Ohne Förderungen ist diese Technologie zurzeit kaum wirtschaftlich, für den Fall der Mikrokraftwärmekopplungsanlagen für feste Biomasse sogar bis 2050 schwer vorstellbar.

- Zufeuerung fester oder gasförmiger Biomasse (E/KWK):
  Die Wirtschaftlichkeit der Zufeuerung von fester oder gasförmiger Biomasse in

Kohlekraftwerken ist von Strom-, Kohle- und Biomassepreisentwicklungen abhängig. Ökonomische und ökologische Bilanzen sind, wie in den vorigen Absätzen erwähnt, sehr unterschiedlich auf Grund verschiedener Rohstoffquellen. Das nachfrageseitige Potential ist langfristig kritisch zu sehen, da der langfristige Ausbau von Kohlekraftwerkskapazitäten nicht realistisch erscheint bzw. stark von Klimaschutzzielen abhängt. Die Rohstoffflexibilität ist auch hier für große Anlagen gesichert, kleinere Anlagen sind allerdings eher auf Biomasse mit beispielsweise niedrigerem Aschegehalt und besserer Pulverisierbarkeit angewiesen.

- 1st gen. Biofuels:
  Nur durch starke Förderungsmaßnahmen ist es zurzeit für Biotreibstoffe der ersten Generation möglich, gegen den Rohölpreis zu konkurrieren. Treibhausgasemissionen sind deutlich höher als bei anderen Biomasse-Konversionspfaden. Die wesentlichen Ursachen liegen im Einsatz von Düngemitteln, indirekten und direkten Landnutzungsänderung sowie Effizienz-Verlusten bei der Produktion des Treibstoffes. Das nachfrageseitige Potential ist aus verschiedenen Gründen gering. In Deutschland wird dieses durch Fahrzeuggarantiefragen geschwächt, in Österreich ist hingegen die öffentliche Akzeptanz der Ressourcenfrage dafür ausschlaggebend. Bis 2050 könnte das nachfrageseitige Potential weiter durch eine Steigerung der E-Mobilität sowie des Einsatzes von öffentlichen Verkehrsmitteln beeinflusst werden, wenn auch nur in Szenarien mit sehr starker Reduktion der Mobilität auf Basis von Verbrennungsmotoren. Die Akzeptanz der Fahrzeugbesitzer ist des Weiteren eine ausschlaggebende Barriere für diese Technologie. Außerdem ist das Umrüsten einer Produktionsanlage auf einen anderen Rohstoff kaum möglich und vermindert dadurch deren Flexibilität.

- 2nd gen. Biofuels:
  Es gibt praktisch noch keine kommerziellen Groß-Anlagen zur Produktion von Biotreibstoffe der zweiten Generation. Die Frage der Wirtschaftlichkeit lässt sich daher im Allgemeinen nicht beantworten. Es sind allerdings deutlich geringere Treibhausgas-Emissionen als bei Biotreibstoffen der ersten Generation zu erwarten. Nachfrageseitiges und Wachstumspotenzial sind ebenfalls höher, da die synthetische Produktionsweise eine bessere Annäherung an den fossilen Treibstoff erlaubt. Die größere Akzeptanz sorgt dadurch auch für geringere Barrieren. Des Weiteren ist eine größere Rohstoffflexibilität als bei Biotreibstoffen der ersten Generation zu erwarten.

- 3rd gen. Biofuels:
  In den Technologiecluster für Biotreibstoffe der dritten Generation fallen unter anderem die Produktion und Verwendung von Algen, sowie die Produktion von Biowasserstoff. Diese Prozesse sind deutlich komplexer als in den ersten beiden Generationen und sind dadurch durch einen größeren Primärenergieaufwand ausgezeichnet. Einer hohen Nachfrage stehen, vor allem im Fall des Biowasserstoffes, große Barrieren hinsichtlich der Handhabung und Produktion gegenüber.

3.5 Exkurs: Mikroalgen

Biomasse-Produktion auf Basis von Algen wird in einer Reihe an strategischen Dokumenten priorisiert. Daher wird dieser technologische Bereich im Folgenden im Sinne eines Exkurses näher beschrieben.

Etwa 50% der Primärproduktion an Biomasse entfallen auf terrestrische Organismen, 50% auf aquatische (*EPOBIO 2007*). Politische Strategien waren bisher fast ausschließlich auf die Nutzung von land- und forstwirtschaftlicher Biomasse ausgerichtet. Die Weltagrarmärkte zeigen bereits seit längerer Zeit eine Trendumkehr: in acht der letzten zehn Jahre lag die Erzeugung unter dem Verbrauch (*Hofreither 2008*). Die derzeit von den USA und der EU verfolgte Produktion biogener Treibstoffe der „ersten Generation“ basiert auf Rohstoffen, die in direkter Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion stehen. Der zunehmende Wettbewerb um Produktionsflächen ist ein treibender Faktor im Bemühen, aquatische Biomasse zur Produktion von Biotreibstoffen heranzuziehen.

Das Konzept, Mikroalgen zur CO2-Bindung und Biokraftstoffproduktion zu nutzen, ist nicht neu. Erste umfassende Forschungsarbeiten wurden während der Energiekrise 1978 am National Renewable Energy Laboratory in den USA initiiert *(NREL 1998)*, mit sinkenden Energiepreisen in den 1990er Jahren wurde die Forschung jedoch nicht weiter finanziert. Im Hinblick auf die Verknappung von fossilen Energieträgern und damit einhergehenden steigenden Energiepreisen haben eine Reihe nichtkommerzieller Forschungsprogramme das Thema aufgegriffen (Cyanotech 2008 ; BIOKING 2009 ; RWE 2009 ; SUBITEC 2009 usw.). Algenkultivierung in Photobioreaktoren (PBR) ermöglicht eine bessere Prozessteuerung und verspricht höhere Flächenerträge gegenüber den bisher verwendeten Open Pond Verfahren. Optimale Reaktordesigns zur wirtschaftlichen Produktion von Algenbiomasse sind Gegenstand der Forschung.

Mit Wachstumsraten, die gut eine Größenordnung über der von terrestrischen Pflanzen liegen, zählen Mikroalgen zu den am schnellsten wachsenden Organismen. *(vgl. Sørensen 2000 S. 305)*. Um das potentiell überragende Flächenertragspotential von Mikroalgen zu verdeutlichen, stellte Chisti (*2007)* einen Vergleich des Ölertrags mit anderen biogenen Rohstoffen für die Biodieselproduktion an. Aus dem Anteil der benötigten Ackerfläche schließt Chisti, dass Mikroalgen „die einzige Quelle von Biodiesel sind, die das Potential haben fossile Treibstoffe komplett zu ersetzen“.

Meerespflanzen wie Algen oder Seegras werden bereits als Baumaterialien und Energielieferanten verwendet und gelten als mögliche CO2-Senke (*Heumer und Mock 2008*). Insbesondere Mikroalgen werden als potentieller Rohstoff für Biotreibstoffe und zur Treibhausgasreduktion diskutiert. (z.B *Kadam 1996 ; NREL 1998 ; Benemann J. und P. 2007 ; Huntley und Redalje 2007 ; Chisti 2008*). Mikroalgen können zur Produktion einer Reihe verschiedener Biotreibstoffe herangezogen werden.

Es wurde in Laborversuchen gezeigt, dass die Kultivierung von Makro- und Mikroalgen auf Basis von industriellen Rauchgasen eine direkte biologische Speicherung von CO2 ermöglicht (*Packer 2009*). CO2 ist ein wichtiger Nährstoff für den größten Teil aller photosynthetisch aktiven Organismen. Bisher war die Diskussion zumeist auf die geologische Sequestrierung von CO2 aus industriellen Prozessen beschränkt.

Im November 2008 wurde die erste europäische Versuchsanlage zur Kultivierung von Algenbiomasse auf Basis von Rauchgasen aus einem thermischen Kraftwerk in Niederaußem, Deutschland, gebaut.

Zur Energiegenerierung aus Mikroalgen müssen große Mengen an Biomasse kostengünstig hergestellt werden können.

Aufgrund der wesentlich höheren Flächenproduktivität und der besser kontrollierbaren Prozessparameter von Photobioreaktoren gegenüber Open Pond Verfahren erscheint der Einsatz zur Produktion von Biotreibstoffen als vorteilhaft und war in der Vergangenheit Gegenstand intensiver Forschungsanstrengungen. Dennoch konnte bisher nicht gezeigt werden, dass die Kosten für Algenbiomasse in Photobioreaktoren unter jenen von Open Ponds liegen können.

Trotz der hohen Photoeffizienz der Algen liegt der gesamte Wirkungsgrad der Algenkultivierung (an der gesamten solaren Einstrahlung) insgesamt in der Größenordnung von unter 5%, noch ohne die Umwandlungsverluste bei der Verstromung oder Methanisierung zu berücksichtigen. Es erscheint aus dieser Überlegung sehr fraglich, ob Algen zur reinen Energiegewinnung, im Vergleich mit Photovoltaik, die bei höherem Wirkungsgrad ebenfalls auf degradierten Flächen eingesetzt werden kann, in Zukunft eingesetzt werden.

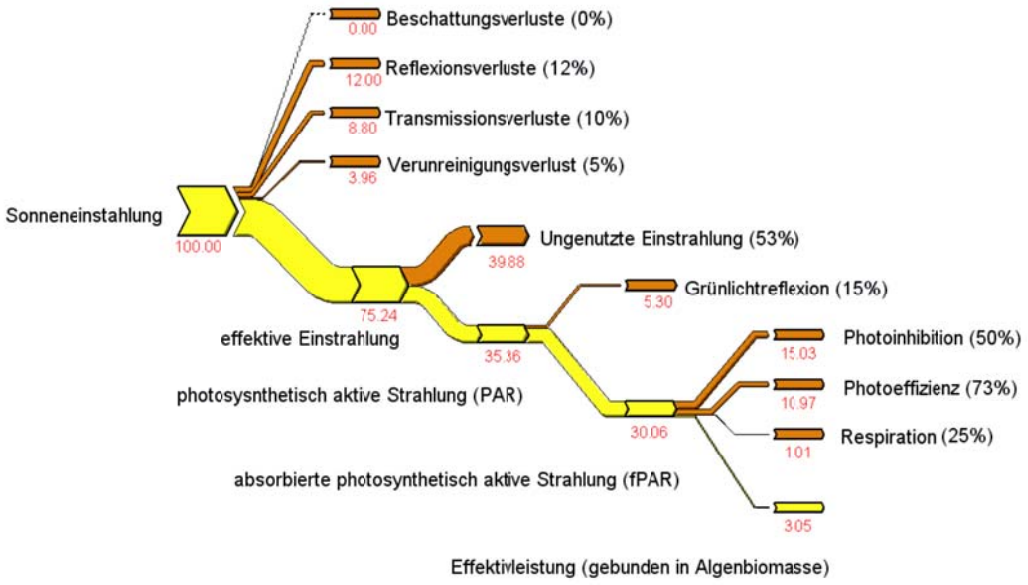


Abbildung 48 Photosynthetische Effizienz des Photobioreaktors – Referenzszenario (Quelle: Matzenberger 2009)

In jüngster Zeit stellen sich innovative Konzepte zur Kultivierung von Mikro- und Makroalgen vor allem in einem Bioraffinerieansatz mit höherwertigen Kuppelprodukten dar. Zahlreiche höherwertige Kuppelprodukte für Algen existieren und werden derzeit beispielsweise für spezielle pharmazeutische Produkte (eg. Asthaxantin in Sonnenschutz Creme) oder als Nahrungergänzungsmittel vermarktet. Aufgrund der enormen Vielzahl der Algenspezies (womit auch unterschiedliche Kultivierungsbedingungen verbunden sind) ergibt sich potentiell eine Vielzahl an Produkten die in einem derartigen Bioraffineriekonzept hergestellt werden können. Neuere Konzepte für Makro- und Mikroalgenkultivierungsanlagen in

Verbindung mit Offshore-Windparks sind in Diskussion. (WBGU 2013) Dadurch könnte zu geringen Flächenkosten produziert werden. Wirtschaftlichkeit (insbesondere auch der Wartungskosten und Ausfallsicherheit) sowie ökologische Unbedenklichkeit dieser Bioraffineriekonzepte werden in Zukunft nachgewiesen werden müssen.

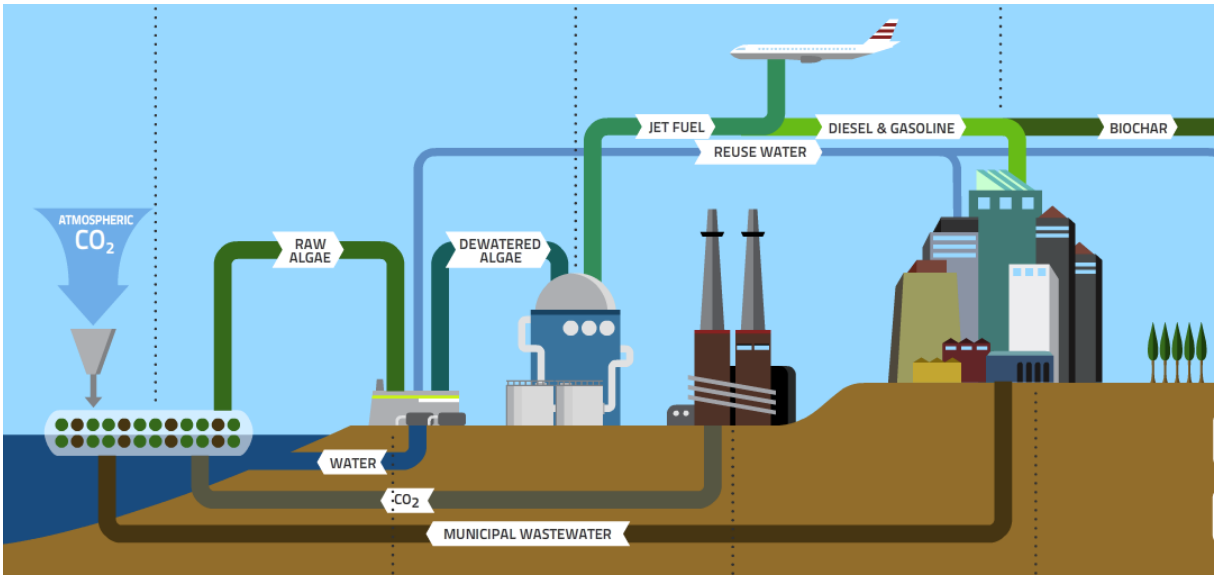


Abbildung 49 Schematische Darstellung einer Algen-Bioraffinerie *Quelle: Algea Systems LLC (2011)*

4 Internationaler Biomassehandel

Inhalt dieses Kapitels sind die mit energetischer Biomassenutzung in Zusammenhang stehender Außenhandelsströme. Die folgenden Abschnitte beschäftigen sich mit methodischen Aspekten (4.1), der globalen (4.2), der europäischen (4.3) sowie der österreichischen Perspektive (4.4). In Abschnitt 4.5 erfolgt eine Diskussion der wesentlichsten Trends und Perspektiven internationalen Biomassehandels.

4.1 Methodische Aspekte

Bei der Analyse der Biomasse-Außenhandelsströme sind folgende Aspekte zu berücksichtigen (Kalt 2010) (vlg. auch (Heinimö 2008) und (Heinimö & Junginger 2009)):

1. Viele Biomassefraktionen werden sowohl für energetische als auch stoffliche Zwecke (z.B. Hackschnitzel) bzw. zur Nahrungsmittelproduktion oder als Futter (z.B. Ölsaaten, Getreide) gehandelt. Derartige Handelsströmen werden im Folgenden mit dem Zusatz „für energetische oder stoffliche Nutzung“ ausgewiesen.
2. Die energetische Nutzung von Reststoffen (insbesondere Sägenebenprodukten) geht häufig auf ursprünglich für stoffliche Zwecke importierte Rohstoffe bzw. Produkte zurück. Im Folgenden werden diese Mengen als „indirekte“ Importe bezeichnet.
3. In Zusammenhang mit biogenen Kraftstoffen ist zu beachten, dass unterschiedliche Formen des Außenhandels möglich sind: der Handel von Energiepflanzen (in unverarbeiteter oder aufbereiteter Form, d.h. im Fall von Biodiesel: Ölsaaten oder Pflanzenöl) sowie der „direkte“ Import biogener Kraftstoffe in purer oder fossilen Energieträgern beigemischter Form.

Für die folgenden Analysen bzw. Darstellungen von Biomasse-Handelsströmen bedeutet das:

- Eine Betrachtung von Energiebilanzen alleine reicht nicht aus, um einen Einblick in die Abhängigkeit von Biomasseimporten bzw. die Bedeutung von Außenhandel für den Bioenergie-Sektor zu bekommen. Die Daten zum Biomassehandel laut Energiebilanzen (EU-27 und Österreich) dienen daher lediglich als Ausgangspunkt.
- (ad 1) Obwohl in den letzten Jahren Produktcodes (CN Codes; Tabelle 5) für biogene Energieträger (insbesondere Pellets und Biodiesel) eingeführt wurden, gibt es in statistischen Daten zu Außenhandelsströmen im Allgemeinen keine Differenzierung zwischen unterschiedlichen Nutzungsarten. (Tabelle 5 gibt einen Überblick über einige der wichtigsten Produktcodes.)
  Im vorliegenden Bericht werden in solchen Fällen die gesamten Handelsströme dargestellt.
- (ad 2) In Zusammenhang mit indirektem Biomassehandel sind insbesondere die Rundholz-Handelsströme der Holz verarbeitenden Industrien von Bedeutung. Da Holzprodukte nach Ende ihrer Lebensdauer entweder in Form von Altholz einer stofflichen Nutzung zugeführt oder energetisch verwertet werden, stellen de facto sämtliche Handelsströme von Holzprodukten „indirekten Biomassehandel“ dar. Da jedoch bei Holzprodukten im Allgemeinen keine ausreichend detaillierten Daten vorliegen, wird lediglich die in diesem Zusammenhang quantitativ bedeutendste Holzfraktion, nämlich Schnittholz betrachtet.

- (ad 3) In einem ersten Schritt werden die in Statistiken erfassten Import-/Export-Ströme der biogenen Kraftstoffe Biodiesel und Ethanol dargestellt und analysiert. Darüber hinaus werden Statistiken zu Produktion und Verbrauch der Kraftstoffe sowie langfristige Trends bei der Erzeugung, der Verwendung und den Außenhandels-bilanzen der entsprechenden Ackerfrüchte (Getreide, Zuckerrohr, Ölsaaten, Pflanzenöl) in Betracht gezogen.

Ein Aspekt, der in den letzten Jahren zunehmend an Aufmerksamkeit bekam, und der mit der energetischen Nutzung und den Handelsströmen landwirtschaftlicher Erzeugnisse (insbesondere zur Produktion von Biodiesel und Ethanol) in Zusammenhang steht, sind die indirekten Landnutzungsänderungen (indirect land use change, „iLUC“; siehe 5.3).

Tabelle 5 Handelscodes ausgewählter Biomassefraktionen .
Quelle:(Gerald Kalt et al. 2011) basierend auf (European Commission 2010), (Alakangas et al. 2011), (Akkerhuis 2010) und (Heinimö 2008)

Produktbezeichnung	CN code(s)	Bezeichnung bzw. Definition lt. (European Commission 2010)
Holz		
Brennholz	4401 1000	Fuel wood, in logs, in billets, in twigs, in faggots or in similar forms
Hackschnitzel	4401 2100 (Nadelholz); 4401 2200 (Laubholz)	Wood in chips or particles
Holzreste (inkl. Pellets, Briketts etc.)	4401 3000	Sawdust and wood waste and scrap, whether or not agglomerated in logs, briquettes, pellets or similar forms
Holzpellets	4401 3020	Wood pellets; Sawdust and wood waste and scrap, agglomerated in pellets
Sägespäne	4401 3040	Sawdust of wood, whether or not agglomerated in logs, briquettes or similar forms (excl. pellets)
Altholz	4401 3080	Wood waste and scrap, whether or not agglomerated in logs, briquettes or similar forms (excl. sawdust and pellets)
Holzkohle	4402 0000	Wood charcoal, incl. shell or nut charcoal, whether or not agglomerated
Flüssige Biomasse		
Rapsöl / Sonnenblumenöl	1514 / 1512	Rape, colza or mustard oil and fractions thereof / Sunflower-seed, safflower or cotton-seed oil and fractions thereof, whether or not refined, but not chemically modified
Palmöl	1511	Palm oil and its fractions, whether or not refined (excl. chemically modified)
Ethanol	2207 1000; 2207 2000; 3824 9099	Undenatured ethyl alcohol, of actual alcoholic strength of 80%; denatured ethyl alcohol and other spirits of any strength; chemical products and preparations of the chemical or allied industries
Biodiesel	3824 9091	Fatty acid mono-alkyl esters, containing by volume 96,5% or more of esters
Schwarzlauge	3804 0000	Residual lyes from the manufacture of wood pulp, whether or not concentrated, desugared or chemically treated, including lignin sulphonates

4.2 Globale Handelsströme

In den folgenden Abschnitten erfolgt eine Betrachtung des globalen Handels mit den Biomassefraktionen Holz (Rundholz, Schnittholz, Hackgut, Holzabfälle und Brennholz), Ethanol, Biodiesel, Pflanzenöl bzw. Ölsaaten und Holzpellets.

Die Betrachtung globaler Handelsströme erfolgt meist auf Basis der UN-Klassifizierung nach geographischen Makro-Regionen (UN Statistics Division 2012). Hinsichtlich der Holzströme ist dabei zu beachten, dass Russland zur Gänze der Region „Eastern Europe“ zugeordnet wird. Für die genauen Definitionen der Holzfraktionen wird auf (FAO 2011) verwiesen.

4.2.1 Holz

Rundholz stellt die mengenmäßig bedeutendste Holzfraktion dar. Sie beinhaltet Sägerundholz, Industrieholz und Brennholz. Statistisch erfasst werden die Mengen in Kubikmeter ohne Rinde (Festmeter/fm o.R.) Wie in Abbildung 50 dargestellt, war die Region Osteuropa während der letzten 20 Jahre der weitaus wichtigste Nettoexporteur von Rundholz. 2010 beliefen sich die Nettoexporte auf ca. 32 M fm. 2007 waren es noch ca. 57 M fm gewesen, durch die Einführung bzw. Erhöhung der Exportzölle in Russland kam es jedoch in den letzten Jahren zu einer deutlichen Reduktion.

Den mit Abstand größten Nettoimporteur stellt die Region Ostasien dar, wobei 2010 etwa 80% der Nettoimporte dieser Region auf China zurückzuführen waren. Bis vor ca. 10 Jahren war Japan das weitaus wichtigste Rundholz-Importland. Verhältnismäßig große Mengen wurden bis vor wenigen Jahren nach Nordeuropa importiert, aufgrund des Rückgangs der Exporte Russlands lagen die Nettoimporte 2010 jedoch nur mehr bei ca. 2,8 M fm. Die Nettoimporte Süd- mit 3,1 M fm liegen geringfügig, jene von Westeuropa mit 9 M fm deutlich höher. Zum Vergleich: Die aus österreichischen Wäldern entnommene Rundholzmenge (ebenfalls inkl. Industrie- und Brennholz) betrug im Jahr 2010 17,83 M fm.[8]

[8] Die Umrechnung von Energiemengen erfolgte über: 1 M fm = 7,2 PJ (bei durchschnittlich 20% Wassergehalt)

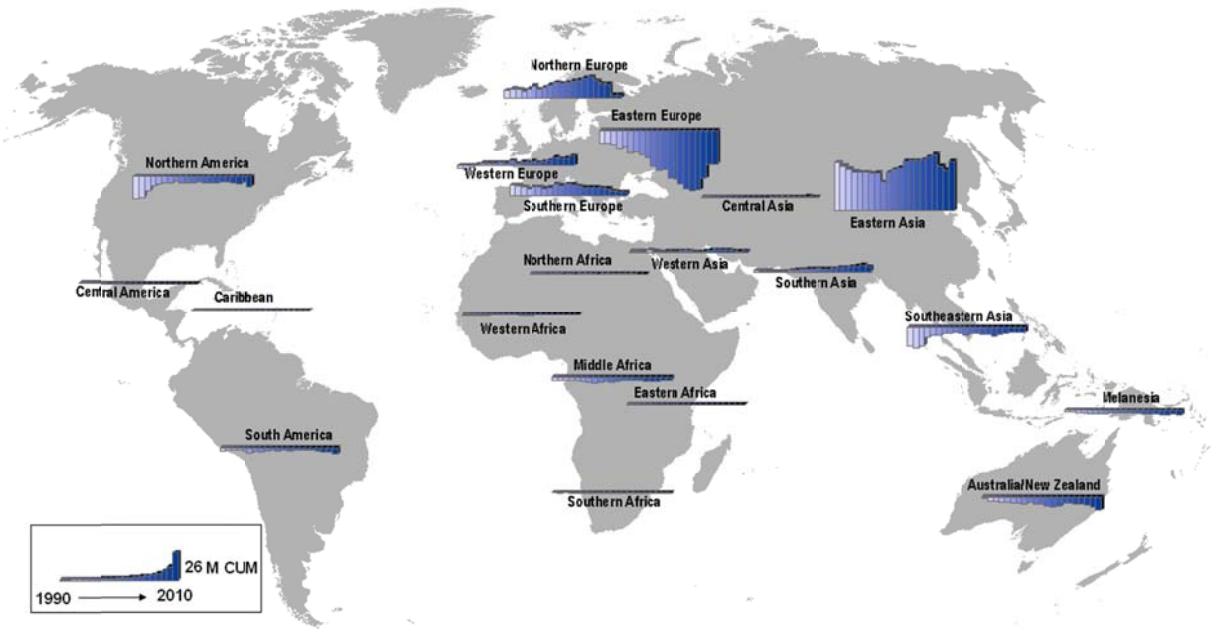


Abbildung 50 Rundholz-Nettoimporte der Weltregionen in Festmeter ohne Rinde
Quelle: (FAO n.d.) eigene Berechnungen und Darstellung

Die in Form von Schnittholz global gehandelten Mengen liegen in einer ähnlichen Größenordnung wie jene von Rundholz. Wie Abb. 51 zeigt, sind auch hier Osteuropa und Ostasien die wichtigsten Export- bzw. Importregionen: 2010 beliefen sich die exportierten/importierten Mengen auf 24 bzw. 22,8 M fm. Nord- und Südamerika sind Nettoexporteure von Schnittholz, Nordafrika und Westasien Nettoimporteure. In Europa zeigt sich bei Schnittholz sehr deutlich das Gefälle zwischen dem holzreichen Skandinavien (Nettoexporte 2010: 10,9 M fm) und dem importabhängigen Südeuropa (Nettoimporte: 6,9 M fm; siehe auch Abschnitt 50).

Zum Vergleich: Österreichs Schnittholzproduktion belief sich 2010 auf 9,6 M fm, mit Nettoexporten in der Höhe von 5,3 M fm. Die österreichischen Schnittholzexporte liegen damit in einer (nicht nur im europäischen, sondern auch im globalen Kontext) durchaus relevanten Größenordnung.

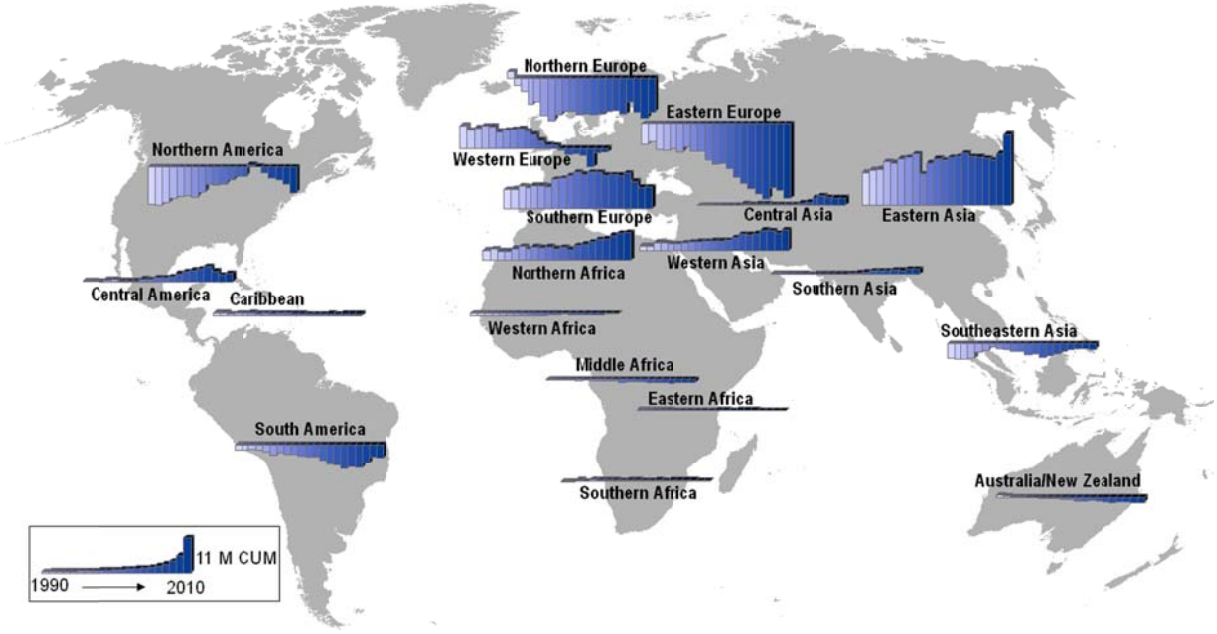


Abbildung 51 Schnittholz-Nettoimporte der Weltregionen
Quelle: (FAO n.d.) eigene Berechnungen und Darstellung

Die globalen Hackgut-Handelsströme (für stoffliche und energetische Nutzung) sind dominiert von den Transporten nach Ostasien (Abb. 52). Im Jahr 2010 beliefen sich die Nettoimporte auf 31,4 M fm. Südamerika und Australien/Neuseeland haben in den letzten beiden Jahrzehnten die größten Mengen exportiert. Die Exporte aus Afrika sind in den letzten Jahren deutlich zurückgegangen, während jene aus Südostasien 2010 auf 13,3 M fm gestiegen sind, und damit den größten Exportstrom in diesem Jahr darstellten.

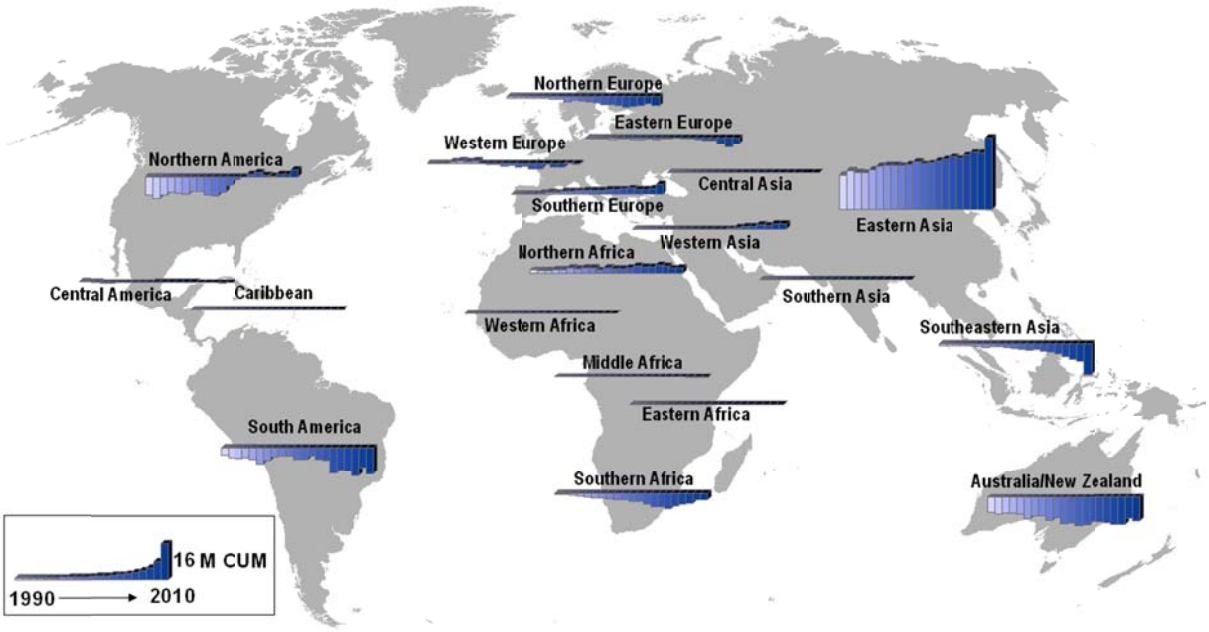


Abbildung 52 Hackgut-Nettoimporte (Sägenebenprodukte und Waldhackgut) der Weltregionen
Quelle: (FAO n.d.) eigene Berechnungen und Darstellung

Der Handel mit Brennholz und holzartigen Reststoffen ist stark durch den innereuropäischen Handel dominiert (siehe unten).

4.2.2 Biodiesel, Pflanzenöl, Ölsaaten

Wie in Kapitel 4.1. erläutert, beinhalten die mit Biodieselnutzung in Zusammenhang stehenden Handelsströme folgende Fraktionen: Biodiesel in purer und fossilem Kraftstoff beigemischter Form, Pflanzenöl und Ölsaaten. Um trotz der methodischen Schwierigkeiten einen Überblick über die derzeitige Situation im globalen Kontext zu geben, wurden folgende Ansätze gewählt:

Zunächst wird auf Basis von Produktions- und Verbrauchsstatistiken ermittelt, welche Weltregionen mehr und welche weniger Biodiesel produzieren als sie verbrauchen, d.h. welche Regionen eine „positive Überschussproduktion und welche eine „negative Überschussproduktion“ aufweisen[9]. Neben der Überschussproduktion in absoluten Zahlen wird auch die „relative Überschussproduktion“ betrachtet[10], die einen Indikator für eine export- bzw. importorientierten Biodieselindustrie darstellt.

Handelsströme der zur Biodieselproduktion eingesetzten Rohstoffe werden in einem zweiten Schritt betrachtet. In Abschnitt 3.1.2 wurde bereits gezeigt, dass Biodieselproduktion nach wie vor nur einen relativ geringen Anteil am globalen Pflanzenölverbrauch hat, und der Anstieg des weltweiten Konsums in den vergangenen Jahrzehnten in erster Linie auf den Nahrungsmittelbereich zurückzuführen ist. Da aus statistischen Daten zu Handelsströmen der jeweilige Verwendungszweck nicht hervorgeht, kann hier lediglich ein Überblick über die derzeitige Situation bzw. die historische Entwicklung des gesamten weltweiten Pflanzenöl- und Ölsaaten-Handels gegeben werden, die Größenordnungen aufgezeigt und Hauptexporteure und -importeure identifiziert werden.

Abb. 53 zeigt die Entwicklung der Überschussproduktion an Biodiesel nach Weltregionen. Hinsichtlich der Zuteilung der Staaten zu Weltregionen wird auf (EIA 2012b) verwiesen; zu erwähnen ist jedoch, dass die baltischen Staaten hier der Region Eurasien zugeteilt sind, und dass Produktion und Verbrauch biogener Kraftstoffe in Eurasien in erster Linie auf Lettland und Litauen zurückgehen (zum Teil auch auf Weißrussland).

Europa hat bis 2006 mehr produziert als verbraucht, ist jedoch in den folgenden Jahren zum Nettoimporteur von Biodiesel geworden. Die Daten deuten darauf hin, dass im Jahr 2010 etwa ein Viertel des Verbrauchs in den EU-27 (vgl. Abb. 54; der Verbrauch in anderen europäischen Ländern kann als vernachlässigbar betrachtet werden) in Form von Biodiesel aus anderen Weltregionen importiert wurde. Die Weltregionen mit signifikanten positiven Überschussproduktionen sind Amerika und Asien/Ozeanien.

[9] Die Überschussproduktion ist dabei definiert als Produktion minus Verbrauch in einem bestimmten Jahr. Unter Vernachlässigung von Lagerhaltung und der zeitlichen Differenz zwischen Produktion und Verbrauch könnten diese Mengen auch als Nettoexporte gesehen werden; Da hier jedoch Weltregionen betrachtet werden, und sich durch Überseetransporte und Lagerhaltung signifikante Verzögerungen zwischen Produktion und Verbrauch ergeben (worauf die Daten auch hindeuten), erscheint eine Interpretation als Nettoexporte nicht gänzlich korrekt.

[10] Die relative Überschussproduktion ist folgendermaßen definiert:
(Produktion – Verbrauch)/Produktion.

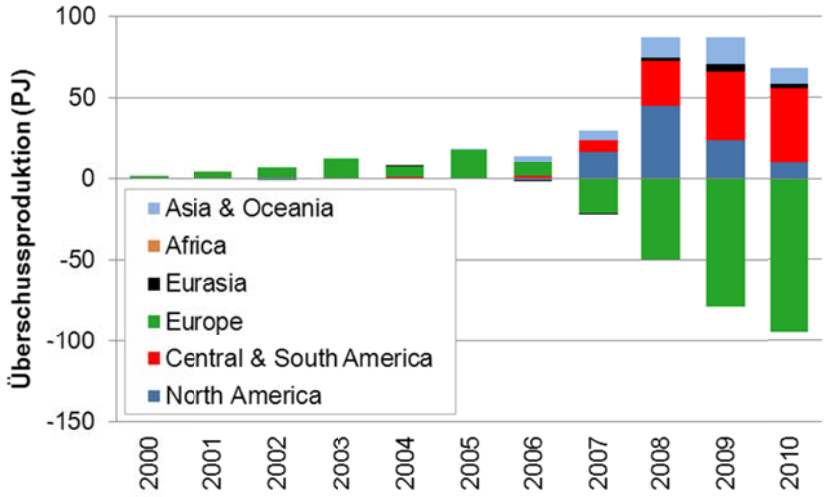


Abbildung 53 Entwicklung der „Überschussproduktion" an Biodiesel nach Weltregionen
Quelle: (EIA 2012b), eigene Berechnungen und Darstellung

Aus den Entwicklungen der relativen Überschussproduktion geht hervor, dass insbesondere die afrikanische und die eurasische Biodieselindustrie mit einer relativen Überschussproduktion von ca. 70 bzw. knapp 50% im Jahr 2010 stark exportorientiert sind. Die relative Überschussproduktion von Nord- bzw. Mittel- und Südamerika liegen bei etwa 25%, während jene von Europa bei etwa -30% liegt (bei zunehmend negativem Trend).

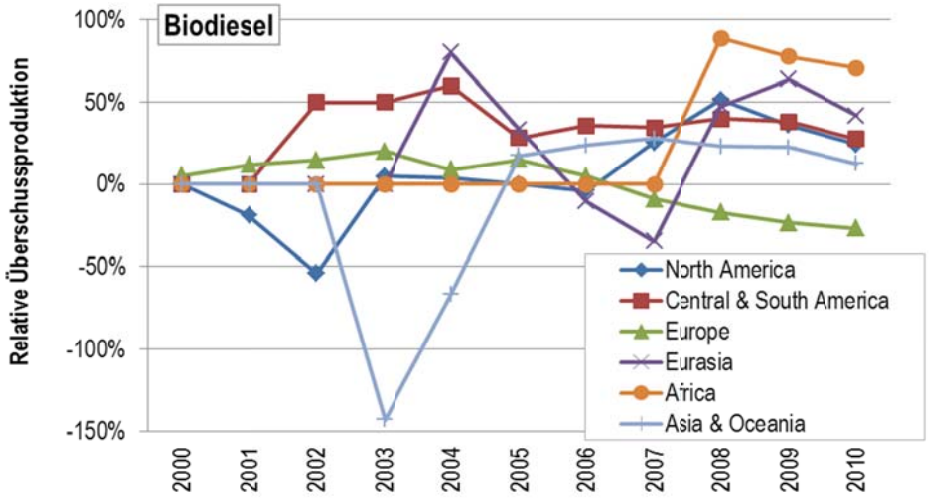


Abbildung 54 Entwicklung der „relativen Überschussproduktion" an Biodiesel nach Weltregionen
Quelle: (EIA 2012b), eigene Berechnungen und Darstellung

Die Ergebnisse einer Analyse der weltweiten Biodiesel-Handelsströme für das Jahr 2011, veröffentlicht in (Patrick Lamers 2011), ist in Abb. 55 dargestellt. Die dargestellten Handelsströme stellen keine direkt statistisch erfassten Daten dar, sondern beruhen auf einer Reihe von Annahmen; es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die Hauptströme größenordnungsmäßig die Realität gut widerspiegeln. Die Darstellung zeigt, dass die innerhalb von Europa international gehandelten Mengen mit Abstand den höchsten Wert aufweisen (etwa 135 PJ). Europas Importe aus Südamerika gehen laut (Patrick Lamers

2011) auf Argentinien zurück, und sind mit knapp 50 PJ deutlich höher als jene aus Indonesien und Malaysia (in Summe gut 30 PJ). Die Importe aus den USA und Indien betrugen 2011 in Summe etwa 7 PJ.

2008 wurden laut (Patrick Lamers 2011) noch die weitaus größten Mengen (ca. 80 PJ) aus den USA nach Europa exportiert, wobei die USA etwa die Hälfte davon selbst aus Argentinien und Südostasien importiert hatte. Grund dafür waren rechtliche Schlupflöcher bei den Steuergutschriften für Biodiesel in den USA, die den Import und anschließenden Export von Biodiesel zu einem lukrativen Geschäft machten. Durch die von der EU erlassenen Anti-Dumping- bzw. Ausgleichszölle wurden die Importströme aus den USA seit 2008 deutlich eingedämmt.

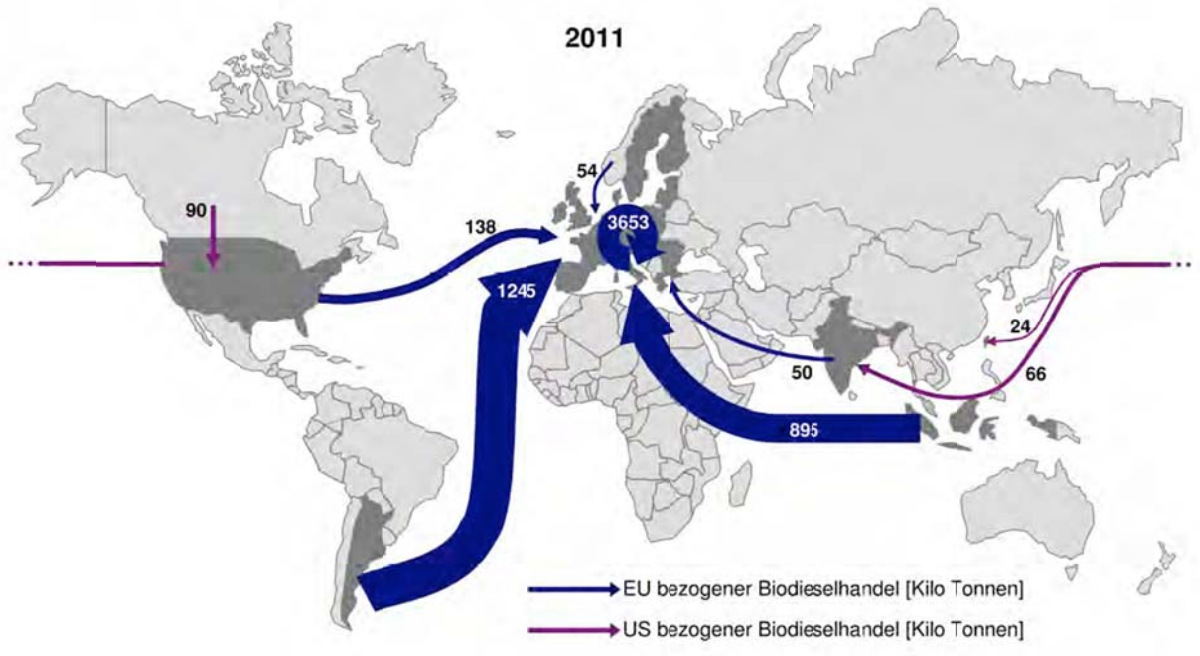


Abbildung 55 Globale Biodiesel-Handelsströme im Jahr 2011
Quelle: (Patrick Lamers 2011)

In Abb. 56 sind die Nettoimporte/-exporte an Pflanzenöl und Ölsaaten nach Weltregionen dargestellt. Da es für die gegenständliche Betrachtung zweitrangig ist, ob der Rohstoff in Form von Pflanzenöl oder in unverarbeiteter Form gehandelt werden, wurden die Handelsströme von Ölsaaten auf Basis ihrer Ölgehaltes in „Pflanzenöläquivalente“ umgerechnet.

Die Darstellung zeigt, dass im Wesentlichen vier Regionen Nettoexporteure sind: Südostasien, Südamerika, Nordamerika und (in deutlich geringerem Umfang) Osteuropa. Die Nettoexporte Südostasiens beliefen sich 2009 auf fast 28 Mt Pflanzenöl-Äquivalente, wobei diese Menge praktisch zur Gänze auf Palmöl zurückgeht (bei anderen Pflanzenölen bzw. Ölsaaten ist Südostasien Nettoimporteur). Die Nettoexporte von Nord- und Südamerika beliefen sich auf ca. 13 bzw. 14 Mt, jene von Osteuropa auf 5,5 Mt. Die weitaus größten Importströme fließen nach Ost- und Südasien (23,5 bzw. 12,7 Mt im Jahr 2009). Die Nettoimporte Südeuropas lagen 2009 bei 4,4 Mt. In Summe sind die Nettoimporte Europas mit ca. 1 Mt leicht positiv (in Abschnitt 4.3 erfolgt eine Analyse für die EU-27).

In Summe belaufen sich die gesamten in Abb. 56 dargestellten Handelsströme auf etwa 40% des weltweiten Pflanzenölkonsums, d.h. etwa 40% der Weltproduktion werden nicht innerhalb der jeweiligen Weltregion konsumiert sondern exportiert. Der gesamte Pflanzenölbedarf für Biodiesel wurde für 2010 mit 18,5 Mt berechnet, und liegt damit etwa 30 bzw. 40% über den Nettoexporten Nord- und Südamerikas. Im Vergleich zu den weltweiten Haupt-Handelsströmen mit Pflanzenöl bzw. Ölsaaten handelt es sich als um eine durchaus relevante Größenordnung.

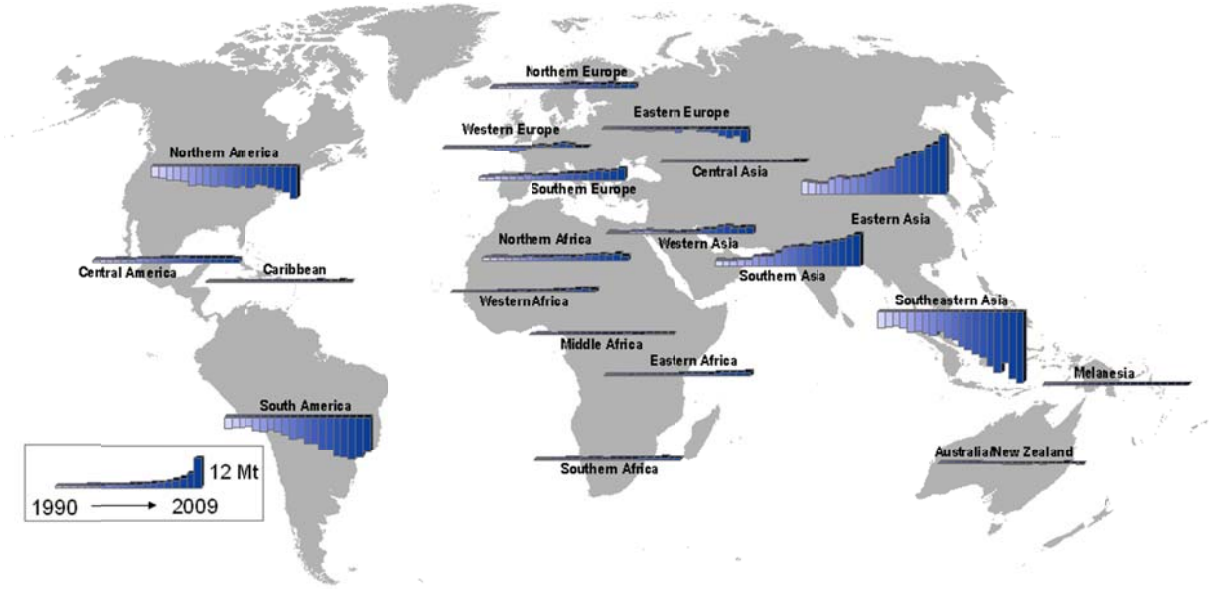


Abbildung 56 Nettoimporte an Pflanzenöl und Ölsaaten der Weltregionen
(Ölsaaten wurden unter Berücksichtigung durchschnittlicher Ölanteile (USDA 2012) in „Pflanzenöl-Äquivalente“ umgerechnet)
Quelle: (FAO n.d.) eigene Berechnungen und Darstellung

4.2.3 Ethanol

Wie bereits im vorigen Abschnitt, wird auch bei der folgenden Analyse der Ethanol-Handelsströme zunächst auf direkten Handel in Form von Ethanol, und anschließend auf die zur Ethanolproduktion eingesetzten landwirtschaftlichen Erzeugnisse eingegangen.

Die Produktions- und Verbrauchsdaten nach (EIA 2012b), die zur Berechnung der in Abb. 57 dargestellten Überschussproduktion herangezogen wurde, deuten darauf hin, dass der Verbrauch zu einem Großteil nicht statistisch erfasst ist. (Hinsichtlich der im Folgenden dargestellten Außenhandelsdaten kann davon ausgegangen werden, dass dieser nicht erfasste Konsum in erster Linie in Brasilien stattfindet.) Ungeachtet dessen deuten die Daten darauf hin, dass die USA in den letzten Jahren von einem Nettoimporteur zu einem Exporteur geworden ist, während Europa in zunehmendem Maße importiertes Ethanol konsumiert.

Aus den in Abb. 57 dargestellten Entwicklungen der relativen Überschussproduktion lassen sich folgende Erkenntnisse ableiten: Wie auch bei Biodiesel zeigt sich in Europa die stärkste

Importabhängigkeit (ca. 50% in 2010). Die Ethanolproduktion in Afrika scheint in den Jahren 2009 und 2010 zum Großteil exportiert worden zu sein; jedenfalls steht einer Produktion von 1,24 PJ (ca. 50% davon wurden im Sudan produziert, der Rest in Malawi, Äthiopien und Zimbabwe) ein statistisch erfasster Verbrauch von nur 0,28 PJ entgegen (im Sudan und in Zimbabwe wird der Verbrauch mit 0 angegeben).

Die hier mit durchschnittlich 30% (2000 bis 2010) recht hoch bezifferte relative Überschussproduktion in Brasilien (die übrigen süd- und mittelamerikanischen Staaten sind in diesem Kontext vernachlässigbar) ist, wie bereits angesprochen, auf eine unvollständige Erfassung des Ethanolverbrauchs in Brasilien zurückzuführen. Laut Exportstatistiken nach (UNICA 2012) (siehe unten) wurden 2006 bis 2008 zwischen 19 und 24% der Gesamtproduktion exportiert.

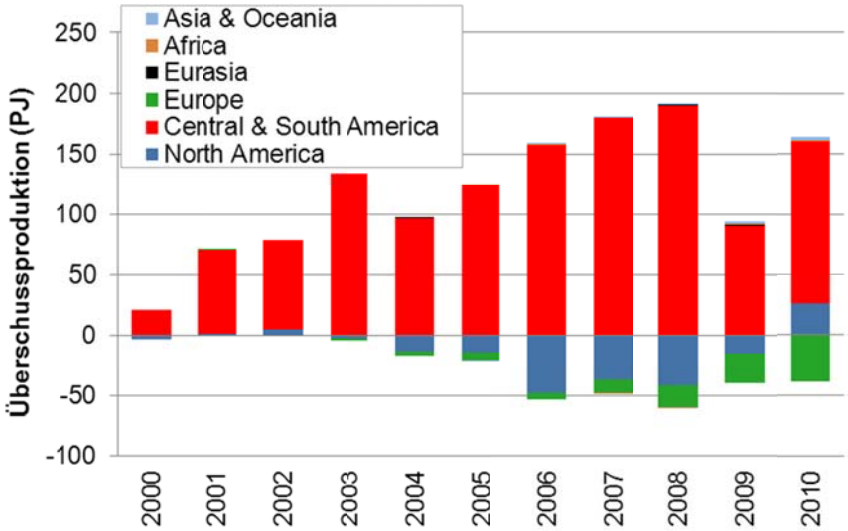


Abbildung 57 Entwicklung der globalen „Überschussproduktion“ an Ethanol nach Weltregionen
Quelle: (EIA 2012b), eigene Berechnungen und Darstellung

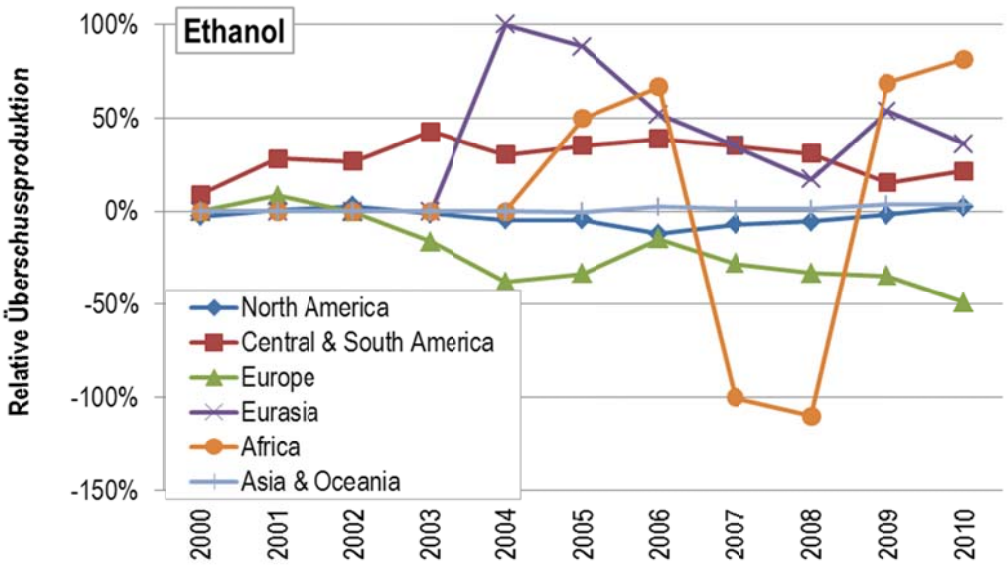


Abbildung 1. Entwicklung der relativen „Überschussproduktion" an Ethanol nach Weltregionen
Quelle: (EIA 2012b), eigene Berechnungen und Darstellung

Abb. 59 zeigt die globalen Ethanol-Handelsströme im Jahr 2009 nach (P. Lamers et al. 2011). Die Darstellung zeigt neben den USA und Europa auch Japan, Südkorea und Indien als wichtige Importmärkte und Brasilien als Haupt-Exportland. Aus den Daten nach (EIA 2012b) lassen sich allerdings keine nennenswerte Handelsströme nach Indien, Japan und Südkorea ableiten.

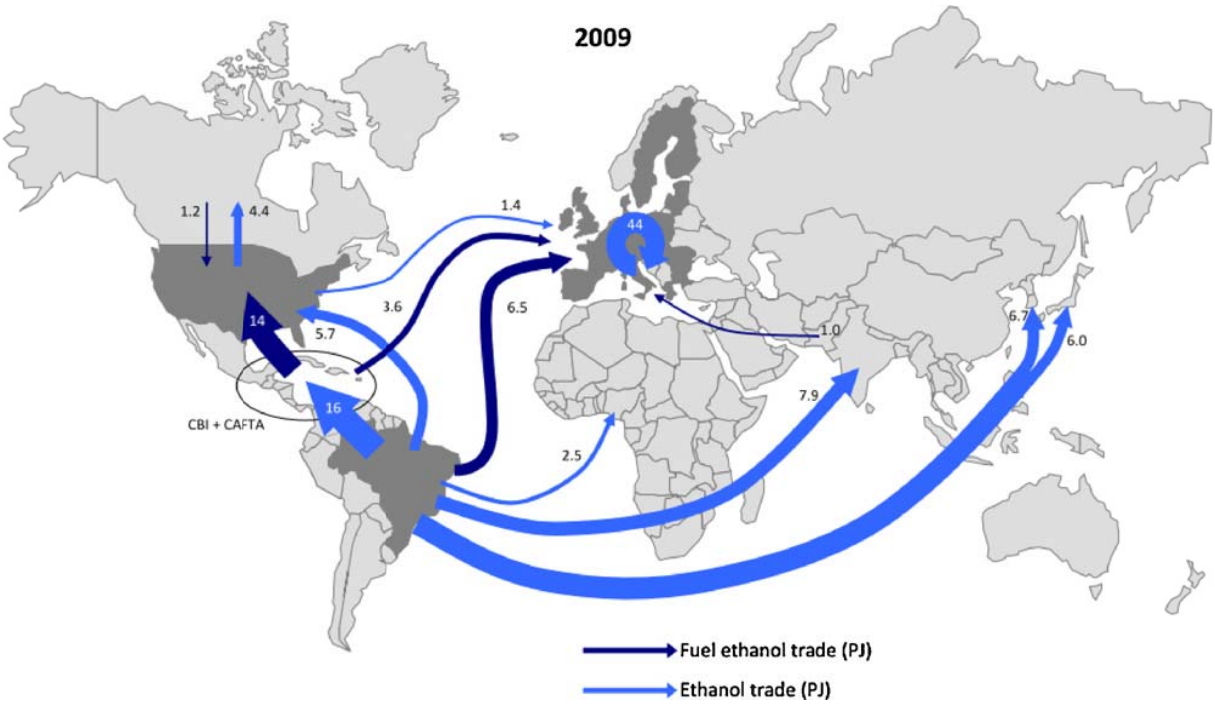


Abbildung 59 Globale Ethanol-Handelsströme im Jahr 2009
Quelle: (P. Lamers et al. 2011)

Die in Abb. 59 dargestellte Entwicklung des Außenhandels der USA bestätigen, dass die US-amerikanische Ethanolindustrie 2010 erstmals deutliche Nettoexporte aufwies. Während insbesondere in den Jahren 2006 bis 2008 signifikante Mengen aus Süd- und Mittelamerika importiert wurden, wurden 2010 etwa 30 PJ exportiert. Laut (EIA 2012a) wurde im Jahr 2011 Ethanol auch nach Brasilien exportiert (da die Produktion in Brasilien aufgrund niedriger Zuckerrohrerträge und andere Faktoren um ca. 20% gegenüber dem Vorjahr gesunken ist). Hinsichtlich des Gesamtvolumens von Produktion und Verbrauch sind die Außenhandelsströme allerdings von recht geringer Bedeutung.[11]

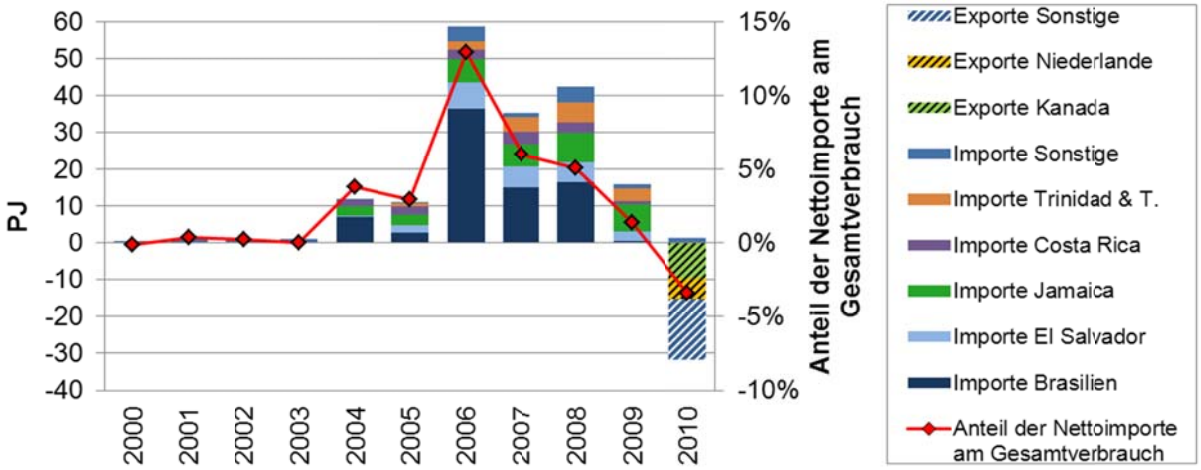


Abbildung 60 Ethanolimporte und -exporte der USA nach Ziel- bzw. Ursprungsländern von 2000 bis 2010
Quelle: (EIA 2012c), eigene Berechnungen und Darstellung

Abb. 61 zeigt die Ethanolexporte Brasiliens von 2006 bis 2008. Hauptabnehmer in diesem Zeitraum waren die USA (was mittlerweile nicht mehr der Fall ist, wie bereits gezeigt wurde), den deutlichsten Anstieg wiesen jedoch Exporte nach Europa (Niederlande) auf. 2008 beliefen sich die Importe aus Brasilien auf 37% des gesamten Ethanolverbrauchs in den EU-27 (Eurostat 2011). 2008 wurden in Summe noch über 100 PJ exportiert, in den darauffolgenden Jahren dürften die Exporte jedoch deutlich gesunken sein ((P. Lamers et al. 2011), (EIA 2012a)).

[11] Ein Vergleich mit den in Abb. 57 dargestellten Daten zeigt, dass eine Interpretation der Überschussproduktion als Nettoexporte im Falle der US-amerikanischen Ethanolindustrie durchaus gerechtfertigt ist.

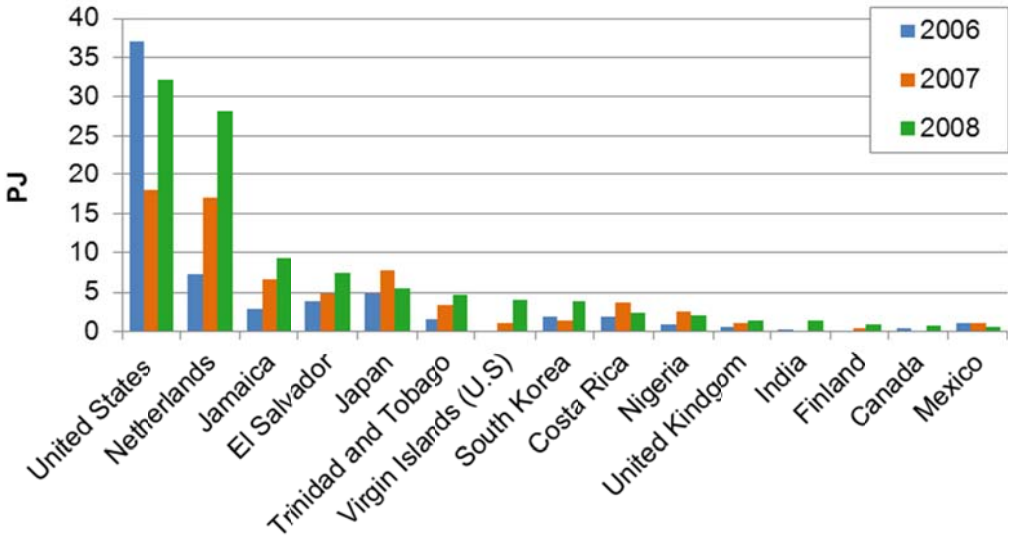


Abbildung 61 Ethanolexporte Brasiliens von 2006 bis 2008
Quelle: (UNICA 2012), eigene Darstellung

In Brasilien wird Ethanol aus Zuckerrohr hergestellt, in den USA in erster Linie aus Mais und in der EU aus Getreide (in erster Linie Weizen und Mais) und Zuckerrübe. Da eine Analyse der unmittelbar zur Ethanolproduktion gehandelten landwirtschaftlichen Erzeugnisse nicht möglich ist, werden im Folgenden zur Ethanolproduktion eingesetzten Mengen mit den Entwicklungen der gesamten Produktions-, Verbrauchs- und Import/Export-Mengen gegenübergestellt.

Abb. 62 zeigt diese Daten für Mais in den USA. Der Maisbedarf für die Ethanolproduktion (es wurde unterstellt, dass diese zur Gänze auf Mais basiert) ist im Jahr 2010 auf etwa 140 Mt gestiegen, und ist damit nur mehr um ca. ein Viertel niedriger als der durchschnittliche Inlandsverbrauch für Nahrungsmittel und andere Zwecke in den letzten 10 Jahren. Die Darstellung zeigt auch, dass die Mais-Nettoexporte der USA in den letzten 30 einen praktisch konstanten Trend aufweist. Der Mehrbedarf an Mais zur Ethanolproduktion wurde als zur Gänze durch zunehmende inländische Produktion gedeckt.

Aus diesen Daten zu schließen, dass die zunehmende Ethanolproduktion aus Mais keine negativen Auswirkungen auf die globalen Getreidemärkte (Stichwort: „Tortilla-Krise“) oder keine indirekten Landnutzungsänderungen in anderen Weltregionen zur Folge habe, wäre allerdings aus zwei Gründen zu kurz gegriffen: Erstens wäre zu prüfen, wie sich die Ausweitung der inländischen Maisproduktion auf die inländische Versorgung (bzw. den Selbstversorgungsgrad) mit anderen Ackerfrüchten ausgewirkt hat bzw. auswirkt. Und zweitens bleibt die Frage, wie sich der Weltmarkt für Mais entwickelt hätte, wenn die USA auf ihr Ethanolprogramm verzichtet hätten. Wäre es ohnehin zu einer steigenden Maisproduktion gekommen, oder war dies eine direkte Folge des Ethanolprogramms? Wie hätten sich die Weltmarktpreise entwickelt? Letztlich sind es diese Fragen, die es hinsichtlich der sozialen Folgen und indirekter Landnutzungsänderungen durch die Produktion von biogenen Kraftstoffen zu beantworten gilt (siehe dazu auch (Kim & Dale 2011) und (O’Hare et al. 2011)). Darauf kann im Rahmen dieses Berichts jedoch nicht näher eingegangen werden.

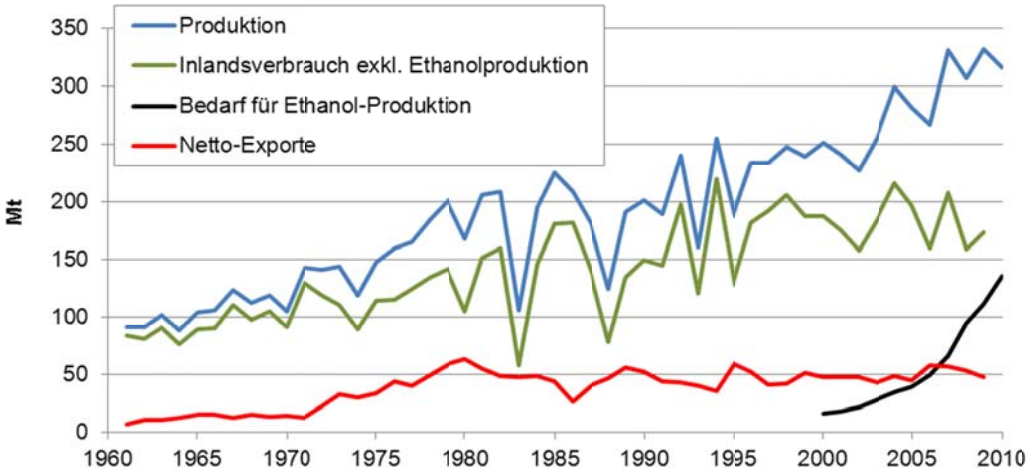


Abbildung 62 Maisproduktion und Verbrauch in den USA sowie Nettoexporte und Bedarf für die inländische Ethanolproduktion
Kommentare: Inlandsverbrauch berechnet unter Vernachlässigung von Lagerhaltung und Verlusten; Ethanolproduktion vor 2000 vernachlässigt; Massenbilanz der Ethanolproduktion auf Basis von (Patzek 2004) mit 0,293 t Ethanol pro t Mais angenommen.
Quelle: (EIA 2012b), (FAO n.d.), eigene Berechnungen und Darstellung

Im Fall von Brasilien reduziert sich die Betrachtung der Ethanol-Rohstoffe auf Produktions- und Verbrauchsdaten, da es keinen nennenswerten Außenhandel mit Zuckerrohr gibt. Abb. 63 zeigt die Entwicklung der Zuckerrohrproduktion und der Verwertung in der Ethanol- und Zuckerindustrie. Die Ethanolindustrie in Brasilien hatte im Wesentlichen zwei Wachstumsphasen: Von Anfang bis Mitte der 1980er-Jahre und von 2000 bis 2010. Seit Ende der ersten Wachstumsphase wurde im Schnitt fast die gleiche Menge an Zuckerrohr zur Ethanol verarbeitet wie in der Zuckerindustrie. Die massive Ausweitung der Zuckerrohrproduktion geht als zu etwa gleichen Teilen auf die beiden Verwertungsschienen zurück. Ein wesentlicher Unterschied besteht allerdings hinsichtlich des Außenhandels mit den verarbeiteten Produkten: Während Ethanol in erster Linie im Inland verbraucht wird (siehe oben), erfolgte die Ausweitung der Zuckerproduktion hauptsächlich für den Export: Der Jahres-Nettoexport ist von deutlich unter 4 Mt bis Mitte der 1990er Jahre auf etwa 24 Mt im Jahr 2010 gestiegen.

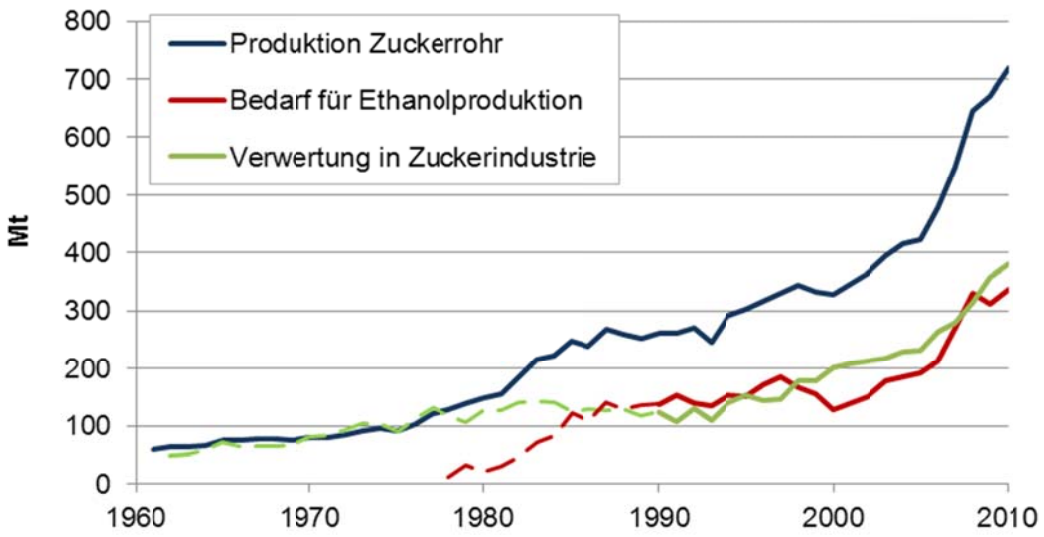


Abbildung 63 Zuckerrohrproduktion und Verwertung in Brasilien
Kommentare: Massenbilanz der Ethanolproduktion auf Basis von (Dias et al. 2010) mit durchschnittlich 66 kg Ethanol pro t Zuckerrohr angenommen; Lagerhaltung vernachlässigt; Entwicklung vor 1990 (strichlierte Linien): grobe Abschätzungen auf Basis der Zuckerproduktion nach (USDA 2012).
Quelle: (EIA 2012b), (USDA 2012), (FAO n.d.), eigene Berechnungen und Darstellung

4.2.4 Pellets

Aufgrund der verhältnismäßig hohen Energiedichte von Pellets ermöglicht die Pelletierung einen ökonomisch und hinsichtlich des Energieaufwands weitaus effizienteren Transport von Energieholz als in unbehandelter Form. Durch die zunehmende Nachfrage nach Biomasse, insbesondere in Europa, hat sich die Pelletierung zunehmend als Schlüsseltechnologie zur Mobilisierung ungenutzter Biomasseressourcen (z.B. in Kanada) etabliert. Von 2006 bis 2010 ist die weltweite Produktion von Holzpellets von ca. 6 bis 7 Mt (ca. 105 bis 130 PJ) auf 14,4 Mt (ca. 260 PJ) gestiegen (Cocchi et al. 2011).

Während der österreichische Pelletsmarkt in erster Linie ein Inlandsmarkt ist[12], wird die Produktion in anderen Ländern nahezu zur Gänze exportiert, wie die Gegenüberstellung von Produktion und Verbrauch in Abb. 64 vermuten lässt. Hinsichtlich der globalen Biomasse-Handelsströme besonders relevant sind die Exporte Kanadas nach Europa: 2010 lag die Produktion in Kanada mehr als 1,5 Mt (ca. 27 PJ) über dem Inlandsverbrauch. Die Hauptimportländer sind Dänemark und Holland. Zusammen belaufen sich ihre Nettoimporte auf etwa 3 Mt (ca. 54 PJ). Weitere wichtige Importländer sind Italien, Belgien, Schweden und UK, und zu den wichtigsten Exportländern zählen Russland, Deutschland, Portugal, Lettland und Polen. Hinsichtlich der globalen Handelsströme sind auch die Exporte Australiens zu erwähnen, die sich 2010 auf ca. 250.000 t beliefen; eine Ausweitung der Produktion auf 500.000 t ist in Planung (Cocchi et al. 2011). Die Pellets-Importe von europäischen Ländern werden für 2009 auf etwa 3,9 mio. t geschätzt, wovon etwa die Hälfte auf intra-europäischen Handel zurückzuführen ist.

[12] Signifikante Mengen werden zwar auch insbesondere nach Italien exportiert, der Großteil wird jedoch im Inland verwertet.

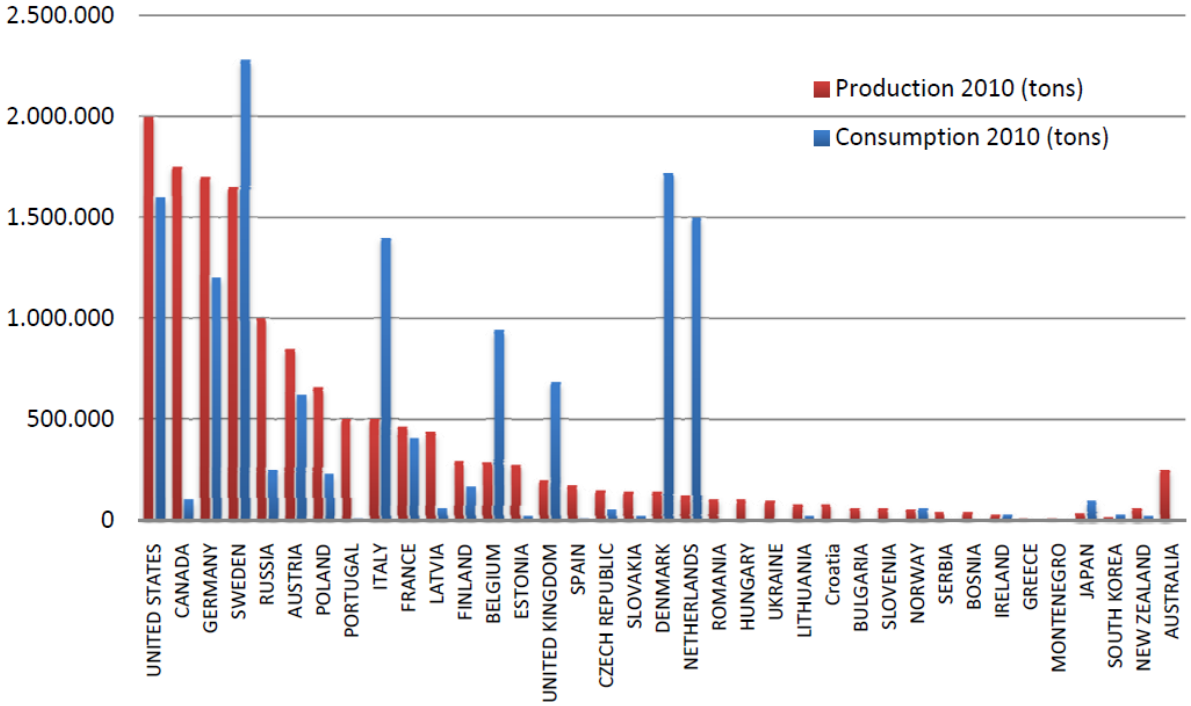


Abbildung 64 Gegenüberstellung von Pelletsproduktion und -verbrauch (in Tonnen) im Jahr 2010
Quelle: (Cocchi et al. 2011)

4.3 Bioenergiehandel in Europa

Inner-europäischer Handel mit fester Biomasse machte 2010 etwa zwei Drittel des globalen Handelsvolumens von 300 PJ aus. (Lamers 2012)

Brennholz-Importe in die EU sind zwischen 2000 und 2010 im etwa 1 mio. t auf 1,16 mio. t gestiegen. Dieser Anstieg ist teilweise auch auf die Erweiterung der EU in diesem Zeitraum zurück zu führen. Exporte in Drittstaaten sind im selben Zeitraum stagniert. Italien dominierte die Importe an Brennholz in der letzten Dekade mit Importen aus den baltischen Ländern und Nachbarstaaten. Mit 2010 war Schweden der größte Brennholz-Importeur, gefolgt von Italien, Belgien und Deutschland. In den Handelsstatistiken der EU zeigt sich eine Lücke von etwa 1 mio. t zwischen inner-europäischen Importen und Exporten (Lamers 2012), was nahelegt, das Unterschiedliche Spezifikationen in Ziel- und Herkunftsländern verwendet werden .Der Großteil des gehandelten Brennholzes wird im Raumwärme-Sektor eingesetzt.

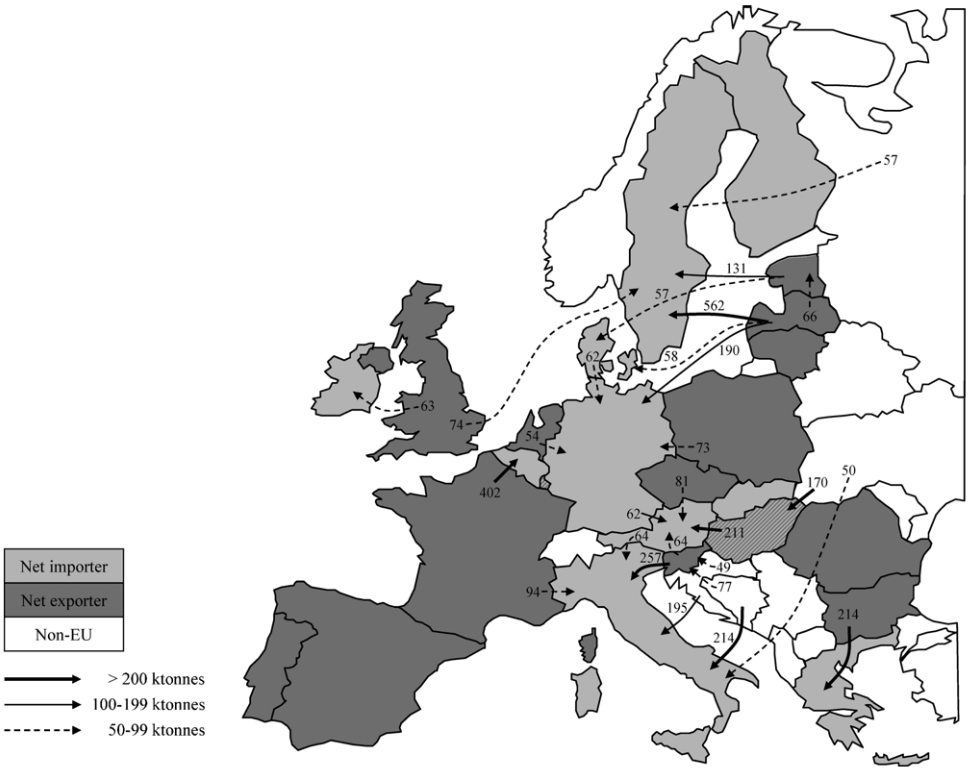


Abbildung 65 Inner-europäischer Handel an Brennholz (>50 kt) im Jahr 2010 (Lamers 2012)

In Ländern wie Belgien, Dänemark und den Niederlanden wird ein wesentlicher Anteil der Elektrizität aus importierter Biomasse (vor allem Pellets und Hackschnitzel) hergestellt. Kanada und die USA bleiben derzeit die Hauptexporteure nach Europa.

In nahezu allen europäischen Ländern ist der Import von flüssigen Biokraftstoffen (insbesondere Biodiesel) gestiegen. In Österreich, Belgien, Deutschland, Italien und den Niederlanden ist dieser Trend deutlich zu erkennen. Eine bemerkenswerte Ausnahme stellt Dänemark dar, das Biodiesel aus Ölsaaten exportiert.

Die Preise von flüssigen Biotreibstoffen zeigen eine starke Korrelation mit jenen von Benzin und Diesel. (Junginger et al. 2011). Da in den meisten EU-Ländern die Biotreibstoffquote durch Verpflichtung der Verkäufer der Treibstoffe erreicht wird, besteht eine direkte

Substitution von Benzin und Diesel. Dieser Effekt scheint sich stärker auf die Preise auszuwirken als die Preise von Pflanzenöl und Ethanol.

Für feste Biomasse in der Verstromung konnte dieser Zusammenhang bisher nicht nachgewiesen werden. Es kann angenommen werden, dass diese durch eine Mehrzahl an Faktoren wie Höhe der Feed-in Tarife, CO_2 –Preise, Transportkosten und Kosten der Rohstoffe beeinflusst werden.

Für den Großteil der Handelsströme sind politische Ziele und Maßnahmen der stärkste Wachstumsfaktor. Insbesondere die Beimengungsquote war in der Vergangenheit ein starker Treiber der Importe von flüssigen Biobrennstoffen. Politische Maßnahmen waren auch ein wesentlicher Treiber für den Handel mit fester Biomasse zur Verstromung, insbesondere in Belgien, Italien und den Niederlanden. Weiters ist die Politik der USA darauf ausgerichtet, Importe zu minimieren und die Nutzung der Ressourcen zu maximieren, wodurch wesentliche Handelsströme an Biodiesel in die EU bedingt sind.

4.3.1 Biomasse-Nettoimporte laut Energiebilanz

In vielen Fällen basieren die Daten des (europäischen) Biomassehandels auf Schätzungen und Handelsströme sind teils nicht Vollständig erfasst (Junginger et al 2011). Speziell für Exporte ist die Endnutzung in den jeweiligen Importländern oftmals nicht bekannt und somit nicht nachvollziehbar ob beispielsweise Ethanol als biogener Brennstoff oder für andere Zwecke eingesetzt wird.

In der Energiebilanz (Eurostat 2011) sind „vorgelagerte“ Handelsströme, insbesondere Ölsaaten für Biodieselproduktion und indirekte Importe von Säge-Nebenprodukten, nicht dargestellt. Die Analyse der Handelsströme auf Basis der Energiebilanz ist damit nur beschränkt aussagekräftig und mit höherer Unsicherheit behaftet. Beispielsweise wird Holland als Nettoexporteur von Biodiesel ausgeweisen.

Der Handel mit Holz und Biodiesel dominiert den „energetischen“ Biomassehandel in der EU, signifikante Ethanolimporte sind nur in Deutschland (15 PJ) und Groß Britannien zu nennen (7,4 PJ)

Die größten Netto-Importländer sind Italien, (72,4 PJ), Groß Britannien (61,1), Dänemark (32,9) und Belgien (23,7).

Die größten Netto-Exportländer sind Lettland (23,4 PJ), Polen (8,7) sowie Deutschland (8,1), trotz Ethanolimporten.

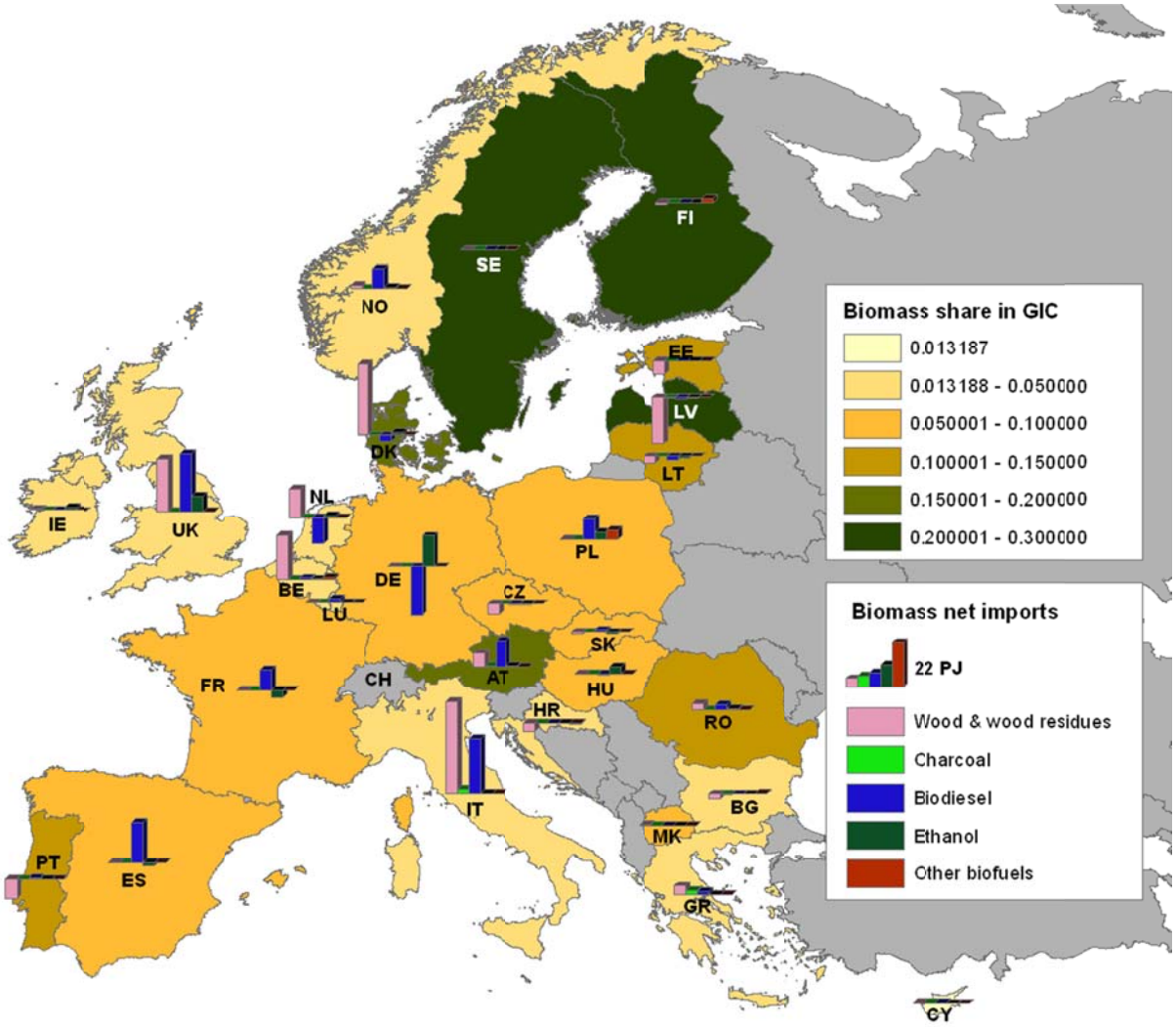


Abbildung 66 Bioenergie-Nettoimporte europäischer Länder lt. Energiebilanz
Quelle: (Eurostat 2011), eigene Berechnungen und Darstellung

Die Biomasse-Nettoimporte der gesamten EU-27 sind laut Energiebilanz seit 2007 deutlich steigend vor allem, aufgrund von Holz- sowie von Biokraftstoff-Importen. Der Anteil der Nettoimporte am gesamten Biomasse-Primärenergieverbrauch beträgt etwa 4,5%. Die Nettoexporte an Biodiesel- von 2004-2007 gehen großteils auf Deutschland zurück.

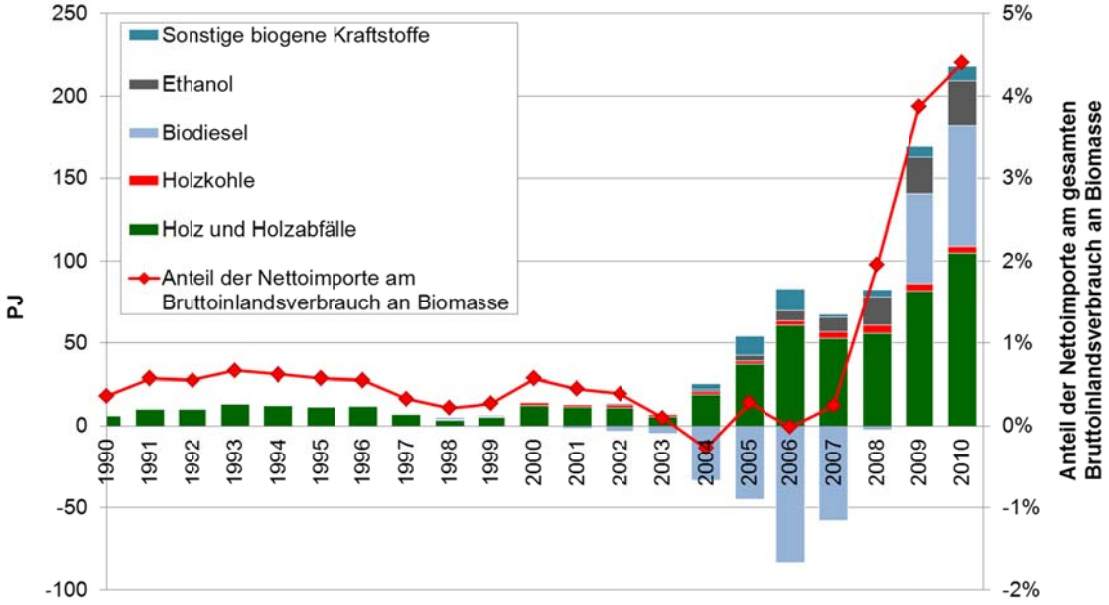


Abbildung 67 Entwicklung der Bioenergie-Nettoimporte der EU-27 lt. Energiebilanz
Quelle: (Eurostat 2011), eigene Berechnungen und Darstellung

4.3.2 Holz

Bei den Importen von Holzartiger Biomasse, dazu zählen hier Rundholz, Hackschnitzel, Brennholz und Schnittholz, gab es seit 2007 einen deutlichen Rückgang der Importe aus Russland, aufgrund der Einführung bzw. Erhöhung von Exportzöllen. Die Gesamt-Nettoimporte sind seit 2007 von 24,5 auf knapp 12 mio fm in 2010 zurück gegangen. Die Situation in den EU-27 ist ähnlich jener in Österreich und weist Nettoimporte von Rundholz und Nettoexporte von Schnittholz aus, maßgeblich, aufgrund der exportorientierten Sägeindustrie in einigen EU-Ländern.

Für Brennholz ist die Import/Export-Bilanz nahezu ausgeglichen, es kann aber bei Holzabfällen und Sägenebenprodukten ein steigender Trend bei Nettoimporten in den letzten Jahren beobachtet werden.

Die Gesamt-Nettoimportbilanz bei den hier berücksichtigten Holzfraktionen ist mit ca. 14 mio. fm deutlich positiv.

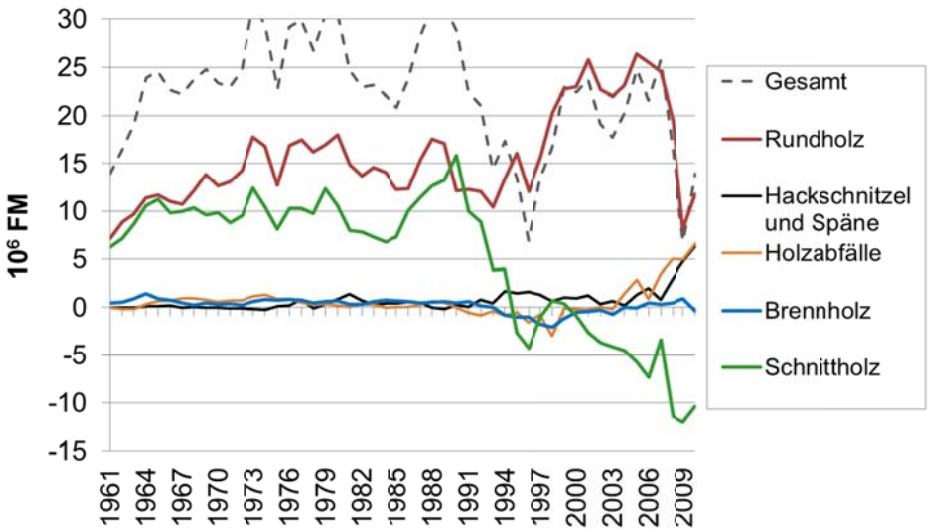


Abbildung 68 Entwicklung der Holz-Nettoimporte der EU-27-Länder (exkl. Zypern)
Quelle: (FAO n.d.), eigene Darstellung

Exportländer für holzartige Biomasse sind Russland, Lettland, die Ukraine und Tschechien. Importländer sind Italien, Belgien, Groß Britannien und Spanien. Länder mit Rundholz-Nettoimporten und Schnittholz-Nettoexporten, d.h. Länder mit großer Holzverarbeitender Industrie sind Österreich, Finnland, Schweden und Deutschland.

Aufgrund der Einführung von Exportzöllen in Russland kam es zu einem starken Rückgang der Rundholzexporte nach Schweden und Finnland und zu einem starken Anstieg der Schnittholzexporte seit Mitte der 90er Jahre.

Die Rundholz-Nettoimporte von Finnland sind seit 2005 um ca. 2/3 gesunken, gleichzeitig sanken die Schnittholzexporte um ca. 40%.

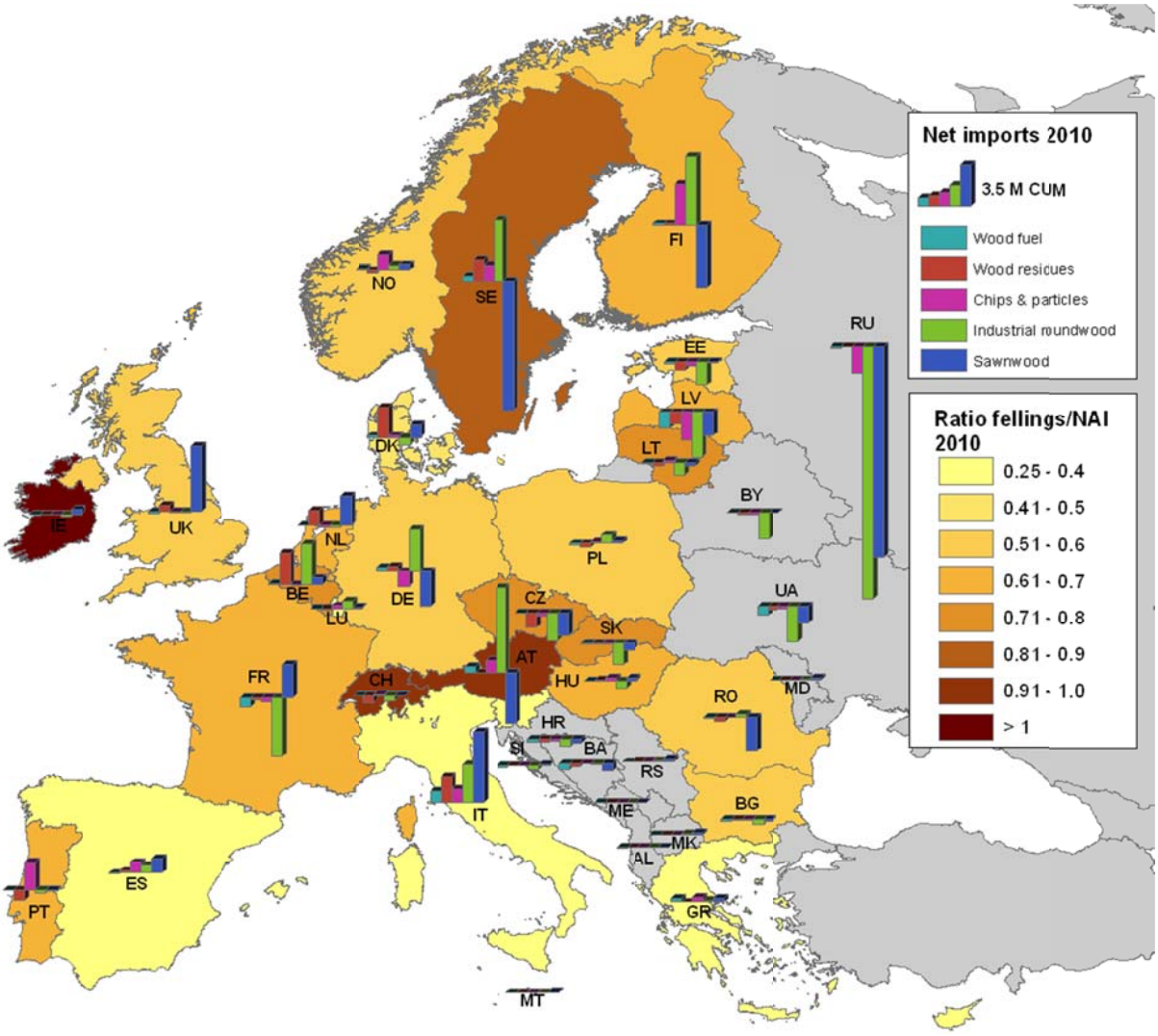


Abbildung 69 Holz-Nettoimporte europäischer Länder und Verhältnis des Holzeinschlags zum jährlichen Netto-Zuwachs (NAI; net annual increment) im Jahr 2010
Quelle: (FAO n.d.), Eurostat, eigene Berechnungen und Darstellung

4.3.3 Rohstoffe zur Biodiesel- und Ethanolproduktion

Abbildung 70 und 71 zeigen das starke Wachstum der Produktion sowie der Nettoimporte von Ölsaaten und Pflanzenöl in die EU-27. Seit ca. 2005 dürfte dieser Anstieg nicht unwesentlich auch durch den Bedarf an Ölsaaten und Pflanzenöl für die Biodieselproduktion geprägt sein. Eine relevante Rolle spielen dabei die Exporte aus der Ukraine. Seit 2006 gibt es praktisch keine Exporte von Ölsaaten und Pflanzenöl aus der EU-27 mehr.

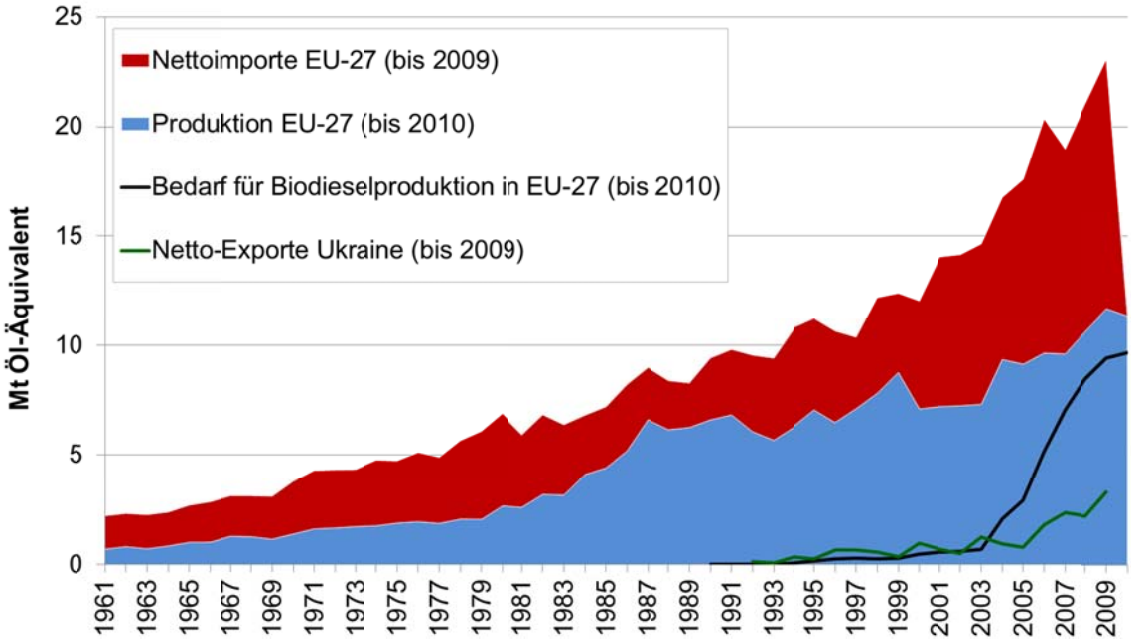


Abbildung 70 Produktion von Ölsaaten und Nettoimporte von Ölsaaten und Pflanzenöl der EU-27-Länder (exkl. Zypern), Bedarf für Biodieselproduktion und Nettoexporte der Ukraine (alle Daten in „Pflanzenöl-Äquivalenten")
Quelle: (FAO n.d.), Eurostat, eigene Berechnungen und Darstellung

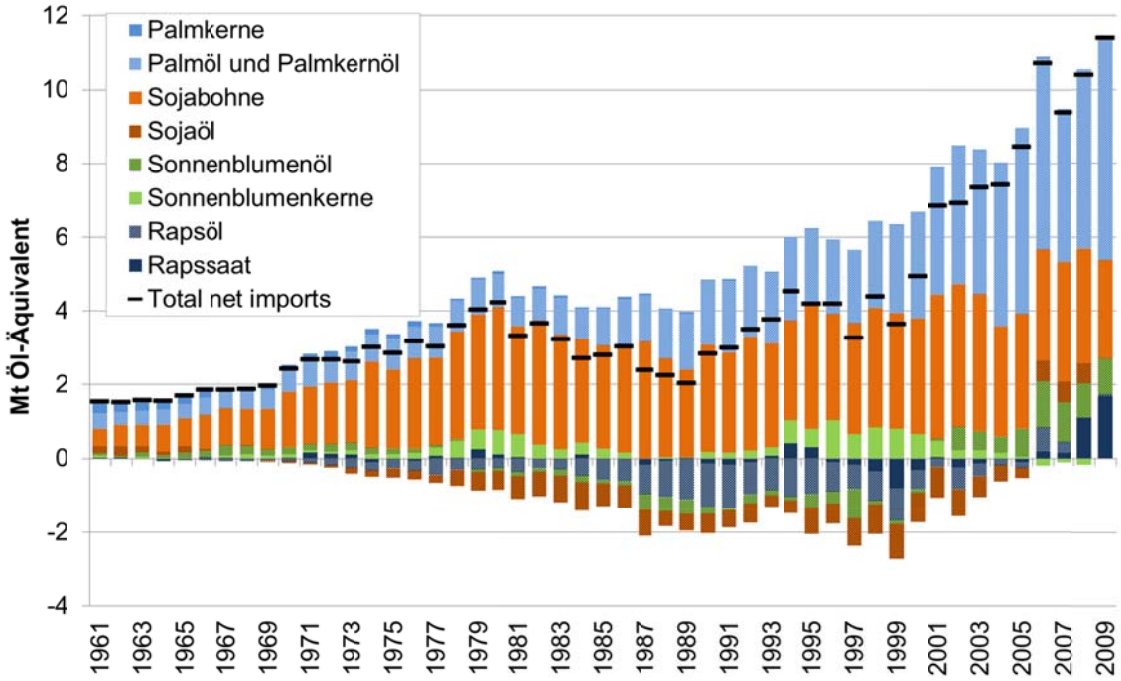


Abbildung 71 Netto-Importe von Ölsaaten und Pflanzenöl der EU-27-Länder (alle Daten in „Pflanzenöl-Äquivalenten")
Quelle: (FAO n.d.), eigene Berechnungen und Darstellung

4.3.4 Ethanol

Abb. 72 zeigt eine Gegenüberstellung der Entwicklungen der Produktion von Weizen und Mais in den EU-27 mit den Nettoimporten und dem Getreidebedarf für die Ethanolproduktion. Da keine detaillierten Daten zum Rohstoffeinsatz in der Ethanolindustrie vorliegen, wurde

hier der Einfachheit halber unterstellt, dass die Produktion je zur Hälfte auf Weizen und Mais basiert und Zuckerrübe vernachlässigt. Es zeigt sich, dass die Außenhandelsbilanz bei Weizen und Mais in den letzten 20 Jahren weitgehend ausgeglichen war. Der derzeitige Rohstoffbedarf der Ethanolindustrie ist in Relation zu den Produktionsmengen relativ gering und liegt deutlich unter den ertragsbedingten Schwankungen während der letzten Jahre.

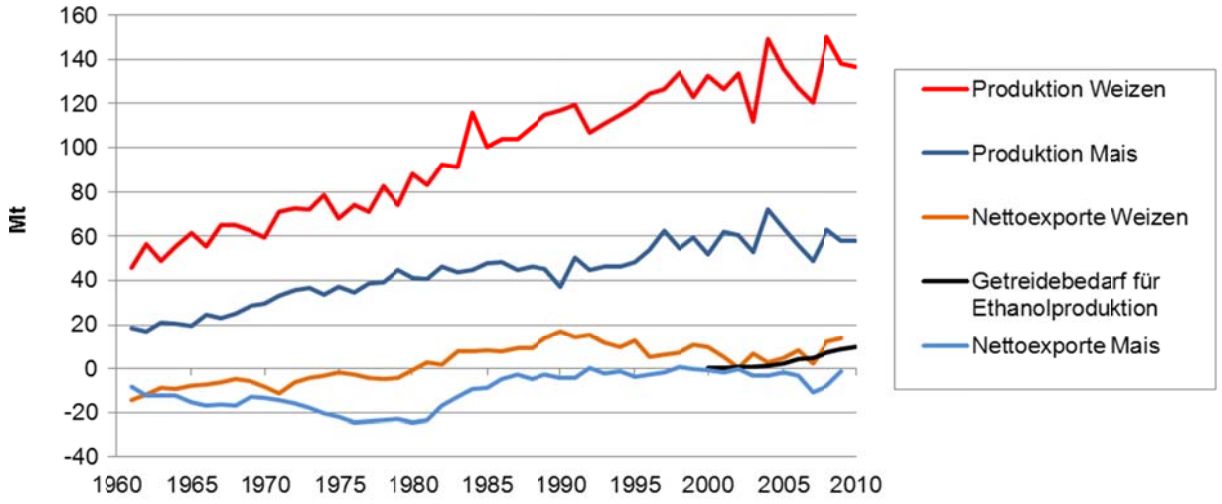


Abbildung 72 Mais- und Weizenproduktion und Nettoexporte der EU-27 sowie Getreidebedarf für die Ethanolproduktion

Kommentare: Getreidebedarf berechnet unter der Annahme, dass je 50% der Gesamtproduktion auf Weizen und Mais basieren; Durchschnittliche Massenbilanz der Ethanolproduktion auf Basis von (Patzek 2004) mit 0,297 t Ethanol pro t Mais/Weizen angenommen; Ethanolproduktion vor 2000 vernachlässigt.

Quelle: (EIA 2012b), (FAO n.d.), eigene Berechnungen und Darstellung

4.4 Internationaler Handel biogener Energieträger in Österreich

Dieser Abschnitt gibt einen Einblick in den internationalen Biomassehandel im Zusammenhang mit der energetischen Nutzung in Österreich. Dafür werden neben Energiestatistiken, Handelsstatistken, andere Datenbanken (z.B.: Pellets@las, 2011) und Publikationen (z.B.: der offizielle Biotreibstoffreport gemäß der Direktive 2003/30/EC (Winter, 2011)), sowie Versorgungsbilanzen der österreichischen holzverarbeitenden Industrien und der Landwirtschaft verwendet, um einen umfassenden Überblick über den direkten und indirekten Handel mit biogenen Energieträgern zu erhalten. Die folgenden Absätze basieren stark auf Kalt (2011) und Kalt & Kranzl (2011).

Abbildung 73 zeigt die verwendeten Heizwerte die zur Umrechnung der Daten verwendet wurden, welche in Masse (Tonnen, t) oder Volumen (SCM – Festmeter) zu Energieinhalt gegeben sind. Die meisten Heizwerte basieren auf Werte aus offiziellen Energiestatistiken (Statistik Austria, 2011c).

	GJ/kg	GJ/SCM[a]
Log wood	14.31[b]	7.20[c]
Wood chips / wood residues	9.69[b]	-
Wood pellets	18.00[b]	-
Biodiesel	36.60[b]	-
Ethanol	26.68[b]	-
Black liquor	8.47[b]	-
Charcoal	31.00[b]	-
Raw wood	-	7.20[c]

a) SCM: solid cubic meters
b) based on Statistik Austria (2011c)
c) assumption; corresponding to coniferous wood with a water content of 20%

Abbildung 73 Heizwerte verschiedener biogener Energieträger.
Quelle: basierend auf Statistik Austria (2011c) und eigenen Annahmen

Abb. 74 zeigt den Import und Export von Biomasse für die Energieproduktion in Österreich basierend auf den Energiestatistiken (Statistik Austria, 2011c). Zu sehen ist die Unterscheidung verschiedenen Biotreibstofftypen, Pellets und Briquettes, Holzscheite und Holzkohle zwischen 2005 und 2010. Der internationale Handel anderer Biomassetypen (wie Hackschnitzel, biogener Siedlungsabfall etc.) wird für diese Darstellung für alle Jahre als Null angenommen.

Zu erkennen ist, dass laut den Energiestatistiken Österreich seit 2005 Nettoexporteur von Biomassetreibstoffen ist. Ab dem Jahr 2000 stiegen sowohl Importe als auch Exporte um das 2,5-fache, resultierend in einem Nettoexport von 5,6% des gesamten Biomassebruttoinlandsverbrauchs im Jahr 2004. Die folgenden Jahre waren von einer starken Steigerung des Biomasseverbrauchs geprägt, was im Endeffekt zu einem Import von über 30 PJ/ im Jahr 2006 führte. Das hatte einen Nettoimport bis zu 9% des gesamten Biomasseverbrauchs (2006, 2009 und 2010) zur Folge. Sowohl der wachsende Import von flüssigen Biotreibstoffen als auch von Energieholz trugen zu diesem Trend bei.

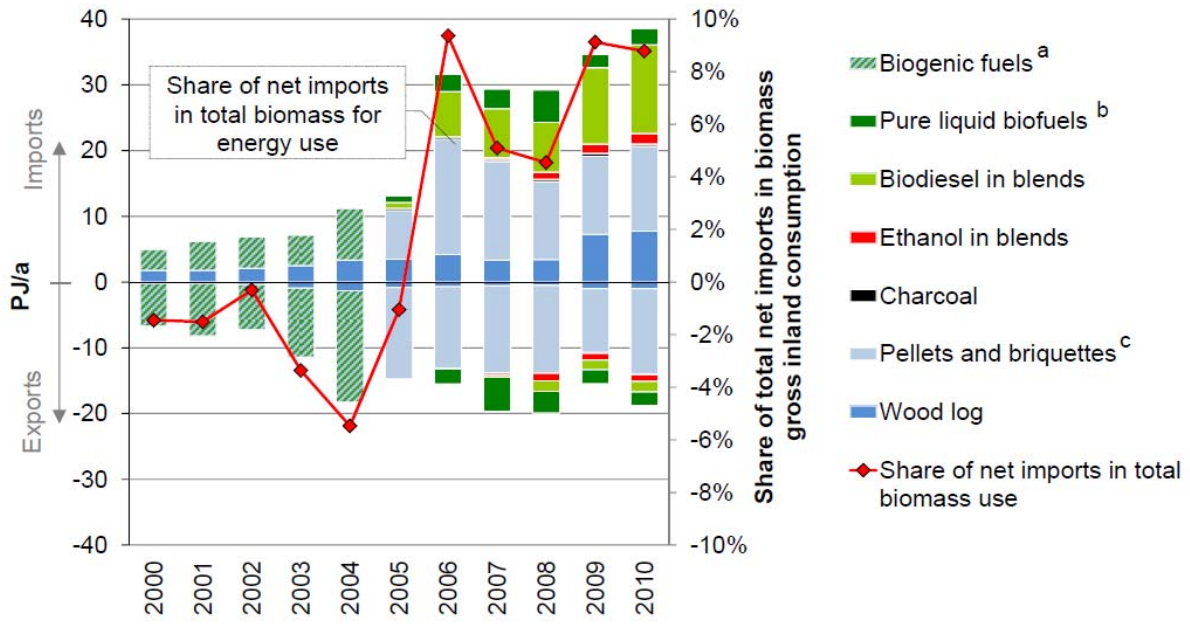


Abbildung 74 Importe und Exporte von biogenen Energieträgern in Österreich basierend auf den Energiestatistiken. a) Inkludiert alle Biomassetypen außer Holzscheite b) Inkludiert Pflanzenöle, reine Biodiesel und E85 c) Aus dem Vergleich mit anderen Handelsstatistiken ergibt sich, dass die Kategorie „Pellets und Briquettes" auch unverarbeitete Energiehölzer inkludiert. Quelle: Kalt & Kranzl (2011) basierend auf Statistik Austria (2011c)

Handelsstatistiken geben Auskunft über Biomasseströme heruntergebrochen auf die jeweiligen regionalen Handelspartner. In den folgenden Absätzen wird die historische Entwicklung des österreichischen Imports und Exports von Energieholz präsentiert. Dabei werden nur von Österreich berichtete Daten gezeigt, obwohl sich diese z.T. deutlich von den dokumentierten Mengen der Handelspartner unterscheidet. Um Datensätze der Handelsstatistiken zu bearbeiten ist es notwendig die Definition der CN Codes (siehe European Commission, 2010) exakt zu interpretieren. Eine ausführliche Erklärung dieser, in Bezug auf die Nutzung biogener Energieträger ist in Kapitel 4.1 und Kalt et. al., (2011) zu finden.

Österreich ist ein Nettoimporteur von Energieholz (siehe Abbildung 75). Bis 2004 betrugen die typischen jährlichen Nettoimporte ungefähr 100.000 t bis 170.000 t (1,5 bis 2,5 PJ). Der Jahresdurchschnitt der Periode 2005 bis 2008 war ungefähr doppelt so hoch und im Jahr 2009 betrug der Nettoimport mehr als 400,000 t (mehr als 6 PJ). Diese Zahl präsentiert ungefähr ein Zehntel des gesamten österreichischen Brennholzholzverbrauchs. Die wichtigsten Handelspartner sind Ungarn, Slowakei, Deutschland, Frankreich und die Tschechische Republik.

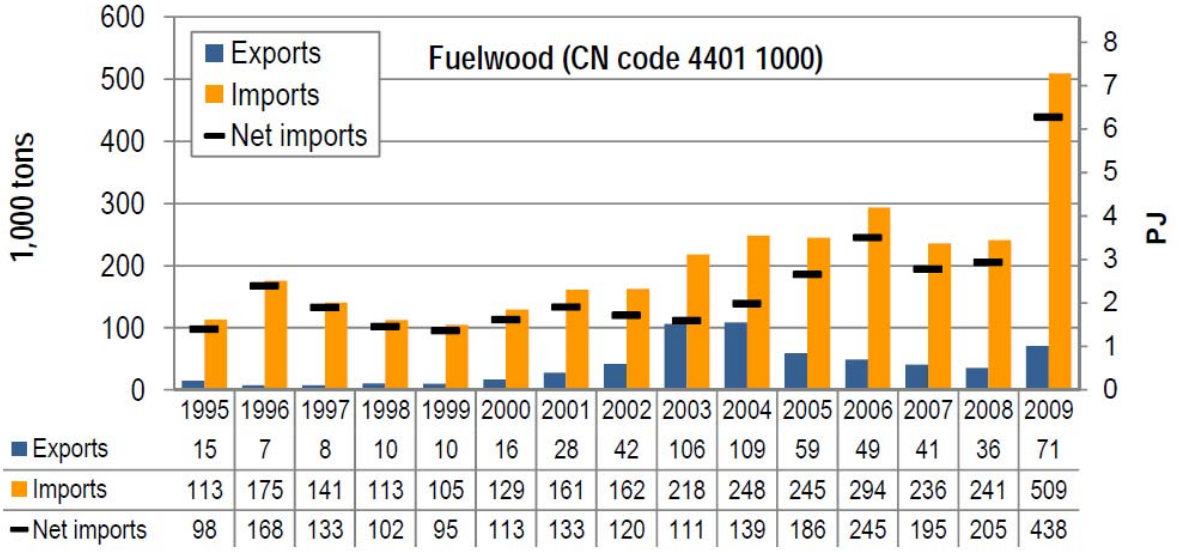


Abbildung 75 Entwicklung des österreichischen Imports und Exports von Brennholz zwischen 1995 und 2009. Quelle: Eurostat (2011)

Abb. 76 zeigt die Entwicklung der Hackschnitzelimporte und –exporte. Während in den Jahren 1995 bis 2005 ein klarer Abwärtstrend der Nettoimporte zu erkennen ist (resultierend in einem Nettoexport von 20,000 t in 2005), zeigt sich eine bemerkenswerte Trendwende ab dem Jahr 2006. Die Nettoimporte stiegen bis 2009 auf mehr als 800,000t (ungefähr 8 PJ) an.

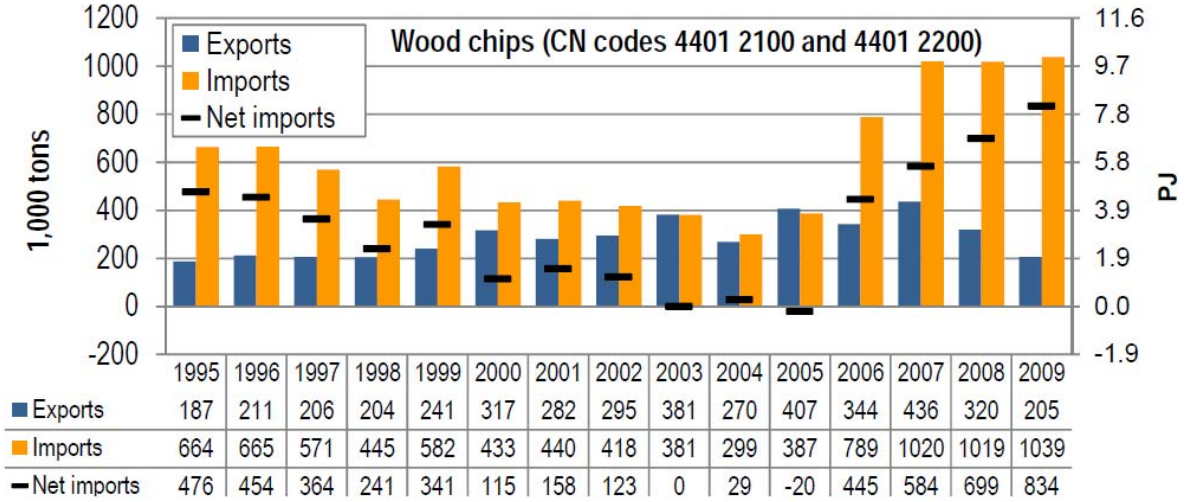


Abbildung 76 Entwicklung des österreichischen Imports und Exports von Hackschnitzel zwischen 1995 und 2009. Quelle: Eurostat (2011)

Die Kategorie „Holzreststoffe (wood residues)“ beinhaltet Sägemehl und Holzabfälle in verschiedenen Formen unter Anderem in Pellets und Briquettes. Abbildung 77 zeigt die Entwicklung der Handelsvolumina die unter dem CN Code 4401 3000 gemeldet wurden. [13] Hier ist im Unterschied zu den Kategorien Energieholz und Hackschnitzel deutlich ein Nettoexport bis 2005 zu erkennen. Ab 2006 stieg jedoch auch hier der Import signifikant an. Im Jahr 2009 betrug der Nettoimport 124,000 t (1.2PJ).

[13] Der Term „Waldrückstände“, welcher hier für den CN Code 4401 3000 verwendet wird, wurde vom Author gewählt.

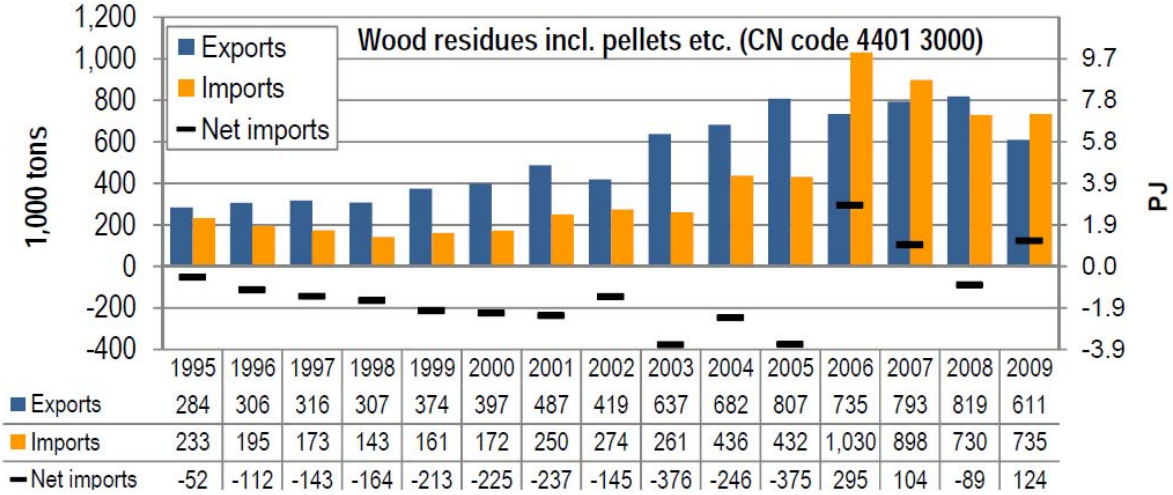


Abbildung 77 Entwicklung der österreichischen Importe und Exporte von Holzreststoffe (Holzpellets inkludiert) von 1995 bis 2009. Quelle: Eurostat (2011)

Holzpellets werden erst seit 2009 unter einem eigenen CN Code dokumentiert. Die Importe im Jahre 2009 betrugen ungefähr 200,000 t (3.5 PJ; hauptsächlich aus Deutschland, Rumänien und der Tschechischen Republik) und die Exporte 360,000 t (6.2 PJ, wobei mehr als 80% der Exporte nach Italien flossen). Im Jahr 2009 war Österreich ein Nettoexporteur von Holzpellets (ungefähr 160,000 t oder 2.7 PJ).

Eine Einschätzung basierend auf den Produktions- und Verbraucherstatistiken gemäß Pellets@las (2011) ergibt einen Nettoexport leicht über 100,000 t im Jahr 2009 (Abb. 78). Beachtenswert in der geschichtlichen Entwicklung ist, dass der Nettoexport von weniger als 50,000 t im Jahr 2002 auf 365,000 t im Jahr 2007 anstieg. In den darauf folgenden Jahren lag der Nettoexport jedoch deutlich unter dem Wert von 2007.

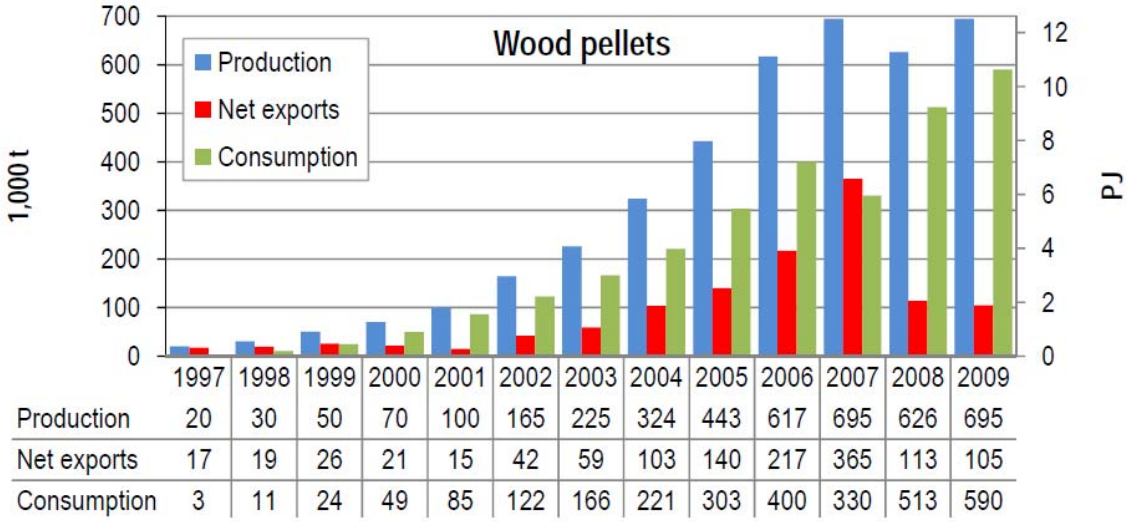


Abbildung 78 Entwicklung der Produktion, des Verbrauchs und der Nettoimporte von Holzpellets. Quelle: Pellets@las (2011)

Handelsstatistiken liefern Daten von Biomassesträmen heruntergebrochen auf die jeweiligen Handelspartner. Um die Dynamik dieser Ströme zu verdeutlichen zeigt Abb. 79 einen

Vergleich der durchschnittlichen jährlichen Handelsvolumina zwischen 2000 und 2005 mit dem Handelsstrom im Jahr 2009. Wie bereits erwähnt existieren eigene Daten für Holzpellets ab dem Jahr 2009. In den Jahren davor wurden Pellets gemeinsam mit anderen Arten von „Holzrückständen“ dokumentiert.

Auch hier ist es noch einmal wichtig zu erwähnen, dass aus Handelsstatistiken kein Unterschied zwischen Endverbrauchern heraus zu lesen ist. Aus diesem Grund ist es nicht möglich, auf diese basierend die Handelsvolumina anzugeben, welche tatsächlich in Zusammenhang mit der energetischen Nutzung der Biomasse stehen. Es wird allerdings angenommen, dass Holzscheite, Holzpellets und Altholz größtenteils zur Energieproduktion eingesetzt werden. Aus dem Bereich Hackschnitzel und Holzreststoffe werden deutliche Mengen der materiellen Nutzung zugeführt werden. Die Importe von Sägenebenprodukten für die Papier-, Zellstoff- und Holzplattenindustrie im Jahr 2009 betrugen einen Gegenwert von 11 PJ (Berechnung basierend auf Austropapier, 2011 und Schmied, 2011). Diese Menge entspricht dem gesamten Import gemäß den Handelsstatistiken. Daraus wird geschlossen, dass zumindest im Jahr 2009 Holzreststoffe ausschließlich für die materielle Verwendung importiert wurden.

Abb. 80 verdeutlich, dass in den letzten Jahren vor allem die Nettoimporte von biogenen Energieträgern der nördlichen und östlichen Nachbarländer signifikant gestiegen sind. Der gesamte Nettoimport der Tschechischen Republik, Slowakei und Ungarn betrug ungefähr 2 PJ pro Jahr in der Periode von 2000 bis 2005. Im Jahr 2009 waren es mehr als 10 PJ, und eine zusätzliche Menge von 1,3 PJ wurde aus Rumänien importiert. Zusammen ergibt das einen Gegenwert von 5% des gesamten österreichischen Biomassebruttoinlandsverbrauchs im Jahr 2009. Deutschland und Italien waren 2009 jedoch immer noch die wichtigsten österreichischen Handelspartner. Der Nettoimport aus Deutschland betrug 7,7 PJ im Jahr 2009, verglichen mit dem Durchschnitt von 5,1 PJ zwischen 2000 und 2005. Der Nettoexport nach Italien wuchs von 6,1 auf 7,7 PJ. Mit einer Exportmenge von mehr als 5 PJ im Jahr 2009 war der Pelletsexport nach Italien mit Abstand der wichtigste Handelsstrom, nicht nur in Bezug auf Pellets, sondern auch auf den gesamten österreichischen Exportstrom für Energieholz.

Ein weiterer erwähnenswerter Aspekt ist, dass die österreichischen Handelsströme in und von den Nachbarländern bzw. anderen europäischen Ländern mehr als 90% des gesamten internationalen Handelsvolumens für Österreich relevantes Energieholz ausmacht. Trotz der stark wachsenden Importaktivitäten ist der österreichische Energieholzhandel mit weiter entfernten Ländern eher vernachlässigbar.

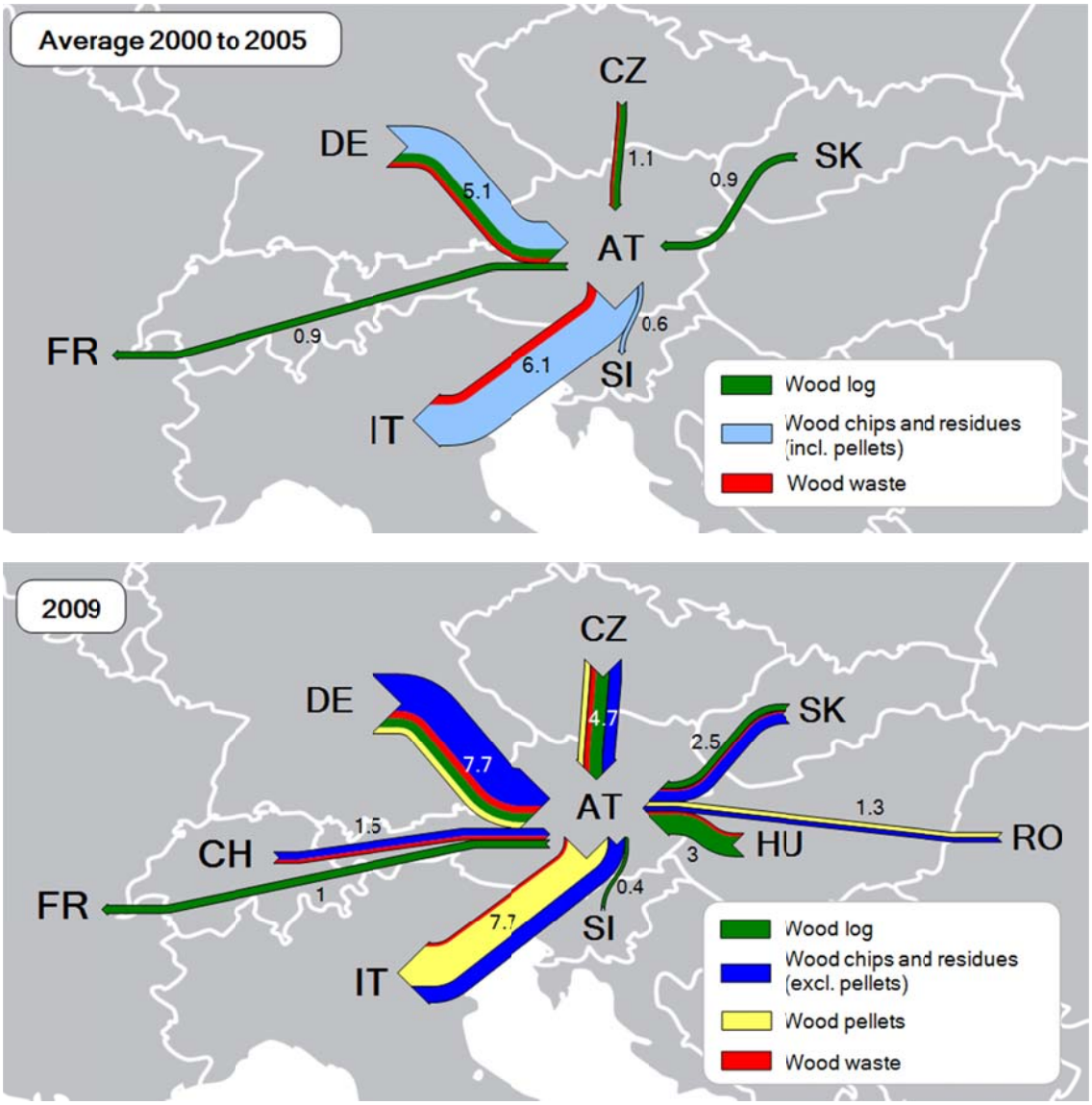


Abbildung 80 Vergleich der Nettoimportströme von Holzscheiten, Waldrückständen, Pellets und Holzresten im Jahr 2009 (unten) mit dem durchschnittlichen Jahreswerten zwischen 2000 und 2005 (oben). (Werte in PJ, nur Ströme über 0.3 PJ berücksichtigt) Quelle: Kalt (2011), basierend auf Eurostat (2011)

Der wachsende Verbrauch von biogenen Treibstoffen im Transportsektor (Biodiesel, Pflanzenöl und Ethanol) in den letzten Jahren führte zu einem signifikanten Anstieg des grenzüberschreitenden Handels. Neben dem direkten Handel mit Biotreibstoffen ist es wichtig auch den grenzüberschreitenden Handel mit den Rohmaterialien zu betrachten, welche für die Biotreibstoffproduktion eingesetzt werden.

Die folgenden Absätze sind wie folgt strukturiert: Zuerst werden Daten der Biotreibstoffproduktion, des –verbrauchs und des –handels aus den offiziellen Berichten bezüglich der Direktive 2003/30/EC (Winter 2011) dargestellt und analysiert. Als nächstes werden, basierend auf die Versorgungsbilanz und Daten über die Selbstversorgung mit landwirtschaftlichen Produkten, Schlussfolgerungen über den Einfluss der Biotreibstoffproduktion und des –verbrauchs auf die landwirtschaftlichen Handelsflüsse gezogen.

Abb. 81 zeigt die Entwicklung der Biotreibstoffproduktion und der direkten Importe und Exporte nach Winter (2011). Zu erkennen ist, dass die Importe ungefähr 50% des österreichischen Verbrauchs zwischen 2005 und 2009 ausmachen. Knapp ein Viertel der einheimischen Produktion von Biodiesel, welcher von 70,000t (2005) auf mehr als 320,000t im Jahr 2009 anstieg, wurde exportiert.

Bezüglich des Verbrauchs von Pflanzenölen im Transportwesen gibt es kaum verlässliche Daten, da die Produktionsvolumina in den Statistiken nicht nach dem zugedachten Verbrauch unterschieden werden und da die Vertriebskanäle größtenteils nur regional ausgeprägt sind. Nach Winter (2011) wurden ungefähr 17,000 bis 18,000 t (0.6 bis 0.67 PJ) Pflanzenöl jährlich zwischen 2007 und 2009 für den Transport genutzt. Es wird angenommen, dass zumindest die in der Landwirtschaft verbrauchten Mengen (ungefähr 2,700 t oder 0.1 PJ im Jahr 2009) aus einheimischer Produktion stammen.

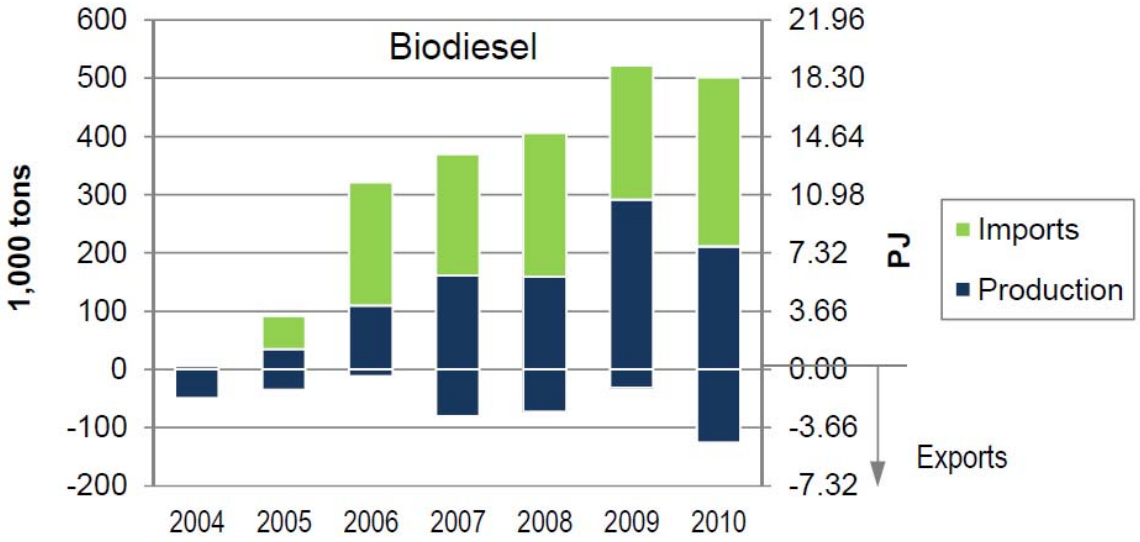


Abbildung 81 *Österreichische Biodieselversorgung zwischen 2004 und 2010 aus dem offiziellen Biotreibstoffreport gemäß der Direktive 2003/30/EC. Quelle: Kalt (2011), basierend auf Winter (2011), Statistik Austria (2011c)*

Die österreichische Produktion von Bioethanol für den Transportsektor ist auf eine Großanlage in Pischelsdorf in Niederösterreich limitiert. Betrieben wird diese von der AGRANA Holdinggesellschaft. Die Anlage ging im Sommer 2008 vollständig in Betrieb und hat eine Kapazität von ungefähr 190.000 t/a (5,1 PJ/a). Abb. 82 zeigt die Bioethanolproduktion, -importe und –exporte in Österreich von 2007 bis 2009. Während Österreich 2007 und 2008 ein Nettoimporteur von Bioethanol war, betrugen die Nettoexporte im Jahr 2009 ungefähr 28% der gesamten einheimischen Produktion.

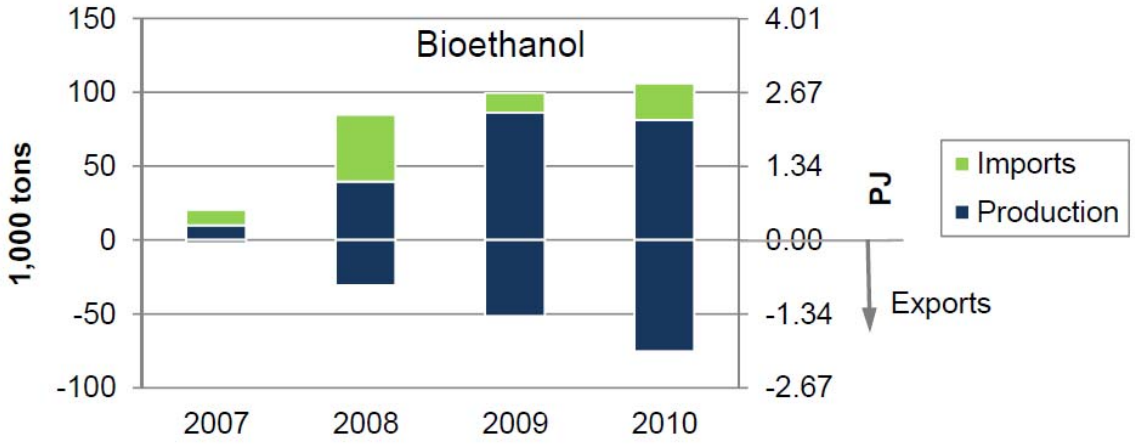


Abbildung 82 Österreichischer Bioethanolversorgung von 2007 bis 2010 nach dem offiziellen Biotreibstoffreport gemäß der Direktive 2003/30/EC. Quelle: Kalt (2011), basierend auf Winter (2011), Statistik Austria (2011c)

Es sind keine Daten zu den Importen von landwirtschaftlichen Produkten zur Herstellung von Biotreibstoff vorhanden. Allerdings liefern Trends in den Versorgungsbilanzen und Selbstversorgungsraten einen Einblick in den Effekt der steigenden Biotreibstoffproduktion auf ausländische Handelsflüsse.

Abb. 83 zeigt die Entwicklung der Selbstversorgungsrate von Getreide, Pflanzenfetten und -ölen. Offenbar ist Österreich stark abhängig von den Importen von Pflanzenölen und –fetten und der Trend zur Selbstversorgung war im letzten Jahrzehnt deutlich negativ: Zwischen 1999 und 2001 betrug die durchschnittliche Selbstversorgung (berechnet auf der Basis der Ölherstellung der einheimischen Ölsamenproduktion) ungefähr 60%, während sie zwischen 2008 und 2010 auf unter 30% fiel. Im Vergleich dazu blieb die Selbstversorgungsrate von Getreide (Weizen, Körnermais, Gerste, Triticale etc.) relativ konstant bei ungefähr 100%.

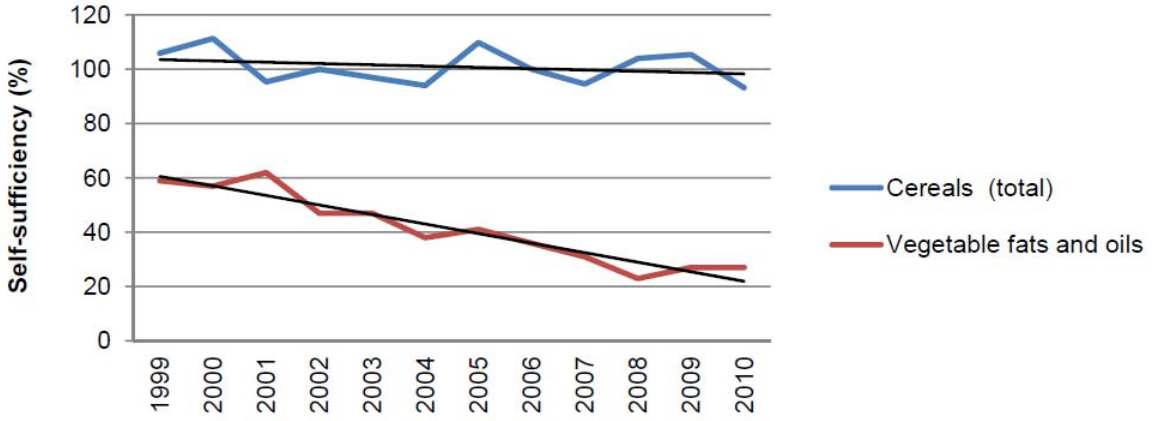


Abbildung 83 Entwicklung der Selbstversorgungsrate von Getreide und Pflanzenfetten und –ölen von 1999 bis 2010. Quelle: Statistik Austria (2011i)

Abb. 84 zeigt ein Flussdiagramm für die, im österreichischen Transportsektor eingesetzten Biotreibstoffe im Jahr 2009. Rohmaterialimporte bezogen auf die Biotreibstoffproduktion in Abb. 84 wurden auf Basis der Selbstversorgung mit landwirtschaftlichen Gütern und unter

der Annahme, dass sich Importe und einheimische Versorgung mit gleichen Teilen auf die Endverbraucher aufteilen, berechnet. (siehe Kalt & Kranzl, 2011). Insgesamt betrugen Biotreibstoffnettoimporte und Rohmaterialimporte 70% des gesamten Biotreibstoffverbrauchs in Österreich im Jahr 2009.

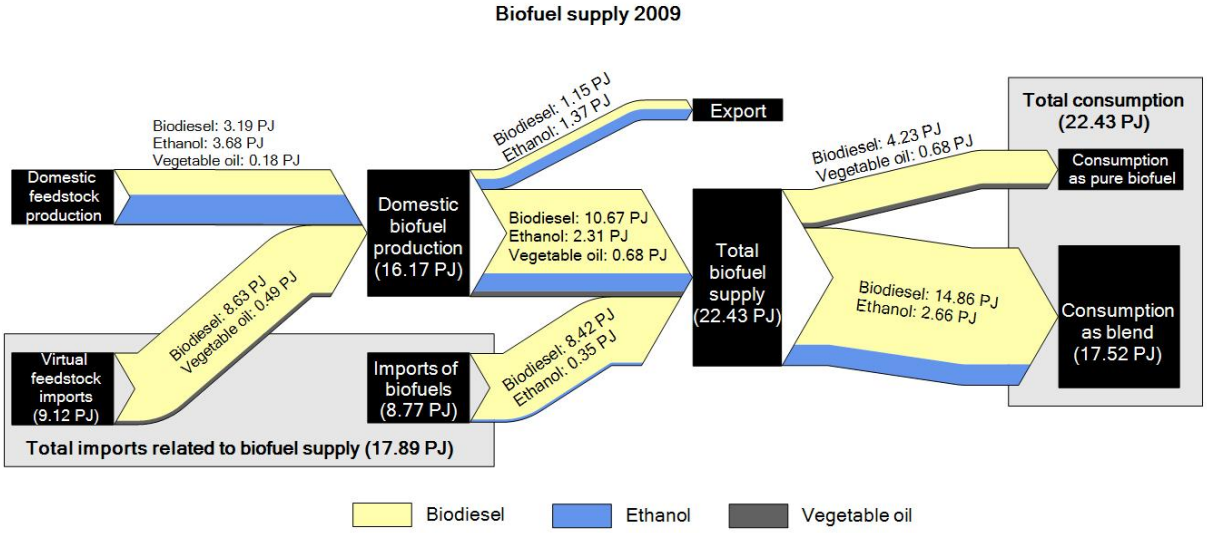


Abbildung 84 Flussdiagramm des österreichischen Biotreibstoffsektors im Jahr 2009. (Rohmaterialimporte sind als Gegenwert zu den produzierten Biotreibstoffen dargestellt; Rohmaterialimporte bezogen auf die Biotreibstoffproduktion wurden auf Basis der Selbstversorgung mit landwirtschaftlichen Gütern nach Kalt & Kranzl, 2011 berechnet.) Quelle: Kalt & Kranzl (2011)

Das Konzept des „indirekten Handels“ bezieht sich auf die, für die materielle Nutzung gehandelte Biomasse, welche im Endeffekt jedoch in der Energieproduktion landet. Nach Heinimö & Junginger (2009) trägt der indirekte Handel von Biomasse durch den Handel von industriellen Rundholz und materiellen Nebenprodukten zu dem größten Anteil des internationalen Biomassehandels für die energetische Nutzung bei. Dieser Anteil betrug ungefähr zwei Drittel des gesamten globalen Handelsvolumens im Jahr 2006.

Für weitere Informationen bezüglich der Auswirkungen des indirekten Handels auf den Österreichischen Holzfluss sei auf Kalt, G et al. (2011) verwiesen.

4.5 Perspektiven, Trends und deren Implikationen

Im IEA World Energy Outlook 2012 wird davon ausgegangen, dass die primär-energetische Nachfrage für biogene Energieträger bis zum Jahr 2035 stark ansteigen wird. Es wird angenommen, dass sich die Nachfrage nach Biokraftstoffen und Biomasse zur Verstromung in diesem Zeitraum verdreifacht und zukünftig einen wesentlich größeren Anteil am gesamten Biomassebedarf bedingt, der derzeitig von sogenannter traditioneller Biomassenutzung dominiert ist. Diese Veränderungen in der Zusammensetzung derr globalen Biomassenutzung werden sich auf das regionale verfügbare Angebot und die regionale Nachfrage auswirken und einen starken Einfluss auf die globalen Handelsströme an Bioenergie haben. (IEA 2012, p.211) Diese Publikation geht davon aus, dass der Handel mit fester Biomasse für Verstromung und Biokraftstoffe bis zum Jahr 2035 um einen Faktor 6

steigt. Die gehandelten Volumina, Handelsrouten, Energieträger sowie die Logistik des Bioenergiehandels werden sich folglich im Vergleich zum derzeitigen Status deutlich verändern. Modell-basierte Szenarien des Handels an Bioenergie zeigen allerdings ein uneinheitliches Bild der künftigen Entwicklungen, Diese sind in hohem Maße von den Einflüssen der globalen Energiemärkte, technologischer Entwicklungen sowie energie- und klimapolitischen Zielsetzungen abhängig.

Obwohl Biomasse in globalen Energiemodellen eine bedeutende Rolle spielt, ist der Handel bzw. die regionale Bedeckung der Nachfrage für Bioenergie in den wenigsten Modellen detailliert abgebildet. In einem Modellvergleich (Matzenberger et al. 2013) konnten insgesamt 28 Modelle identifiziert werden, die bis zu einem gewissen Grad Bioenergiehandel berücksichtigen. In einer Gegenüberstellung drei ausgewählter globaler Modelle (GFPM, IMAGE/TIMER, POLES) wurde gezeigt, dass die globale Nachfrage (und Produktion) von Bioenergie von derzeit etwa 50 EJ auf bis zu 150-170 EJ im Jahr 2050 und 170-220 EJ im Jahr 2070 steigt (siehe Abbildung 85 und 86). Die Verwendung von „traditioneller Biomasse“ verringert sich in allen betrachteten Szenarien schrittweise zu Gunsten von „moderner“ (raffinierter) Biomassenutzung. Am stärksten wächst der Bedarf nach fester Biomasse, obwohl flüssige Biobrennstoffe zweiter Generation aus fester Biomasse in IMAGE und POLES nicht der flüssigen, sondern der festen Biomasse zugerechnet sind.

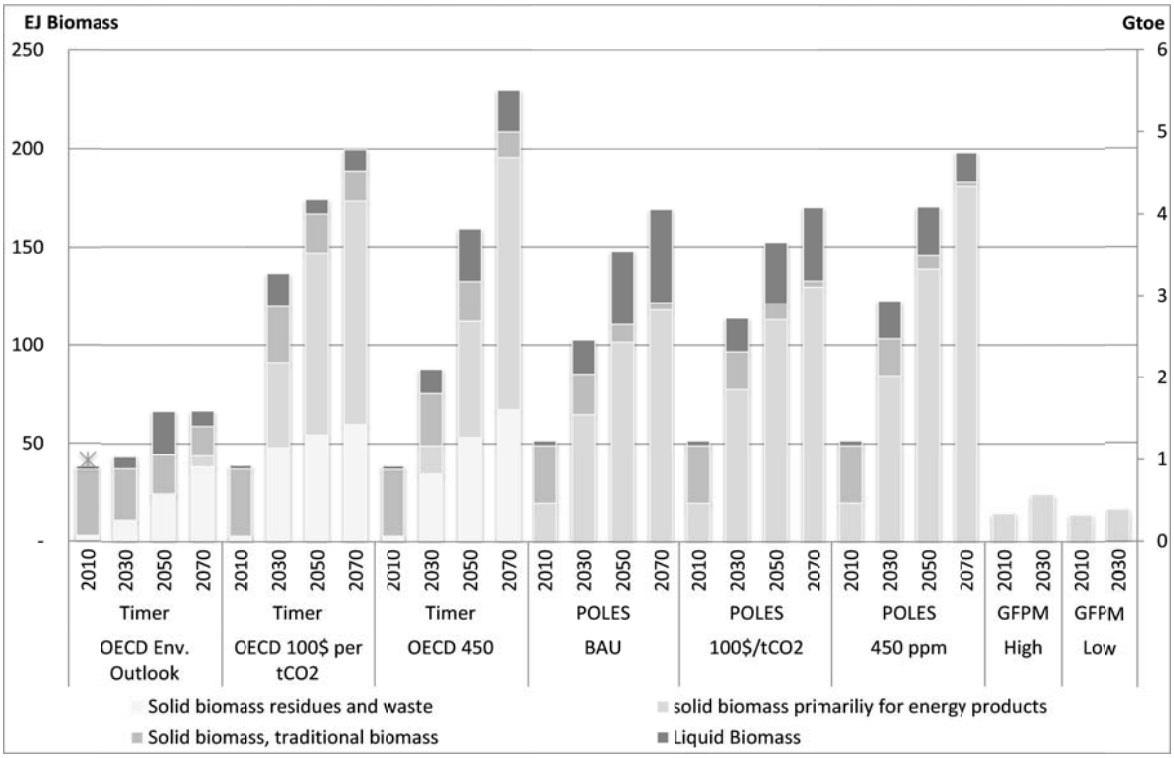


Abbildung 85 Globale Produktion an Bioenergie in ausgewählen Szenarien (Amn. GFPM betrachtet nur forstliche Biomasse und Produkte. Traditionelle Biomasse wird nur in TIMER explizit ausgewiesen) (Quelle: Matzenberger et al. 2013)

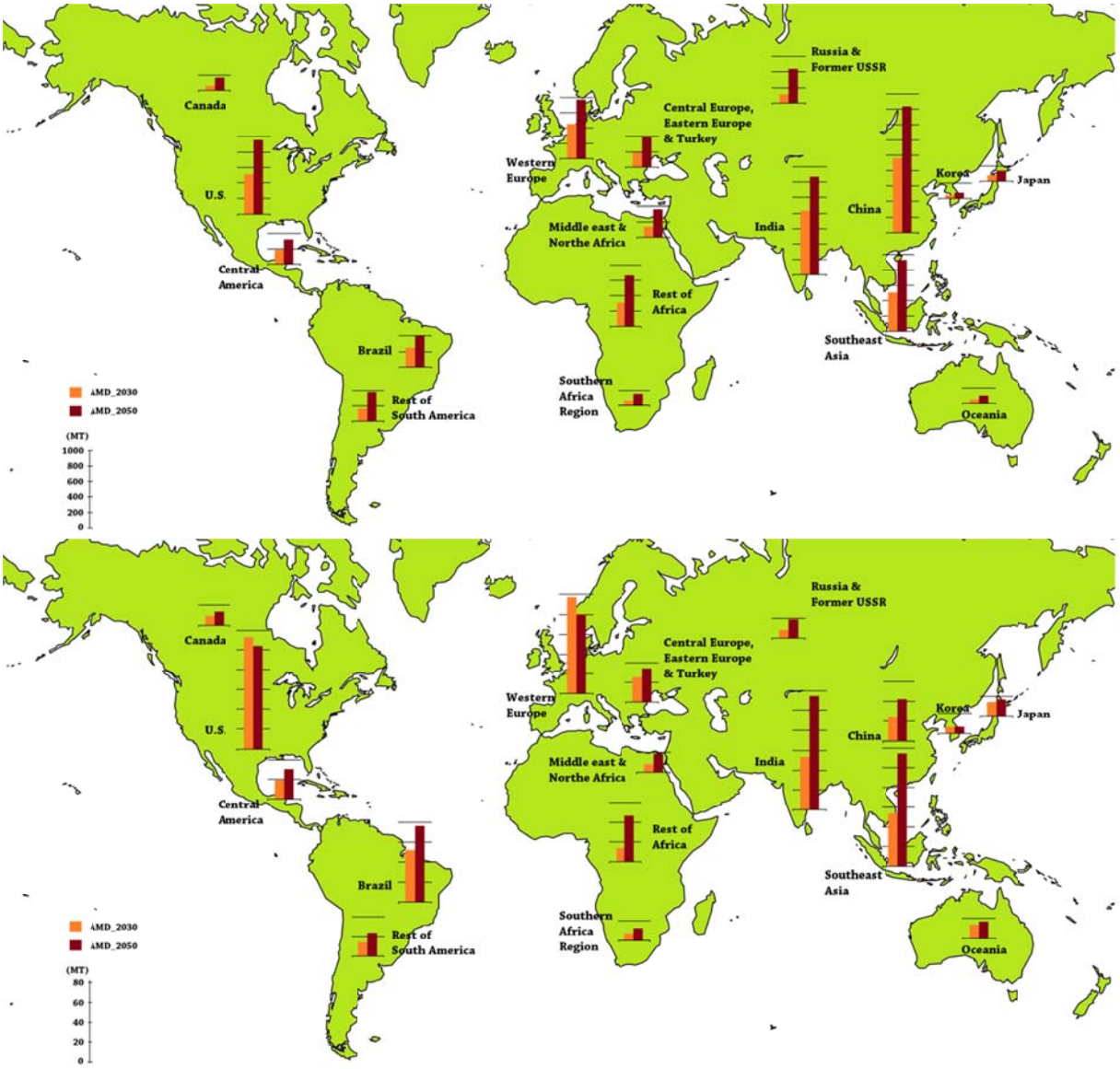


Abbildung 86 Regionaler Bedarf an Bioenergie im Median ambitionierter Modell-Szenarien 2030 und 2050. Oben: feste Biomasse; unten: flüssige Biomasse. (Einheit: Mt) (Quelle: Matzenberger et al. 2013)

Import und Exportregionen stimmen in den verschiedenen Modellläufen grundsätzlich überein. Zentrale Exportregionen 2050 sind Russland mit einem Anteil von etwa 40% des globalen Handelsvolumens und 10% der globalen Nachfrage sowie die Regionen Kanada, Süd-Amerika, Zentral Afrika und Ozeanien, die gemeinsam ebenfalls etwa 40% des globalen Handelsvolumens und 10% der globalen Nachfrage bedingen.

Zentrale Importregionen 2050 sind Indien mit einem Anteil von etwa 33% des globalen Handelsvolumens und 8% der globalen Nachfrage sowie die Regionen West Europa und China, die gemeinsam etwa 39% des globalen Handelsvolumens und 9% der globalen Nachfrage bedingen. Die Schwankungsbreite bzw. Unsicherheit der Rolle Chinas ist in den verschiedenen Szenarien jedoch verhältnismäßig groß. Die USA importieren 2050 relevante Mengen an flüssigen Biobrennstoffen und bilanzieren im Bereich der festen Biomasse ausgeglichen oder mit geringen Exporten.

Abbildung 87 Regionale Bioenergie Handelsbilanzen im Median ambitionierter Modell-Szenarien 2030 und 2050. Oben: feste Biomasse, unten: flüssige Biomasse. (Einheit: Mt)

In ambitionierteren Szenarien werden 14-26% (2030) bzw. 14-30% (2050) des globalen Bedarfs an Bioenergie gehandelt. Die Mengen an gehandelter Biomasse steigen in allen Szenarien und ein Trend zu einem größeren Anteil gehandelter Biomasse hin ist in allen Szenarien nach 2050 evident. In den ambitionierteren Szenarien steigt das Handelsvolumen an flüssiger Bioenergy um einen Faktor 70 (!) zwischen 2010 und 2030, jenes fester Bioenergy um einen Faktor 80. Dieser Anstieg würde zu einem Volumen internationalen Bioenergiehandels führen, das über der derzeitigen gesamten Bioenergieproduktion liegt. In Anbetracht der derzeit relativ geringen gehandelten Mengen, würde das große Umbrüche in Produktion, Vorbehandlung und Versorgungsketten der Biomassebereitstellung bedeuten.

Ein derartig drastischer Anstieg des Bioenergiehandels in diesem Zeitraum erscheint aus heutiger Sicht nicht wahrscheinlich. Daraus lässt sich schließen, dass die Modelle Barrieren, die dieser Entwicklung entgegenstehen, nicht ausreichend abbilden. Modellergebnisse sind von einem Ungleichgewicht zwischen regionalem Angebot und regionaler Nachfrage getrieben, die wiederum stark von klima- und energiepolitischen Zielen geprägt ist. Ohne

eine starke Zunahme des internationalen Handels ist ein wesentlich geringeres Wachstum des Bioenergieanteils in bestimmten Weltregionen möglich. Dies ist in zweierlei Hinsicht bedeutend: Erstens ist es nötig in globalen Klima und Energiemodellen diesen Aspekt zu berücksichtigen und Annahmen zu Bioenergieverfügbarkeit entsprechend zu überprüfen. Zweitens müssen Entscheidungsträger mit einbeziehen, dass Anreize hinsichtlich der Produktion und Nutzung von Bioenergie weiterführender Maßnahmen zur Unterstützung dieses Wachstums bedarf.

Die globale Finanzkrise und die damit verbundene erhöhte Unsicherheit (beispielsweise Wechselkursrisiken) haben auch zu geringeren Investitionen in Bioenergie geführt. Wirtschaftlichkeit wird oftmals als eine Barriere der Bioenergie-Nachfrage gesehen. Die Preise für Bioenergie setzen sich unter anderen aus Produktionskosten, Transportkosten, Förderungen und Steuern sowie Zöllen zusammen. Transportkosten sind ein wesentlicher Kostenfaktor aufgrund der unterentwickelten Logistik und Infrastruktur sowohl auf Produzenten als auch auf Konsumenten –Seite. Im Übersee-Transport stiegen die Kosten 2007 aufgrund hoher Nachfrage drastisch an und gingen mit Beginn der Finanzkrise nach 2008 wieder stark zurück. Letztlich ist Akzeptanz von Bioenergie bei Konsumenten und Entscheidungsträgern als nachhaltige, erneuerbare Energie zentral für die Ausschöpfung des globalen Bioenergiepotentials.

5 Soziale Aspekte großflächiger Biomasseproduktion im subsaharischen Afrika

5.1 Ausgangslage

Der internationale Währungsfonds (IWF) geht „für 2012 für ganz Afrika von einem Wachstum von 5 Prozent“ aus und prognostiziert für 2015, dass Afrika mehr als viermal so viel produzieren wird wie im Jahr 2000.[14]

Innerhalb weniger Jahre wandelte sich Afrika in den Augen von Fonds und Investoren vom unsicheren Hunger- und Kriegskontinent in einen Kontinent mit hohen Wachstumsraten und Investitionschancen. Dies spiegelt sich nicht zuletzt in dem Umstand wider, dass führende Wirtschafts- und Finanzzeitung wie der Economist, aber auch Wirtschaftsberatungsunternehmen wie McKinsey, in ihren Analysen auf die lukrativen Investitionsmöglichkeiten in Afrika hinweisen; auch die Wirtschaftsprüfungskanzlei Ernst & Young verweist in ihrem seit 2011 jährlich veröffentlichten „Africa Attractiveness Survey“ auf lohnende Kapitalanlagen.[15] Indiz für diesen Wandel sind darüber hinaus auch die zahlreichen Veranstaltungen für Investoren: So organisiert beispielsweise die Royal Society in London den Africa Day 2013[16], in Hongkong findet der 2nd Annual Africa Investment Summit - African Investment Strategies for Asia's Investors[17] und in Belgien ein Africa Finance & Investment Forum (AFIF)[18] statt. Bemerkenswert ist auch der Umstand, dass die durchschnittliche Auslandsverschuldung der afrikanischen Länder inzwischen deutlich zurückgegangen ist: „2012 belief sie sich nur noch auf 22,2 Prozent des Bruttoinlandsprodukts, während es 2000 noch 63 Prozent waren; Im Vergleich mit Europa ist diese Verschuldungsquote in der Tat sehr niedrig“ schreibt Le Monde Diplomatique 2013.[19] Zugleich weist Afrika mit 47.5 Prozent der Bevölkerung, die unter US $1.25 pro Tag zur Verfügung haben, die höchste Armutsrate der Welt auf.[20]

Die überaus günstigen, z. T. euphorischen Prognosen haben dazu geführt, dass nicht nur internationale Energie- und Agrarkonzerne in Afrika investieren, sondern zunehmend auch Hedge Fonds, deren Anleger, darunter mittlerweile große Fonds wie der Fonds der Harvard University und auch anderer großer amerikanischer Universitäten, ihre Gelder in Afrika investieren.[21] Selbst die Weltbank Gruppe, die im Rahmen ihrer Programme afrikanische Regierungen berät und den Abbau von Investitionshürden dringend empfiehlt, ist Investor. So hat sich ihr Investitionsvolumen in den Agrarsektor weltweit in den letzten Jahren um etwa 200 Prozent erhöht.[22]

Diese Investitionen in den Agrarsektor, unabhängig davon, ob zur Nahrungsmittelproduktion oder zum Anbau von Energiepflanzen, sind verknüpft mit zum Teil sich widersprechenden

[14] Siehe Ellis, St.; 2013: Le Monde diplomatique, Berlin
[15] Siehe Ellis, St.; 2013: Le Monde diplomatique, Berlin
[16] Siehe http://www.lbsafricaclub.org/africaday2013/finance-and-investment.html
[17] Siehe http://www.africainvestsummit.asia/
[18] Siehe http://www.emrc.be/en/events/afif-2013.aspx
[19] Ellis, St.; 2013: Le Monde diplomatique, Berlin
[20] Siehe: Worldbank, Press Release, 2013
[21] Vidal, J.; Provost, C.: 2011
[22] Oxfam International, 2012

Motiven und Interessen von Investoren und Gaststaaten sowie mit den Erwartungen der betroffenen Bevölkerungsgruppen. So argumentieren die einzelnen Gaststaaten, dass ausländische Direktinvestitionen in den Agrar- bzw. Biotreibstoffsektor ein probates Mittel zur Armutsbekämpfung sind, weil Arbeitsplätze geschaffen werden und eine Diversifizierung des landwirtschaftlichen Sektors und damit Verbesserung der Einkommenssituation eingeleitet wird. Bei Biotreibstoffen wird zusätzlich angeführt, dass sie eine Reduktion der Energieabhängigkeit bzw. Verbesserung der Energiesicherheit mit sich bringen werden. Dazu kommt eine steigende Nachfrage in Europa. Hauptmotiv der Investoren sind die lukrativen Investitionschancen, die unter anderem aus geringen Leasingkosten für Land sowie geringen Produktionskosten (niedrigen Löhnen, günstigen Steuerkonditionen, niedrigen Umweltstandards) resultieren. So wird in einem Memorandum of Understanding zwischen der Regierung von Sierra Leone und dem Schweizer Energiekonzern Addax Bioenergy (ABSL) festgehalten, dass die ABSL, Sierra Leone als Standort für seine Bioethanolanlage gewählt hat, aufgrund der günstigen klimatischen Bedingungen, der Verfügbarkeit von Land und Wasser, sowie aufgrund des zollfreien Zugangs zum europäischen Markt.[23]

Strategische Investitionen zur Versorgungssicherheit bei Nahrungsmitteln hier insbesondere von China, Indien, Saudi-Arabien (und vor dem arabischen Frühling auch Libyen) nehmen jedoch zu.

Bleiben die Erwartungen der Bevölkerung, die sie fallweise einem Land Deal zustimmen lassen: kurzfristige Einnahmen durch Kompensationszahlungen, Arbeitsplätze, Schaffung von Infrastruktur und sozialen Einrichtungen bzw. generell, dass sich ihre Lebenssituation und die ihrer Kinder verbessert.

Dieses Konglomerat lässt sich unter den gegebenen Bedingungen (größtmögliche Freiheiten für Investoren und geringe Rechte und kaum Teilhabe an einer Prosperität bzw. einer Regionalentwicklung für die lokalen Kommunen) nur schwerlich in eine win-win-Situation verwandeln, wie internationale Finanzinstitutionen wie die Weltbankgruppe, Investoren und auch Gaststaaten in ihren Veröffentlichungen nicht müde werden zu propagieren.

Trotzdem bedeuten Landdeals, unabhängig von der späteren Nutzung, einen massiven Eingriff in bestehende Strukturen. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt ist aufgrund der Intransparenz bei den Landvergaben für Gesamtafrika nicht feststellbar, wie viele Flächen vergeben wurden bzw. wie viele Landvergaben tatsächlich eine Produktion nach sich zogen. Gesichertes Zahlenmaterial liegt noch nicht einmal für einzelne afrikanische Länder vor. Nicht immer eindeutig zuordenbar ist darüber hinaus, inwieweit es sich um Vergaben für den Anbau von Energiepflanzen oder den Anbau für die Nahrungsmittelindustrie handelt. Dies trifft insbesondere auf Ölpflanzen zu, mit Ausnahme von Jatropha Curcas.

Die International Land Coalition[24] schätzt, dass 91 % der ausländischen Direktinvestitionen (Foreign direct investments - FDIs) in Asien von regional ansässigen Investoren getätigt werden, in Afrika jedoch nur 71% der Deals mit Investoren aus nicht-afrikanischen Ländern abgeschlossen werden, Obwohl mit zunehmender Nachfrage nach Biotreibstoffen sowie steigenden Zuckerpreisen am Weltmarkt, nunmehr auch die großen Produzenten, die seit Jahrzehnten in Afrika ansässig sind, (allerdings mehrheitlich europäische Mutterkonzerne

[23] SLIEPA, o.J

[24] The International Land Coalition ist eine weltweite Allianz aus UN Organisationen, NGOs, Forschungsinstituten und Bauernorganisationen.

haben) wie Illovo (British Sugar), Tongaat Hulett Group auf der Suche nach neuen Anbauflächen sind.[25] Demnach werden nicht-afrikanische Investoren, gegenüber Investoren aus der Region, bevorzugt.

Diese Gesamtentwicklung führte zu heftigen öffentlichen Debatten. Einer der Höhepunkte in dieser Auseinandersetzung war 2008 die Ankündigung der madagassischen Regierung die Nutzungsrechte an 1,3 Mio. ha Land an den koreanischen Daewoo Konzern zu übertragen.[26] Der Deal wurde letzten Endes rückgängig gemacht und die Regierung gestürzt.

Während die einen von sozioökonomischen Chancen sprechen, sind die anderen alarmiert von diesem Kampf um Agrarflächen. 2012 wurde etwa im Rahmen der COP18 Africa festgehalten, dass nur etwa ein Fünftel der Gesamtfläche Afrikas, potentielle Agrarflächen sind und mit dem Klimawandel auch die Möglichkeit der Nutzung von Grenzertragsböden weiter abnehmen wird[27], wodurch die Anbaumöglichkeiten vor allem für sozial benachteiligte Gruppen weiter eingeschränkt werden. Zu bedenken ist auch, dass in den ariden sowie semiariden Gebieten, große Flächen zusätzlich durch sekundäre Salinität z. B. aufgrund von nicht angepasster Bewässerung verloren gehen könnten.

José Graziano da Silva, Generaldirektor der FAO, warnt davor, dass diese Entwicklung auch die Ernährungssicherheit gefährden könnte. Vor allem mahnt er ein, dass diese Entwicklung unter Kontrolle gebracht werden müsse, zurzeit jedoch nicht die Instrumente zur Verfügung stünden.[28]

Eine Folge des Booms ist jedenfalls, dass Land einen ökonomischen Wert erhalten und das Ausmaß der Landvergaben damit in der postkolonialen Zeit eine neue Dimension erhalten hat.

5.2 Werben um Ausländische Direktinvestitionen in den Agrarsektor

Trotz aller Bedenken lautet die Devise in Afrika „Making Agriculture an Engine of Growth“.[29] Und bei all den berechtigten Bedenken kann doch angesichts der Tatsache, dass Afrika immer noch den geringsten Energiekonsum pro Kopf aufweist, nicht die Notwendigkeit von Investitionen in den Agrar- sowie Energiesektor geleugnet werden. Biomasse in Form von Feuerholz oder Holzkohle stellt im subsaharischen Afrika nach wie vor die Hauptenergieressource dar. Zugleich trägt eine übermäßige Holzentnahme in Kombination mit der Nutzung ineffizienter Öfen dazu bei, dass die Desertifikationsprozesse mit all ihren Begleiterscheinungen voranschreiten. Viele Staaten wie der Senegal, sind zudem von Rohölimporten abhängig und schon allein aus diesem Grund auch an Biotreibstoffproduktionen (zusätzlich zu Windenergie, Geothermie etc.) interessiert. Nach wie vor leben rund 80 % der Bevölkerung in ländlichen Gebieten und müssen von der Klein- bis Subsistenzlandwirtschaft ihren Unterhalt bestreiten. Afrika ist daher seit Jahrzehnten auf der permanenten Suche nach internationaler Finanzhilfe für den Agrarsektor und die Armutsbekämpfung. Traditionellerweise erhielt Afrika seine Finanzhilfen für diesen Bereich von den Industrieländern.[30] Trotz der Hilfsprogramme und Handelsliberalisierung konnten

[25] Siehe Jolly, L, 2012:202
[26] Siehe http://www.future-agricultures.org/e-debate/big-farm-small-farm#.UUge9RxFXpU
[27] Siehe African COP18
[28] Tran, M., 2012
[29] Economic Commission for Africa, 2012
[30] Matondi, P.; Mutopo, P., 2011: 69

sich die meisten Länder jedoch nicht aus der Armut befreien. Dies liegt unter anderem daran, dass „die öffentliche Ausgaben für Landwirtschaft und ländliche Infrastruktur zwischen 1980 und 2005 durchschnittlich nur 5-7 % des Gesamthaushalts betrugen, während dieser Anteil in Asien mit 6-15 % teilweise deutlich höher ausfiel.“[31] Die ugandische Regierung beispielsweise wendet heute nur noch etwa 4 % ihres Haushalts für diesen Bereich auf, obwohl die afrikanischen Staaten im Rahmen der Afrikanischen Union vereinbart haben, 10 % des Haushalts für die Förderung der Landwirtschaft zu verwenden.[32]

Der Anteil der bewässerten Flächen blieb in den letzten Jahrzehnten ebenfalls konstant niedrig.[33] Somit ist Afrikas Landwirtschaft noch immer weitgehend regenabhängig, was sich besonders in Dürreperioden stark negativ auswirkt. Ebenso ist der Einsatz von Düngemitteln mit ca. 7 kg/ha noch immer auf dem Niveau der 1970er Jahre.“[34]

Nach dem die landwirtschaftlichen Programme der Geldgeber zur Lösung dieser Probleme mehr oder weniger fehlschlugen, sehen sich subsaharische Staaten gezwungen, FDIs auch für den „vernachlässigten“ Agrarsektor einzuwerben. Umsetzbar scheint diese Strategie allerdings nur zu sein, wenn die entsprechenden Flächen an ausländische Investoren vergeben werden. Die Erwartungen der Kleinbauern (die aufgrund von Versprechungen der Regierungen und diverser Berater zustande kommen), von diesen Investitionen und von der steigenden Nachfrage und Preissteigerungen bei Agrargütern profitieren zu können, wird in den allermeisten Fällen enttäuscht. Dennoch sehen zahlreiche afrikanische Entscheidungsträger Agrarinvestitionen und damit auch den Anbau von Energiepflanzen als sozioökonomische Chance. Folglich wurden in den Jahren 2004 - 2008 zahlreiche politische Prozesse begonnen und Beschlüsse gefasst. 2006 beispielsweise wurde die „Green Opec“, die Pan-African Non-Petroleum Producers Association gegründet, die sich aus fünfzehn Staaten zusammensetzt. Ziel war, den Biotreibstoff-Sektor in Afrika zu fördern und nach dem Vorbild der Opec Länder Biotreibstoff zu exportieren. Parallel entwickelten die einzelnen Wirtschaftsgemeinschaften wie ECOWAS[35] und SADC[36] regionale Strategien. Die ECOWAS beschloss mit der Ouagadougou Declaration, die auf einer Konferenz 2007 angenommen wurde, erneuerbare Energien zu fördern und gründete 2010 zur besseren regionalen Integration und Koordination das Regionalcenter - Centre for Renewable Energy and Energy Efficiency (ECREEE).[37]

Nicht zuletzt wurden auch auf nationaler Ebene in Kooperation mit internationalen Organisationen oder im Rahmen von Süd-Süd bzw. triangularen Kooperationen Programme entwickelt sowie Ausbauziele festgelegt und partiell auch umgesetzt. Unterstützt wurden diese Aktivitäten vor allem von Schwellenländern wie Brasilien und Indien in Form von Technologie- und Wissenstransfer.

Vernachlässigt wurde in dieser Zeit allerdings die Entwicklung geeigneter Instrumente und Standards für Investoren auf nationaler und internationaler Ebene. Einer der Gründe dafür ist, dass es in Afrika relativ wenige Staaten gibt, deren Verwaltungsapparate effizient genug sind, um der wichtigsten nationalen Aufgaben gerecht zu werden.[38] 2006 initiierten zwar die

[31] Siehe Reichert, T., 2011
[32] Siehe Bertow, K., 2009
[33] Reichert, T., 2011
[34] Reichert, T., 2011
[35] Westafrikanischen Wirtschaftsgemeinschaft
[36] Southern African Development Community
[37] Siehe The EU Energy Initiative, 2012
[38] Ellis, St., 2013: Le Monde diplomatique, Berlin

AU[39] bzw. die AUC[40], die UN Economic Commission for Africa (ECA) und die Afrikanische Entwicklungsbank (AfDB) einen gemeinsamen Prozess zur Entwicklung rechtlicher Rahmenbedingungen hinsichtlich Landreformen, Stärkung der Landrechte, Verbesserung der Produktivität und Situation der ländlichen Bevölkerung.[41] Letzten Endes wurden jedoch die politischen Anstrengungen der Jahre 2004 - 2008 von der Realität der boomenden Investitionen überrollt, nicht zuletzt aufgrund der Nahrungsmittelkrise 2008, die die Suche nach neuen Agrarflächen verstärkte.

Finanziert werden Projekte in direkter oder indirekter Weise unter anderem von Entwicklungsfinanzierungsinstituten wie den Entwicklungsbanken.[42]

Eine wichtige Strategie im Werben um ausländische Direktinvestitionen war und ist die Beseitigung von Investitionshürden. Eine der Maßnahmen war in vielen Ländern die Eröffnung von one-stop investment Shops und Investment Promotion Agencies. Die Hauptaufgabe dieser Agenturen besteht darin, Investoren bzw. FDI Projekte in den vier Stadien: Entscheidungsphase (information on infrastructure, information on tax & incentives, information on strategic partners), Zulassungsphase (facilitating registration and licensing, introduction to professional services, soft landing services), Umsetzungs- (facilitating building construction, access to utilities and infrastructure, finding key staff) sowie in der operativen Phase (information on finance, matchmaking, assistance in upgrading)[43] zu begleiten. Ministerien wie Agenturen werden dabei von den internationalen Finanzinstitutionen unterstützt bzw. mehr oder weniger gedrängt, für Investoren die besten Voraussetzungen zu schaffen. Es gibt kaum Berichte, in denen nicht festgehalten wird, ob Fortschritte in der Beseitigung administrativer Barrieren erzielt wurden. Werden die Empfehlungen umgesetzt, wie beispielsweise in Sierra Leone, so wirkt sich das positiv auf das Ranking aus. Sierra Leone rangierte nach der Gründung der Agenturen etc. in einem Ranking der Weltbank auf Platz 4 von 16 Ländern in Westafrika.[44] 2013 wurde Sierra Leone in einem weiteren Ranking der Weltbank noch einmal besser gereiht.[45]

Auch die Internationale Finanz-Corporation (IFC) als Teil der Weltbankgruppe unterstützt nach eigenen Angaben die Regierungen in Afrika, die Produktivität im Agrarsektor zu erhöhen. Als strategische Ziele werden unter anderem auch hier genannt: Förderung von Unternehmensgründungen, Reduktion der Investitionsbarrieren, Unterstützung des internationalen Handels durch eine verbesserte Handelslogistik sowie eine transparentere Unternehmensbesteuerung.[46]

Das Beispiel Sierra Leone zeigt, wie offensiv diese Agenturen - wohl auch aufgrund des bestehenden Wettbewerb um ausländische Direktinvestitionen werben: Hervorgehoben werden in Informationsmaterialien nicht nur die günstigen agro-klimatischen Bedingungen[47] (hohe Sonneneinstrahlung, große Regenmengen und vor allem neun Flusssysteme) sondern auch die Verfügbarkeit von Land. So wird angegeben, dass von 7.2 Mio. Hektar 5,4 Mio. Hektar landwirtschaftliche Flächen sind, von denen wiederum nur eine Million als genutzte

[39] Afrikanische Union
[40] African Union Commission
[41] AUC-ECA-AfDB Consortium, 2010
[42] Siehe dazu Zimmerle, B., 2012
[43] Siehe http://www.investsierraleone.biz/
[44] Siehe Sierra Leone Poverty Reduction Strategy Paper
[45] Siehe *World Bank Group, Doing Business Survey*
[46] Siehe Internationale Finanz-Corporation (IFC)http://www.ifc.org
[47] SLIEPA, o.J.

Fläche ausgewiesen wird. Darüber hinaus werden konkrete Flächen für Zuckerrohr und Palmölplantagen bereits mit dem Argument angeboten, dass mit einer Nutzungsänderung in den offerierten Gebieten weder die Nahrungsmittelproduktion noch sensible Ökosysteme beeinträchtigt werden. Hier werden in der Argumentation bereits die Anforderungen der EU Renewable Energy Directive (RED) zumindest (scheinbar) berücksichtigt.

Geworben wird mit den geringen Produktionskosten, die unter anderem aus den niedrigen Leasingkosten für Land resultieren; sie werden mit 5 bis 20 $ pro Hektar und Jahr angegeben, wobei betont wird, dass diese Preise deutlich unter jenen von Brasilien mit 100 pro Hektar und 450-1.000 $ pro Hektar in Indonesien und 3.000-11.000 $ pro Hektar in Malaysia liegen.[48]

Bemerkenswert ist noch, wie Sierra Leone sich als Billiglohnland anbietet: So führt der CEO der Sierra Leone Investment and Export Promotion Agency (SLIEPA) aus, dass die Lohnkosten bei 2-3 $ pro Tag liegen[49], deutlich unter jenen von Asien und Lateinamerika. Diese Argumentation ist nicht unüblich, auch Agenturen in anderen afrikanischen Ländern wie Äthiopien und dem Sudan bieten sich als Billiglohnländer an. Sie steht jedoch in krassem Widerspruch zur Argumentation der Regierungen, dass sich für die Bevölkerung ein Vorteil aufgrund der entstehenden Arbeitsplätze ergibt.

Geworben wird auch mit guten Absatzmöglichkeiten in die EU (die nach der Zuckermarktreform vom Produzenten zum größten Zuckerimporteur wurde) sowie mit dem bestehenden Zollabkommen, das einen zollfreien Export aller Produkte in die EU ermöglicht. Nicht zuletzt wird das Vorhandensein aktiver politischer Unterstützung hervorgehoben, wie der folgende Ausschnitt aus einem Informationsmaterial für potentielle Investoren zeigt:

[48] SLIEPA, o. J.
[49] Siehe SLIEPA, o. J.

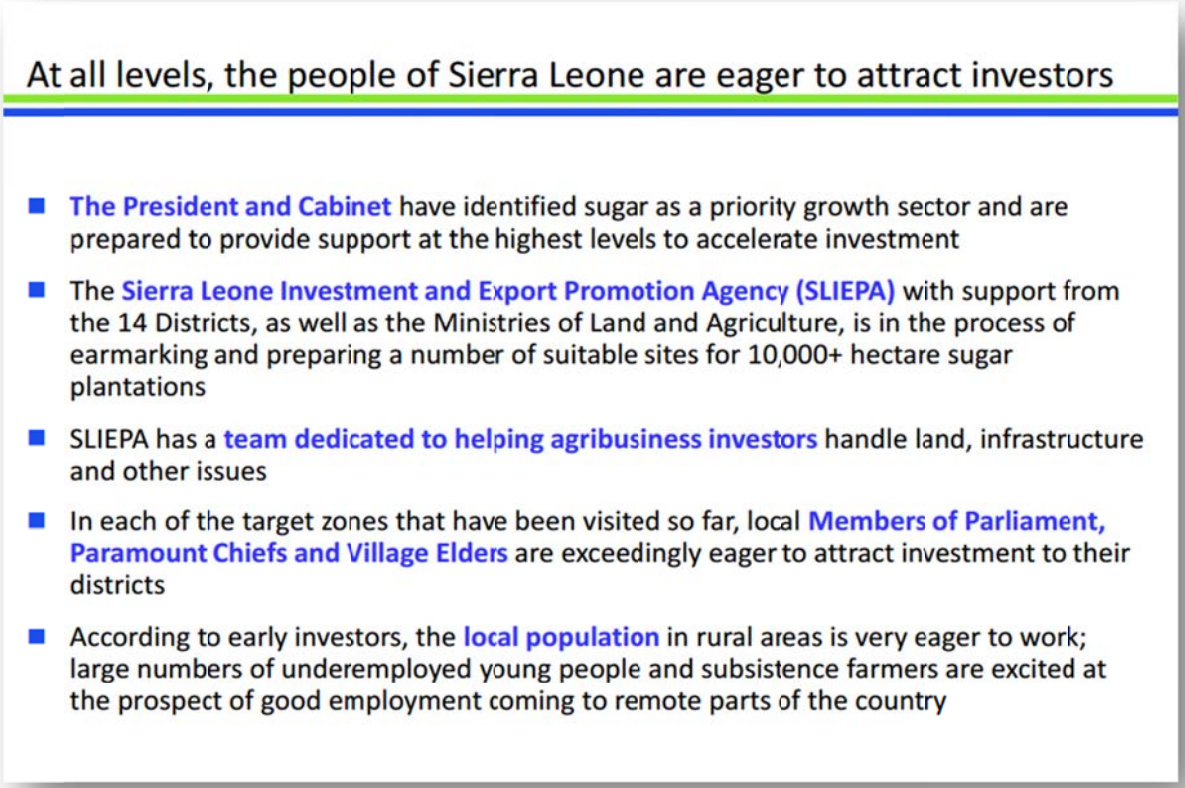


Abbildung 88: Darstellung der Attraktivität von ausländischen Direktinvestitionen in Sierra Leone gemäß nationaler Regierung (Source: Government of Sierra Leone policies and reports)[50]

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen, wie weit mitunter die Vorbereitung von Landdeals durch die jeweiligen Regierungen geht, indem zum Beispiel eine Vorauswahl von Gebieten für potentielle Investoren vorgenommen wird, wobei dies in der Regel mit Unterstützung diverser Expertengruppen aus der EU oder der Geberinstitutionen geschieht. Dabei wird nicht zwischen Projekten, die eine Nahrungsmittelproduktion und den Energiepflanzenanbau zum Ziel haben, unterschieden.

In diesem Kontext ist sowohl die Rolle der EU als auch jene von internationalen Beratungs- und Entwicklungsunternehmen, die diskret im Hintergrund bleiben, unterbewertet. Die SLIEPA beispielsweise erhielt 2 Mio. USD von der EU und beauftragte ein Beratungsunternehmen, ein **"marketing package" für neue Gebiete für Großinvestoren zu entwickeln.**[51]

Im Senegal wurde ebenfalls anhand eines Kriterienkatalogs eine Vorauswahl geeigneter Gebiete getroffen.[52] Wenig überraschend werden fruchtbare Flächen mit ausgezeichneter Wasserversorgung angeboten.

[50] Siehe SLIEPA, o. J.
[51] Bello, D., A., 2011
[52] Siehe dazu auch APIX, Investment Promotion and Major Projects

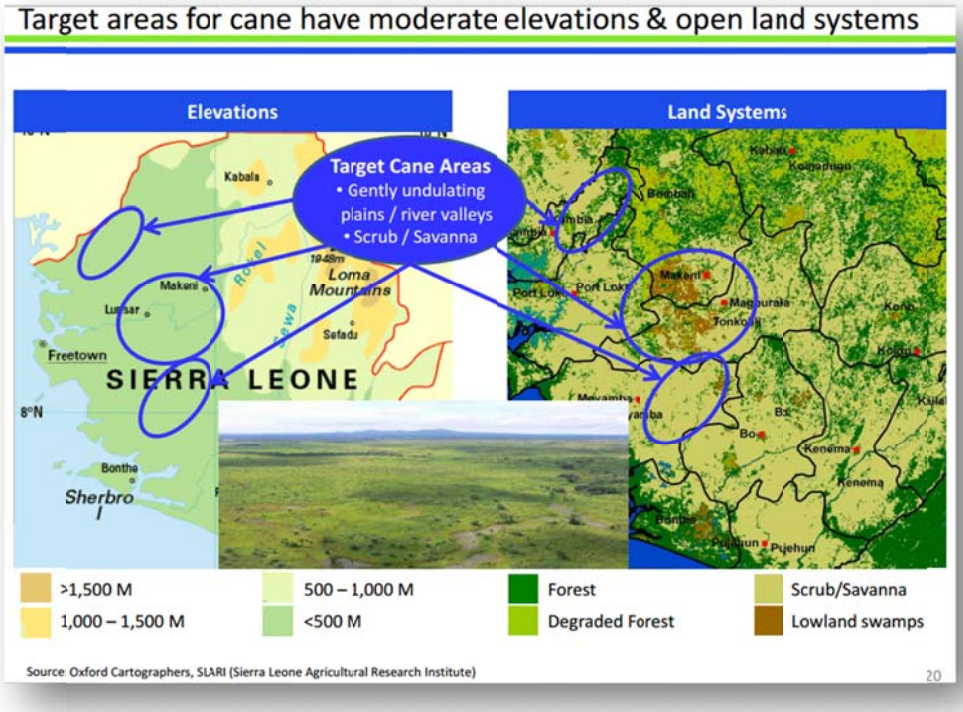


Abbildung 89: Darstellung der optimalen Anbaugebiete für Zuckerrohr in Sierra Leone gemäß nationaler Regierung[53]

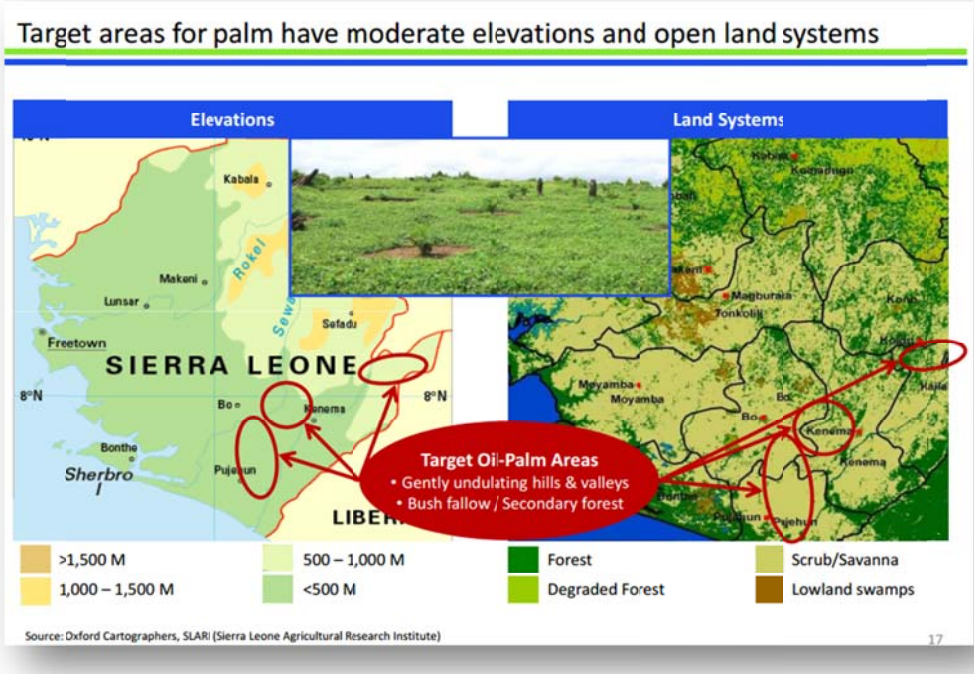


Abbildung 90: Darstellung der optimalen Anbaugebiete für Ölpalmen in Sierra Leone gemäß nationaler Regierung[54]

[53] Siehe SLIEPA, o. J.
[54] Siehe SLIEPA (b), o. J.

Das Beispiel Sierra Leone zeigt auch, in welchem Missverhältnis die „angebotenen“ Vorteile und Begünstigungen zu den „Richtlinien“ für Investoren stehen:

- The Government (with the help of the IFC) has therefore developed a simple handbook to guide investors through the land-leasing process. The handbook includes a step-by-step recommended approach, template leases and other legal documents and guidelines for agreements with local communities
- The guidelines recommend a minimum set of standards for all investors. These include:
  - While leveraging the expertise of the central government (particularly the Ministries of Agriculture, Land and Trade), all investors must from the outset involve the local community and environmental NGOs in mapping the proposed site to ensure protection of areas needed for food production and all high conservation value areas
  - All lease agreements must have the free, prior, informed consent of all occupiers of the land, not just local chiefs and land-owners
  - All land use plans must meet the Equator Principles (and/or equivalent social and environmental standards)
  - Financial compensation to local communities should include 3 components:
    - "Rent": a fixed annual cash component (divided according to an agreed formula between the members of the local community, as well as the central and regional governments)
    - "Royalty": a variable component based on the measurable output of the plantation and a pricing formula linked to global market prices – to ensure the local community have a stake in supporting the smooth operation and productivity of the estate
    - An independent board to oversee how the rent and royalty payments are spent – to ensure that the benefits do not accrue just to a few individuals

Abbildung 91: Auszug aus den Empfehlungen für Investoren[55]

Sierra Leone ist in seinem Werben um Direktinvestitionen mit dieser Strategie „erfolgreich“.[56] Was dies für die einzelnen Kommunen bedeutet und ob sich zumindest eine partielle Teilhabe der Klein- und Subistenzbauern an einer ökonomischen Entwicklung verwirklichen lässt, bleibt abzuwarten. Grundsätzlich bedeuten große Landakquisitionen, unabhängig davon ob für die Nahrungsmittelproduktion oder für Biomasse, in der Regel den Verlust an Anbauflächen und Wasserrechten, Verlust an Durchgangsrechten, Weiderechten etc. und in der Folge bedeuten sie oft auch den Verlust der Existenzgrundlage für diejenigen, die ihre Rechte mehr oder weniger freiwillig an Investoren abtreten.

Um zumindest die Chance auf eine unmittelbare Teilhabe an einer ökonomischen Entwicklung zu wahren, müssen angemessene Entscheidungsfindungsprozesse gestaltet werden, deren Basis die Identifikation aller Betroffenen darstellt sowie das geltende und praktizierte Boden- und Ressourcennutzungsrecht. Im Folgenden werden anhand von Beispielen aus Sierra Leone, Senegal, Sambia und Malawi, Teilaspekte zu Bodenrecht, Vergabepraktiken sowie Beispiele für eine Teilhabe in Form von Vertragslandwirtschaft näher beleuchtet.

5.3 Bodenrecht

In den meisten subsaharischen Staaten existieren mehrere Rechtssysteme nebeneinander, wodurch es oft zu komplexen, nicht eindeutig interpretierbaren Regelungen kommt. Das Bodenrecht variiert je nach Land bzw. Kolonialgeschichte, was die meisten aber gemeinsam

[55] Siehe SLIEPA, o. J.
[56] Siehe dazu Fallbeispiel Sierra Leone

haben, ist das komplexe Arrangement bei dem Boden in Form von „Gemeinschaftseigentum“ entweder von der Regierung oder lokalen Chiefs verwaltet wird.[57]

Wie ein Beispiel aus Kamerun zeigt, ist „in einem komplexen Prozess im Verlauf der Kolonialzeit durch die Interaktion von europäischen und afrikanischen Interessen und Normen ein stark schematisiertes Bild von einem afrikanischen „Gewohnheitsrecht“ entstanden. … Danach war Land in afrikanischen Gesellschaften Gemeinbesitz und konnte von Individuen nicht verkauft werden; jeder hatte mehr oder weniger gleiches Recht auf bzw. an Land.“[58] Dieses „Gewohnheitsrecht“ oder zumindest zahlreiche Elemente davon sind erst im Verlauf der Kolonialzeit entstanden, Gewohnheitsrecht ist daher nicht zwangsläufig gleichzusetzen mit vorkolonialen Rechts- und Nutzungsnormen.[59]

Im Senegal beispielsweise hatte die französische Kolonialverwaltung das Ziel, das Prinzip des Privateigentums einzuführen; ein entsprechendes Bodenrechtsdekret wurde „1900 erlassen und beinhaltete die Verstaatlichung der senegalesischen Böden. Zur Rechtfertigung wurde der Terminus „terres vacantes et sans maître“ eingeführt“.[60] Nach der Kolonialzeit wurde im Senegal entschieden, „sich an den schwarzafrikanischen Rechtstraditionen zu orientieren, diese aber im Sinne der nationalen Entwicklung weiterzuentwickeln“[61]. Der Staat versteht sich dabei „nicht als Eigentümer des Bodens im strengen Sinne, sondern als Statthalter und Treuhänder zugunsten seiner Bürger.[62] Auch in Sierra Leone bzw. in vielen anderen afrikanischen Ländern gilt für den Staat unter anderem das Prinzip, den Boden als gemeinschaftliche Ressource im langfristigen Interesse der eigenen Bürger zu verwalten.[63]

Dieser Anspruch des Staates auf scheinbar „nicht genutztes“ Land sowie die Regelung, dass der Staat den Boden im Interesse seiner Bürger verwaltet, führen ebenfalls dazu, dass große Flächen auch ohne entsprechende Beteiligung der Betroffenen und der Zivilgesellschaft an Investoren vergeben werden. Landvergaben, die von staatlicher Seite vorgenommen werden, werden daher auch oft damit begründet (sofern überhaupt begründet wird), dass ein öffentliches Interesse an einem Projekt bzw. einer Agrarinvestition besteht.

Wie komplex geltendes Bodenrecht sein kann, und damit eine Regelung hinsichtlich angemessener Kompensationen in welcher Form auch immer, zeigen beispielhaft die Prinzipien der Landverteilung zwischen zwei Ethnien, den Mosi und Fulbe in Burkina Faso. So gilt für herrschende Mosifamilien, dass einmal bestelltes Land demjenigen zugesprochen wird, der es als erster bebaut hat. „Solange es also noch jemanden gibt, der sich daran erinnert, dass einer seiner Vorfahren ein bestimmtes Stück Land bebaut hat, ist das Land nicht frei und kann allerhöchstens geliehen, nicht aber übernommen werden.“[64] Für andere Gruppen, auch Mosi, die nicht der herrschenden Familien angehören, aber auch Angehörige anderer Ethnien wie der Fulbe, haben lediglich ein Gastrecht. Dieses Gastrecht bleibt über Generationen hinweg bestehen.[65] Bei einer Landvergabe an einen Investor würden diese

[57] Siehe dazu auch Matondi, P., Mutopo, P., 2011: 76
[58] Eckert, A., 1999
[59] Eckert, A., 1999
[60] Rünger, M., 1997: 83
[61] Martin, B., 2009
[62] Siehe dazu Rünger, M., 1997
[63] Siehe dazu auch *National Lands Policy, 2005* sowie http://usaidlandtenure.net/sites/default/files/country-profiles/full-reports/USAID_Land_Tenure_Sierra_Leone_Profile.pdf
[64] Reikat, A., 1995
[65] Reikat, A., 1995

Gruppen ihr „Gastrecht“ und damit ihre Lebensgrundlage verlieren und in der Regel auch keine Kompensationen erhalten. Benachteiligungen durch geltende und auch praktizierte Bodenrechtsregelungen können für einzelne Gruppen bzw. Ethnien auch in Regelungen wie der Folgenden bestehen: „nur Land, an dem eine nachhaltige, sichtbare Investition erfolgt ist, kann vom Bearbeiter beansprucht werden, andernfalls gilt das Land unanfechtbar als Staatsdomäne“[66]. Benachteiligt werden in diesem Fall Fulbe und andere Nomaden, da Beweidung in der Regel nicht als sichtbare Investition bewertet wird. Sie können in den Präfekturen lediglich für Gartenprojekte Land beantragen.

Aus Unkenntnis wird meist auch die Berücksichtigung von bestehenden sozialen Verpflichtungen innerhalb von Familien oder eines Clans vernachlässigt, zum Beispiel hinsichtlich der Verteilung von Erträgen, die zwar privat erwirtschaftet werden, Sozialbeziehungen jedoch eine Verteilung notwendig machen.

Ebenfalls aus Unkenntnis bleiben meist matrilineare[67] Vererbungssysteme in der Regel unberücksichtigt. Frauen sind vielfach vom Erwerb von Landtiteln ausgeschlossen.

Hier erhebt sich die Frage, wie in einem solchen Fall vorzugehen ist, um nicht in einer Folgeregelung Benachteiligungen fortzusetzen.

Die Beispiele zeigen, dass meist eine deutlich größere Anzahl von „Bezugsberechtigten“ vorhanden ist, als dies bei einer mehr oder weniger oberflächlichen Erhebung bzw. Dorfdiskussionen zutage tritt. Eine Modernisierung der Verwaltung der komplexen Bodenrechtssituation in den nächsten Jahren zur Vermeidung von land-grabbing, wie dies in einem aktuellen Bericht der Weltbank[68] vorgeschlagen wird, scheint angesichts der genannten Beispiele zu kurz gegriffen, zumal 90% der ländlichen Gebiete nicht registriertes Land ist bzw. bestehende Rechte nicht dokumentiert sind. [69]

5.4 Fallbeispiel Addax Bioenergy Sierra Leone

Sierra Leone, im westlichen Afrika gelegen, zählt zu den ärmsten Ländern in der Region. Bis 1958 war es britische Kronkolonie bzw. britisches Protektorat[70]. Entsprechend dieser Zweiteilung ist das geltende Bodenrecht ein komplexes Arrangement von traditionellen und kolonialen Elementen. Nach drei Jahren Selbstverwaltung erhielt Sierra Leone 1961 die Unabhängigkeit. Einen schweren Rückschlag erlitt das Land durch einen äußerst brutalen Bürgerkrieg zwischen 1991 und 2002. Finanziert wurde dieser Krieg, in den der 2012 in Den Haag verurteilte frühere Präsident in Liberia Charles Taylor involviert war, mit Diamanten.

Nahezu zwei Drittel der Bevölkerung sind so wie in den meisten afrikanischen Ländern abhängig von der Landwirtschaft. Dieser Sektor trägt nahezu 45% zum Bruttoinlandsprodukt bei, obwohl die meisten Haushalte kaum Dünger verwenden. Organischer Dünger wird nur von 8 % verwendet und chemische Dünger nur noch von 5 %.[71]

[66] Rünger, M., 1997: 66
[67] Eigentum und Rechte werden von der Mutter auf die Tochter weitergegeben. Die Söhne werden nicht berücksichtigt.
[68] Worldbank, Press Release, 2013
[69] Worldbank, Press Release, 2013
[70] Im Gegensatz zu Kronkolonien waren Protektorate selbstverwaltet
[71] Siehe World Food Programm (WFP), Sierra Leone, 2010

Aktuell wird nur ein kleiner Anteil der Gesamtfläche landwirtschaftlich genutzt, da immer noch Brandrodung und Wanderhackbau praktiziert werden und die Brachen traditionellerweise mehrere Jahre andauern.

Die kultivierten Flächen werden nur etwa zwei Jahre bewirtschaftet. Die Hektarerträge bei dieser Bewirtschaftungsform sind wie in den meisten subsaharischen Staaten gering. Das Ausmaß der Brandrodung zeigt das folgende Satellitenbild:

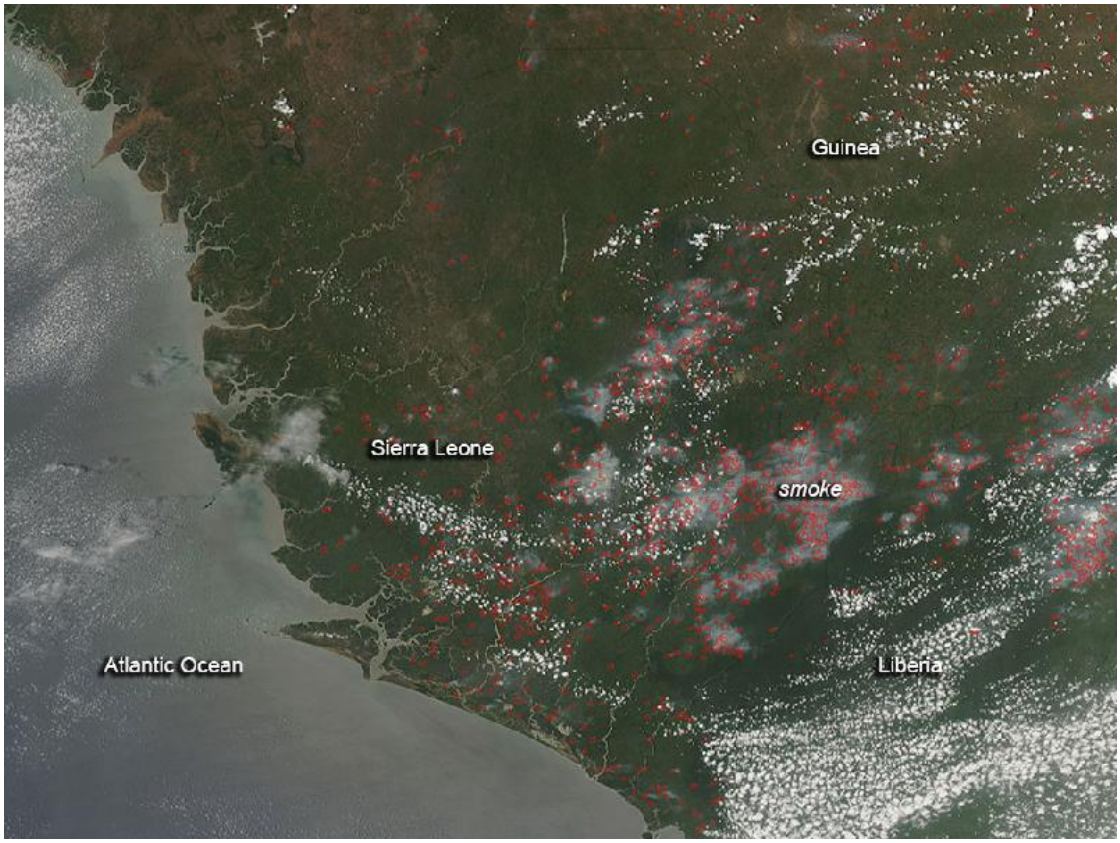


Abbildung 92: Brandrodung im westlichen Afrika[72]

Auch für Sierra Leone liegen keine genauen Zahlen, über die an Investoren vergebenen Landflächen vor. Nach Recherchen des Oaklandinstituts[73] sowie anderer Quellen[74] könnten bis zu 1.2 Mio. Hektar, das wären 21% der landwirtschaftlichen Fläche vergeben worden sein.[75] Laut dem Ministry of Lands stehen rund 70% des Agrarlandes für Agrarinvestments zur Verfügung.[76]

Die Schweizer Addax and Oryx Group bzw. dessen Tochter Addax Bioenergy Sierra Leone leaste 57.000 ha für fünfzig Jahre in der Provinz Makeni, die als sogenannte „Target Cane Area“ von der Regierung identifiziert wurde. Eine Verlängerung um weitere zwanzig Jahre ist

[72] Quelle: NASA's Aqua Satellite, 25. März, 2013, http://www.nasa.gov/mission_pages/fires/main/world/20130325-westafrica.html
[73] The Oakland Institute, 2011
[74] Siehe Africa Review
[75] Sierra Leone Network on the Right to Food (SiLNoRF), 2013
[76] IRINnews, 2012

möglich. Laut World Food Programm zählt die Provinz zu den wichtigen Produktionsgebieten für Nahrungsmittel.[77]

Der Konzern hat 20.000 Hektar für den Zuckerrohranbau vorgesehen, die restlichen Flächen sind für ökologische Korridore, Aufforstungen, Produktionsflächen etc. reserviert. Produktionsziel sind bis zu 90 Mio. Liter Ethanol pro Jahr.[78] 30 MW sollen ins nationale Stromnetz eingespeist werden. Bis zum Vollbetrieb werden darüber hinaus 4000 Arbeitsplätze entstehen. Finanziert wird dieses Projekt mit einem Finanzierungsvolumen von € 258 Mio. unter starker Beteiligung europäischer Geldgeber wie der Netherlands Development Finance Company, der Deutschen Investitions- und Entwicklungsgesellschaft, der Belgian Investment Company for Developing Countries (BIO) sowie schwedischer Finanzinstitutionen. Die österreichische Entwicklungsbank finanziert über den Emerging Africa Infrastructure Fund (EAIF) das Projekt.[79]

Die Addax Bioenergy entschied sich, im Gegensatz zur Mehrzahl der Investoren in Afrika ein transparentes Verfahren durchzuführen und darüber hinaus folgende Standards einzuhalten:[80]

- IFC Performance Standards[81]
- AfDB Standards[82]
- Equator Principles[83]
- EU Renewable Energy Directive (RED)[84]
- Roundtable on Sustainable Biofuels (RSB)[85]
- Bonsucro – Better Sugarcane Initiative (BSI)[86]

Im Februar 2013 wurde das Projekt als erstes afrikanisches Projekt vom RSB zertifiziert.

Während der Vorbereitungsphase 2008 bis 2010 wurde eine umfassende Risikoabschätzung (EISHA) möglicher negativer Umweltauswirkungen sowie hinsichtlich der sozialen Aspekte durchgeführt. Im Rahmen einer Ökobilanzierung wurde die CO2 Einsparung gegenüber Benzin auf 70% geschätzt.[87] Die Addax Bioenergy gibt explizit an, dass sie Ethanol für den europäischen Markt produzieren wird. Eine Zuckerproduktion für den nationalen Markt ist nicht vorgesehen. Der Zuckerbedarf wird großteils von der Dangote Sugar Refinery Plc, aus Nigeria gedeckt, also aus Importen.[88] Inwieweit dieser Umstand oder die geplante Revitalisierung der lokalen Zuckerfabrik mithilfe chinesischer Investoren in das Life Cycle

[77] Siehe World Food Programm (WFP), Sierra Leone, 2010
[78] Siehe http://www.reegle.info/policy-and-regulatory-overviews/SL
[79] Siehe Fian Österreich sowie http://www.oe-eb.at/en/projects/Pages/emerging-africa-infrastructure-fund.aspx
[80] Siehe AFRICAN DEVELOPMENT BANK GROUP, o.J.: 1
[81] Siehe http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/Topics_Ext_Content/IFC_External_Corporate_Site/IFC+Sustainability/Sustainability+Framework/Sustainability+Framework+-+2012/Performance+Standards+and+Guidance+Notes+2012/
[82] Siehe African Development Bank Group. http://www.afdb.org
[83] Siehe http://www.equator-principles.com/index.php/about-ep/about-ep
[84] Siehe auch http://ec.europa.eu/energy/renewables/biofuels/biofuels_en.htm
[85] Siehe www.rsb.org
[86] Siehe http://www.bonsucro.com/
[87] Siehe AFRICAN DEVELOPMENT BANK GROUP, o.J.
[88] Siehe SugarOnline.com, 2013:

Assessment eingeflossen sind, geht aus den zur Verfügung stehenden Unterlagen nicht hervor.[89]

In der Social Impact Analyse wird dem Projekt bescheinigt, dass es mit den sozialen und entwicklungspolitischen Zielsetzungen Sierra Leones übereinstimmt, indem es zur Armutsbekämpfung, Schaffung von Arbeitsplätzen und zur Ernährungssicherheit beiträgt. Darüber hinaus wird prognostiziert, dass Arbeitsplätze (explizit) für Sierra Leoneans (at all skills levels) geschaffen, und ein Wissens- und Technologietransfer gewährleistet werden.[90]

Die Addax Bioenergy war sichtlich bemüht, ein faires und transparentes Verfahren durchzuführen und die betroffenen Gemeinden einzubinden und angemessene Lösungen zu finden. In den allermeisten Fällen wird über die Kommunen bzw. Regionalverwaltungen hinweg entschieden. Im Senegal wurden 2010 beispielsweise 50.000 ha an den nigerianischen Investor Aliko Dangote, einen der größten Zuckerproduzenten Afrikas, im Senegalflusstal vergeben, ohne dass die lokale Bevölkerung, Regionalrat oder andere Stakeholder eingebunden gewesen wären. Die Entscheidung über den Land Deal wurde über die Tageszeitungen verbreitet. Ebenso fand die Übertragung der Rechte an 26.000 ha an die senegalesisch-italienische Gesellschaft „Senethanol/Senhuile“ in Fanaye statt, die Süßkartoffel[91] und Sonnenblumen für die Biotreibstoffproduktion anbauen wollte. Bei den Protesten 2011 starben zwei Menschen. Betroffen waren nicht nur Dörfer, die abgesiedelt werden sollten, sondern auch Fulbe Hirten, die tausende Rinder in diesem Gebiet zur täglichen Tränke führen. 2011 wurde der Vertrag ausgesetzt, auch weil der senegalesische Präsident sich im Wahlkampf befand.[92]

Im Senegal wurden schätzungsweise in den letzten fünf Jahren 450.000 ha fruchtbares Land mit ausgezeichneter Wasserversorgung an Investoren vergeben, wobei davon nur etwa 100.000 ha für Energiepflanzenanbau vorgesehen waren. Auf den restlichen Flächen am Lac du Guiers, dem Trinkwasserreservoir für Dakar und Vogelschutzzentrum, wird Gemüse für den Export produziert. Allein am Senegalfluss, dem größten und wichtigsten Agrarzentrum Senegals, wurden insgesamt etwa 340.000 Hektar Anbauflächen an Investoren vergeben.

Vielfach kommen bei dieser Art von Landvergaben keine Produktionen zustande. Dies liegt nicht primär am Widerstand der Bevölkerung, sondern an der oft mangelnden Vorbereitung der Projekte. So werden auf den 100.000 ha im Senegal bislang keine Energiepflanzen angebaut. Nichtsdestotrotz bleibt der Landtitel dem Investor zumindest fünf Jahre erhalten. Eine Zeitspanne, die für die lokale Bevölkerung nicht überbrückbar ist, sofern sie auf eine Rückgabe wartet.

Im Rahmen des Umweltassessment Verfahrens in Sierra Leone arbeiteten zahlreiche Spezialisten unter anderem zu den Themen Biodiversität, Hydrologie, landwirtschaftliche Produktion, Analysen zur Landnutzung, Lebenszyklusanalysen, Abschätzung der sozialen Folgen etc.[93]

Trotz dieses vergleichsweise umfangreichen Assessment-Verfahrens, sieht sich die Addax Bioenergy massiver Kritik ausgesetzt. Die wesentlichsten Kritikpunkte sind nicht eingehaltene Versprechungen („Addax ‘lured’ community members into signing away their

[89] Siehe AFRICAN DEVELOPMENT BANK GROUP, o.J.
[90] Siehe AFRICAN DEVELOPMENT BANK GROUP, o.J.
[91] Siehe: http://eartoearth.org/2012/08/10/senegalese-villagers-battle-biofuel-land-grab/
[92] Wild, R., 2011
[93] Siehe AFRICAN DEVELOPMENT BANK GROUP, o.J.

land to Addax with 'juicy' but non-binding promises ..."[94]), die im Rahmen der Stakeholderkonsultationen gemacht wurden, wie der Bau von Schulen, Schaffung von Arbeitsplätzen für die lokale Bevölkerung, Ausbau der medizinischen Versorgung etc.

P GOSL recognizes the expected benefits of the Project in terms of job creation, education, stable income, and infrastructure, as well as the positive indirect effects of a large economic centre in Bombali district;

Abbildung 93: Screenshot aus dem Memorandum of Understanding zwischen Sierra Leone und der Addax Bioenergy

Ein Charakteristikum der meisten Verträge[95] ist, dass jene Punkte, die für den Investor von Vorteil sind, sehr klar formuliert sind, Verpflichtungen für den Investor kaum festgelegt werden, bestenfalls in Form vager Versprechungen wie auch das Beispiel Addax zeigt.

E ABSL will seek to improve the livelihoods of the local population by establishing a smallholder and outgrower support scheme, building and improving social infrastructure, employing and/or contracting up to 4000 staff and training its workforce;

Abbildung 94: Screenshot aus dem Memorandum of Understanding zwischen Sierra Leone und der Addax Bioenergy 96

Insgesamt sind von der Landvergabe rund 14.000 Menschen direkt betroffen. Ein wesentlicher Kritikpunkt an großen Landdeals ist allgemein, dass Dörfer abgesiedelt und Menschen vertrieben werden und diese dadurch ihre Existenzgrundlage verlieren. Die Addax entschied sich, die Dörfer nicht abzusiedeln. Ergebnis ist die in der folgenden Abbildung dargestellte Anordnung der einzelnen Zuckerrohrfelder. Die Dörfer blieben größtenteils an ihren Standorten erhalten.

[94] ANANE, M.; ABIWU, C., 2011
[95] Siehe dazu auch Cotula, L., 2011
[96] Memorandum of Understanding: Siehe http://farmlandgrab.org/uploads/attachment/ADDAX%20MOU0001.pdf

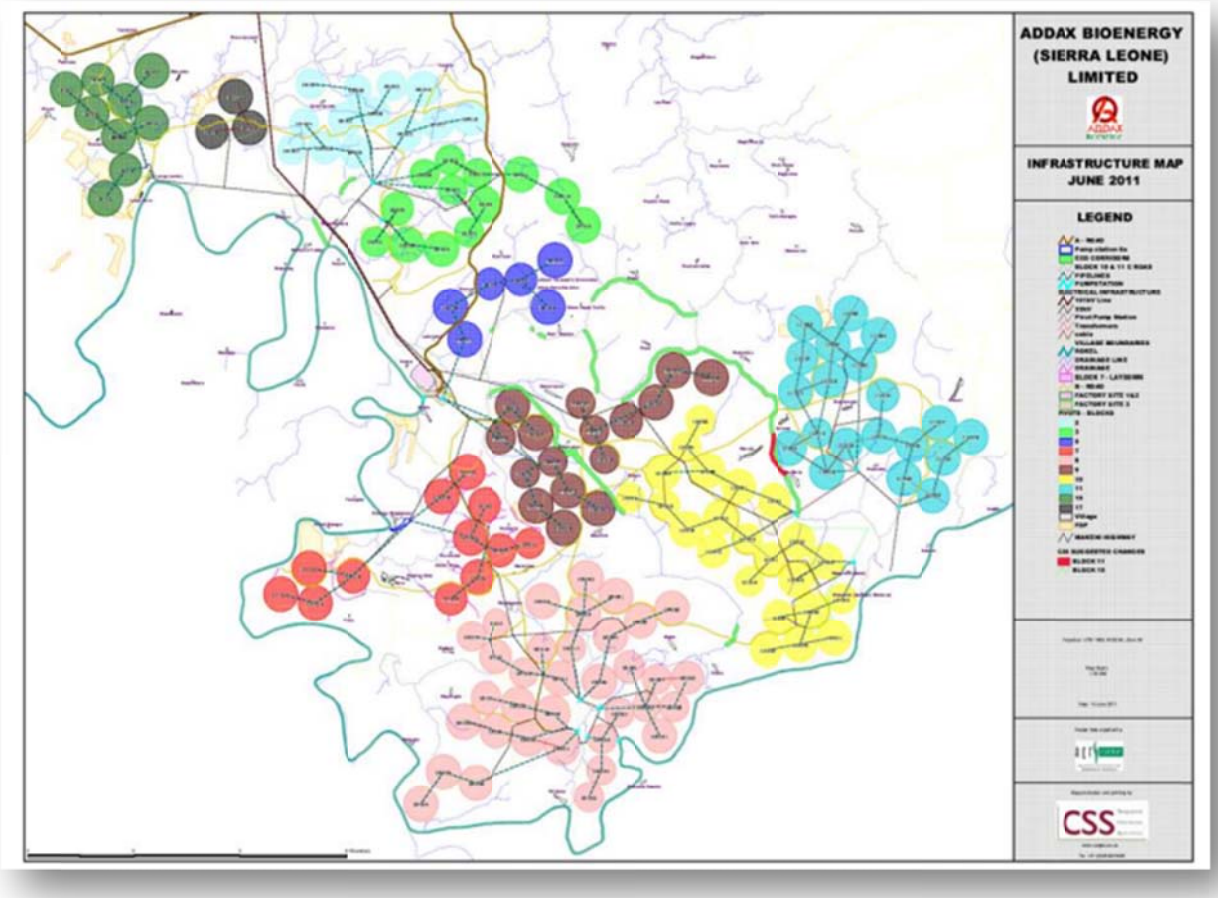


Abbildung 95: Anordnung der einzelnen Zuckerrohrfelder in unterschiedlichen Ausbaustadien[97]

Problematisch daran ist, dass eine gesundheitliche Gefährdung durch Pestizide und Herbizide der dort lebenden Personen, vor allem von Kindern nicht ausgeschlossen werden kann, denn in der Regel wird bei Plantagen dieser Größe das Schädlingsmanagement mithilfe von Flugzeugen umgesetzt. Nicht zu vernachlässigen ist auch die gesundheitliche Belastung durch Staub- und Rußpartikel während des Abbrennens der Felder, selbst wenn dies kurze, kontrollierte Brände sind.

Eine intensive Düngung führt oft auch zu einer Belastung der Gewässer und zu einer Gefährdung der Bevölkerung. Ein Plan zur Minimierung dieser Belastungen der Gewässer und Brunnen wurde ausgearbeitet. Genauere Angaben dazu liegen jedoch nicht vor. Die Addax Bioenergy erhielt mit Vertragsunterzeichnung auch das alleinige Wassernutzungsrecht. Im Gegenzug verpflichtete sie sich, die Wasserversorgung der Dörfer zu gewährleisten.[98] Diese Arrangements sind in den meisten Fällen überaus korruptionsanfällig, weil Abhängigkeiten von lokalen Mitarbeitern der Addax entstehen, die auf diese Weise kleine Summen einfordern können. Beispiele aus dem Senegal zeigen dies. Die *Compagnie Sucrière Sénégalaise* ist dort verpflichtet, die Dörfer mit Wasser zu

[97] Turay, A., 2012
[98] Siehe: http://rsbservices.org/wordpress/wp-content/uploads/2012/01/Addax-RSB-public-cert-report-130214-FINAL.pdf

versorgen. Sie kommt dieser Verpflichtung grundsätzlich auch nach, die dafür zuständigen Arbeiter leiten oder liefern aber nur dann Wasser zu, wenn die Dörfer zahlen.

Nach einer neuerlichen Überprüfung der Verträge durch einen Anwalt, bestehen Bedenken zu einzelnen Klauseln hinsichtlich der Wassernutzungsrechte, da „sie möglicherweise mit bestehenden sierra-leonischen Gesetzen wie zum Beispiel dem Water Control and Supply Act von 1963 im Konflikt stehen: „Wenn Addax das Recht gewährt wird, einen Wasserlauf zu unterbrechen oder zu verändern oder den Zugang dazu einzuschränken, kann dies das Recht auf Zugang zu Wasser der Menschen, die innerhalb des Projektgebiets oder in dessen Umgebung leben, beinträchtigen.“[99] Dieses Recht auf Wasser für den Eigenbedarf der Bevölkerung ist jedoch im genannten Wassergesetz von Sierra Leone verankert.

Unklar ist auch, wie viel Wasser die Addax im Vollbetrieb aus dem Fluss entnehmen wird. Die Sierra Leone Network on the Right to Food (SiLNoRF) geht von 26% in den trockensten Monaten (Februar bis April) aus, die Addax spricht von 2%.[100]

Im Zuge des ESHIA wurde auch ein Stakeholderprozess durchgeführt. Entsprechend der geltenden Gesetzgebung haben Grundbesitzer (die Addax bezeichnet sie als „traditional landowners“, ohne diese Bezeichnung genauer zu definieren) keine Parteienstellung in Sierra Leone und es dürfen keine Kompensationszahlungen direkt an die Landeigentümer geleistet werden. Dennoch trat die Addax in direkte Verhandlungen.[101] Wenn also der Investor nicht aus eigener Initiative oder weil er sich wie die Addax vom RSB[102] zertifizieren lassen möchte, einen Konsultationsprozess mit den Dörfern anstrebt, werden die Landeigentümer nicht in die Entscheidung einer Landvergabe eingebunden.

Teil dieses Assessment Verfahrens war die Identifikation der Stakeholder. So wurden Chiefs, zwei Landowner, eine Vertreterin von Frauenorganisationen sowie ein Vertreter der Jugend von 117 Dörfern eingeladen. Auch Pächter waren willkommen. Um eine Teilnahme zu gewährleisten, wurden von der Addax die Transportkosten übernommen. Sichergestellt wurde auch eine Übersetzung in die Lokalsprache Temne sowie die Verwendung von Bildmaterial um Sachverhalte klar darstellen zu können. Insgesamt haben 881 Personen an drei öffentlichen Versammlungen teilgenommen. Versammlungen mit den Dorfkomitees wurden monatlich abgehalten, ebenso auf Distriktebene. Multi-Stakeholder Foren fanden alle drei Monate statt. Simultanübersetzungen in die Lokalsprachen sind grundsätzlich wünschenswert, erfahrungsgemäß bringen sie jedoch das „Risiko“ mit sich, dass die Übersetzer ihre eigenen Ansichten einfließen lassen, weil sie bereits von „höherer“ Stelle dahingehend instruiert wurden und somit ein Stakeholder-Prozess nur noch bedingt durchführbar ist.

Die Konsultationen im Addax Projekt folgten einem festgelegten Prozedere: Informationen ergingen an die offiziellen Stellen und Vertreter auf Distriktebene, gleichzeitig wurde ihnen die Verantwortung übertragen, die Verträge in ihren Kommunen zu diskutieren. Erst anschließend erhielten die „Landeigentümer“ die Einladung zu öffentlichen Meetings.[103]

[99] Siehe http://www.brotfueralle.ch/index.php?id=16&tx_ttnews%5Btt_news%5D=396/
[100] Sierra Leone Network on the Right to Food (SiLNoRF), 2013
[101] AFRICAN DEVELOPMENT BANK GROUP, o.J.
[102] Roundtable on Sustainable Biofuels
[103] Siehe auch http://rsbservices.org/wordpress/wp-content/uploads/2012/01/Addax-RSB-public-cert-report-130214-FINAL.pdf

Nach Angaben der Addax wurden die „Executive Summaries of the ESHIA“ (in englischer Sprache) an alle Regionalvertretern und Dorfchefs verteilt und den übrigen Stakeholdern in den Meetings vorgestellt mit der Aufforderung, Anregungen etc. schriftlich in dafür eingerichtete Mailboxen einzuwerfen.[104]

Nach Angabe der Addax Bioenergy wurde im Sinne eines fairen und auch gleichberechtigten Verfahrens die Anwaltskanzlei Franklyn Kargbo & Co beauftragt, die Kommunen zu vertreten. Dabei wurde ein Interessenskonflikt nicht berücksichtigt, der aus der Nähe des Anwalts zum Staatspräsidenten resultierte. Franklyn Kargbo war zur gleichen Zeit Berater im Kabinett des Präsidenten und wurde später zum Minister of Justice and Attorney General ernannt, mit einer Schlüsselposition im Bereich Landvergaben.[105] Nachvollziehbar, aber dennoch problematisch ist auch die Tatsache, dass Franklyn Kargbo von der Addax beauftragt und bezahlt wurde.[106]

Sowohl die eingerichteten Mailboxen für schriftliche Anregungen (bei einer Analphabetenrate von etwa 70%[107]) als auch die Wahl des Anwalts lassen entweder große Unwissenheit oder Zynismus vermuten.

Im April 2010 wurde der Pachtvertrag unterzeichnet, 2011 dann die direkten Vereinbarungen mit den Chiefs. Positiv bewertet wurde, dass die Addax Bioenergy die vereinbarte Kompensation bezahlt. Problematisch ist der vorgegebene Auszahlungsmodus an die Chiefdom Administrators und den District Council, ohne Sicherstellung, dass das Geld den betroffenen Kommunen zugutekommt oder zumindest in deren Interesse verwendet wird.[108]

Die negativen Reaktionen in den Folgejahren sind angesichts dieses Stakeholder Prozesses dennoch wenig überraschend, da in diesem Verfahren gänzlich die gesellschaftlichen Realitäten wie Autoritätsbeziehungen (Generationen- und Genderaspekte), Analphabetismus etc. außer Acht gelassen wurden. Aufschlussreich ist dazu ein veröffentlichtes Video eines Stakeholder Meetings, bei dem das Ergebnis des ESHIA vorgestellt wurde.[109] Ebenso außer Acht gelassen wurde die Rolle der lokalen Vermittler. In Befragungen gaben die Betroffenen an, dass ihnen immer wieder zu verstehen gegeben wurde, das Projekt sei „Wunsch des Präsidenten“.

Im gegebenen gesellschaftlichen Kontext wäre ein angemessenerer Informationsfluss wesentlich gewesen sowie eine geeignete Supervision der lokalen Vermittler und Übersetzer.

Die Addax erhielt die Zustimmung der Bevölkerung unter anderem, weil sie Zusagen hinsichtlich unmittelbarer und mittelbarer Vorteile machte. Grundsätzlich existieren unterschiedliche Möglichkeiten der Einbindung.[110] Die Addax wählte ein „Maßnahmenpaket“ in Form eines Begleitprogramms, auch um die Ernährungssicherheit der lokalen Bauern zu verbessern bzw. zu gewährleisten, Vertragslandwirtschaft sowie die Schaffung von Arbeitsplätzen für die lokale Bevölkerung.

[104] Siehe AFRICAN DEVELOPMENT BANK GROUP, o.J.
[105] Ardenti, Y., M.; 2011
[106] Siehe http://rsbservices.org/wordpress/wp-content/uploads/2012/01/Addax-RSB-public-cert-report-130214-FINAL.pdf sowie ESHIA
[107] Siehe The World Factbook
[108] Yvan Maillard Ardenti, Y., M.; 2011
[109] Siehe http://www.youtube.com/watch?v=LWgwQJO2hZw
[110] Siehe dazu auch Vermeulen, S.; und Cotula, L.; 2010

Die grundsätzliche Herausforderung besteht darin, die Situation der Klein- und Subistenzbauern langfristig, über die Zeit von Einzelprojekten und Programmen hinaus zu verbessern, vor allem weil die kleinbäuerliche Produktion auf „Low input“ Systemen beruht und oft nur unzureichend angepasstes Saatgut (Hybridsorten) verwendet wird, oder das Wissen über bodenverbessernde Techniken, Dünger- und Schädlingsmanagement fehlt.

Darüber hinaus haben die meisten Kleinbauern in Afrika kaum Zugänge zu Märkten. da Straßen fehlen oder nur saisonal befahrbar sind und es auch keine Lagermöglichkeiten gibt. Ein Problem stellt auch die geringe Wertschöpfung durch mangelnde Konservierungs- und Verarbeitungstechniken dar. Darüber hinaus besteht kaum Zugang zu Krediten, und wenn, ist das Risiko eines Ausfalls bei den Rückzahlungen hoch, weil wiederum Vermarktungsmöglichkeiten, Logistik, Wissen über Pflanzenschutz etc. üblicherweise fehlen bzw. die Geldmittel nicht vorhanden sind, um angemessene Schädlingsbekämpfung oder Prävention zu betreiben und dadurch wiederum häufige Missernten vorprogrammiert sind.

Negative Auswirkungen haben zudem die Billigimporte aus der EU, die Kleinbauern oder Kooperativen den Zugang zu urbanen Märkten erschweren, und auch hier zeigt sich wieder, dass die lokalen Bauern weder im Preis noch in der Qualität ihrer Produkte mit europäischen Produkten konkurrieren können. Dies ist umso bedeutender, als der Agrarsektor in den meisten afrikanischen Ländern essentiell für die Ernährungssicherheit und die Schaffung bzw. Erhaltung von Arbeitsplätzen ist, so wird geschätzt, dass 65 % der Arbeitsplätze direkt oder indirekt vom Agrarsektor abhängen.

In diesem Kontext ist wohl auch das Begleitprogramm der Addax zu sehen, mit dem die lokale Ernährungssicherheit unter anderem mit einem Social and Environmental Management Programme (SEMP) sichergestellt werden soll. Dieses beinhaltet unter anderem einen „Community and Skills Development Plan“, einen „Community Health and Safety Management Plan“ sowie den „Farmer Development Programme Management Plan“. Langfristiges Ziel ist es, die Produktivität zu erhöhen bzw. zu verdoppeln, indem verbesserte Anbautechniken vermittelt werden. Aber auch Basiswissen im Bereich Organisationsentwicklung wird vermittelt und die Bauern werden angeleitet, sich in „Farmer Based Organisations“ zu organisieren.[111]

Im Rahmen des Farmer Development Programmes werden mehr als 2 000 ha innerhalb der geleasten Fläche den betroffenen Kommunen zur Verfügung gestellt. Bis 2011 wurden 1441 Kleinbauern in Kursen in der sogenannten Addax Farmer Field & Life School (FFLS) ausgebildet. Diese wird nicht allein von der Addax getragen, sondern von der FAO (UN Food and Agriculture Organization) sowie dem Ministerium für Agriculture, Forestry and Food Security unterstützt. Das Ziel ist ein Bescheidenes: Es sollen insgesamt 2000 Kleinbauern über einen Zeitraum von zwei Jahren trainiert werden.[112]

Ob mit diesen Maßnahmen die Ernährungssicherheit bzw. eine Teilhabe an einer ökonomischen Entwicklung für die unmittelbar Betroffenen gewährleistet werden kann, ist fraglich. Nach Angaben des Sierra Leone Network on the Right to Food (SiLNoRF)[113] waren die Programme nicht auf die Situation der Kleinbauern zugeschnitten: Vermittelt wurden wohl die notwendigen Techniken, um höhere Erträge zu erwirtschaften. Dieses Wissen konnte

[111] AFRICAN DEVELOPMENT BANK GROUP, o.J:

[112] Siehe http://www.addaxbioenergy.com/uploads/PDF/Sustainable_investment_model_January_2013.pdf

[113] Sierra Leone Network on the Right to Food (SiLNoRF), 2012

jedoch nicht in die Praxis umgesetzt werden, da die notwendigen Produktionsmittel fehlen, und die Bauern nicht das nötige Geld haben, diese anzukaufen.

Die Akzeptanz der Bevölkerung leidet auch unter dem Umstand, dass die sogenannten Bolilands, die traditionellen Reisanbauflächen, von der Addax trockengelegt und in Baumschulen umgewandelt wurden. Die Ersatzflächen empfinden die Bauern als unzureichend. Zugesagt hatte die Addax in den Konsultationen, dass sie keine Ackerflächen für den Zuckerrohranbau verwenden würde.[114] Angesichts der Ernährungssituation im Land, 34% der Kinder zwischen 6 und 59 Monaten sind chronisch unterernährt[115], ist die Reaktion nachvollziehbar, auch weil im Gegensatz zum Senegal der lokale Reis billiger ist als Importreis, wobei jedoch wiederum die Verfügbarkeit von Importreis besser und vor allem konstanter ist als jene vom lokalen Reis.

In vielen Familien ist die Produktion von Nahrungsmitteln keine Garantie für ausreichenden Zugang zu Essen. Durchschnittlich werden 63% der Gesamtausgaben für Essen aufgewendet. Auch das Leihen von Geld für den Ankauf von Nahrungsmittel ist an der Tagesordnung. Laut World Food Programm (WFP) ist der Anstieg der Nahrungsmittelpreise eine schwerwiegende Gefährdung für die Nahrungsmittelsicherheit in Sierra Leone. [116]

Dem Farmer Development Programme (FDP) wird 2012 zwar bescheinigt, dass die Ziele "….to ensure that all Project Affected Peoples will have sufficient land and agricultural skills as a further mitigation measure for economic displacement" erreicht wurden.[117] Dies wird vom Sierra Leone Network on the Right to Food (SiLNoRF) jedoch in Frage gestellt.[118]

Ein weiterer Kritikpunkt in der Umsetzungsphase war die nach Ansicht der Bevölkerung und lokaler NGOs unzureichende Partizipation und damit Teilhabe der lokalen Kommunen unter anderem in Form von Arbeitsplätzen. Vorgesehen war, dass in allen Betriebsphasen (also auch in der Aufbauphase) lokale Mitarbeiter soweit wie möglich („as far as possible") beschäftigt werden.[119]

Im Oktober 2010 waren bei der Addax Bioenergy lediglich 200 Personen aus der Region beschäftigt und dies immer nur für kurze Zeit. Kritisiert wurde auch, dass nur Tagelöhnersätze bezahlt wurden. Ferner erhielten sie keine Verpflegung für diese Tage. Ein Großteil der Arbeiter und des technischen Personals stammten aus Südafrika. Die Addax wiederum beklagte die schlechte Ausbildung der Personen, die sich beworben hatten. In den Folgemonaten erhöhte sich die Anzahl der lokalen Mitarbeiter, zudem wurde mehr als der Mindestlohn bezahlt und Arbeitsverträge vergeben. [120]

Diese fehlende bzw. nicht funktionierende Einbindung lokaler Mitarbeiter in Form von sicheren Arbeitsplätzen ist aus dem südlichen Afrika auch von anderen Zuckerfabriken bekannt, weil Südafrika sehr gut ausgebildete Fachkräfte in diesem Bereich hat, die mobil sind und von den Betrieben angeworben werden. In Sambia beispielsweise erhielten daher auch (ausgebildete) Arbeiter aus Südafrika die besten Jobs.. Bewerbern aus Sambia, auch

[114] Siehe Anane, M.; Abiwu, C., 2011
[115] Siehe Anane, M.; Abiwu, C., 2011
[116] Siehe World Food Programm (WFP), Sierra Leone, 2010
[117] Bisset, R.; Driver, R.; 2013:
[118] Sierra Leone Network on the Right to Food (SiLNoRF), 2013
[119] Siehe AFRICAN DEVELOPMENT BANK GROUP, o.J.
[120] Sierra Leone Network on the Right to Food, 2012

jene mit entsprechenden Abschlüssen wurden abgewiesen mit der Begründung, dass sie keine industrie-spezifischen Qualifikationen vorweisen könnten. Auch Dienstleistungsverträge wurden an südafrikanische Firmen vergeben.[121]

Im Senegal ist die Situation etwas anders: Die *Compagnie Sucrière Sénégalaise* (CSS), die bereits seit 70 Jahren besteht, hat nach eigenen Angaben mehrheitlich Arbeiter aus dem Senegal. Der Zuzug ist zwar ebenfalls gegeben, in der Regel sind dies aber Arbeiter aus anderen Teilen Senegals. Die Mehrzahl der Tagelöhner sind nach Angaben der CSS aber auch hier unqualifizierte Arbeiter aus der Region.[122] Die Mehrheit der qualifizierten Angestellten stammt nicht aus der Region.[123]

Eine andere Form der Partizipation oder Teilhabe ist die Vertragslandwirtschaft. Die Addax kündigte outgrower[124] Verträge an. Ob dieses Modell umgesetzt wird und wie die Verträge gestaltet sein werden, ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht bekannt und in den Verträgen mit der Sierra Leone nicht festgelegt. Die Addax kann sich folglich jederzeit aus diesem „Versprechen“ zurückziehen. Es wurde von der Regierung in Sierra Leone sowie vom Rechtsvertreter der Bauern kein Rechtsanspruch auf dieses Modell ausverhandelt. Nicht klar ist, ob die Vertragsbauern in den Zuckerrohranbau integriert werden oder andere Feldfrüchte anbauen sollen.

Vertragslandwirtschaft kann unter bestimmten Umständen für beide Vertragsparteien Vorteile mit sich bringen kann, wenn die Verträge entsprechend gestaltet werden und ein intensiver technischer Support zur Verfügung gestellt wird.

5.5 Fallbeispiele aus anderen Ländern Afrikas

Im südlichen Afrika, so in Sambia und Malawi, existieren im Zuckerrohranbau seit vielen Jahren mehr oder weniger funktionierende Modelle der Vertragslandwirtschaft. Zuckerrohr ist seit Jahrzehnten ein wichtiger Produktionszweig. So produzierte die SADC Region 2012 rund 5 Mio. Tonnen Zucker jährlich, das sind etwa 3,5 % der globalen Produktion; mit einem Eigenverbrauch von 3,4 Mio. Tonnen ist sie ein Nettoexporteur.[125] Naheliegend ist daher auch die Bioethanolproduktion.

Auch Malawi, so wie auch Teile Sierra Leones, ein ehemaliges britisches Protektorat, zählt ebenfalls zu den sogenannten „least developed countries“. Etwa 80% der Bevölkerung leben in ländlichen Gebieten.[126] Die durchschnittliche Produktionseinheit in Malawi beträgt weniger als einen Hektar pro Familie.[127]

Malawi produziert in seinen zwei Zuckerfabriken 260 000 Tonnen Zucker pro Jahr. Ethanol wird bereits seit 1982 produziert. Die Kapazität beider Produktionsstätten liegt bei 18 Mio. Liter / Jahr.[128]

Das Kasinthula Cane Growers (KCG) smallholders’ project ist mit 282 Bauern die zweitgrößte Kooperative des Landes in der Zuckerindustrie. Sie wurde Fairtrade

[121] Richardson, B.; 2010
[122] Mdl. Auskunft Louis Lamotte (CSS), 2010
[123] Mdl. Auskunft CSS, 2010
[124] Vertragslandwirtschaft
[125] Jolly, L., 2012: 195.
[126] Siehe The World Factbook, 2013
[127] Siehe auch Mueller, V., 2013
[128] Maltitz, v.G & al, 2009

zertifiziert.[129]" Die KCG wurde 1996 von der staatlichen Zuckergesellschaft, die zu einem späteren Zeitpunkt von der Illovo Sugar übernommen wurde, gegründet. Die Kooperative hatte lange Zeit mit finanziellen Schwierigkeiten zu kämpfen, scheint sich aber mit entsprechenden Maßnahmen und Unterstützung konsolidiert zu haben.

Die Vertragsbauern profitieren in diesem Fall durch eine gemeinsame Einkaufspolitik sowie von größeren Produktionseinheiten, die statt der üblichen 0,5 ha, 2,5 bis 3 Hektar umfassen.[130]

Die mit der Illovo Sugar Company vertraglich verbundenen Kleinbauern produzierten gemeinsam 4,2 Mio. Tonnen Zuckerrohr in der Anbausaison 2012.[131]

Auch Sambia war bis zur Unabhängigkeit unter britischer Verwaltung. Das Land erwirtschaftet über die Hälfte seines Bruttoinlandsprodukts im Bergbau.[132] Der Zuckersektor trägt wesentlich zum Bruttoinlandsprodukt bei und sichert viele Arbeitsplätze. So sind in der Zuckerindustrie rund 11.000 Personen beschäftigt, etwa 75.000 sind von ihr in der einen oder anderen Weise abhängig.[133]

In Sambia erhielt jeder Farmer 6 - 7,5 Hektar bzw. 30 Hektar[134] für den Anbau von Zuckerrohr und zusätzlich 0,5 Hektar für den Anbau eigener Produkte. Die Verträge werden jeweils über 14 Jahre abgeschlossen, mit der Option auf Verlängerung. Die Vertragsbauern sind in einer Bauernvereinigung organisiert (Kaleya Smallholder Farmer Association – KASFA), die ihre Erträge an die Illovo Sugar Company verkauft.

Die durchschnittlichen Jahreserträge liegen bei 110 Tonnen /ha. Diese guten Erträge können nur mit dem entsprechenden technischen Support erzielt werden. So müssen die Kleinbauern einen strikten Umsetzungsplan hinsichtlich der Anbaumethoden, Düngung, Bewässerung etc. befolgen. Die Vertragsbauern übernehmen das Einbringen der Düngemittel, Unkraut- und Schädlingsmanagement.[135]

Im Senegal wurde von der *Compagnie Sucrière Sénégalaise* (CSS) ein anderes Modell der „Teilhabe" gewählt: Es wurden 4.000 Hektar an etwa 12.000 Personen vergeben, damit diese Gemüse für den Eigenbedarf anbauen können. Sie sind an die Bewässerungssysteme der CSS angeschlossen. 4.000 Hektar sind eine verhältnismäßig große Fläche zur Gesamtanbaufläche der CSS, die kaum 10.000 Hektar beträgt.

Die genannten Beispiele legen den Schluss nahe, dass zur Erhöhung der Produktivität und im Sinne einer angemessenen Teilhabe, primär eine Unterstützung auf unterschiedlichen Ebenen zum Beispiel hinsichtlich der Anbautechniken erforderlich ist, zusätzlich aber auch eine Vergrößerung der Produktionseinheiten zielführend wäre.

Das Wesentliche an jeder Art von Einbindung ist, dass keine Schuldverhältnisse zwischen Vertragsbauern und Großproduzenten entstehen. In den „Guiding principles for responsible contract farming operations"[136] der FAO werden unter anderem klare und eindeutige

[129] Siehe http://www.communityfoodenterprise.org/case-studies/international/kasinthula-cane-growers-limited
[130] Church, A. & al, 2008
[131] Siehe http://www.illovosugar.co.za/files/2013%20ECONOMIC%20IMPACT.pdf
[132] Servant, J.-Ch., 2009
[133] Chiwoyu Sinyangwe, 2010
[134] Siehe Solidaridad Network
[135] Enos Shumba, E., 2011
[136] FAO, 2012

Dokumentation aller Vereinbarungen, lesbare Verträge, Transparenz in der Preisgestaltung sowie Fairness in der Risikoverteilung gefordert.

Bleibt als Schluss ein wesentlicher Kritikpunkt an der Addax Bioenergy: die Steuerbefreiung. Die ABSL ist in den ersten 13 Jahren von der Körperschaftssteuer befreit, sowie zeitlich unbegrenzt von Importzöllen für sämtliche Agrarprodukte und für fünf Jahre für nicht agrarische Produkte wie Maschinen und sonstiges Equipment. Diese Regelung stellt jedoch keine Sonderregelung für die ABSL dar, sondern ist im nationalen Steuerrecht festgelegt.

Steuerbefreiungen für Investoren existieren nicht nur in Sierra Leone, sondern in den meisten afrikanischen Ländern. So unterzeichnete die Illovo Sugar Company einen Investor Promotion and Protection Act mit der Sambischen Regierung, in dem fast gleichlautende Konditionen festgelegt wurden.

Dieser Umstand wurde von NGOs wie Action Aid kritisiert. Die Antwort eines Steuerexperten war eindeutig: „While the subject of tax can become emotional, the law is pretty clear on it. ‚There is no equity about tax,' says Le Roux Roelofse, tax director at Deloitte. ‚**You pay what the law requires you to pay**. Whether it is equitable or not is not for the courts to decide'."[137]

5.6 Schlussfolgerungen

Großflächige Landakquisitionen für die Biotreibstoffproduktion wurden von politischen Entscheidungsträgern und internationalen Finanzinstitutionen in den letzten Jahren unter dem Druck der öffentlichen Kritik und der daraus resultierenden Richtlinien und Zertifizierungssysteme zunehmend mit einem Bündel an meist vagen Versprechungen verknüpft, um eine Zustimmung der betroffenen Bevölkerungsgruppen zu erhalten. Diese Versprechungen führten zu anfänglicher Zustimmung in den betroffenen Kommunen, sie sind jedoch mit der Erwartung einer unmittelbaren Verbesserung der Lebenssituation verbunden.

Unzweifelhaft schaffen Biotreibstoff produzierende Firmen Arbeitsplätze und es entstehen auch Marktzentren, wie die alteingesessenen Zuckerproduktionen in Afrika zeigen. Die prognostizierte und gewünschte generelle Modernisierung des Agrarsektors an der auch der kleinbäuerliche Sektor teilhaben kann, oder die Arbeitsplätze und Einkommensverbesserung in der gewünschten Form, bleiben sie schuldig. Vor allem Jatropha, die als besonders geeignete Pflanze für die Einbindung kleinbäuerlicher Strukturen in Großproduktionen propagiert wurde, konnte diese Erwartungen nicht einmal annähernd erfüllen. In der Ethanolproduktion, wie auch das Beispiel Sierra Leone zeigt, entstehen zwar unmittelbar Arbeitsplätze, jedoch für geschultes Personal und nicht für jene, die zuvor ihre Felder aufgaben.

Um dieser zwangsläufigen Enttäuschung hoher Erwartungen sowie dem Verlust der Existenzgrundlage entgegenzuwirken, ist es notwendig mit den betroffenen Gruppen gemeinsam „partizipative Entscheidungsprozesse" zu gestalten. *Partizipativer Entscheidungsprozess* bedeutet zuallererst die Berücksichtigung des komplexen Bodenrechts in all seinen Facetten und damit die Einbeziehung aller Nutzungsberechtigten, Transparenz und angemessene Informationspolitik(verbreitung) sowie einen entsprechenden Ablauf des Konsultationsverfahrens. Transparenz erfordert in diesem gesellschaftlichen

[137] Siehe Sasha Planting, 2013

Kontext, Zugang zu Information mittels eines gezielten und angemessenen Informationsprozesses, da vielen Gruppen schriftliche Verlautbarungen oder Veröffentlichungen in Printmedien oder Internet meist nicht zugänglich sind.

Aktuell sind ausländische Direktinvestitionen (FDI) in Biotreibstoffproduktionen so wie auch in anderen Sektoren in den meisten Fällen das Resultat langjähriger komplexer, im Verborgenen stattfindender Verhandlungsprozesse über Investitionszusagen, Kreditvergaben, Haftungsgarantien, Steuerbegünstigungen etc. Der „sichtbare“ Akt der Landvergabe ist dabei lediglich ein kleiner Teil des Gesamtpaketes. Die unmittelbar betroffenen Kleinbauern / Bevölkerungsgruppen werden bestenfalls und nur in wenigen Fällen in der finalen Phase vor einer Vertragsunterzeichnung einbezogen. Diese Vorgehensweise führt nicht nur zu mangelnder Akzeptanz, es vermindert auch die Chance auf eine nachhaltige Produktion, weil mitunter wesentliche Aspekte unberücksichtigt bleiben, in vielen Fällen auch die Entwicklung einer angemessenen Integrationsstrategie in eine Produktion oder die Entwicklung einer Strategie für einen Einkommensersatz schwierig werden.

Der Umstand, dass „Land“ in den meisten afrikanischen Staaten nicht nur für die Mehrheit der Bevölkerung die Lebensgrundlage darstellt, sondern auch eine hohe soziale und kulturelle Bedeutung hat, erfordert im Vorfeld von Landvergaben eine tiefergehende Analyse des bestehenden Bodenrechts in einer Region. Wie Fallstudien, unter anderem jene zur Addax Bioenergy oder dem Senegal zeigen, findet das bislang so gut wie nicht statt. Im günstigsten Fall werden Chiefs, Regionalvertreter, Dorfchefs im jeweiligen Zielgebiet angesprochen und in die finale Phase der Entscheidungsfindung eingebunden, um zumindest den Anschein eines partizipativen Verfahrens zu wahren. Dies führt dazu, dass komplexere Bodenrechtssysteme, wie sie beispielsweise in Provinzen Malawis mit einem matrilinearen Vererbungssystem mit einer Differenzierung von „absolute indigenous, weakly indigenous und non-indigenous“ gegeben sind, nicht erfasst werden, wodurch es zu einer Benachteiligung einzelner Gruppen und damit mitunter zum Verlust der Existenzgrundlage kommt. Eine *Sicherung von Landrechten* in Form offizieller Landtitel gewährleistet in diesem Kontext nur einen begrenzten Schutz, wie das Beispiel Senegal zeigt. Erstens, weil Landvergaben mit einem „öffentlichen Interesse“ begründet werden können und damit die vorhandenen Landtitel für ungültig erklärt werden, zweitens in der Regel nicht alle Personen berechtigt sind, einen Landtitel zu erwerben und drittens der Erwerb aufgrund bürokratischer Hürden vor allem von Analphabeten kaum möglich ist.

Einen Schlüsselfaktor zu einer nachhaltigen Investition in sozialer Hinsicht, stellt demzufolge der Entscheidungsprozess während der Landvergabe bzw. den Vertragsverhandlungen an sich dar: Es ist entscheidend, zu welchem Zeitpunkt ein Konsultationsverfahren mit den Betroffenen beginnt, oder ob im Vorfeld das lokal geltende Bodenrecht erhoben wird und die Ergebnisse Basis für angemessene Befragungssituationen sind bzw. in welcher Form die Konsultationen und Gespräche mit den einzelnen Bezugsberechtigten durchgeführt werden. Zum anderen muss in einem Prozess darauf geachtet werden, dass im traditionellen Bodenrecht festgelegte Benachteiligungen nicht manifestiert werden.

Offizielle Landtitel schützen die Bevölkerung bei bzw. vor Landvergaben an Investoren nur bedingt, weil zum einen der Erwerb mitunter schwierig ist, zum anderen in vielen Fällen mehr oder weniger Druck ausgeübt wird, einer Landvergabe zuzustimmen.

Wie das Beispiel der Addax Bioenergy Group deutlich macht, ist in der finalen Phase einer Landvergabe ein Ablehnen des Projektes durch die lokale Bevölkerung kaum noch möglich,

weil in dieser Phase aufgrund von Erfolgs- und Zeitdruck hierarchische Gesprächssituationen entstehen, in denen subtiler oder auch offensichtlicher Druck, dem Projekt zuzustimmen, ausgeübt wird.

Werden die Kleinbauern, deren Land abgelöst oder gekauft wurde, wie im Fall der Addax nicht adäquat in die Modernisierung des Agrarsektors eingebunden, ist das Abwandern in die Städte oder auch in die umliegenden Gebiete, um dort durch Rodung oder Feuer wieder Ersatzanbaufläche zu schaffen, unausweichlich. Es ist in diesen Prozessen zu bedenken, dass dem kleinbäuerlichen Sektor hinsichtlich Ernährungssicherheit eine wichtige Rolle zukommt, dem aber eine hohe Produktionsunsicherheit gegenüber steht. Unsicherheit in der Nahrungsmittelversorgung kann bereits aus einem Ungleichgewicht im jeweiligen Agrar-Ökosystem, dem Verlust an Biodiversität, Verschmutzung von Wasser oder auch, wenn lokale Märkte nicht mehr beliefert werden können, entstehen. Alle diese Faktoren können eine Marginalisierung von Familien, Kleinbauern, Hirten verursachen und Landflucht und Migration verstärken, wenn sich keine alternativen Einkommensquellen anbieten. Bei Verlust der Existenzgrundlage (Felder) sind Ersatzeinkommen kaum in Sicht.

Die Versorgungssicherheit in einer Region wird in hohem Maße auch davon abhängen, wie viel Land pro Region / Provinz vergeben wird, bzw. welche Gebiete vergeben werden und ob die Produktivität im kleinbäuerlichen Sektor langfristig gesteigert werden kann. Versorgungsunsicherheit betrifft in erster Linie jene Kommunen, die ihr Land an einen Investor abtreten. Es können aber auch je nach bestehender Versorgungsstruktur (vorhandene Versorgungswege, Transportmittel etc.) durchaus auch weitere Kreise betroffen sein, bis hin zu einer Unterversorgung der städtischen Bevölkerung, wenn größere Gebiete für den Anbau von Energiepflanzen verwendet werden und beispielsweise noch ausgedehnte Plantagen mit cash crop wie dies in Sierra Leone der Fall ist, hinzu kommen.

Problematisch ist für viele Länder der Umstand, dass – wenig überraschend – Energiepflanzen, insbesondere Zuckerrohr auch in Afrika nicht auf „marginal lands“ angebaut werden, sondern auf den vergleichsweise fruchtbaren Böden. Dementsprechend konzentrieren sich die Landakquisitionen auf diese Flächen, woraus eine nur im Einzelfall zu beurteilende Konkurrenzsituation mit der Nahrungsmittelproduktion hervorrufen kann. Aber selbst wenn auf Grenzertragsböden oder degradierten Flächen produziert werden würde, so wäre zu bedenken, dass diese in der Regel Weideflächen, Feuerholzressource, Ressource für Wildpflanzen für Frauen sind.[138]

Eine „gerechte bzw. angemessene Teilhabe an der Entwicklung“[139], durch die wesentlich eindeutiger als dies bisher der Fall war die Interessen der lokalen Bevölkerung berücksichtigt werden, ist keine moralische Forderung, sondern eine Grundvoraussetzung für eine nachhaltige Produktion und Versorgungssicherheit im Nahrungsmittelbereich. „Gerechte Teilhabe“ bedeutet, dass nicht nur Pachtgebühren an die Kommunen bezahlt werden, die in der Regel weder den Kommunen noch den Familien zugutekommen, sondern längerfristige Perspektiven eröffnet werden. Dies kann in Form einer angemessenen „Vertragslandwirtschaft“ bzw. anderen Arten der Integration der Kleinstbauern in landwirtschaftliche Produktionseinheiten mit größeren Produktionsflächen geschehen, durch die Schaffung von Arbeitsplätzen, die mehr als die sozialen Mindeststandards einhalten, und nicht zuletzt mittels neuer Ausbildungsmöglichkeiten.. In der Regel bleiben für die schlecht

[138] Wild, R., 2011

[139] Siehe dazu auch Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, 2012:

ausgebildeten Männer, die ihre Felder aufgeben mussten oder freiwillig aufgaben, nur Tagelöhner-Arbeiten oder schlecht bezahlte andere Tätigkeiten. Frauen sind meist von Tätigkeiten dieser Art, zum Beispiel auf Zuckerrohrplantagen gänzlich ausgeschlossen. Sie wandern in schlecht bezahlte Arbeiten auf den Gemüseplantagen ab. Weiterbildungschancen bestehen nur in seltenen Ausnahmefällen. Gefährdet ist in diesen Fällen auch die Ausbildung der nächsten Generation, weil die Eltern nicht auf das Zusatzeinkommen der Kinder verzichten können oder diese die Pflichten der Eltern, sofern sie noch Tiere für die Eigenversorgung besitzen, übernehmen müssen.

Wesentlich wird im Sinne einer „gerechten Teilhabe“ daher unter anderem sein:

- wie viele lokale Arbeitnehmer beschäftigt sind, die Einkommen aus saisonaler Arbeit oder permanenter Beschäftigung beziehen
- wie lange im Schnitt die Arbeitsverhältnisse dauern
- ob der Mindestlohn oder mehr bezahlt wird
- ob lokale Arbeitskräfte ausgebildet werden, d. h. ein Wissens- und Technologietransfer stattfindet, ob Weiterbildungsangebote bestehen
- Einkommensverbesserung bzw. allgemein eine Verbesserung der Lebenssituation der Kleinbauern, messbar unter anderem an der Anzahl der Schulbesuche bzw. Schulabschlüsse, Anzahl der unterernährten Kinder etc.

Nicht zuletzt wird es notwendig sein, die Klein- und Subsistenzbauern mit fairen Verträgen in die Produktionen einzubinden, sowie ihnen gleichzeitig die Möglichkeit der Nahrungsmittelproduktion zu ermöglichen, wie dies die Addax Bioenergy vorgesehen hat. Unzureichend ist in diesem Fall jedoch die vorgesehene Kurzzeitunterstützung, da diese meist in eine Verschuldungsspirale führt. Zielführender ist, entsprechende Ausbildungs-Begleitprogramme umzusetzen, Förderungen für Kleinbauern und Genossenschaften einzuführen, die es ihnen ermöglichen, die Produktivität zu erhöhen, ein angemessenes Schädlingsmanagement durchzuführen.

Entscheidend ist in diesem Zusammenhang, dass den teilnehmenden Bauern im Rahmen einer Vertragslandwirtschaft ein Teil der für die Anfangsinvestitionen (Setzlinge, Dünger, landwirtschaftliche Geräte, Bewässerungssysteme) nötigen Kredite zinsfrei zur Verfügung gestellt wird und angemessene Tilgungsmodalitäten entwickelt werden. Ebenso, dass ihnen der Aufbau von Infrastruktur wie Straßen oder Bewässerungssystemen zugutekommt.

Nur wenn Programme dieser Art neben anderen hier nicht genannten Maßnahmen effizient umgesetzt werden, kann verhindert werden, dass ein Teil der Bevölkerung zu unmittelbaren Verlierern dieser Entwicklungen wird, und sich in einzelnen Regionen die Nahrungsmittelversorgung durch den Zusammenbruch der lokalen Kleinversorgermärkte deutlich verschlechtert. Versorgungssicherheit ist üblicherweise aufgrund fehlender Verteilsysteme / Logistik nicht gewährleistet, wenn lokale Strukturen zerstört werden.

Für die Umsetzung bedarf es neben differenzierten Zertifizierungssystemen, in dem Aspekte wie Bodenrecht, Ressourcenverteilung und Landvergabeprozesse differenziert erfasst werden, auch die Entwicklung und Umsetzung nationaler Regelungen und Standards, sei es hinsichtlich bestehender Steuerbegünstigungen von Unternehmen, Arbeits- und Umweltrecht, sowie gesetzliche Rahmenbedingungen für Vertragsbauern. Gründe für die fehlenden oder schwachen Regulierungen für Investoren sind unter anderen die bestehende Konkurrenzsituation um Investitionen zwischen den Ländern, die Machtposition der

internationalen Finanzinstitutionen (Ratingverfahren) oder schlicht fehlende Strukturen zur Ausarbeitung.

Es wird aber auch an den jeweiligen Staaten liegen, einzelne Personen und Gruppen oder Ethnien nicht weiter vom Zugang zu Landtiteln auszuschließen bzw. deren existierende Rechte anzuerkennen. Nicht zuletzt wird die Entwicklung auch davon abhängen, ob und wie die EU-Agrarpolitik hinsichtlich des Exports hochsubventionierter Billig-Agrarprodukte in afrikanische Länder modifiziert wird.

6 Nachhaltigkeitskriterien und Zertifizierungssysteme

Global sind derzeit rund 9% der Waldflächen bzw. 26% des Industrierundholzes von einem Zertifizierungssystem erfasst. Es existiert eine Vielzahl an Zertifizierungssystemen- und initiativen. Die mit Abstand bedeutendste Regulierung die den Nachweis der Nachhaltigkeit von Bioenergie im europäischen Raum betriff, ist die Erneuerbare Energien Richtlinie. In diesem Kapitel werden die Ansätze und Folgen der Zertifizierung der Nachhaltigkeit von Biomasse gemäß dieser Richtlinie dokumentiert.

6.1 Nachhaltigkeitskriterien für Biomasse in der Erneuerbare Energien Richtlinie

Die Erneuerbare Energien Richtlinie (Renewable Energy Directive, RED) ist die wesentlichste Gesetzgebung hinsichtlich der Einführung von Nachhaltigkeitskriterien für Biotreibstoffe und flüssige biogene Energieträger in der Europäischen Union. Durch die RED (2009/28/EC) werden ambitionierte Ziele für alle Mitgliedsstaaten gesetzt: Ein Anteil von 20% Energie aus erneuerbaren Energieträgern bis 2020 und ein Anteil von 10% Erneuerbaren im Transportsektor. Darüber hinaus führt die RED auch Nachhaltigkeitskriterien für biogene Treibstoffe und flüssige biogene Energieträger ein, die in Artikel 17 (Punkt 2 bis 5) und Artikel 18 (Punkt 1) und mit Verweis auf Artikel 7 der Fuel Quality Directive (2009/30/EC) dargelegt sind. Die Anforderungen umfassen:

- Eine Reduktion der Treibhausgasemissionen im Vergleich zu fossilen Brennstoffen um mindestens 35% bzw. um mindestens 50% ab 2017 und mindestens 60% für neue Anlagen ab 2018
- Keine Nutzungsänderung von Flächen mit hohem Kohlenstoffgehalt, wie durchgehend bewaldete Flächen, Feuchtgebiete oder Torfgebiete
- Keine Rohstoffe von Flächen hoher Biodiversität, wie Primärwälder, Naturschutzgebiete oder Weideland mit hoher Biodiversität
- Rohstoffe aus landwirtschaftlicher Produktion in Europa müssen der „guten landwirtschaftlichen Praxis“ nach der gemeinsamen Agrarpolitik entsprechen.

Nur Biotreibstoffe, die alle Anforderungen der Richtlinie erfüllen, können für die Erfüllung der Ziele der Mitgliedsstaaten auf die biogenen Treibstoffe im Transport angerechnet werden. Die Mitgliedsstaaten müssen sicher stellen, dass Marktteilnehmer den Nachweis zu Erfüllung der Kriterien erbringen. Zur Nachverfolgung der Produktkette muss von den Marktteilnehmern ein Massenbilanzsystem verwendet werden.

Gemäß der EU RED muss die Rückverfolgbarkeit der zertifizierten Rohstoffe über die gesamte Lieferkette gewährleistet sein und damit auch jede Stufe der Wertschöpfungskette zertifiziert werden.

Damit soll sichergestellt werden, dass die von den Marktteilnehmern verwendeten Systeme genau, vertrauenswürdig und vor Betrug geschützt sind. Es werden unter anderem Häufigkeit und Methodik der Probenahme und der Robustheit der Daten dokumentiert.

6.2 Umsetzung der Renewable Energy Directive in Österreich

Österreich hat die EU-RED mit der Verordnung über „Landwirtschaftliche Ausgangsstoffe für Biokraftstoffe und flüssige Biobrennstoffe“ (Verordnung BGBl. 250/2010) umgesetzt. Die Erfüllung der Kriterien gilt in Österreich als erbracht, wenn die landwirtschaftlichen Ausgangsstoffe

1. aus landwirtschaftlichen Betrieben stammen, die von der Agrarmarkt Austria registriert sind;
2. aus anderen Mitgliedstaaten stammen, die einen gleichwertigen Nachweis des Vorliegens der Einhaltung der Nachhaltigkeitskriterien gemäß Art. 17 der Richtlinie 2009/28/EG erbringen;
3. aus Drittländern stammen, von denen die Einhaltung der Nachhaltigkeitskriterien gemäß der Richtlinie 2009/28/EG durch ausreichend qualifizierte und von der Agrarmarkt Austria anerkannte Kontrollstellen oder durch internationale Übereinkünfte oder freiwillige internationale Regelungen gemäß Art. 18 Abs. 4 der Richtlinie 2009/28/EG nachgewiesen wird.

Tabelle 6 Erbringung der Nachweise nachhaltiger Produktion nach Herkunftsland (AMA 2012)

Für Ausgangsstoffe und Pflanzenöle **mit Ursprung in**	**Nachweispflicht zu erbringen durch**
Österreich	Nachweis gemäß BGBl. II Nr. 250/2010
anderen Mitgliedstaaten	gleichwertigen Nachweis - im Sinne des nationalen Systems des jeweiligen Mitgliedstaates oder - im Rahmen eines von der Europäischen Kommission genehmigten Systems
Drittstaaten	Nachweis - eines von der AMA genehmigten Systems bzw. durch eine von der AMA anerkannten Kontrollstelle - im Rahmen eines internationalen Übereinkommens bzw. einer freiwilligen internationalen Regelung

Der landwirtschaftliche Rohstoff (zur nachhaltigen Biokraftstofferzeugung) muss vom Anbau bis zu seiner Inverkehrbringung als Biokraftstoff den Anforderungen der Nachhaltigkeitskriterien gerecht werden. Die Einhaltung der Nachhaltigkeitsanforderungen wird von nationalen oder freiwilligen Zertifizierungssystemen überprüft. Das nationalstaatliche Zertifizierungssystem, das in Folge der EU-RED in Österreich eingeführt wurde, sieht vor, dass Rohstoffe durch die Agrarmarkt Austria zertifiziert werden und die weitere Prozesskette durch das Umweltbundesamt. Die Rückverfolgbarkeit der nachhaltig produzierten Biomasse (im Sinne einer Massenbilanz) wird über die IT Anwendung elNa (Elektronischer Nachhaltigkeitsnachweis) gewährleistet, die vor Ort Kontrolle der Betriebe wird durch das Umweltbundesamt durchgeführt.

In Österreich produzierte Rohstoffe müssen von den Wirtschaftsteilnehmern zum Nachweis der Nachhaltigkeit der erzeugten Ausgangsstoffen im Sinne der RED durch die AMA registriert werden. Erfüllt das Antrag stellende Unternehmen alle Anforderungen, wird dieses von der AMA registriert und erbringt somit für andere Marktteilnehmer den Nachweis der Nachhaltigkeit der Ausgangsstoffe. Für die Registrierung als Unternehmer im Zuge der nachhaltigen Produktion von Biokraftstoffen und flüssigen Biobrennstoffen wird von der AMA ein Kostenersatz eingehoben. Von der Agrarmarkt Austria (AMA) werden mengenabhängige Kontrollkosten und ein Fixum für die Zertifizierung der Produktionsstätten eingehoben. Die Kosten, die durch die Zertifizierung für die Produzenten der Rohstoffe entstehen, liegen üblicherweise im Bereich von bis zu einem Prozent des Produktes. Aufgrund der Komplexität der Zertifizierungssysteme können aber teils erhebliche Mehrkosten durch zusätzlichen Arbeitsaufwand in Schulung und Abwicklung entstehen. Will ein Produzent seine Rohstoffe in den europäischen Raum exportieren, kann eine Zertifizierung nach mehreren Zertifizierungssystemen nötig sein.

Folgende Wirtschaftsteilnehmer haben sich laut Kraftstoffverordnung § 14 beim Umweltbundesamt zu registrieren (UBA 2013):

- Produzenten nachhaltiger Biokraftstoffe,
- (Energie-) Händler von nachhaltigen Biokraftstoffen, und
- Inverkehrbringer von Biokraftstoffen, die Substitutionsziele zu erfüllen haben (Steuerpflichtige)
- Betreiber von Lagern

Mit der Umsetzungsfrist der Kraftstoffverordnung ist seit Anfang Jänner 2013 die Plattform „elNa“ freigeschaltet. Biobrennstoffe, so beispielsweise auch von der mineralölverarbeitenden Industrie in Verkehr gebrachte „Blended Fuels“, müssen erfasst werden.

Tabelle 7 Mitgliedstaaten, deren Systeme im Zuge der nachhaltigen Produktion von Biokraftstoffen und flüssigen Biobrennstoffen gemäß BGBl. II Nr. 250/2010 anerkannt sind (AMA 2012):

Mitgliedstaat	Datum der Anerkennung	eingeschränkt für Anbau in
Deutschland	16.09.2010	allen EU-Mitgliedstaaten (außer Österreich)
Ungarn	14.12.2011	allen EU-Mitgliedstaaten (außer Österreich)
Slowakische Republik	20.01.2012	allen EU-Mitgliedstaaten (außer Österreich)
Tschechische Republik	26.04.2012	allen EU-Mitgliedstaaten (außer Österreich [140])

Bringt ein Unternehmer als nachhaltig ausgewiesene landwirtschaftliche Ausgangsstoffe bzw. Pflanzenöle, die aus Drittländern stammen, zum Zwecke der Herstellung von Biokraftstoffen oder flüssigen Biobrennstoffen in den freien Verkehr der EU, so ist die Einhaltung der Nachhaltigkeitskriterien gemäß der Richtlinie 2009/28/EG zu gewährleisten.

[140] Die Überprüfung der Kriterien für landwirtschaftliche Ausgangsstoffe mit Anbau Österreich sowie für Waren, welche sich in Österreich im freien Verkehr befunden haben und in Folge als nachhaltig verkauft oder verarbeitet werden, erfolgt durch die AMA.

Dies kann durch Nachweise ausreichend qualifizierter und von der AMA anerkannter Kontrollstellen, internationaler Übereinkünfte oder freiwilliger internationaler Regelungen gemäß Art. 18 Abs. 4 der Richtlinie 2009/28/EG erfolgen. Erfüllen Nachweise von Warenlieferungen keine dieser Vorgaben, gelten diese somit als nicht nachhaltig.

6.3 Voluntary Schemes

Wirtschaftsteilnehmer in der EU können entweder dem Verfahren der individuellen Mitgliedsstaaten folgen, in dem die Biotreibstoffe vermarktet werden, oder eines der „freiwilligen Zertifizierungsysteme (voluntary schemes)“ verwenden, die durch die Kommission für diesen Zweck anerkannt worden sind (nach Artikel 18 Punkt 4 der RED). Freiwillige Zertifizierungssysteme können die Anforderungen der RED zur Gänze oder teilweise erfüllen. Eine teilweise Erfüllung bezieht sich dabei auf die Punkte des Artikel 17 in der Direktive (siehe oben). Insbesondere die erforderliche Einsparung an THG-Emissionen, ist durch einige Zertifizierungssysteme nicht abgedeckt.

Derzeit hat die Kommission 12 freiwillige Zertifizierungssysteme für Biotreibstoffe und biogene Energieträger zugelassen (Stand: November 2012)

- ISCC (Deutsche Initiative, staatlich finanziert, für alle Biotreibstoffe)
- Bonsucro EU (Roundtable Initiative für Zuckerrohr basierte Biotreibstoffe, mit Fokus auf Brasilien)
- RTRS EU RED (Roundtable Initiative für Soya-basierte Treibstoffe, Focus auf Argentinien und Brasilien);
- RSB EU RED (Roundtable Initiative für alle Arten von Biotreibstoffen);
- 2BSvs (Initiative der französischen Industrie, für alle Arten von Biotreibstoffen);
- RSBA (Initiative des Unternehmens Abengoa)
- Greenergy (Initiative des Unternehmens Greenergy; für Ethanol aus Zuckerrohr aus Brasilien)
- Ensus (Initiative des Unternehmens Ensus; für Bioethanol)
- Red Tractor (britische Initiative, Red Tractor Farm Assurance Combinable Crops & Sugar Beet Initiative)
- SQC (britische Initiative, Scottish Quality Farm Assured Combinable Crops (SQC) Initiative)
- Red Cert
- NTA8080 (niederländische Initiative)

6.4 Anforderungen für feste und gasförmige Biomasse für Raumwärme und Energie

Die Anforderungen der RED erstrecken sich derzeit nur auf flüssige, nicht aber auf feste oder gasförmige Biomasse für Raumwärme oder energetische Nutzung. Es ist offensichtlich, dass eine Diskussion über die Einbeziehung von zellulosischen Rohstoffen, die für 2nd Generation Biotreibstoffe verwendet werden, oder feste und gasförmige Biomassenutzung für Raumwärme und Energie folgen muss. Im Artikel 17 Punkt 9 der Direktive wird

angekündigt, bis Ende 2009 einen Vorschlag bezüglich der Nachhaltigkeitsanforderungen für die energetischen Nutzung von Biomasse, neben Biotreibstoffen und biogenen Brennstoffen herauszugeben.

Im Februar 2010 wurde im Sinne dieses Artikels von der Kommission kommuniziert (COM(2010)11, „Nachhaltigkeitskriterien für die Nutzung fester und gasförmiger Biomasse bei Stromerzeugung, Heizung und Kühlung“), dass im Moment keine verpflichtenden Kriterien für feste Biomasse auf Europäischer Ebene bestehen.

Die Kommission empfiehlt gleichzeitig, dass Mitgliedstaaten, die über nationale Nachhaltigkeitsregelungen für die Nutzung fester und gasförmiger Biomasse bei Stromerzeugung, Heizung und Kühlung verfügen oder solche einführen, sicherstellen, dass diese in „fast“ jeder Hinsicht den Bestimmungen der Richtlinie über erneuerbare Energiequellen entsprechen. Hierdurch soll eine größere Einheitlichkeit sichergestellt werden und eine ungerechtfertigte Ungleichbehandlung bei der Nutzung von Rohstoffen vermieden werden. Die Anforderungen umfassen wie folgt:

- Selbe Anforderungen an Biodiversität und Kohlenstoffgehalt wie für Biotreibstoffe
- einheitliche THG Berechnungsmethodik, vergleichbar jener von Biotreibstoffen, mit angepassten Standartwerden da Endnutzung mit einbezogen wird.
- keine Berechnung der THG für Abfälle
- Gültigkeit der Kriterien nur für Anlagen >1MW
- eine Differenzierung von nationalen Förderinstrumenten für Anlagen die höhere Wirkungsgrade erzielen.

Die am 3.März 2013 in Kraft tretende „ EU Timber Regulation“ (EU 995/2010) zielt darauf illegalen Holzeinschlag zu verhindern und betrifft eine (erweiterbare) Vielzahl von Holzerzeugnissen einschließlich Vollholzprodukte, Fußböden, Sperrholz sowie Zellstoff und Papier. Die Verordnung sieht keine weiteren Nachhaltigkeitsanforderungen vor, erfordert jedoch, dass „Überwachungsorganisationen“ von der Europäischen Kommission anerkannt werden, die EU-Marktteilnehmern operative Sorgfaltspflichtregelungen zur Verfügung stellen. Marktteilnehmer können also selbst eine Regelung ausarbeiten oder auf eine von einer Überwachungsorganisation ausgearbeitete Regelung zurückgreifen.

6.5 Diskussion und Handlungsableitungen der Anforderungen zum Nachweis der Nachhaltigkeit nach der RED

- Derzeit sind nur für die Verwendung von Biomasse für Biokraftstoffe Nachhaltigkeitskriterien vorgesehen. Diese Diskriminierung in der Nutzung von Biomasse kann zu einer Beeinträchtigung der Bereitschaft der Land- und Forstwirtschaft führen, Rohstoffe für die Biokraftstoffproduktion zu liefern, wenn mit zertifizierten Produkten keine höheren Preie erzielt werden können. Kriterien für eine nachhaltige Produktion von flüssiger, fester und gasförmiger Biomasse sollten idealerweise denselben Kriterien folgen und für alle Anwendungen von Biomasse gelten.

- Während Anforderungen an Biokraftstoffe durch die EU in der RED festgelegt worden sind, haben die wichtigsten Importländer von fester Biomasse begonnen eigene Zertifizierungssysteme zu entwickeln und nationale Anforderungen an die Nachhaltigkeit von fester Biomasse zu definieren. Die entstehende Vielzahl an Initiativen für Nachhaltigkeit und Anforderungen kann zu Verwirrung, Mangel an Vertrauen und Akzeptanz bei den Beteiligten führen. Standardisierung und ein gemeinsames Vorgehen kann helfen, Bedenken hinsichtlich Herkunft und Qualität der importierten Biomasse zu reduzieren.

- Durch die unterschiedlichen Nachhaltigkeitsstandards betroffene Unternehmen beklagen oft die Unübersichtlichkeit der Zertifizierungssysteme, deren unterschiedliche Qualitäten den Konsumenten schwer zu vermitteln sind. Eine Zulassung mehrerer freiwilliger Zertifizierungssysteme durch die Europäische Kommission sollte dazu führen, die Zertifizierung der in der RED vorgegebenen Nachhaltigkeitskriterien zu möglichst niedrigen Kosten zu erreichen. Die Koordination der verschiedenen Standards und Regelungen und Fokussierung auf eine einzige Norm, statt einer Reihe von unterschiedlichen Standards und Regelungen, würden effizientere Strukturen ermöglichen und helfen, durch bessere Managementpraktiken Kosten zu sparen. Bei möglichst geringem Verwaltungsaufwand würde für die Industrie nicht die Notwendigkeit entstehen neue Standards zu schaffen. Rückblickend betrachtet wäre von Seite der Produzenten ein einheitliches europäisches System gegenüber der Vielzahl an nationalen und freiwilligen Systemen wünschenswerter gewesen.

- Die Debatte über einige methodische Fragen im Zusammenhang mit der Nachhaltigkeit von Bioenergie, wie die Rolle der indirekten Landnutzung (iLUC), der Nutzungskonkurrenz von Nahrungsmitteln und Biotreibstoffen oder die Methodik der Kohlenstoffbilanzierung („Carbon debt“) ist noch nicht abgeschlossen. Um eine ordnungsgemäße Auditierung und Einhaltung der Standards zu gewährleisten, müssen präzise und starke Kriterien formuliert sein, die durch die Angabe quantitativer oder klarer qualitativer Indikatoren messbar sind und überwacht werden können. Diese Unsicherheit in Bezug auf zukünftige Nachhaltigkeitsanforderungen ist ein wichtiges Thema für Investoren der Produktionsanlagen zur Herstellung von Bioenergie. Es wird als ein großes Problem wahrgenommen, dass methodische Fragen wie die Einbeziehung von indirekten Landnutzungsänderungen oder Kohlenstoffbilanzierung unklar bleiben. Die Bioenergie Märkte haben bereits gezeigt, dass Unsicherheiten in Richtlinien und Vorschriften zu Stagnation führen. Auf Seiten der Hersteller besteht das Risiko, dass unterschiedliche Märkte unterschiedliche Anforderungen an die Produktion von Biomasse stellen, was zu Verwirrung und Unsicherheit in den Märkten führt. Indirekt landuse-change soll, nach einer Kommunikation der europäischen Kommission (IP/12/1112, Oktober 2012), in die Berichterstattung der Kraftstofflieferanten und Mitgliedstaaten aufgenommen werden. Die Aufnahme verbindlicher iLUC - Werte in die THG Bilanzierung ist bis auf weiteres nicht vorgesehen. Ein weiterer Review der EU-RED, bei dem ein Vorschlag hinsichtlich der Aufnahme eines iLUC Faktors eingebracht werden könnte, erfolgt 2017 (und könnte eventuell bis etwa 2021 verpflichtend werden).

- Eine zentrale Frage ist, ob Anforderungen an die Nachhaltigkeit freiwillig oder obligatorisch sein sollen. Freiwillige Initiativen sind ein notwendiges, aber vermutlich nicht ausreichendes Element in einem Portfolio an Instrumenten um Nachhaltigkeit der Bioenergie sicher zu stellen. Möglicherweise stellt die Frage freiwilliger oder verpflichtender Kriterien keine "entweder / oder"-Position dar, vielmehr muss die richtige Balance zwischen Regulierung und freiwilliger Regelung gefunden werden.

- Ein weiterer kritischer Punkt könnte der Verwaltungsaufwand gesetzlicher Anforderungen und Zertifizierung, insbesondere für kleinere Produzenten, sein. Cross-Compliance kann ein Schritt in die richtige Richtung sein, um administrative Hürden gering zu halten. Umfragen zeigen, dass Akteure im Bereich fester und flüssiger Biokraftstoffe tendenziell eine staatliche Beteiligung bei Fragen der Nachhaltigkeit und eine damit verbundene Klarheit Bezug auf langfristige Ziele bevorzugen.

- Die Umsetzung von Nachhaltigkeitssystemen, wie von den Industriestaaten vorgesehen, erfordert, aufgrund eines Mangels an Technologie und Kapital, in der Regel größere Anstrengungen in Peripheriestaaten, Daraus können sich Hemmnisse für den internationalen Handel ergeben. Diese Länder benötigen Zeit aber auch Technologietransfer und Investitionen um an die Standards der Industriestaaten anschließen zu können.

- Während die Marktlogik auf die Bereitstellung von Produkten und Handelsgütern abzielt, ist ein Denken von Lebenszyklen – beispielsweise von THG Emissionen und Energieverbrauch – auch darauf ausgerichtet die Endnutzung der Güter einzubeziehen. Die Verfügbarkeit von Biomasse ist begrenzt und Nachhaltigkeitskriterien für Biomasse und Biokraftstoffe sollten daher auch eine effiziente (End-)Nutzung der Bioenergie beinhalten. Der Input an Energie muss in allen Phasen der Produktion minimiert werden und die Nutzung von Bioenergie sollte so effizient wie möglich gestaltet werden. Natürlich sollte dies nicht nur für Biomasse gelten, sondern auch für andere Ressourcen und Energieträger. Steigt der Energieverbrauch prinzipiell weiterhin, jagt die Entwicklung von Bioenergie einem sich entfernenden Ziel hinterher.

- Für Biomethan, als gasförmiger biogener Treibstoff, ist derzeit keine Massenbilanzierung vorgeschrieben. Wiewohl Biomethan bisher nur eine untergeordnete Rolle als Biotreibstoff spielt, müssten konsequenterweise für Biomethan die gleichen Regeln wie für andere biogene Treibstoffe gelten. Ein Vorschlag zur Ausdehnung der EU RED Zertifizierungssysteme auf Biomethan wurde im September 2012 von der europäischen Kommission angesprochen(SWD(2012) 262 final).

6.5.1 Internationale Zertifizierungsinitiativen

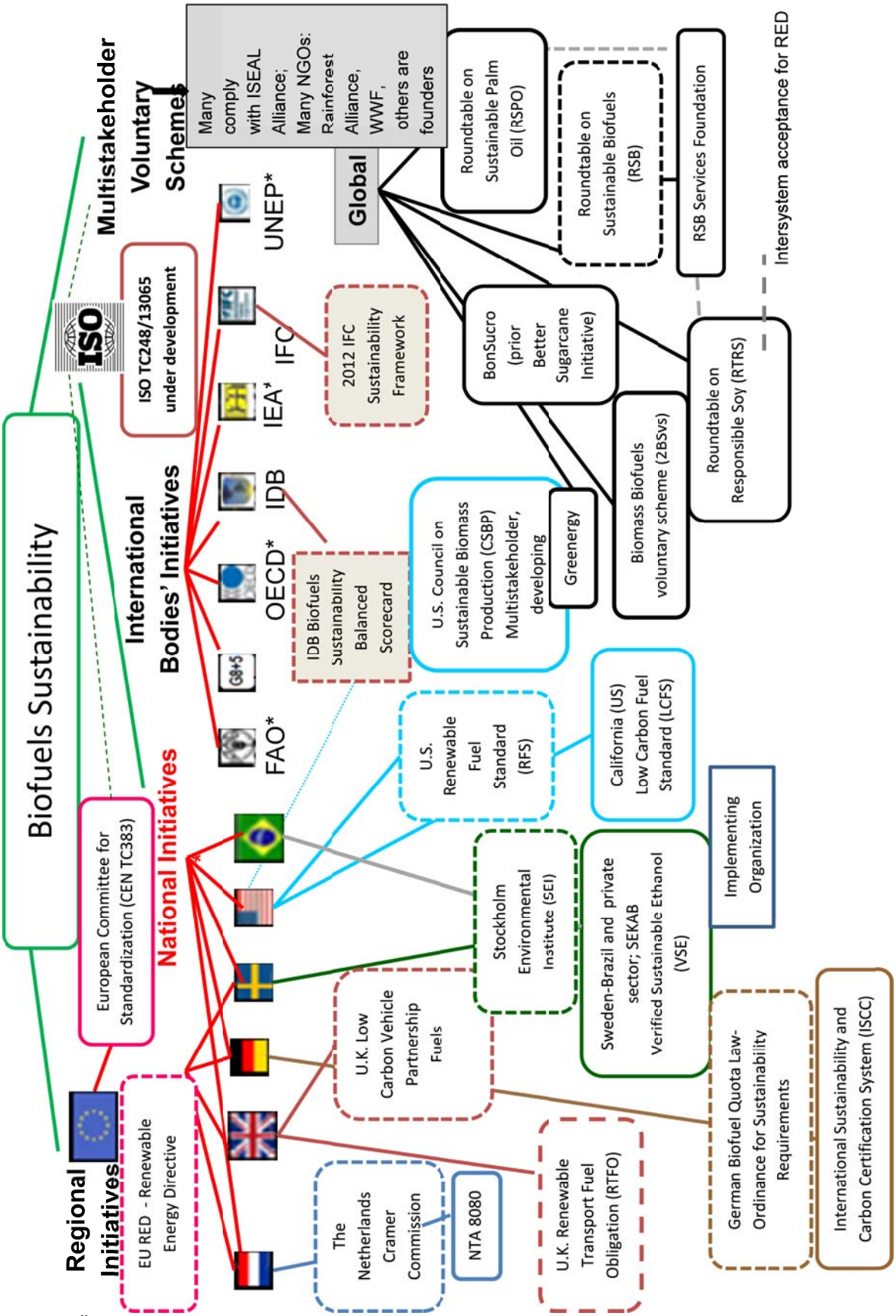


Abbildung 96 *Übersicht der Zertifizierungsinitiativen (Chum 2012)*

Abbildung 96 gibt eine Übersicht über die große Anzahl internationaler Zertifizierungsinitiativen.

- Forest Stewardship Council (FSC) ist mit weltweit über 12.000 vergebenen Zertifikaten, und Beginn seiner Arbeit 1993 eines der ältesten und bekanntesten Zertifizierungssysteme aus der Forstwirtschaft, derzeit aber ausschließlich für feste Biomasse, und für Biokraftstoffe nicht relevant.
- Das Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC) ist eine internationale Dachorganisation mit über 30 nationalen Zertifizierungssystemen und mit über 240 mio hektar zertifizierter Fläche derzeit das größte Zertifizierungsystem für forstliche Biomasse. Derzeit ist PEFC für Biokraftstoffe nicht relevant, eine Erweiterung des Systems, um als „voluntary scheme“ im Sinn der EU-RED zugelassen zu werden, ist in Planung.
- Die Roundtable on Responsible Soy Association (RTRS) ist eine internationale Initiative von Sojaproduzenten, Sojahändlern, der Soja verarbeitende Industrie, Banken und zivilgesellschaftliche Organisationen. Seit 2006 arbeiten diese zusammen, um Nachhaltigkeitskriterien für die Sojaproduktion zu entwickeln, anzuwenden und zu fördern. Unter den Gründungsmitgliedern des Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO) waren im Jahr 2004 unter anderem der World Wild Fund for Nature (WWF), Migros und Unilever. Hauptziel des RSPO ist es, nachhaltigen Anbau und Nutzung von Palmöl zu fördern. Laut RSPO produzieren seine Mitglieder 40% des weltweit erzeugten Palmöls.
- Die Bonsucro Better Sugarcane Initiative (BSI) wird unter anderem vom WWF, Coca Cola, Shell, BP Biofuels und Cargill unterstützt. Bonsucro unterstützt die Einführung von global anwendbaren Standards für die nachhaltige Zuckerrohrproduktion, um soziale und ökologische Auswirkungen des Anbaus zu reduzieren und die finanzielle Situation von Bauern zu verbessern.
- Der Roundtable on Sustainable Biofuels (RSB) ist eine Initiative der École Polytechnique Fédérale de Lausanne und anderer Partner, um internationale Nachhaltigkeitsstandards für Biokraftstoffe zu entwickeln.53 Der RSB Standard basiert auf einem Meta-Standard-Konzept, bei dem bereits existierende Zertifizierungen und Standards verwendet werden, um sicherzustellen, dass der RSB Standard abgedeckt wird.
- Das Global Bio-Energy Partnership (GBEP) ist ein Forum in dem effektive politische Rahmenbedingungen für die nachhaltrige Nutzung bon Biomasse und Bioenergie erstellt werden. Der von GBEP herausgegebene Nachhaltigkeitsindikatorensatz stellt einen der umfassendsten dar, ist aber derzeit nicht in einem anwendbaren Zertifizierungssystem integriert.

Neben den dargestellten Initiativen existiert noch eine Vielzahl weiterer. Ende 2009 hat Van Dam (2010) insgesamt 67 Zertifizierungsinitiativen identifiziert. Ein Grund kann darin gesehen werden, dass (freiwillig) zertifizierte Produkte von den Produkten der Mitbewerber unterscheidbar sein sollen und dadurch ein Marktvorteil geschaffen werden kann. Weiters ist diese Vielzahl an Zertifizierungssystemen in der Vielzahl der möglichen Ausgangsstoffe und Konversionswege begründet, was sich auch in den unterschiedlichen Anforderungen der Systeme niederschlägt. Die weltweite Ausweitung der Biokraftstoffförderung kann ebenfalls als ein Treiber für das Aufkeimen der Zertifizierungssysteme gesehen werden.

Falls Beimengungsziele von Biokraftstoffen weiterhin ein bedeutender Bestandteil von Klima und Energiepolitik sein sollten, wäre ein effizienteres System, das nationale Zielsetzungen und Potentiale der Biokraftstoffnutzung mit einbezieht. Eine mögliche Lösung könnte hier in einem „book and claim“ (FAO 2013) System liegen.

7 Synthese und Schlussfolgerungen

In diesem Bericht wurden Aspekte eines nachhaltigen Beitrags der Bioenergie zu einem künftigen Energiesystem diskutiert. Technologische Fragestellungen sind mit jenen einer nachhaltigen Ressourcen-Bereitstellung und der globalen Verflechtung von Aktivitäten im Bioenergiesektor gekoppelt. Darum gilt es, diese auch in einer integrierten Art und Weise zu betrachten. Der vorliegende Bericht soll einen Beitrag zu dieser Diskussion leisten.

Welche Schlussfolgerungen ergeben sich aus dieser Arbeit? Wir wollen die aus unseren Analysen abgeleiteten Schlussfolgerungen in die Bereiche Potenziale, Szenarien, Zielsetzungen und technologische Perspektiven sowie globale Dimension der Biomasse-Ressourcenbereitstellung gliedern.

7.1 Potenziale, Szenarien, Zielsetzungen und technologische Perspektiven

Abbildung 97 fasst die Entwicklung der globalen Biomassenutzung in Szenarien der IEA sowie Bandbreiten der Biomasse-Potenziale im Jahr 2050 zusammen. Der Biomasse-Anteil am Primärenergieverbrauch würde je nach Szenario von derzeit etwa 10% etwas sinken beziehungsweise bis auf etwa 22% steigen.

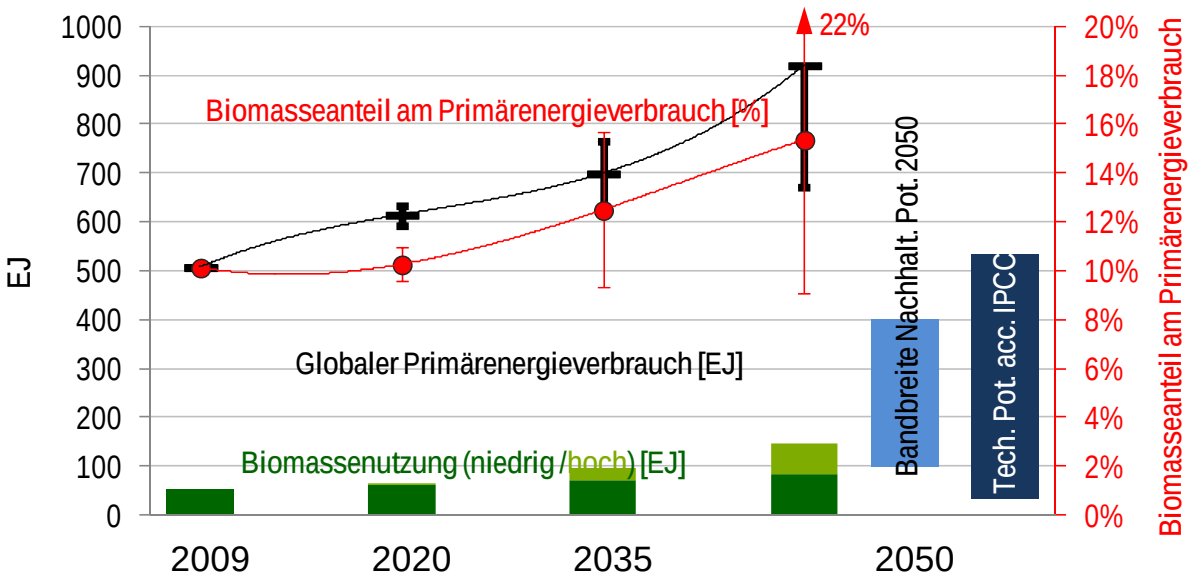


Abbildung 97 Entwicklung der weltweiten Biomassenutzung in Szenarien der IEA und Bandbreiten der nachhaltigen und technischen Potenziale in der Literatur
Quellen: (IEA 2011b), (IEA 2010),(IPCC SRREN 2012), eigene Berechnungen und Darstellung

In der Europäischen Union war im vergangenen Jahrzehnt ein starkes Wachstum im Biomasse-Sektor zu verzeichnen, das sich aus den drei Sektoren Wärme, Strom und

Kraftstoffe zusammensetzte. Gemäß den Zielen, die in den nationalen Aktionsplänen für erneuerbare Energie von den Mitgliedstaaten formuliert wurden, würde der Einsatz von Bioenergie bis zum Jahr 2020 um etwa 50% bezogen auf das Jahr 2010 steigen. Im Vergleich zu den Szenarien der Energy Roadmap stellt das einen durch aus ambitionierten Wert dar: Gemäß Roadmap, würde dieser Wert erst 2030 erreicht werden. Bis 2050 könnte im ambitionierten Szenario der Biomasse-Ausbau allerdings um weitere ca. 50% steigen (bezogen auf den Wert 2030) und damit bereits die in manchen Studien angegebene Grenze des technischen-Potenzials erreichen.

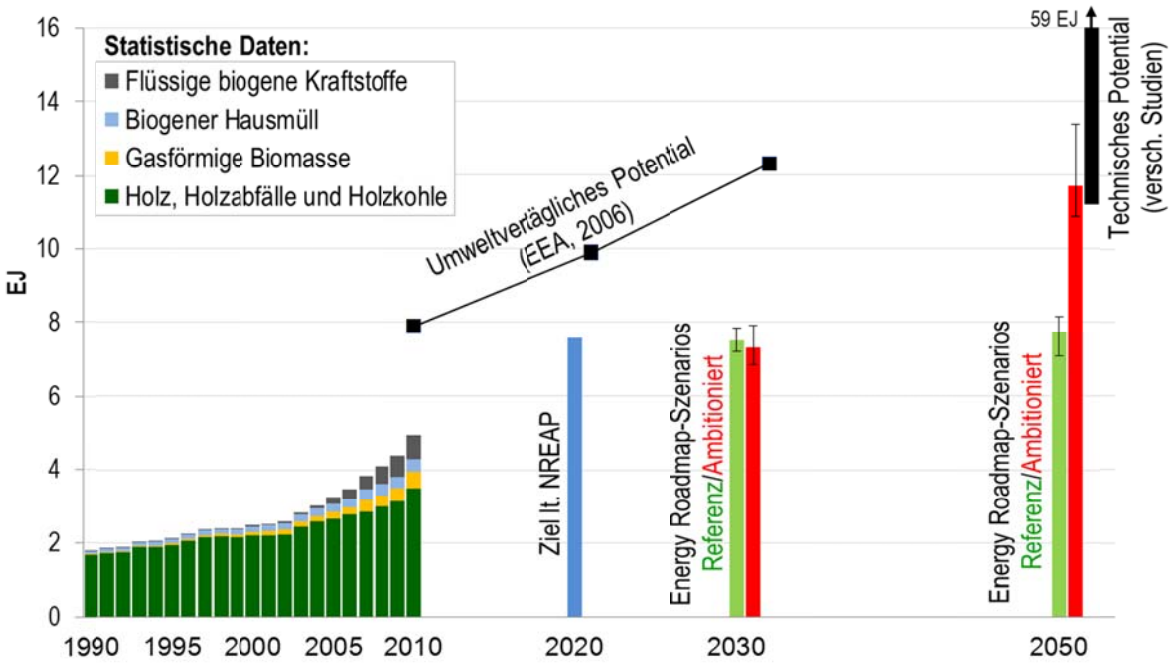


Abbildung 98 Historische Entwicklung, Zielsetzung lt. NREAPs, Szenarien bis 2050 und Potenziale für die primärenergetische Biomassenutzung in der EU.
Kommentare: Das umweltverträgliche Potenzial lt EEA (2006) beinhaltet nur die EU-25, während sich die Bandbreite der technischen Potenziale im Jahr 2050 auf Europa inkl. Nicht-EU-Länder bezieht (siehe Abb. 29); Die „ambitionierten" Energy Roadmap-Szenarien beinhalten sämtliche Szenarien mit Ausnahme der Referenzszenarien und des „Current policy initiatives"-Szenarios (vgl. Abb. 28)
Quellen: (Eurostat 2011), (Szabó et al. 2011), (EEA 2006), (European Commission 2011a), (Helmut Haberl et al. 2010), (Smeets et al. 2007), eigene Berechnungen und Darstellung

Ein genauerer Blick auf diese Szenarien zeigt, dass dieser enorme Ausbau der Biomasse-Nutzung gemäß diesen Szenarien mit einer massiven Verschiebung des Technologie-Mix' einhergeht. Insbesondere weisen die verschiedenen Roadmaps und Studien zu den Perspektiven der Bioenergie auf die hohe Relevanz von Kraftstoffen der zweiten Generation, von innovativen Vorbehandlungstechnologien (Torrefizierung, Pyrolyse, Vergasung) sowie innovativen Verstromungstechnologien im großen (integrierte Biomasse-Vergasung und Verstromung, BIGCC) sowie im kleinen Leistungsbereich (ORC, Stirling-Motor etc) hin. Insbesondere erhofft man sich von diesen Technologien auch eine höhere Nachhaltigkeit der eingesetzten Biomasse Ressourcen.

Es sind gerade dies die Technologien, die den größten Forschungs- und Technologieentwicklungsbedarf aufweisen (s. Abbildung 46). Soll es also gelingen, den Biomasse-Einsatz zu erhöhen und damit den nötigen Beitrag der Biomasse zu einem künftigen nachhaltigen Bioenergiesystem sicherzustellen, dann erfordert dies umfangreiche Fortschritte in technologischer Hinsicht. Wenn dies nicht in dem Umfang gelingen sollte, der in den Szenarien oft unterstellt wird, hätte dies sowohl Folgen auf die erzielbaren Treibhausgas-Reduktionen als auch auf die soziale und ökologische Nachhaltigkeit. Letztere wiederum rückt angesichts direkter und indirekter Wirkungen bei der Bereitstellung von Biomasse-Ressourcen zunehmend in den Blickpunkt.

7.2 Die globale und soziale Dimension der Biomasse-Ressourcenbereitstellung

Eine Analyse von Szenarien globaler Energiemodelle zeigt, dass diese in den kommenden Jahrzehnten einen Anstieg international gehandelter Bioenergie um einen Faktor von bis zu 70-80 (!) unterstellen bzw. ergeben. Auch wenn dies aus heutiger Sicht aus verschiedenen Gründen nicht als sehr realistisch erscheint (siehe Kapitel 4.5), stellt sich erstens die Frage, welche Auswirkungen ein geringerer Bioenergiehandel auf das gesamte Bioenergiesystem in diesen Szenarien hätte. Zweitens wird daraus die Herausforderung ersichtlich, die sich hinsichtlich dieser globalen Verflechtung ergibt. Es findet also ein zunehmender globaler Einfluss der Industrienationen (darunter Europa und damit Österreich) aufgrund der Nachfrage nach Bioenergie statt.[141] Es gilt, diesen Einfluss im Sinne verantwortlichen politischen Handelns nachhaltig zu gestalten und die Bedürfnisse aller betroffenen Bevölkerungsgruppen in den Herkunftsländern zu berücksichtigen.

Die afrikanischen Fallstudien, die in diesem Bericht ausführlich dokumentiert wurden, zeigen die vielfältigen Aspekte dieser Einflussnahme auf. Großflächige Landakquisitionen für die Biotreibstoffproduktion wurden von politischen Entscheidungsträgern und internationalen Finanzinstitutionen in den letzten Jahren unter dem Druck der öffentlichen Kritik und der daraus resultierenden Richtlinien und Zertifizierungssysteme zunehmend mit einem Bündel an meist vagen Versprechungen verknüpft, um eine Zustimmung der betroffenen Bevölkerungsgruppen zu erhalten. Diese Versprechungen führen zu anfänglicher Zustimmung in den betroffenen Kommunen, sie sind jedoch mit der Erwartung einer unmittelbaren Verbesserung der Lebenssituation verbunden.

Unzweifelhaft schaffen Biotreibstoff produzierende Firmen Arbeitsplätze und es entstehen auch Marktzentren wie die alteingesessenen Zuckerproduktionen in Afrika zeigen, die prognostizierte und gewünschte generelle Modernisierung des Agrarsektors an der auch der kleinbäuerliche Sektor teilhaben kann, oder die Arbeitsplätze und Einkommensverbesserung in der gewünschten Form, bleiben sie in der Regel schuldig.

Um dieser zwangsläufigen Enttäuschung hoher Erwartungen sowie dem Verlust der Existenzgrundlage entgegenzuwirken, ist es notwendig mit den betroffenen Gruppen gemeinsam „partizipative Entscheidungsprozesse“ zu gestalten. Partizipativer

[141] In diesem Bericht wurden nur ausgewählte Aspekte dieses globalen Einflusses angesprochen. Darüber hinaus sind noch deutlich mehr relevante Wirkungsketten zu berücksichtigen, z.B. jene indirekter Landnutzungsänderungen.

Entscheidungsprozess bedeutet die Berücksichtigung des komplexen Bodenrechts und damit die Einbeziehung aller Nutzungsberechtigten, Transparenz und angemessene Informationsverbreitung sowie einen entsprechenden Ablauf des Konsultationsverfahrens.

Aktuell sind ausländische Direktinvestitionen (FDI) in Biotreibstoffproduktionen so wie auch in anderen Sektoren in den meisten Fällen das Resultat langjähriger komplexer und im Verborgenen stattfindender Verhandlungsprozesse über Investitionszusagen, Kreditvergaben, Haftungsgarantien, Steuerbegünstigungen etc. Der „sichtbare“ Akt der Landvergabe ist dabei lediglich ein kleiner Teil des Gesamtpaketes. Die unmittelbar betroffenen Kleinbauern / Bevölkerungsgruppen werden bestenfalls und nur in wenigen Fällen in der finalen Phase vor einer Vertragsunterzeichnung einbezogen. Diese Vorgehensweise führt nicht nur zu mangelnder Akzeptanz, es vermindert auch die Chance auf eine nachhaltige Produktion, weil mitunter wesentliche Aspekte unberücksichtigt bleiben, in vielen Fällen auch die Entwicklung einer angemessenen Integrationsstrategie in eine Produktion oder die Entwicklung einer Strategie für einen Einkommensersatz erschwert werden.

Der Umstand, dass „Land“ in den meisten afrikanischen Staaten nicht nur für die Mehrheit der Bevölkerung die Lebensgrundlage darstellt, sondern auch eine hohe soziale und kulturelle Bedeutung hat, erfordert im Vorfeld von Landvergaben eine tiefergehende Analyse des bestehenden Bodenrechts in einer Region. Dies findet bislang so gut wie nicht statt. Im günstigsten Fall werden Chiefs, Regionalvertreter, Dorfchefs im jeweiligen Zielgebiet angesprochen und in die finale Phase der Entscheidungsfindung eingebunden, um zumindest den Anschein eines partizipativen Verfahrens zu wahren.

Einen Schlüsselfaktor zu einer nachhaltigen Investition in sozialer Hinsicht, stellt der Entscheidungsprozess während der Landvergabe bzw. den Vertragsverhandlungen an sich dar: Es ist entscheidend, zu welchem Zeitpunkt ein Konsultationsverfahren mit den Betroffenen beginnt, oder ob im Vorfeld das lokal geltende Bodenrecht erhoben wird und die Ergebnisse Basis für angemessene Befragungssituationen sind bzw. in welcher Form die Konsultationen und Gespräche mit den einzelnen Bezugsberechtigten durchgeführt werden.

Zum anderen muss in einem Prozess darauf geachtet werden, dass im traditionellen Bodenrecht festgelegte Benachteiligungen nicht manifestiert werden.

Wie das Beispiel der Addax Bioenergy Group deutlich macht, ist in der finalen Phase einer Landvergabe ein Ablehnen des Projektes durch die lokale Bevölkerung kaum noch möglich, weil in dieser Phase aufgrund von Erfolgs- und Zeitdruck hierarchische Gesprächssituationen entstehen, in denen subtiler oder auch offensichtlicher Druck, dem Projekt zuzustimmen, ausgeübt wird.

Werden die Kleinbauern, deren Land abgelöst oder gekauft wurde, wie im Fall der Addax nicht adäquat in die Modernisierung des Agrarsektors eingebunden, ist das Abwandern in die Städte oder auch in die umliegenden Gebiete, um dort durch Rodung oder Feuer wieder Ersatzanbaufläche zu schaffen, unausweichlich. Es ist in diesen Prozessen zu bedenken, dass dem kleinbäuerlichen Sektor in der Nahrungsmittelversorgung eine wichtige Rolle zukommt, dem aber eine hohe Produktionsunsicherheit gegenüber steht. Unsicherheit in der Nahrungsmittelversorgung kann bereits aus einem Ungleichgewicht im jeweiligen Agrar-Ökosystem entstehen. Alle diese Faktoren können eine Marginalisierung von Familien, Kleinbauern, Hirten verursachen und Landflucht und Migration verstärken, wenn sich keine

alternativen Einkommensquellen anbieten. Bei Verlust der Existenzgrundlage (Felder) sind Ersatzeinkommen kaum in Sicht.

Die Versorgungssicherheit in einer Region wird in hohem Maße auch davon abhängen, wie viel Land pro Region / Provinz vergeben wird bzw. welche Gebiete vergeben werden und ob die Produktivität im kleinbäuerlichen Sektor langfristig gesteigert werden kann. Versorgungsunsicherheit betrifft in erster Linie jene Kommunen, die ihr Land an einen Investor abtreten. Es können aber auch je nach bestehender Versorgungsstruktur (vorhandenen Versorgungswegen, Transportmittel etc.) durchaus auch weitere Kreise betroffen sein, bis hin zu einer Unterversorgung der städtischen Bevölkerung, wenn größere Gebiete für den Anbau von Energiepflanzen verwendet werden und beispielsweise noch ausgedehnte Plantagen mit cash crop wie dies in Sierra Leone der Fall ist, hinzu kommen.

Problematisch ist für viele Länder der Umstand, dass – wenig überraschend – Energiepflanzen, insbesondere Zuckerrohr auch in Afrika nicht auf „marginal lands“ angebaut werden, sondern auf den vergleichsweise fruchtbaren Böden. Dementsprechend konzentrieren sich die Landakquisitionen auf diese Flächen, woraus eine, nur im Einzelfall zu beurteilende, Konkurrenzsituation mit der Nahrungsmittelproduktion hervorrufen kann.

Eine gerechte Teilhabe an der Entwicklung, durch die wesentlich eindeutiger als dies bisher der Fall war die Interessen der lokalen Bevölkerung berücksichtigt werden, ist eine Grundvoraussetzung für eine nachhaltige Produktion und Ernährungssicherheit. „Gerechte Teilhabe“ bedeutet, dass nicht nur Pachtgebühren an die Kommunen bezahlt werden, die in der Regel weder den Kommunen noch den Familien zugutekommen, sondern längerfristige Perspektiven eröffnet werden. Dies kann in Form einer angemessenen „Vertragslandwirtschaft“ bzw. anderen Arten der Integration der Kleinstbauern in landwirtschaftliche Produktionseinheiten mit größeren Produktionsflächen geschehen, durch die Schaffung von Arbeitsplätzen, die mehr als die sozialen Mindeststandards einhalten, und nicht zuletzt mittels neuer Ausbildungsmöglichkeiten. In der Regel bleiben für die schlecht ausgebildeten Männer, die ihre Felder aufgeben mussten oder freiwillig aufgaben, nur Tagelöhner-Arbeiten oder schlecht bezahlte andere Tätigkeiten. Wesentlich wird im Sinne einer „gerechten Teilhabe“ daher unter anderem sein:

- wie viele lokale Arbeitnehmer beschäftigt sind, die Einkommen aus saisonaler Arbeit oder permanenter Beschäftigung beziehen
- wie lange im Schnitt die Arbeitsverhältnisse dauern
- ob der Mindestlohn oder mehr bezahlt wird
- ob lokale Arbeitskräfte ausgebildet werden, d. h. ein Wissens- und Technologietransfer stattfindet, ob Weiterbildungsangebote bestehen

Nicht zuletzt wird es notwendig sein, die Klein- und Subsistenzbauern mit fairen Verträgen in die Produktionen einzubinden, sowie ihnen gleichzeitig die Möglichkeit der Nahrungsmittelproduktion zu ermöglichen, wie dies die Addax Bioenergy vorgesehen hat. Unzureichend ist in diesem Fall jedoch die vorgesehene Kurzzeitunterstützung, da diese meist in eine Verschuldungsspirale führt.

Nur wenn Programme dieser Art, neben anderen hier nicht genannten Maßnahmen effizient umgesetzt werden, kann verhindert werden, dass ein Teil der Bevölkerung zu unmittelbaren Verlierern dieser Entwicklungen wird, und sich in einzelnen Regionen die Nahrungsmittelversorgung durch den Zusammenbruch der lokalen Kleinversorgermärkte

deutlich verschlechtert. Versorgungssicherheit ist i.d.R. aufgrund fehlender Verteilsysteme /Logistik nicht gewährleistet, wenn lokale Strukturen zerstört werden.

Für die Umsetzung bedarf es neben Zertifizierungssystemen, in dem Aspekte wie Bodenrecht, Ressourcenverteilung und Landvergabeprozesse differenziert erfasst werden, auch die Entwicklung und Umsetzung nationaler Regelungen und Standards, sei es hinsichtlich bestehender Steuerbegünstigungen von Unternehmen, Arbeits- und Umweltrecht, sowie gesetzliche Rahmenbedingungen für Vertragsbauern. Es wird aber auch an den jeweiligen Staaten liegen, einzelne Personen und Gruppen oder Ethnien nicht weiter vom Zugang zu Landtiteln auszuschließen bzw. deren existierende Nutzungsrechte anzuerkennen. Nicht zuletzt wird die Entwicklung auch davon abhängen, ob und inwieweit die EU-Agrarpolitik hinsichtlich des Exports hochsubventionierter Billig-Agrarprodukte in afrikanische Länder modifiziert wird.

8 Literatur

Addax Bioenergy, o. J: A sustainable investment model. http://www.addaxbioenergy.com/uploads/PDF/Sustainable_investment_model_January_2013.pdf

Africa Review, 21. Juni 2013 http://www.africareview.com/Business---Finance/Global-palm-oil-planter-to-invest-in-Sierra-Leone/-/979184/1890250/-/11p52ux/-/index.html.

African COP18. http://www.afdb.org/en/cop/programme/african-land-resources-and-the-emerging-trends/

African Development Bank Group, 2011: Hidden Lands: Ensuring Transparency in Acquisition and Allocation http://www.afdb.org/en/news-and-events/article/hidden-lands-ensuring-transparency-in-acquisition-and-allocation-8656/

African Development Bank Group, o.J.: Executive Summary oft he Environmental, Social and Health Impact Assessment http://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Environmental-and-Social-Assessments/Addax%20Bioenergy%20-%20ESHIA%20summary%20-%20Final%20EN.pdf

Akkerhuis, J., 2010. *WP5-report: Incentives to promote Bioethanol in Europe and abroad, BEST (Bioethanol for Sustainable Transport) Deliverable No.5.14*, Rotterdam.

Alabi, A., Tampier, M. & Bibeau, E., 2009. *Microalgae technologies and processes for biofuels/bioenergy production in British Columbia: Current technology, suitability and barriers to implementation*, Seed Science.

Alakangas, E. et al., 2011. *Combined Nomenclatures (CN codes) for biomass fuels*, EUBIONET 3.

amending Annex I to Council Regulation (EEC) No 2658/87 on the tariff and statistical

Anane, M.; Abiwu, C., 2011: Independent Study Report oft he Addax Bioenergy Sugarcane - To-Ethanol Project in the Makeni Region in Sierra Leone. http://www.brotfueralle.ch/fileadmin/deutsch/01_Service/Medien_Texte/Mediencommuniques/Independent%20Study%20Report%20Addax%20Final.pdf

Anttila, P., Karjalainen, T. & Asikainen, A., 2009. *Global Potential of Modern Fuelwood*, Vantaa: Finnish Forest Research Institute.

APIX, Investment Promotion and Major Projects Investment http://www.investinsenegal.com/Agriculture-and-Agribusiness.html

Ardenti, Y., M.; 2011: Land Grabbing: the Dark Side of ‘sustainable’ Investments http://www.brotfueralle.ch/fileadmin/deutsch/01_Service/Publikationen/BFA_Concerns.pdf

AUC-ECA-AfDB Consortium, 2010: FRAMEWORK AND GUIDELINES ON LAND POLICY IN AFRICA. - Land Policy in Africa: A Framework to Strengthen Land Rights, Enhance Productivity and Secure Livelihoodshttp://www.uneca.org/sites/default/files/uploaded-documents/fg_on_land_policy_eng.pdf

Austria – Methodological aspects, recent developments and the relevance of indirect

Austropapier, 2011. Statistics of the Austrian paper and pulp industry. Available at:

Bacovsky, D., Dallos, M. & Wörgetter, M., 2010. *Status of 2nd Generation Biofuels Demonstration Facilities in June 2010. A report to IEA Bioenergy Task 39,*

Bauen, A. et al., 2009. *Bioenergy – a Sustainable and Reliable Energy Source. A review of status and prospects*, IEA Bioenergy.

Bello, D., A., 2011: Bertelsmann Stiftung. http://futurechallenges.org/local/land-grabbing-in-sierra-leone-who-is-benefiting-the-investors-or-the-farmers/

Benemann J. and P. P. (2007). Biofixation of Fossil CO2 ba Microalgae for Greenhouse Gas Abatement. Encyclopedia of Hydrocarbons. III: 837-861.

Berichtsjahr 2010, Vienna: Umweltbundesamt.

Bertow, K., 2009: Gefahr für das Recht auf Nahrung? Folgen der EU-Handels- und Agrarpolitik für Ugandas Landwirte http://germanwatch.org/handel/uganda09.pdf

Beurskens, L.W.M. & Hekkenberg, M., 2011. Renewable Energy Projections as Published in the National Renewable Energy Action Plans of the European Member States. *European Environment Agency: Copenhagen, Denmark.*

Bioenergy, 34(2), pp.188–202.

BIOKING. (2009). 2009, from http://www.bioking-deutschland.com/algen.html.

BIOS, 2012. Website of BIOS Bioenergiesysteme GmbH. Electricity from biomass. Available at: http://www.bios-bioenergy.at/en/electricity-from-biomass.html [Accessed April 10, 2012].

Bisset, R.; Driver, P., 2013: Annual Independent Public Environmental & Social Monitoring Report. Report of Lenders' Independent Environmental & Social Monitor, Nippon Koei UK. http://www.addaxbioenergy.com/uploads/PDF/ABSL_2012_Annual_Independent_Public_EandS_Monitoring_Report.pdf

BMLFUW, 2011. Grüner Bericht 2010, Vienna: Federal Ministry of Agriculture, Forestry,

BMWFJ & BMLFUW, 2010. *EnergieStrategie Österreich (Energy Strategy Austria)*, Vienna: Federal Ministry of Economy, Family and Youth and Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management. Available at: http://www.energiestrategie.at/.

BP, 2012. Statistical Review of World Energy 2012. Available at: http://www.bp.com/sectionbodycopy.do?categoryId=7500&contentId=7068481 [Accessed February 27, 2012].

BR&D, 2007. *Roadmap for bioenergy and biobased products in the United States*, Biomass Research and Development Technical Advisory Committee, Biomass Research and Development Initiative.

Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, 2012: Investitionen in Land und das Phänomen des Landgrabbing. Herausforderungen für die Entwicklungspolitik http://www.bmz.de/de/publikationen/reihen/strategiepapiere/Strategiepapier316_2_2012.pdf

CEC, 2008. *Australian Bioenergy Roadmap. Setting the direction for biomass in stationary energy to 2O2O and beyond*, Clean Energy Council.

Cheng, J. & Timilsina, G.R., 2010. Advanced biofuel technologies: status and barriers.

Chisti, Y. (2007). "Biodiesel from microalgae." Biotechnology Advances 25(3): 294.

Chiwoyu Sinyangwe, 2010 http://www.postzambia.com/post-read_article.php?articleId=8846

Church, A. & al: 2008: Small-Scale Cane Grower Development Models: Some Lessons from Sub-Sharan Africa. In: Proc s Afr Technol Ass 81: 116-127. http://www.sasta.co.za/wp-content/uploads/Proceedings/2000s/2008_%20Church_small-scale%20cane%20grower.pdf

Clarke, L.. et al., 2007. *Scenarios of Greenhouse Gas Emissions and Atmospheric*,

Cocchi, M. et al., 2011. *Global Wood Pellet Industry Market and Trade Study*, IEA Bioenergy.

Copenhagen: European Environment Agency.

Cotula, L., 2011: Land deals in Africa: What is in the contracts? IIED, London. http://pubs.iied.org/pdfs/12568IIED.pdf

Cremers, M.F.., 2009. *Technical status of biomass co-firing*, Arnhem: KEMA.

Cyanotech. (2008, 2009). 2009, from www.cyanotech.com.

Darzins, A., Pienkos, P. & Edye, L., 2010. *Current Status and Potential for Algal Biofuels Production - A Report to IEA Bioenergy Task 39*,

de Wit, M. & Faaij, A., 2010. European biomass resource potential and costs. *Biomass and Bioenergy*, 34(2), pp.188–202.

de Wit, M. & Faaij, A., 2010. European biomass resource potential and costs. Biomass and

Dias, M.O.S. et al., 2010. Simulation of ethanol production from sugarcane in Brazil: economic study of an autonomous distillery. *Computer Aided Chemical Engineering*, 28, pp.733–738.

Doornbosch, R. & Steenblik, R., 2007. Biofuels: Is the cure worse than the disease? *English*, Round Table on Sustainable Development(September), pp.11–12.

Dornburg, V. et al., 2008. *Biomass Assessment. Assessment of global biomass potentials and their links to food, water, biodiversity, energy demand and economy*, Utrecht University, Wageningen University & Research Centre, Netherlands Environmental Assessment Agency, Institute for Environmental Studies IVM, VU University of Amsterdam, ECN - Energy research Centre of the Netherlands.

EBTP, 2011. Biofuels Fact Sheets. *European Biofuels Technology Platform*. Available at: http://www.biofuelstp.eu/fact_sheets.html [Accessed April 6, 2012].

EC, 2010. Report form the Commission on indirect land-use change related to biofuels and bioliquids, COM(2010) 811 final.

Eckert, A., 1999: Grundbesitz, Landkonflikte Und Kolonialer Wandel: Douala 1880 Bis 1960

Economic Commission for Africa, 2012. http://uneca.africa-devnet.org/content/making-agriculture-engine-growth

E-control, 2011b. Statistics on electricity, natural gas and green electricity. Available at:

E-control, 2012. Statistics on electricity, natural gas and green electricity. Available at: http://www.e-control.at/en/statistics [Accessed March 8, 2012].

EEA, 2006. *How much bioenergy can Europe produce without harming the environment?*, Copenhagen: European Environment Agency.

EEA, 2006. How much bioenergy can Europe produce without harming the environment?,

EIA, 2012a. Brazil Energy Data, Statistics and Analysis - Oil, Gas, Electricity, Coal. Available at: http://www.eia.gov/cabs/brazil/Full.html [Accessed February 29, 2012].

EIA, 2012b. EIA - International Energy Statistics. Available at: http://www.eia.gov/countries/data.cfm [Accessed April 1, 2012].

EIA, 2012c. Petroleum & Other Liquids - U.S. Energy Information Administration (EIA). Available at: http://www.eia.gov/petroleum/ [Accessed March 8, 2012].

Eisentraut, A., 2010. *Sustainable Production of Second -Generation Biofuels. Potential and*

perspectives in major economies and developing countries, Paris: OECD/IEA.

Ellis, St., 2013: Afrikanische Aussichten. Le Monde diplomatique, Berlin http://www.monde-diplomatique.de/pm/2013/03/08.mondeText.artikel,a0045.idx,13

Energiesystems an den Klimawandel, Vienna: Energy Economics Group, Vienna

Enos Shumba, E., 2011: ASSESSMENT OF SUGARCANE OUTGROWER SCHEMES FOR BIO-FUEL PRODUCTION IN ZAMBIA AND ZIMBABWE http://awsassets.panda.org/downloads/assessment_of_sugarcane_outgrower_schemes_for_bio_fuel_production_2.pdf

Environment and Water Management. Available at: http://www.gruenerbericht.at/

Erb, K.-H. et al., 2009. *Eating the Planet: Feeding and fuelling the world sustainably, fairly and humanely – a scoping study*, Vienna: Institute of Social Ecology, Alpen-Adria Universität Klagenfurt– Graz – Wien, Potsdam Institute for Climate Impact Research.

European Commission, 2003. Directive 2003/30/EC of the European Parliament and the Council on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport.

European Commission, 2009. Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC.

European Commission, 2010. Commission regulation (EU) No 861/2010 of 5 October 2010 amending Annex I to Council Regulation (EEC) No 2658/87 on the tariff and statistical nomenclature and on the Common Customs Tariff.

European Commission, 2010. Commission regulation (EU) No 861/2010 of 5 October 2010

European Commission, 2011a. Communication from the commission to the European Parliament, the Council, the European economic and social Committee and the Committee of the regions. Energy Roadmap 2050. COM(2011) 885/2. Available at: http://ec.europa.eu/energy/energy2020/roadmap/index_en.htm [Accessed February 2, 2012].

European Commission, 2011b. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the regions; A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050. Available at: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0112:FIN:EN:PDF.

European Commission, 2011. A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050 (No. COM(2011) 112 final), Communication from the Commission to the European Parliamtent , the council, the European economic and social committee and the committee of the regions. European Commission.

Eurostat, 2011. Website of Eurostat - Energy database. Available at: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/energy/data/database [Accessed March 9, 2011].

Eurostat, 2011. Website of Eurostat - External trade. Available at:

Exner, A., 2011. *Studie „Save our Surface“. Teilbericht 4a: Ökologische und soziale Folgen der Biomasseproduktion für energetische Zwecke. Die Situation in (potenziellen) Exportländern mit Fokus auf den globalen Süden und dem Fallbeispiel Tanzania*, Klagenfurt: EB&P Umweltbüro Gmbh.

Faaij, André et al., 2007. *Potential Contribution of Bioenergy to the World's Future Energy Demand*, IEA Bioenergy.

FAO, 2010. *What woodfuels can do to mitigate climate change*, Rome: Food and Agriculture

Organization of the United Nations.

FAO, 2011. *FAO Yearbook Forest Products 2009*, Rome: OECD/FAO.

FAO, 2012: Guiding principles for responsible contract farming operations. http://www.fao.org/docrep/016/i2858e/i2858e.pdf

FAO, Website of FAOSTAT - Forestry Trade Flows. Available at: http://faostat.fao.org/site/628/default.aspx [Accessed May 31, 2011b].

FAO, Website of FAOSTAT. Available at: http://faostat.fao.org/ [Accessed March 9, 2011a].

FAO/GBEP, 2008. *A Review of the Current State of Bioenergy Development in G8+5 Countries*, Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Global Bioenergy Partnership (GBEP).

FAO, 2013. *Global Biofuel Trade.* Issue Paper #48, Food and Agriculture Organisation of the United Nations

Garofalo, R. & et al, 2011a. *Algae and aquatic biomass for a sustainable production of 2nd generation biofuels. Deliverable 3.6: Economic assessment*,

Garofalo, R. & et al, 2011b. *Algae and aquatic biomass for a sustainable production of 2nd generation biofuels. Deliverable 3.8: Recommendations for decisionmakers*,

Garofalo, R. & et al, 2011c. *Algae and aquatic biomass for a sustainable production of 2nd generation biofuels. Deliverable 4.3: Report on ongoing R&D projects*,

Haberl, H. et al., 2011. Global bioenergy potentials from agricultural land in 2050: Sensitivity to climate change, diets and yields. *Biomass and Bioenergy*, pp.1–17.

Haberl, Helmut et al., 2010. The global technical potential of bio-energy in 2050 considering sustainability constraints. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2(5-6), pp.394–403.

Hebenstreit, B. et al., 2012. *Endbericht ActiveCond. Aktive Abgaskondensation mit Wärmepumpen zur Effizienzsteigerung bei seriennahen, automatisch beschickten Biomassefeuerungen*, Wieselburg: BIOENERGY 2020+ GmbH.

Heidelberg: IFEU.

Heinimö, J. & Junginger, M., 2009. Production and trading of biomass for energy-An overview of the global status. *Biomass and Bioenergy*, 33(9), pp.1310–1320.

Heinimö, J. & Junginger, M., 2009. Production and trading of biomass for energy-An

Heinimö, J., 2008. Methodological aspects on international biofuels trade: international streams and trade of solid and liquid biofuels in Finland. *Biomass and Bioenergy*, 32(8), pp.702–716.

Heumer, W. and W. Mock (2008). Die Zukunft liegt im Meer. VDI Nachrichten. Düsseldorf. Nr. 42.

Hofreither, M. (2008). Globale Effekte Biogener Treibstoffe, Universität für Bodenkultur Wien.Huntley, M. and D. Redalje (2007). "CO2 Mitigation and Renewable Oil from Photosynthetic Microbes: A New Appraisal." Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 12(4): 573.

IEA Bioenergy, 2009. *Biorefineries: adding value to the sustainable utilisation of biomass*, IEA Bioenergy Task 42.

IEA Bioenergy, 2010. *Algae - The future of bioenergy? Summary and conclusions from the IEA Bioenergy ExCo64 Workshop*,

IEA, 2007. *IEA Energy Technology Essentials. Biomass for Power Generation and CHP*, OECD/IEA.

IEA, 2009. *World Energy Outlook 2009*, Paris: International Energy Agency.

IEA, 2010. *Energy Technology Perspectives 2010*, OECD/IEA.

IEA, 2011a. *Technology Roadmap. Biofuels for Transport*, Paris: OECD/IEA.

IEA, 2011b. *World Energy Outlook 2011*, Paris: OECD/IEA.

IPCC SRREN, 2011. Renewable energy sources and climate change mitigation (SRREN): Special report of the intergovernmental panel on climate change (IPCC).

IRINnews, 2012 http://www.irinnews.org/report/95112/sierra-leone-land-deals-beginning-to-stir-discontent

Jolly, L., 2012: 195. Sugar reforms, ethanol and the market. In: Bioenergy for sustainable Development and International Competitiveness. – The Role of Sugar Cane in Africa.

JRC, 2011. *2011 Technology Map of the European Strategic Energy Technology Plan (SET-Plan). Technology Descriptions*, Petten: European Commission, Joint Research Centre.

Junginger, M., Van Dam, J., Zarrilli, S., Ali Mohamed, F., Marchal, D., & Faaij, A. (2011). Opportunities and barriers for international bioenergy trade. Energy Policy, 39(4), 2028-2042.

Kadam, K. L. (1996). Plant flue gas as a source of CO2 for microalgae cultivation. Economic impact of different process options. 3rd International Conference on Carbon Dioxide Removal (ICCDR-3), Cambridge, Ma, Pergamon-Elsevier Science Ltd.<Go to ISI>://A1997WZ67300082

Kagan, J. & Bradford, T., 2009. *Biofuels 2010: Spotting the next wave*, Prometheus Institute.

Kalt, G. & Kranzl, L., 2011. An assessment of international trade related to bioenergy use in

Kalt, G. & Kranzl, L., 2011. Assessing the economic efficiency of bioenergy technologies in climate mitigation and fossil fuel replacement in Austria using a techno-economic approach. *Applied Energy*, 88(11), pp.3665–3684.

Kalt, G. et al., 2011. Country Report: Austria 2011. Report of IEA Bioenergy Task 40

Kalt, G., 2011. An assessment of the implications, costs and benefits of bioenergy use based

Kalt, Gerald et al., 2010. *Strategien für eine nachhaltige Aktivierung landwirtschaftlicher Bioenergie-Potenziale*, Vienna: Vienna University of Technology.

Kalt, Gerald, 2010. *Studie „Save our Surface“ im Auftrag des Österreichischen Klima- und Energiefonds. Teilbericht 4c: Biomasse-Außenhandel. Status quo, Trends und Szenarien*, Vienna: Energy Economics Group, Vienna University of Technology.

Kalt, Gerald, Matzenberger, J. & Kranzl, Lukas, 2011. *IEA Bioenergy Task 40. Country Report Austria 2011*, Vienna: Vienna University of Technology.

Kaltschmitt, M., Hartmann, H. & Hofbauer, H., 2009. *Energie aus Biomasse: Grundlagen, Techniken, Verfahren* 2. ed., Springer Heidelberg Dordrecht London New York. Available at: http://books.google.de/books?id=QpMM93jkficC&printsec=frontcover&dq=energie+aus+biomasse&hl=de&ei=FpC6TpPvN6aA4gSE2vSHCA&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CD0Q6AEwAA#v=onepage&q&f=false [Accessed November 9, 2011].

Karner, A. et al., 2010. *National Renewable Energy Action Plan 2010 for Austria*, KWI Consultants GmbH, Wegener Zentrum für Klima und Globalen Wandel an der Karl-Franzens-Universität Graz, Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung, Johannes Kepler Universität Linz, Technische Universität Wien, Technische Universität Graz.

Kim, S. & Dale, B.E., 2011. Indirect land use change for biofuels: Testing predictions and improving analytical methodologies. *Biomass and Bioenergy*.

Kirjavainen, M. et al., 2004. *Small-scale biomass CHP technologies. Situation in Finland, Denmark and Sweden*, VTT, OPET CHP/Dh Cluster.

Kranzl, L. et al., 2010. KlimAdapt - Ableitung von prioritären Maßnahmen zur Adaption des

Lamers, P. et al., 2011. International bioenergy trade–A review of past developments in the liquid biofuel market. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(6), pp.2655–2676.

Lamers, Patrick, 2011. *Internationale Biodiesel-Märkte. Produktions- und Handelsentwicklungen*, Berlin: ECOFYS Germany GmbH, Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V.

Langeveld, J.W.A., Dixon, J. & Jaworski, J.F., 2010. Development Perspectives Of The Biobased Economy: A Review. *Crop Science*, 50(Supplement 1), p.S–142–S–151.

Larsen, H. & Petersen, L.S., 2010. *Risø Energy Report 9. PetersenNon-fossil energy technologies in 2050 and beyond*, Risø National Laboratory for Sustainable Energy, Technical University of Denmark.

Luguel, C. & et al, 2011. *European Biorefinery Joint Strategic Research Roadmap. Star-COLIBRI: Strategic Targets for 2020 – Collaboration Initiative on Biorefineries*,

Maltitz, v.G & al, 2009: Analysis of opportunities for biofuel production in sub-Saharan Africa. http://www.cifor.org/publications/pdf_files/EnviBrief/04-EnviBrief.pdf

Mandil, C. & Shihab-Eldin, A., 2010. *Assessment of Biofuels Potential and Limitations. A Report commissioned by the IEF*, International Energy Forum.

Martin, B., 2009: Wer ist der rechtmässige Erbe? Bodenrechtswandel bei den Sereer Ndut im westlichen Senegal. Arbeitspapiere / Working Papers Nr. 99 http://www.ifeas.uni-mainz.de/Dateien/AP99.pdf

Matondi, P.; Mutopo, P., 2011: Attracting foreign direct investment in Africa in the context of land grabbing for biofuels and food security. S. 68-90. In: Biofuels. Landgrabbing and Food Security in Africa. Zed Books, London, New York.

Matzenberger, J. (2009). Hydrothermale Vergasung von Algenbiomasse: Sensitivitätsanalyse der Methangestehungskosten. GRIN Verlag.

Matzenberger, J., 2013 Neuronal Network based modelling of demand and competing use of forestry commodities for material and energy use. Energy Procedia, forthcomming

MEF, 2009. *Technology Action Plan: Bioenergy. Report to the Major Economies Forum on Energy and Climate*, Major Economies Forum on Energy and Climate (MEF).

NREL, N. R. E. L. (1998). A Look Back at the U.S. Department of Energy's Aquatic Species Program: Biodiesel from Algae. . N. R. E. Laboratory.

O'Connor, D., 2011. *Algae as a Feedstock for Biofuels. An Assessment of the Current Status and Potential for Algal Biofuels Production*, IEA Task 39.

O'Hare, M. et al., 2011. Comment on "Indirect land use change for biofuels: Testing predictions and improving analytical methodologies" by Kim and Dale: statistical reliability and the definition of the indirect land use change (iLUC) issue. *Biomass and Bioenergy*. Available at: http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S096195341100434X [Accessed September 29, 2011].

Obernberger, I. & Thek, G., 2008. Cost assessment of selected decentralised CHP

applications based on biomass combustion and biomass gasification. , Proceedings of the 16th European Biomass Conference & Exhibition.

Overmars, K.P. et al., 2011. Indirect land use change emissions related to EU biofuel consumption: an analysis based on historical data. *Environmental Science & Policy*, 14(3), pp.248–257.

Oxfam International, 2012: World Bank must freeze investments to protect poor people from land grabs. http://www.oxfam.org/en/grow/pressroom/pressrelease/2012-10-04/land-sold-last-decade-could-grow-enough-food-feed-billion-people

Packer, M. (2009). "Algal capture of carbon dioxide; biomass generation as a tool for greenhouse gas mitigation with reference to New Zealand energy strategy and policy." Energy Policy In Press, Corrected Proof.

Patzek, T.., 2004. *Sustainability of the Corn-Ethanol Biofuel Cycle*, Berkeley, CA: Department of Civil and Environmental Engineering, U.C. Berkeley.

Pellets@las, 2011. Pellets@las - Pellet Market Database. Available at:

Planting, S. 2013: Illovo Sugar denies tax avoidance in Zambia http://www.moneyweb.co.za/moneyweb-corporate-governance/illovo-sugar-denies-tax-avoidance-in-zambia

Rao, S. et al., 2008. *IMAGE and MESSAGE Scenarios Limiting GHG Concentration to Low Levels*, Laxenburg: International Institute for Applied Systems Analysis.

Reichert, T., Bischöfliches Hilfswerk MISEREOR e.V., 2011: Wer ernährt die Welt?

Reichert, T.; 2011: Die europäische Agrarpolitik und Hunger in Entwicklungsländern http://www.misereor.org/fileadmin/redaktion/MISEREOR_Wer%20ernaehrt%20die%20Welt.pdf

Reikat, A., 1995: Zentrum und Peripherie. Prinzipien der Lanverteilung bei den Mosi im Raum Tenkodogo (burkina Faso). – In: Berichte des Sonderforschungsraum 268. Kulturentwicklung und Sprachgeschichte im Naturraum Westafrikanischen Savanne. Band 5.

REN21, 2011. *Renewables 2011. Global Status Report*, Paris: REN21 Secretariat.

Rettenmaier, N. et al., 2010. *Status of biomass resource assessments. Version 3*, Heidelberg: IFEU.

Rettenmaier, N. et al., 2010. Status of biomass resource assessments. Version 3,

Richardson, B., 2010: Sugar cane in southern Africa: A sweeter deal for the rural poor http://www.sucre-ethique.org/IMG/pdf/Sugar_cane_in_southern_Africa_-_A_sweeter_deal_for_the_rural_poor-2.pdf

Rosillo-Calle, F., Pelkmans, L. & Walter, A., 2009. *A global overview of vegetable oils, with reference to biodiesel - A report for the IEA Bioenergy Task 40*, IEA Bioenergy.

Rünger, M. 1997: Traditionelle Bodenrechte und Entwicklungsplanung im ländlichen Sahel: eine Rechtsvergleichende Studie der Länder Burkina Faso, Mali, Mauretanien, Niger, Senegal, Sudan und Tschad

RWE. (2009). "RWE Algen Projekt." from http://www.rwe.com/generator.aspx/konzern/fue/stromerzeugung/innovationszentrum-kohle/algenprojekt/language=de/id=688026/algenprojekt-page.html.

Ryan, C. et al., 2009. *Cultivating clean energy. The Promise of Algae Biofuels*, Natural Resources Defense Council (NRDC).

Sanner, B. et al., 2011. *Common Vision for the Renewable Heating & Cooling sector in Europe. 2020 - 2030 - 2050*, European Technology Platform on Renewable Heating and Cooling.

Schmied, A., 2011. personal information by DI Alexander Schmied on the wood consumption

Schwarz, B., 2012. Stand und neueste Entwicklungen der Substratvorbehandlung für den Biomasseeinsatz in Biogasanlagen. Available at: http://www.bioenergie-portal.info/fileadmin/bioenergie-beratung/niedersachsen-bremen/dateien/SCHWARZ_20120223_Substratvorbehandlung_IKTS.pdf.

Searchinger, T., Heimlich, R. & Houghton, R.A., 2008. Use of US croplands for biofuels increases greenhouse gases through emissions from land use change (supporting material). *Science*.

Servant, J.-Ch., 2009: Kupfer aus Sambia. Radikale Privatisierung, Umweltschäden und das Auf und Ab der Weltmarktpreise. http://www.monde-diplomatique.de/pm/2009/05/08/a0018.text.name,askfmWMkl.n,0

Sierra Leone Network on the Right to Food (SiLNoRF), 2013 http://www.breadforall.ch/fileadmin/deutsch/2_Entwicklungpolitik_allgemein/C_Wirtschaft%20und%20MR/Landgrab/2013/201303_Analysis_of_RSB_Certification.pdf

Sierra Leone Network on the Right to Food, 2012 https://sites.google.com/site/silnorf/news-1/monitoring-report-july-2012

Sierra Leone Poverty Reduction Strategy Paper (The Agenda for Change) Progress Report, 2008—10.- 2011 http://siteresources.worldbank.org/INTPRS1/Resources/SierraLeone_PRSP-PR(July2011).pdf

Sims, R. et al., 2008. *From 1st to 2nd generation biofuel technologies. An overview of current industry and RD&D activities*, OECD/IEA, IEA Bioenergy.

Singer, S. et al., 2010. *The Energy Report. 100% Renewable Energy by 2050*, ECOFYS.

SLIEPA (a), o.J: Sierra Leone Investment Outreach Campaign Opportunities for Investors in the Sugar Sectorhttp://www.investsierraleone.biz/download/SL_Sugar_Investment_Opportunities.pdf

SLIEPA (b), o. J.: Sierra Leone Investment Outreach Campaign. Opportunities for Investors in the Oil Palm Sector http://www.investsierraleone.biz/download/SL_OilPalm_Investment_Opp.pdf

Smeets, E.M.. et al., 2007. A bottom-up assessment and review of global bio-energy potentials to 2050. *Progress in Energy and Combustion Science*, 33(1), pp.56–106.

Solidaridad Network: Malawi Sugar Out-growers Capacity Building Project http://solidaridadnetwork.org/what-we-do/cases/malawi-sugar-out-growers-capacity-building-project

Star-COLIBRI, 2012. Website of Star-COLIBRI. The Biorefinery Research Portal. Available at: http://www.star-colibri.net/wiki/Main_Page [Accessed February 6, 2012].

Statistik Austria, 2012. Website of Statistik Austria - Energy balances. Available at: http://www.statistik.at/web_en/statistics/energy_environment/energy/energy_balances/index.html [Accessed March 14, 2012].

Strik, D.P.B.T.B. et al., 2011. Microbial solar cells: applying photosynthetic and electrochemically active organisms. *Trends in Biotechnology*, 29(1), pp.41–49.

SUBITEC. (2009). 2009, from http://www.subitec.com/.

SugarOnline.com, 2013: NIGERIA: Dangote begins sugar exports to Ghana, Gambia and Sierra Leone -http://www.sugarinfo.co.uk/home/website_contents/view/1208091

Szabó, M. et al., 2011. *Technical Assessment of the Renewable Energy Action Plans*, Joint Research Centre of the EC, Institute for Energy and Transport.

The EU Energy Initiative, 2012. http://www.euei-pdf.org/sites/default/files/files/page_file/EUEI%20PDF_Phase%20II%20Report_Oct%202009%20to%20Mar%202012_Jun%202012_EN.pdf

The Oakland Institute, 2011 http://www.oaklandinstitute.org/sites/oaklandinstitute.org/files/OI_SierraLeone_Land_Investment_report_0.pdf

The World Factbook (Central Intelligence Agency - CIA), 2013: Malawi https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/mi.html

Thomas, M., Wright, J. & et al, 2008. *Biofuels for Transport: A Roadmap for Development in Australia*, Parkville: Australian Academy of Technological Sciences and Engineering (ATSE).

Thrän, D. et al., 2005. *Nachhaltige Biomassenutzungsstrategien im europäischen Kontext*, Leipzig: Institute for Energy and Environment.

Thrän, D. et al., 2005. Nachhaltige Biomassenutzungsstrategien im europäischen Kontext,

Timilsina, G.. & Shrestha, A., 2010. *Biofuels: markets, targets and impacts*, World Bank.

Torén, J. et al., 2011. *Biomass Energy Europe. Executive Summary, Evaluation and Recommendations. Version 1.*, Chalmers University of Technology.

Tran, M., 2012: Land deals in Africa have led to a wild west – bring on the sheriff, says FAO http://www.guardian.co.uk/global-development/2012/oct/29/land-deals-africa-wild-west-fao

Turay, A., 2012: Can Large Agricultural Investment Benefit Local Communities? » The example of the Makeni Ethanol and Power Project in Sierra Leonehttp://www.swedfund.se/wp-content/uploads/2012/05/Addax-Bioenergy-World-Bank-conference-on-Land-and-Poverty-26-April-2012.1.pdf

UBA, 2013.Umweltbundesamt: Biokraftstoff & Nachhaltigkeit [WWW Document], n.d. . URL http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/verkehr/elna/ (accessed 2.19.13).UNICA, 2012. Brazilian Sugarcane Industry Association. Available at: http://english.unica.com.br/dadosCotacao/estatistica/ [Accessed March 7, 2012].

UN Statistics Division, 2012. United Nations Statistics Division- Standard Country and Area Codes Classifications. Available at: http://unstats.un.org/unsd/methods/m49/m49regin.htm [Accessed March 12, 2012].

USDA, 2012. Production, Supply and Distribution Online. Available at: http://www.fas.usda.gov/psdonline/ [Accessed July 25, 2011].

van Iersel, S., Flammini, A. & et al, 2010. *Algae-based Biofuels. Applications and Co-products*, FAO Aquatic Biofuels Working Group.

Van Vuuren, D.P., Van Vliet, J. & Stehfest, E., 2009. Future bio-energy potential under various natural constraints. *Energy Policy*, 37(11), pp.4220–4230.

Vermeulen, S. and Cotula, L., 2010, Making the most of Agricultural investment: A Survey of Business Models that provide Opportunities for Smallholders. IIED/FAO/IFAD/SDC, London/Rome/Bern. http://www.ifad.org/pub/land/agri_investment.pdf

Vidal, J.; Provost, C.: 2011: US universities in Africa 'land grab'. The Guardian. http://www.guardian.co.uk/world/2011/jun/08/us-universities-africa-land-grab

WBGU, 2008. *Welt im Wandel: Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung*, Berlin: Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen.

WBGU, 2013 Governing the Marine Heritage, WBGU Berlin 2013, ISBN 978-3-936191-64-6

Wellinger, A. & et al, 2011. *Thermal Pre-treatment of Biomass for Large-scale Applications*, IEA Bioenergy.

Wild, R., 2011: Biofuel and Landgrabs in Senegal http://thinkafricapress.com/senegal/biofuel-and-landgrabs

Winter, R., 2011. *Biokraftstoffe im Verkehrssektor 2011 - Zusammenfassung der Daten der Republik Österreich gemäß Art. 4, Abs. 1 der Richtlinie 2003/30/EG für das Berichtsjahr 2010*, Vienna: Umweltbundesamt.

Winter, R., 2011. Biokraftstoffe im Verkehrssektor 2011 - Zusammenfassung der Daten der

World Bank Group, Doing Business Survey. http://www.doingbusiness.org/data/exploreeconomies/sierra-leone?topic=paying-taxes

Yang, B. & Wyman, C.E., 2008. Pretreatment: the key to unlocking low-cost cellulosic ethanol. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 2(1), pp.26–40.

Zheng, Y., Pan, Z. & Zhang, R., 2009. Overview of biomass pretreatment for cellulosic ethanol production. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 2(3), pp.51–68.

9 Anhang: Abkürzungsverzeichnis

SNP ..... Sägenebenprodukte
NGO ..... Non Government Organisation
GBEP ..... Global Bioenergy Partnership
RSB ..... Roundtable on Sustainable Biofuels
HVO..... Hydrotreated vegetable oil
Bio-SG..... Bio-Synthetic Gas
SNG..... Synthetic Natural Gas