

BIOGENE MATERIALFLÜSSE IN ÖSTERREICH

Derzeitiger Stand und Perspektiven für eine verstärkte stoffliche Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen in den Bereichen Biokunststoffe und Dämmstoffe

ENDBERICHT

VerfasserInnen: Gerald Kalt
 Maria Amtmann

Auftraggeber: BMLFUW

Datum: Wien, Oktober 2014



MINISTERIUM
FÜR EIN
LEBENSWERTES
ÖSTERREICH

klimaaktiv


IMPRESSUM

Herausgeberin: Österreichische Energieagentur - Austrian Energy Agency, Mariahilfer Straße 136, A-1150 Wien,
T. +43 (1) 586 15 24, Fax DW - 340, office@energyagency.at | www.energyagency.at

Für den Inhalt verantwortlich: DI Peter Traupmann | Gesamtleitung: DI Dr. Gerald Kalt |

Lektorat: Mag. Dr. Margaretha Bannert | Layout: DI Dr. Gerald Kalt |

Herstellerin: Österreichische Energieagentur - Austrian Energy Agency | Verlagsort und Herstellungsort: Wien
Nachdruck nur auszugsweise und mit genauer Quellenangabe gestattet. Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier.

Die Österreichische Energieagentur hat die Inhalte der vorliegenden Publikation mit größter Sorgfalt recherchiert und dokumentiert. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte können wir jedoch keine Gewähr übernehmen.

Kurzfassung

Im Kontext klima- und energiepolitischer Zielsetzungen, die auf eine Reduktion des Verbrauchs fossiler Ressourcen abzielen, erscheint eine verstärkte Nutzung biogener Rohstoffe unumgänglich. Nicht nur im Bereich der Energieerzeugung, sondern insbesondere auch bei der stofflichen Nutzung ist davon auszugehen, dass die Nachfrage nach Biomasse künftig weiter steigen wird. Um Ansatzpunkte für eine Optimierung der biogenen Materialflüsse im Sinne einer rationalen und effizienten Biomassenutzung identifizieren zu können, ist eine profunde Kenntnis des Status quo erforderlich.

Die „Holzströme“ in Österreich werden bereits seit mehreren Jahren von der Österreichischen Energieagentur im Rahmen des Programms „klimaaktiv energieholz“ analysiert und grafisch aufbereitet. Im gegenständlichen Bericht, der im Rahmen von „klimaaktiv nawaro markt“ erstellt wurde, wurden die Analysen erstmals um sämtliche andere Biomassearten erweitert und somit die biogenen Materialströme in Österreich in ihrer Gesamtheit in Form eines Flussbildes dargestellt. Ziel dabei war es, einerseits ein besseres Verständnis der biogenen Materialflüsse zu ermöglichen und andererseits eine Entscheidungsgrundlage für strategische und ressourcenpolitische Fragestellungen bereitzustellen.

Die Materialflüsse wurden in Tonnen Trockenmasse sowie in Tonnen Feuchtmasse (inkl. spezifischer Wassergehalte) grafisch aufbereitet. Die Ergebnisse zeigen, dass sich das Aufkommen an biogenem Material im Bezugsjahr 2011, gemessen in Tonnen Trockenmasse, folgendermaßen zusammensetzt: Mit knapp 40 % ging der größte Anteil auf Importe zurück (in erster Linie Sägerundholz). Der Anteil inländischer landwirtschaftlicher Biomasse betrug rund ein Drittel, und gut 20 % gingen auf forstliche Biomasse laut Holzeinschlagsmeldung zurück. Der Rest entfällt auf sonstiges, statistisch nicht erfasstes Holzaufkommen. Die bedeutendsten inländischen „Senken“ von Biomasseflüssen sind die Tierhaltung und die Energieerzeugung: Sowohl die konsumierte Futtermenge als auch die energetisch genutzte Menge an Biomasse beliefen sich im Bezugsjahr auf rund 12 Mio. Tonnen Trockenmasse. Der Gesamtexport an biogenem Material belief sich 2011 auf rund 85 % der Importe, wobei ein Großteil auf Schnittholz und Holzwerkstoffe zurückging.

Das Flussbild verdeutlicht, dass der überwiegende Anteil energetischer Biomassenutzung in Österreich Teil eines kaskadischen Rohstoffeinsatzes ist. Neben Abfällen werden nämlich in erster Linie Neben- und Koppelprodukte stofflicher Nutzungspfade energetisch verwertet.

Im Gesamtbild der inländischen Biomasseflüsse, das von der Holz verarbeitenden Industrie, der Tierhaltung und der energetischen Biomassenutzung dominiert wird, spielen die mit „NAWARO-Produkten“¹ in Zusammenhang stehenden Massenströme eine kleine Rolle. Es stellt sich jedoch die Frage, welche Bedeutung eine Ausweitung der NAWARO-Nutzung in verschiedenen Bereichen auf die Biomasseflüsse hätte. Dies wurde anhand der Teilbereiche Biokunststoffe und biogene Dämmstoffe analysiert. Ausgangspunkt der Analyse waren die derzeitigen Verbrauchsmengen konventioneller Kunst- bzw. Dämmstoffe sowie die sich aus den spezifischen Produkthanforderungen ergebenden Substitutionspotentiale.

In exemplarischen, langfristig denkbaren Szenarien mit Marktanteilen biogener Kunst- und Dämmstoffe in der Höhe von 30 % stellt sich der Rohstoffbedarf folgendermaßen dar: Bei NAWARO-Dämmstoffen bleibt der

¹ NAWARO: Nachwachsende Rohstoffe. Gemeint sind hier Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen im engeren Sinn des Programms klimaaktiv nawaro markt. D.h. die konventionelle Holz verarbeitende Industrie und andere etablierte Branchen sind hier ausgenommen.

Rohstoffbedarf unter 100.000 t, während er sich bei Biokunststoffen auf bis zu 1,5 Mio.t beläuft.² Die Ergebnisse hängen zwar stark von Annahmen bezüglich der eingesetzten Rohstoffe und anderen Szenarioparametern ab; trotzdem lässt sich daraus ableiten, dass eine starke Marktdiffusion von Biokunststoffen die biogenen Materialflüsse in Österreich in durchaus nennenswertem Maßstab verändern könnte. Im Dämmstoffbereich wären die Massenströme hingegen vergleichsweise gering.

² Zum Vergleich: 1,5 Mio. t entspricht knapp 14 % der österreichischen Gesamtproduktion an Ackerfrüchten (exkl. Feldfutter) im Jahr 2011.

Abstract

As a result of future climate and energy policy targets, an enhanced use of biomass appears to be inevitable. Increasing biomass demand can be expected in the area of energy generation as well as for material uses. In order to foster an efficient allocation of biomass resources and identify options for optimizing value chains, profound knowledge of the status quo is essential.

As part of the Austrian Climate Initiative “klimaaktiv”, the Austrian Energy Agency has been providing comprehensive flow charts of the wood streams in Austria for several years now. In this report, not only wood but all types of biomass are taken into consideration. For the first time, complete flow diagrams of biomass streams within the Austrian economic system are presented.

Contrary to material flow accounts (MFA), internal streams (e.g. due to biomass processing and transformation, recycling and reuse of residues and by-products, stock changes of end-consumer products) are explicitly taken into consideration and quantified. This approach reveals gaps and inconsistencies in statistical data and facilitates conclusions about quantities not recorded in statistics. Furthermore, the structure of biomass use is visualized and the extent of biogenic material reuse and recycling is revealed.

The results show that biomass imports to Austria surpassed exports by about 15% in 2011 (based on dry mass). The most relevant inland “sinks” of biomass streams are energy uses (12.2 million tonnes of dry mass) and animal husbandry (12 Mt_{dry} consumed as feed). Contrary to common assumption, energy recovery is still usually the ultimate step of cascading biomass use rather than primary purpose, or based on by-products. Judging from wood quantities being processed and consumed as well as from foreign trade data, domestic wood supply according to felling reports (and stated as “domestic extraction used” in official MFA data) is clearly underrated. Conversely, domestic feed production according to MFA data is inconsistent with official animal feed statistics and appears to be overestimated by at least 30%.

It is expected that novel and currently insignificant material uses of biomass will become increasingly important during the next decades. This raises the following questions: To what extent could different innovative products substitute conventional, fossil-based ones? What amounts of biomass are required at certain market shares and how could these additional demands alter the current picture of biomass streams? These questions were analysed for the case of biogenic insulating materials and biopolymers.

In exemplary longer-term scenarios, market shares of up to 30% are assumed for both biopolymers and biogenic insulation materials. The amounts of biomass required for reaching a 30% share vary substantially, depending on the type of raw material used and other scenario parameters. However, for building insulation it is estimated less than 100,000 tons, while in the area of polymers up to 1.5 million tons of biomass would be required. Hence, despite high uncertainties, it is concluded that a strong increase in biopolymer production and use would be of some significance in the overall picture of biomass flows.

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	9
1.1	Hintergrund und Zielsetzung	9
1.2	Struktur des Berichts	9
2	ERGEBNISSE DER MATERIALFLUSSRECHNUNG	10
2.1	Begriffe und Methodik der Materialflussrechnung	10
2.2	Daten der Materialflussrechnung	12
2.3	Interpretation der Materialflussrechnung	15
3	ANALYSE UND DARSTELLUNG DER BIOMASSEFLÜSSE	16
3.1	Methodik und Datenquellen	16
3.1.1	Methodischer Ansatz	16
3.1.2	Datenquellen	17
3.1.3	Unsicherheiten und methodische Schwierigkeiten	19
3.2	Daten	21
3.2.1	Pflanzenbau	21
3.2.2	Viehhaltung, Futter, Fleischproduktion	23
3.2.3	Forstwirtschaft und Holz verarbeitende Industrie	26
3.2.4	Lebensmittel- und Warenproduktion	31
3.2.5	Abfallwirtschaft	32
3.2.6	Energie	33
3.3	Biomasseflussbild	35
3.3.1	Erläuterungen zur grafischen Darstellung	35
3.3.2	Strukturierung	36
3.3.3	Grafische Darstellung	38
3.4	Interpretation, Diskussion & Schlussfolgerungen	42
3.4.1	Allgemeines	42
3.4.2	Gegenüberstellung mit den Ergebnissen der Materialflussrechnung	43
3.4.3	Ansatzpunkte für zukünftige Analysen	43
4	PERSPEKTIVEN FÜR EINE VERSTÄRKTE STOFFLICHE NUTZUNG VON NAWAROS	45
4.1	Biokunststoffe	45
4.1.1	Der österreichische Kunststoffmarkt	45
4.1.2	Substitutionspotentiale	46
4.1.3	Rohstoffbedarf in den Szenarien	48
4.1.4	Diskussion der Szenarien im Kontext der derzeitigen Materialflüsse	50
4.2	Dämmstoffe	51
4.2.1	Der österreichische Dämmstoffmarkt	51
4.2.2	Substitutionspotentiale	51
4.2.3	Rohstoffbedarf in exemplarischen Szenarien	53
4.2.4	Diskussion der Szenarien im Kontext der derzeitigen Materialflüsse	54

5	LITERATUR	57
6	ABKÜRZUNGEN	61
7	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	63
8	TABELLENVERZEICHNIS	65
9	ANHANG	67

1 Einleitung

1.1 Hintergrund und Zielsetzung

In der „Low Carbon Roadmap“ (Europäische Kommission, 2011a) hat sich die EU zum Ziel gesetzt, die Treibhausgasemissionen gegenüber dem Niveau von 1990 um 80 % zu reduzieren. Der energetischen Nutzung von Biomasse kommt in diesem Zusammenhang eine zentrale Bedeutung zu, wie die Szenarien der „Energy Roadmap 2050“ (Europäische Kommission, 2011b) zeigen (siehe auch Kalt et al., 2012a). Doch auch im Bereich der stofflichen Biomassenutzung ist mit einer steigenden Nachfrage zu rechnen: Anfang 2012 hat die Europäische Kommission eine Strategie für eine nachhaltige Bioökonomie in Europa vorgestellt (Europäische Kommission, 2012). Das Hauptaugenmerk dieser Strategie liegt auf einer verstärkten und gleichzeitig nachhaltigen Nutzung biogener Ressourcen in den Bereichen Nahrungsmittelversorgung, Energie und Industrie.

Um Ansatzpunkte für eine Optimierung der biogenen Materialflüsse im Sinne einer rationalen und effizienten Biomassenutzung identifizieren zu können, ist eine profunde Kenntnis des Status quo erforderlich. Von Interesse sind dabei nicht nur die Aufkommens- und Nutzungspfade biogener Ressourcen, sondern insbesondere auch die Verflechtungen der verschiedenen Verwertungsschienen.

Die „Holzströme“ in Österreich werden bereits seit mehreren Jahren von der Österreichischen Energieagentur im Rahmen des Programms „klimaaktiv energieholz“ analysiert und grafisch aufbereitet (siehe Strimitzer et al., 2014). Im gegenständlichen Bericht wurden die Analysen erstmals auf sämtliche andere Biomassearten (wie Ackerfrüchte, Lebensmittel, Waren aus biogenem Material und sämtliche Arten biogener Abfälle) erweitert. Ziel dabei war es, ein möglichst vollständiges Flussbild aller biogenen Materialströme in Österreich zu zeichnen, aus dem die Größenordnungen und Verflechtungen der relevanten Ströme und Verwertungsarten ersichtlich sind.

Darauf aufbauend können die Möglichkeiten und Grenzen für eine Ausweitung der stofflichen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen im Kontext des gesamten Biomasseaufkommens und -konsums analysiert werden. Im vorliegenden Bericht wird dies für die Bereiche Biokunststoffe und Dämmstoffe durchgeführt.

1.2 Struktur des Berichts

Eine wesentliche Grundlage für eine Analyse der Biomasseflüsse stellen die Ergebnisse der Materialflussrechnung dar. Dabei handelt es sich um Daten zum gesamten Rohstoffaufkommen und -verbrauch, die nach einer EU-weit harmonisierten Methode erstellt werden. In Abschnitt 2 werden die Daten der Materialflussrechnung zum Biomasseverbrauch in Österreich dargestellt.

Zunächst werden die Methodik, Datenquellen, Unsicherheiten sowie methodische Schwierigkeiten beschrieben. Anschließend werden die wichtigsten statistischen Daten, zumeist in Form von Zeitreihen, abgebildet und schließlich die Biomasseflüsse dargestellt, interpretiert und diskutiert.

Gegenstand von Abschnitt 4 sind die Perspektiven für eine verstärkte stoffliche Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen. Konkret wird untersucht, in welchem Ausmaß die Substitution von Kunststoffen und Dämmstoffen durch biogene Materialien in Hinblick auf die verfügbaren Rohstoffe, Bedarfsmengen sowie spezifische Produktanforderungen in verschiedenen Einsatzbereichen mittel- bis langfristig möglich ist.

2 Ergebnisse der Materialflussrechnung

Bei der Materialflussrechnung („Material flow accounting“; MFA) handelt es sich um eine EU-weit harmonisierte Methode zur Erfassung der gesamten Zufuhr von Rohstoffen in ein sozio-ökonomisches System (siehe Eurostat, 2013a). Der prinzipielle Ansatz der MFA besteht darin, sämtliche Entnahmen und Verwendungen von Rohstoffen (Biomasse, metallische Erze, fossile Energieträger etc.) im Untersuchungsgebiet (in diesem Fall Österreich) sowie Importe und Exporte von Rohstoffen und verarbeiteten Produkten zu erfassen.

Aufgrund des hohen Aggregationsniveaus stellt die MFA einen geeigneten Ausgangspunkt für detailliertere Analysen der Biomasseflüsse in Österreich dar. Im Folgenden wird zunächst auf methodische Aspekte eingegangen. Anschließend werden die Daten zum Teilbereich Biomasse dargestellt und diskutiert.

2.1 Begriffe und Methodik der Materialflussrechnung

Unter dem Begriff „**Biomasse**“ werden alle organischen, nicht fossilen Stoffe pflanzlichen oder tierischen Ursprungs zusammengefasst. In der MFA werden jene Mengen berücksichtigt, die von der inländischen Umwelt entnommen werden und in das sozio-ökonomische (Produktions-)System fließen, sowie Importe und Exporte (siehe Statistik Austria, 2013a). Dies umfasst die landwirtschaftliche Pflanzenproduktion ebenso wie Biomasse, die von Weidetieren aufgenommen wird, oder Produkte aus Fischfang und Jagd.

Die MFA basiert in erster Linie auf bestehenden Datensätzen der offiziellen Statistik (s.u.). Bei jenen Biomassearten, zu denen keine Statistiken geführt werden, erfolgt im Rahmen der MFA eine Abschätzung.

Abbildung 1 zeigt eine vereinfachte Darstellung des „MFA-Schemas“. Die hier betrachteten Indikatoren der MFA sind die inländische Materialentnahme, Importe, Exporte sowie der inländische Materialverbrauch. Bestände bzw. Bestandsveränderungen werden hier – ebenso wie diverse weitere Aspekte von MFA wie ungenutzte Materialentnahmen oder das Konzept der Rohstoffäquivalente (siehe Eurostat, 2012) – nicht betrachtet.

Prinzipiell wird Wasser, das in Rohstoffen oder Gütern enthalten ist, im Rahmen der MFA mitgerechnet. Es erfolgt also keine Umrechnung auf Trockenmasse. Bei geweideter Biomasse, Erntenebenprodukten und Holz erfolgt allerdings per Konvention eine Umrechnung auf einen Wassergehalt von 15 % (Eisenmenger et al., 2011). Bei Getreide, Obst, Gemüse, diversen Waren biogenen Ursprungs etc. erfolgt keine derartige Umrechnung.

Die **inländische Materialentnahme** umfasst all jenes Material, das inländisch entnommen wird. Genau genommen wird im vorliegenden Bericht ausschließlich die „verwertete Inlandsmaterialentnahme“ („Domestic extraction used“; DEU) betrachtet. Diese beinhaltet lediglich jene Mengen, die einer Verwertung zugeführt werden. Ungenutzte Materialentnahmen (z.B. Schlagrücklass der Holzernte) sind also nicht inkludiert. Die Daten basieren laut Eisenmenger et al. (2011) auf folgenden statistischen Werken:

- Pflanzliche Produktion (Statistik Austria, 2013b)
- Viehbestand und tierische Erzeugung (Statistik Austria, 2013c)
- Holzeinschlagsmeldung (BMLFUW, 2013a)

Tierische Produkte der Landwirtschaft (wie Fleisch, Milch, Eier und Fische aus Aquakultur) sowie Holzprodukte oder andere Produkte aus biogenen Materialien gelten als Ressourcenflüsse innerhalb des sozio-ökonomischen Systems. Derartige Materialflüsse werden bei der inländischen Materialentnahme nicht berücksichtigt, da es dadurch zu einer Doppelzählung der bei der Produktion verarbeiteten Mengen kommen würde.

Die physischen **Importe** (IMP) und **Exporte** (EXP) beinhalten alle gehandelten Güter mit dem Gewicht, das sie bei Grenzübertritt aufweisen. Die Güter umfassen Produkte unterschiedlicher Fertigungstiefe, von einfachen Erzeugnissen über Halbwaren bis zu Fertigwaren.

Der „**inländische Materialverbrauch**“ („Domestic material consumption“; DMC) umfasst jenes Material, das im sozio-ökonomischen System verbleibt. Er entspricht der inländischen Materialentnahme zuzüglich der Importe und abzüglich der Exporte:

$$DMC = DEU + IMP - EXP \quad (1)$$

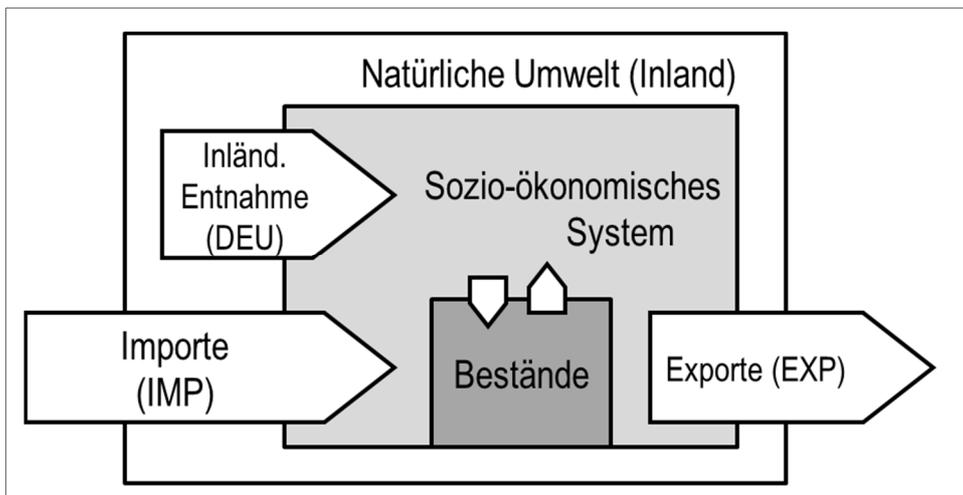


Abbildung 1: Vereinfachte Darstellung des MFA-Schemas

Quelle: eigene Darstellung basierend auf Schaffartzik et al. (2013)

Die MFA umfasst im Bereich Biomasse folgende Hauptkategorien:

- **MF11 – Erzeugnisse pflanzlichen Ursprungs (außer Futterpflanzen):** Diese Kategorie umfasst sämtliche Ackerfrüchte wie Getreide, Zuckerpflanzen und Hülsenfrüchte sowie Obst, Gemüse, Fasern und Nüsse. Nicht inkludiert sind sämtliche Arten von Futterpflanzen.
- **MF12 – Pflanzenrückstände (verwendet), Futterpflanzen und geweidete Biomasse:** Die Mengen an Pflanzenrückständen wie Stroh oder (als Futter verwendeten) Pflanzenteilen wie Rübenblätter, ebenso wie geweideter Biomasse werden im Rahmen der MFA geschätzt (siehe Eisenmenger et al., 2011). Darüber hinaus sind in dieser Kategorie Grünlanderträge und Feldfutter enthalten.
- **MF13 – Holz:** Inkludiert sind die diversen Arten von Rundholz für industrielle Verwertung sowie Brennholz und „sonstige Entnahmen“.

- **MF14 – Wildfischfang, Wasserpflanzen und -tiere, Jagen und Sammeln:** Die in dieser Kategorie erfassten Mengen sind in Österreich im Kontext des gesamten Biomasseaufkommens von nahezu vernachlässigbarer Bedeutung.

Diverse weitere Arten von Biomasse wie Nutztiere, tierische Produkte und Holzprodukte (Papier, Holzmöbel etc.) werden aus den oben genannten Biomassekategorien produziert und daher im Rahmen der MFA nicht als Entnahmen aus der Umwelt betrachtet. Andernfalls würde es zu einer teilweisen Doppelzählung der Rohstoffentnahmen kommen. Im Bereich des Außenhandels sind sie jedoch sehr wohl zu berücksichtigen. Daher umfassen Importe und Exporte zwei weitere Hauptkategorien:

- **MF15 – Lebende Tiere außer MF14 und Tierprodukte:** Mit Ausnahme der in MF14 enthaltenen Mengen werden hier sämtliche Importe an lebenden Tieren und tierischen Produkten wie Fleisch, Milch, Leder etc. erfasst.
- **MF16 – Produkte vorwiegend aus Biomasse:** In dieser Kategorie wird der Außenhandel mit diversen anderen Produkten aus vorwiegend biogenem Material erfasst.

2.2 Daten der Materialflussrechnung

In den folgenden Abbildungen sind die Zeitreihen DEU, IMP, EXP und DMC der Materialflussrechnung (MFA) von 2000 bis 2011 dargestellt. Demnach betrug die inländische Biomasseentnahme in den letzten Jahren im Durchschnitt rund 40 Mio. t. Der größte Anteil davon entfällt auf die Kategorie MF12, die sich wiederum zu rund zwei Dritteln aus Futterpflanzen zusammensetzt. Die Anteile der Kategorien MF11 (hauptsächlich Ackerfrüchte) und MF13 (Holz) belaufen sich auf jeweils rund 30 %.

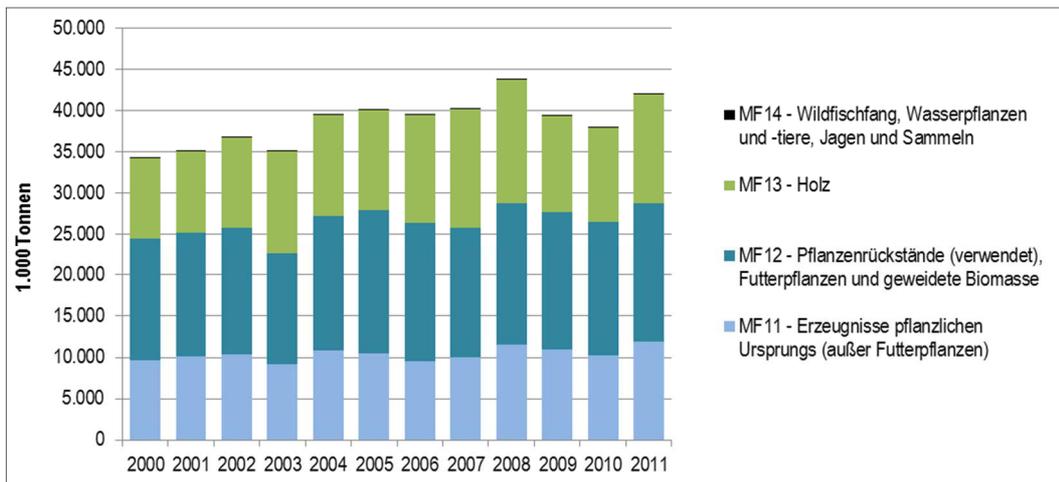


Abbildung 2: Inländische Entnahme („Domestic extraction used“; „DEU“) von Biomasse laut MFA

Quelle: Eurostat (2013b), eigene Darstellung

Die Biomasse-Importe laut MFA betragen 2011 knapp 24 Mio. t. Fast die Hälfte davon waren Holzimporte. Einfuhren von Produkten aus biogenem Material (MF16) waren mit rund 6,6 Mio. t ebenfalls von großer Bedeutung.

Die jährlichen Biomasseexporte betragen im dargestellten Zeitraum zwischen 84 und 100 % der Biomasseimporte. 2010 und 2011 waren sie rund 10 % niedriger als die Importe. Hinsichtlich der Zusammensetzung ist festzustellen, dass die Anteile von biogenen Produkten (MF16) und lebenden Tieren (MF15) bei den Exporten höher und jene von Holz (MF13) und Erzeugnissen pflanzlichen Ursprungs (MF14) niedriger sind.

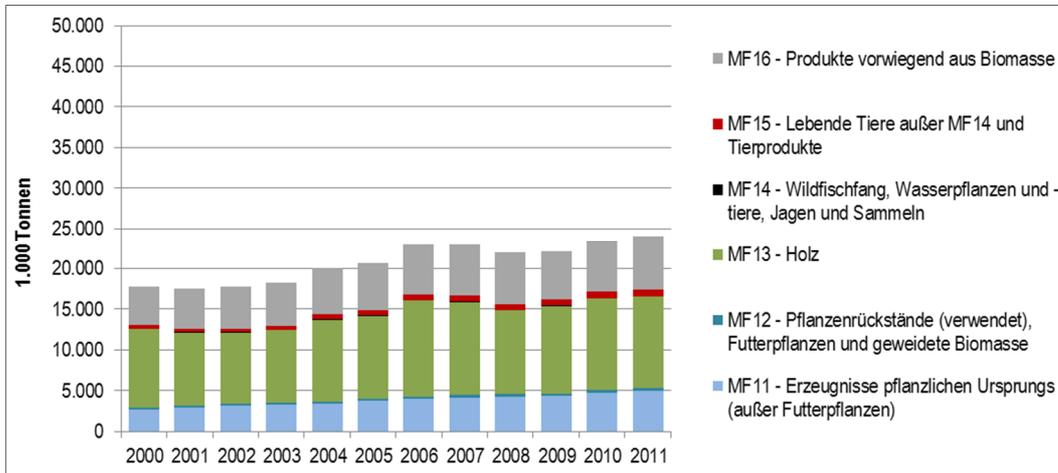


Abbildung 3: Importe von Biomasse laut MFA

Quelle: Eurostat (2013b), eigene Darstellung

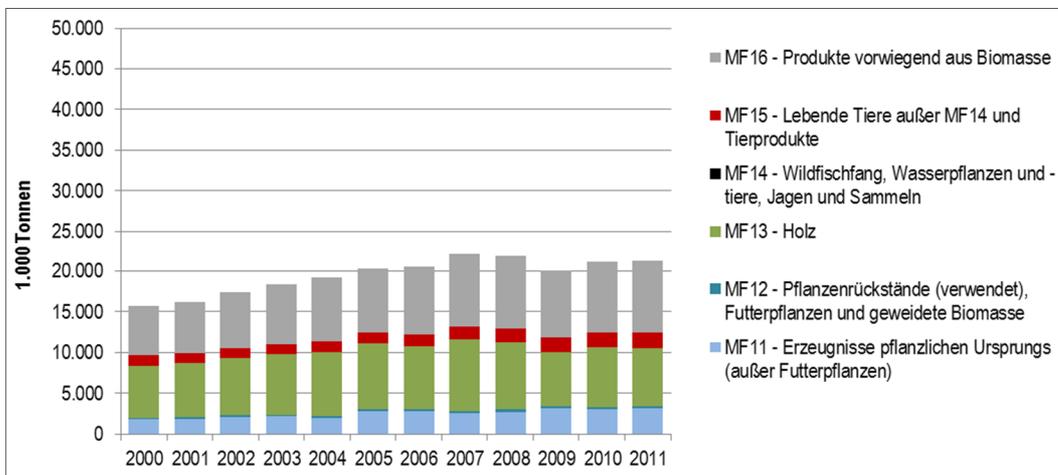


Abbildung 4: Exporte von Biomasse laut MFA

Quelle: Eurostat (2013b), eigene Darstellung

Abbildung 5 zeigt den inländischen Materialverbrauch, der gemäß Formel (1) aus obigen Daten berechnet wurde. Da bei den Kategorien MF15 und MF16 die Exportmengen die Importe übersteigen und Inländische Entnahmen dieser Kategorien definitionsgemäß Null sind, ergeben sich bei diesen Kategorien für den inländischen Materialverbrauch negative Werte. Dieses auf den ersten Blick unplausible Ergebnis ist darauf zurückzuführen, dass die inländische Produktion von tierischen und anderen vorwiegend biogenen Produkten innerhalb des sozio-ökonomischen Systems stattfindet. Wie bereits erwähnt, werden die Produktionsmengen

nicht als „inländische Entnahme“ betrachtet, da eine Berücksichtigung der eingesetzten Rohstoffe in den Kategorien MF11 bis MF13 erfolgt.

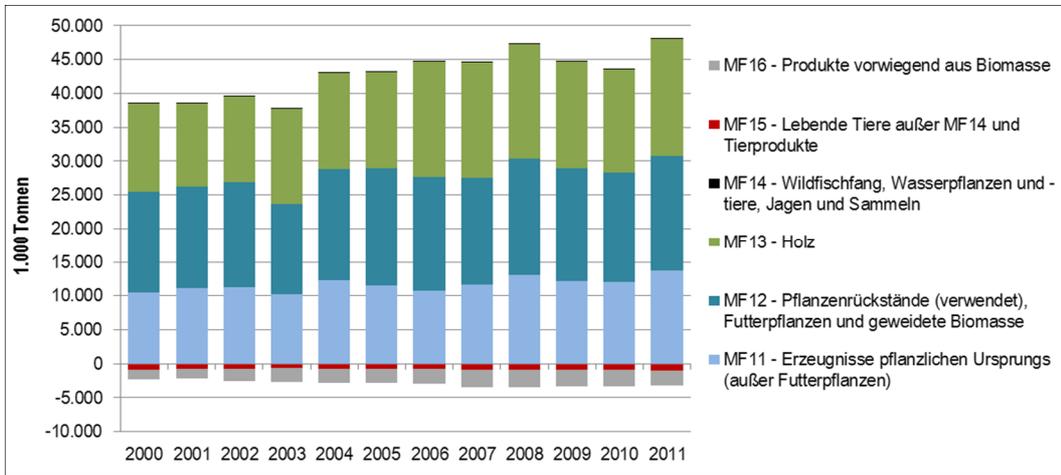


Abbildung 5: Inländischer Materialverbrauch („Domestic material consumption“; „DMC“) an Biomasse laut MFA

Quelle: Eurostat (2013b), eigene Berechnungen und Darstellung

In Abbildung 6 sind die Biomasseaufkommen (DEU und IMP) den Verbräuchen (DMC und EXP) im Jahr 2011 gegenübergestellt. Die Darstellung verdeutlicht, dass Österreich bei Biomasse in Summe Nettoimporteur ist. Darüber hinaus hebt die Grafik die große Bedeutung des Außenhandels hervor, insbesondere bei Holz.

Neben den Originaldaten der MFA (links) sind auch die auf Tonnen Trockenmasse (t_{TM}) umgerechneten Mengen dargestellt (rechts). Die Summen (DEU + IMP) bzw. (DMC + EXP) belaufen sich auf rund 48 Mio. t_{TM} .

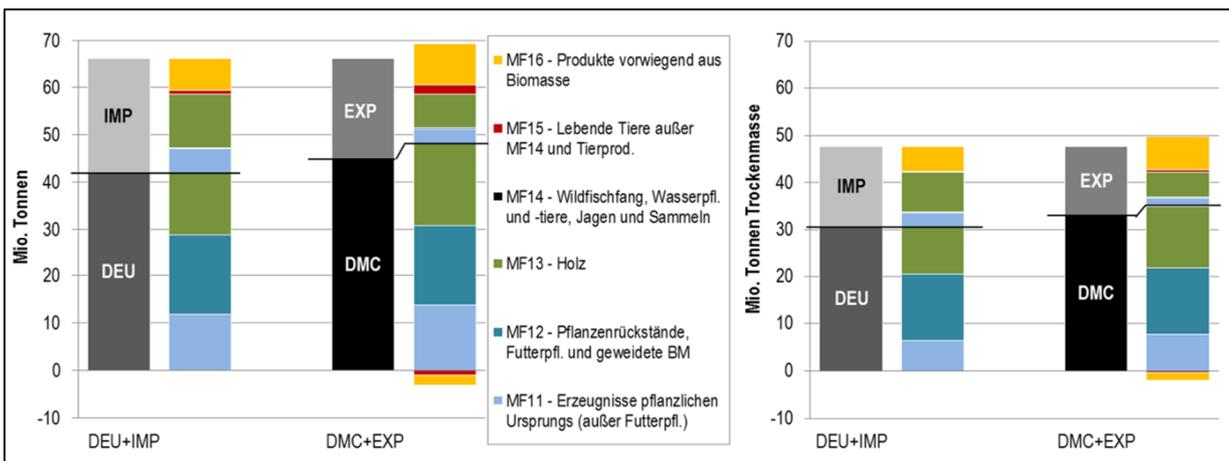


Abbildung 6: Zusammenfassung der Ergebnisse der MFA für Biomasse im Jahr 2011 (links) und Umrechnung in Tonnen Trockenmasse (rechts). Die Abbildung zeigt die Relationen von DEU, IMP, DMC und EXP sowie deren Zusammensetzungen aus den Rohstoffkategorien MF11 bis MF16.

Quelle: Eurostat (2013b), eigene Berechnungen und Darstellung

2.3 Interpretation der Materialflussrechnung

Aus den Daten der Materialflussrechnung (MFA) lassen sich folgende Schlussfolgerungen ableiten:

- Der inländische „Materialverbrauch“ an Biomasse beläuft sich auf ca. 45 Mio. Tonnen. In den letzten rund 15 Jahren war ein deutlicher Anstieg zu verzeichnen: Der durchschnittliche Verbrauch der Jahre 2007 bis 2011 war ca. 14 % höher als jener der Jahre 2000 bis 2004.
- Das inländische Aufkommen genutzter Biomasse setzt sich (basierend auf den Originaldaten in Tonnen Feuchtmasse) aus rund 30 % Holz, knapp 30 % Ackerfrüchten und 35 % Futterpflanzen und geweideter Biomasse zusammen. Die übrigen Mengen sind in erster Linie Pflanzenreste wie Stroh.
- Bei Ackerfrüchten und Holz sind die Importmengen mehr als 50 % höher als die Exportmengen. Andererseits werden weitaus mehr Produkte aus Biomasse (wie Papier, Holzmöbel etc.) und tierischer Herkunft exportiert als importiert.
- In Summe sind die Biomasse-Nettoimporte Österreichs positiv und belaufen sich auf rund 13 % der gesamten Importe.

Die Ergebnisse der MFA geben einen ersten Einblick in Struktur und Größenordnungen des inländischen Biomasseaufkommens, des Außenhandels sowie der inländischen Verwertung. Sie ermöglichen jedoch kaum Aussagen über Nutzungsarten und Größenordnungen verschiedener Nutzungspfade. Zahlreiche Fragen bleiben unbeantwortet, wie beispielsweise:

- Wie stellen sich die verschiedenen Biomasseflüsse *innerhalb* es sozio-ökonomischen Systems Österreichs quantitativ dar? Welche Verflechtungen bestehen zwischen den verschiedenen Sektoren und Nutzungsarten.
- Was sind die wichtigsten Senken der Biomasseflüsse?
- In welchem Ausmaß werden biogene Ressourcen kaskadisch genutzt? Zu welchem Anteil stellt insbesondere die energetische Verwertung von Biomasse eine primäre Nutzung dar, und welcher Anteil entfällt auf Nebenprodukte und Reststoffe?
- In welchen Bereichen gibt es Anzeichen, dass Aufkommensmengen nicht vollständig erfasst werden? In welcher Größenordnung liegen diese Mengen?

Die Analyse der Biomasseflüsse im folgenden Kapitel soll unter anderem zur Beantwortung dieser Fragen beitragen.

3 Analyse und Darstellung der Biomasseflüsse

Gegenstand von Abschnitt 3.1 sind die Methodik, Datenquellen, Unsicherheiten sowie methodische Schwierigkeiten bei der Analyse und Darstellung der Biomasseflüsse. In Abschnitt 3.2 werden die wichtigsten statistischen Daten, zumeist in Form von Zeitreihen, dargestellt. In Abschnitt 3.3 erfolgt schließlich die Darstellung der Flussbilder und in Abschnitt 3.4 werden die Ergebnisse diskutiert und interpretiert.

3.1 Methodik und Datenquellen

3.1.1 Methodischer Ansatz

Der methodische Ansatz zur Erstellung des Biomasseflussbildes für Österreich umfasste folgende Schritte:

1. **Literaturrecherche zum Thema Materialflüsse:** Die Recherche erfasste einerseits internationale Studien mit ähnlicher Zielsetzung und andererseits Analysen für Österreich, die als Referenz herangezogen werden können. Ausgangspunkt der österreichspezifischen Analysen bildeten die in Abschnitt 2 dargestellten Daten der MFA (Eurostat, 2013b).
2. **Sichtung und Auswahl der primären Datenquellen:** In diesem Schritt wurden die wichtigsten Datenquellen identifiziert und Online-Datenbankabfragen durchgeführt (in erster Linie bei Statistik Austria, Eurostat und FAOSTAT).
3. **Festlegung der grundlegenden Struktur und des Aggregationsniveaus:** Auf Basis der Schritte 1 und 2 wurde eine vorläufige Struktur des Flussbildes festgelegt und die Daten auf ein einheitliches Aggregationsniveau gebracht.
Ein wesentlicher Schritt bestand darin, Daten der Konjunktur- und der Außenhandelsstatistik (siehe nächster Abschnitt) auf ein einheitliches Klassifikationssystem zu bringen, das eine konsistente Aggregation ermöglicht. Diese Notwendigkeit ergibt sich daraus, dass bei der Konjunkturstatistik „ÖPRODCOM-Gütercodes“ zum Einsatz kommen, bei Außenhandelsstatistiken jedoch HS- bzw. KN-Codes. Um zu einer einheitlichen Klassifikation zu gelangen, wurden die relevanten Warengruppen von ÖPRODCOM- in HS4-Codes übergeführt. Dies erfolgte auf Basis einer Korrespondenztabelle von Statistik Austria. Anschließend wurde jeder relevante HS4-Code entsprechend der gewählten Struktur des Biomasseflussbildes nach Produktart und „Flussknoten“³ klassifiziert.
4. **Festlegung von Konversionsfaktoren und Umrechnung auf einheitliche Einheiten:** Um eine direkte Vergleichbarkeit sämtlicher Daten zu gewährleisten, wurde als Zieleinheit „Tonnen Trockenmasse“ gewählt. Neben der Festlegung von Standard-Wassergehalten⁴ waren dafür weitere Konversionsfaktoren

³ Die Flussknoten werden durch die Herkunft und den Verwendungszweck des jeweiligen Produktes bzw. Flusses determiniert. Bei inländischem Rundholz stellt beispielsweise in der Regel die Forstwirtschaft den Ausgangs- und die Holz verarbeitende Industrie den Eingangsknoten dar.

⁴ Dies erfolgte soweit wie möglich in Anlehnung an offizielle Statistiken und darüber hinaus auf Basis von Literaturdaten; in erster Linie Baier et al. (2008), KTBL (2013) und diversen Angaben von Fachverbänden bzw. Unternehmen; beispielsweise Angaben zum

(beispielsweise bei Holz zur Umrechnung von Volumeneinheiten auf Masseneinheiten oder bei einigen wenigen Warengruppen von Stückzahlen auf Masseneinheiten) notwendig.

5. **Plausibilisierung, Identifikation und Füllen von Datenlücken:** Die aggregierten Daten wurden auf Plausibilität überprüft und mit Angaben in der Literatur verglichen. Datenlücken wurden identifiziert und nach weiteren Recherchen bestmöglich mit Literaturdaten, Abschätzungen oder eigenen Berechnungen gefüllt.
6. **Grafische Darstellung:** Die grafische Darstellung der Biomasseflüsse erfolgte mit dem Programm „S.Draw“, einer speziellen Software zur Erstellung von Sankey-Diagrammen. Die Darstellung erfolgte in den Einheiten „Tonnen Feuchtmasse“ und „Tonnen Trockenmasse“.
7. **Interpretation und Schlussfolgerungen:** Die Ergebnisse wurden interpretiert und Schlussfolgerungen abgeleitet.

3.1.2 Datenquellen

Bei den verwendeten Daten handelt es sich in erster Linie um offizielle statistische Daten. In einigen Bereichen musste in Ermangelung offizieller Statistiken jedoch auf andere Quellen oder auch Schätzungen zurückgegriffen werden.

Im Folgenden werden die wichtigsten Quellen erläutert. Anschließend wird beschrieben, wie mit diversen Datenlücken umgegangen wurde, und welche Rolle Inkonsistenzen zwischen verschiedenen Datenquellen spielen.

Die wichtigsten Datenquellen für die Analyse der Biomasseflüsse sind:

- **Versorgungsbilanzen** von Statistik Austria (2013d): Die Versorgungsbilanzen geben nicht nur Aufschluss über inländische Aufkommensmengen und Außenhandelsströme, sondern auch über die Struktur der Nutzung. Zum Beispiel werden bei der Versorgungsbilanz von Getreide die Nutzungsarten Futter, Saat, industrielle Verwertung und Nahrungsverbrauch ausgewiesen. Ein weiterer Vorteil dieser Statistiken ist, dass sie ein für die gegenständlichen Analysen geeignetes Aggregationsniveau aufweisen.
- **Forstwirtschaftliche Statistik der FAO:** Für Daten zur forstwirtschaftlichen Produktion sowie Produktionsdaten der Holz verarbeitenden Industrie wurde auf die Datenbank FAOSTAT zurückgegriffen (FAO, 2013).
Die Datenbank beinhaltet auch Außenhandelsdaten; da bei den Import- und Exportdaten in FAOSTAT im Gegensatz zu den Außenhandelsdaten nach HS4-Codes (siehe unten) dieselben Klassifikationen verwendet werden wie im Bereich der Produktion, werden im Bereich Forstwirtschaft Außenhandelsdaten nach FAO (2013) und nicht jene der Außenhandelsstatistik herangezogen.
- **Außenhandelsstatistik:** Daten zum Außenhandel stehen gemäß der „Kombinierten Nomenklatur“ (KN; siehe Europäische Kommission, 2013) in unterschiedlichen Aggregationsniveaus zur Verfügung. Als ausreichend detailliert wurde die Unterteilung in vierstellige Codes (HS4⁵) identifiziert. Die Daten wurden von der Online-Datenbank von Eurostat (Eurostat, 2013c) bezogen.

Trockenmassegehalt von Nebenprodukten der Papierindustrie (Austropapier, 2013) oder spezifischen Produkten wie die bei der Ethanolherstellung anfallende Trockenschlempe, die unter dem Markennamen „Actiprot“ als Tierfutter vertrieben wird (AGRANA, 2013).

⁵ Die KN besteht aus der Nomenklatur des Harmonisierten Systems (HS) der Weltzollorganisation und weiteren „gemeinschaftlichen Unterteilungen“. Für die zwei- und vierstelligen Codes werden daher die Bezeichnungen HS2 bzw. HS4 verwendet.

Für die Analysen wurden zunächst jene Warengruppen identifiziert, die biogener bzw. vorwiegend biogener Herkunft sind. Dies trifft auf über 500 HS4-Warengruppen zu, die in insgesamt 47 HS2-Kategorien zusammengefasst sind. Anschließend wurden jene identifiziert, die bereits in Versorgungsbilanzen bzw. der forstwirtschaftlichen Statistik der (FAO, 2013) berücksichtigt sind. Die verbleibenden Warengruppen umfassen beispielsweise zubereitete Lebensmittel, sämtliche Endverbraucherwaren biogener Herkunft und landwirtschaftliche Erzeugnisse, für die keine Versorgungsbilanzen vorliegen.

- **Energiebilanz** von Statistik Austria (2013e): Herangezogen wurden die Daten zum Aufkommen (Inländische Erzeugung, Importe und Exporte) und Verbrauch (Bruttoinlandsverbrauch) biogener Energieträger. Die in der Energiebilanz ausgewiesenen Mengen überschneiden sich zum Großteil mit anderweitig berücksichtigten Mengen (z.B. mit Daten lt. FAO, 2013) oder im Bereich des Aufkommens biogener Abfälle lt. Bundesabfallwirtschaftsplan (BAWP). Somit können die Daten auf Plausibilität bzw. Konsistenz überprüft werden.
- Daten zur inländischen **Warenproduktion** sowie zur **Produktion von Lebensmitteln** basieren auf der „Konjunkturstatistik im produzierenden Bereich“ (Statistik Austria, 2013f)⁶. Die Strukturierung der Waren in der Konjunkturstatistik erfolgt gemäß ÖPRODCOM-Gütercodes und unterscheidet sich erheblich von jener der Außenhandelsstatistik. Um zu einer einheitlichen Warenklassifikation zu gelangen, wurden die Produktionsdaten der Konjunkturstatistik unter Verwendung einer Korrespondenztabelle gemäß HS4-Codes aggregiert.
- Hinsichtlich des **Aufkommens und der Verwertung bzw. Entsorgung von Abfällen** stellt der Abfallwirtschaftsplan (UBA, 2012) die wichtigste Referenz dar. Aktualisierte Daten wurden in einem „Statusbericht 2012“ (siehe BMLFUW, 2013b) veröffentlicht, der als Hauptquelle für Daten zu biogenen Abfällen herangezogen wurde.

Ausgehend von diesen Hauptquellen wurden folgende weitere Quellen herangezogen, um diverse Datenlücken zu füllen bzw. zu einem detaillierteren Bild von Rohstoffaufkommen und -verwendung zu gelangen:

- Die alljährlich erscheinenden Berichte des Umweltbundesamtes „Biotkraftstoffe im Verkehrssektor“ (Bericht für das Jahr 2011: Winter, 2012): Da diese Berichte umfangreichere Daten zum Aufkommen, dem Verbrauch und Außenhandel biogener Kraftstoffen beinhalten als die Energiebilanz, wurden diese herangezogen.
- Hinsichtlich des Aufkommens an nicht marktgängigem Futter wie Grünlanderträgen oder Pflanzenresten wurden Daten aus dem „Grünen Bericht“ (BMLFUW, 2013c) verwendet.
- Die Versorgungsbilanzen bei pflanzlichen Erzeugnissen umfassen mit Getreide, Hülsenfrüchten, Kartoffeln, pflanzlichen Ölen, Zuckerrüben, Obst und Gemüse die weitaus wichtigsten, jedoch nicht alle Nutzpflanzen. Um ein vollständiges Bild des Pflanzenbaus zu erhalten, wurde die Datenbank von Eurostat (2013d) herangezogen (Datensatz „Pflanzliche Erzeugnisse – jährliche Daten“), und das Residuum an Nutzpflanzen ermittelt.
- Daten bzw. Abschätzungen einzelner Flussmengen, die nicht oder nur unvollständig in offiziellen Statistiken abgebildet sind, wurden aus diversen Publikationen und Jahresberichten entnommen, z.B.:

⁶ Es handelt sich dabei um „eine EU-weit durchgeführte Erhebung, welche in Österreich in Form einer Vollerhebung mit variablen Abschneidegrenzen (Schwellenwerte) unter Berücksichtigung eines Deckungsgrads primärstatistisch durchgeführt wird“ (Statistik Austria, 2013f).

- Für eine Abschätzung des gesamten Aufkommens an Wirtschaftsdünger wurde auf Angaben in Zethner et al. (2012) zurückgegriffen.
- Eine Abschätzung der als Einstreu genutzten Mengen an Getreidestroh basiert auf Eisenmenger et al. (2011).
- Die Abschätzung des Rohstoffeinsatzes in Biogasanlagen basiert auf E-Control (2011).
- Eine Abschätzung des Gärrestaufkommens in Biogasanlagen erfolgte auf Basis von Daten nach KTBL (2013).

3.1.3 Unsicherheiten und methodische Schwierigkeiten

Generell ist festzuhalten, dass trotz der umfangreichen Daten und der prinzipiell hohen Datenqualität der Hauptquellen signifikante Unsicherheiten bestehen. Abgesehen von den Unsicherheiten, mit denen selbst offizielle statistische Daten behaftet sind, stehen in einigen Bereichen nur Schätzungen zur Verfügung.

Daher kann keineswegs davon ausgegangen werden, dass das Zusammenführen der Daten zu einem zu hundert Prozent konsistenten Bild der Biomasseflüsse führt. Dies ist auch nicht Ziel der vorliegenden Arbeit. Vielmehr besteht die zentrale Zielsetzung darin, ein tieferes Verständnis der Biomasseflüsse und der verschiedenen Nutzungsarten zu ermöglichen, und Zusammenhänge und Verflechtungen zwischen diesen Nutzungsarten aufzuzeigen.

Einige wesentliche Unsicherheiten, die in einem Flussbild letztlich Inkonsistenzen zur Folge haben können, sind im Folgenden beschrieben:

- Die Festlegung von Konversionsfaktoren stellt generell eine wesentliche Schwierigkeit dar, zumal die Qualität der in verschiedenen Material- oder Warengruppen enthaltenen Mengen oft nicht im Detail bekannt ist. Bei Aggregaten, die Waren unterschiedlicher Zusammensetzung beinhalten, sind Einheitenumrechnungen mit besonders großen Unsicherheiten behaftet. Insbesondere bei den Daten der Konjunktur- und der Außenhandelsstatistik ergibt sich dieses Problem, da diese sehr inhomogene Warengruppen wie „Pflanzliche Stoffe/Abfälle/Rückstände/ Nebenerzeugnisse, auch in Form von Pellets zur Verfütterung“ (ÖPRODCOM 10.39.30.00) oder „Zubereitungen von der zur Fütterung verwendeten Art“ (HS2309) beinhalten. Ebenso bergen etwa bei landwirtschaftlichen Erzeugnissen die Festlegung auf einen Standardwassergehalt und bei Holz die Definition eines repräsentativen Gewichtes pro Volumeneinheit nicht unwesentliche Unsicherheiten.
- Die Tatsache, dass sich mitunter große Überschneidungen der in verschiedenen Statistiken angeführten Aufkommensmengen ergeben, stellt in manchen Bereichen eine Schwierigkeit dar. Zum Beispiel beinhalten die Mengen an Holzabfällen laut BAWP Sägenebenprodukte (SNP) wie Sägespäne und Hackgut. Diese überschneiden sich mit den Produktionsmengen an SNP lt. Holzstatistik (FAO, 2013). Während im BAWP zwischen rund 20 verschiedenen Arten von Holzabfällen unterschieden wird, gibt es in FAO (2013) lediglich eine Unterscheidung zwischen „wood residues“ und „chips and particles“. Zudem werden unterschiedliche Maßeinheiten verwendet (Tonnen bzw. Kubikmeter) und in keiner der beiden Quellen findet sich eine Dokumentation der verwendeten Konversionsfaktoren. Bei anderen Biomassearten und insbesondere bei diversen biogenen Abfällen ergeben sich ähnliche Schwierigkeiten. In diesen Fällen wurden die unterschiedlichen Angaben gegenübergestellt und die Plausibilität überprüft.

- Bei der Außenhandelsstatistik (Eurostat, 2013c) und der Konjunkturstatistik (Statistik Austria, 2013f) handelt es sich um „Vollerhebungen mit Abschneidegrenzen“. Wenn auch in beiden Fällen hohe Abdeckungsgrade erreicht werden, sind dennoch nicht sämtliche Warenströme bzw. Produktionsmengen erfasst.⁷ Zudem liegen für einzelne Warengruppen aufgrund von Geheimhaltung keine Daten vor.
- Weitere Unsicherheiten ergeben sich – beispielsweise, aber nicht ausschließlich bei Daten zu biogenen Abfällen – daraus, dass für viele Aufkommensmengen nur Schätzungen vorliegen (z.B. Kompostierung in Hausgärten).
- Zu Verwertungswegen biogener Abfälle liegen ebenfalls häufig nur Schätzungen vor, die auf nicht repräsentativen Umfragen beruhen (z.B. bei Rückständen der Nahrungs-, Genuss- und Futtermittel-industrie). Durch Gegenüberstellung mit anderen Daten (z.B. Angaben zum Rohstoffeinsatz in Biogasanlagen) kann zwar zum Teil die Plausibilität derartiger Schätzungen überprüft werden, die Unsicherheiten bleiben jedoch erheblich.
- Zudem stellt die Tatsache, dass über die Zusammensetzung mancher Abfallfraktionen unzureichende Informationen vorliegen (z.B. getrennt gesammelte biogene Siedlungsabfälle), eine Schwierigkeit dar.
- Ein weiteres methodisches Problem besteht im Bereich der Verarbeitung biogener Rohstoffe. Wie oben beschrieben, werden zur Ableitung der Materialflüsse in Richtung Warenproduktion grundsätzlich Daten der Konjunkturstatistik herangezogen. Dabei ergeben sich jedoch folgende Schwierigkeiten: Erstens werden die Produktionsmengen zum Teil nicht in Tonnen, sondern beispielsweise in Stückzahlen angegeben. Bei homogenen Produkten ist eine näherungsweise Umrechnung unproblematisch, bei inhomogenen sind die Unsicherheiten erheblich. Und zweitens besteht bei Warengruppen, die nicht ausschließlich aus biogenem Material bestehen, das Problem, dass eine Abschätzung eines repräsentativen biogenen Anteils mit großem Aufwand verbunden ist (beispielsweise bei verschiedenen Arten von Kleidung⁸).

Im Fall von Gebäuden und Hochbauarbeiten (ÖPRODCOM-Code 41) wird in der Konjunkturstatistik lediglich ein Produktionswert angegeben. Über die Gesamtmenge an Schnittholz, Holzwerkstoffen und anderen biogenen Baustoffen, die im Bausektor eingesetzt werden, liefert die Konjunkturstatistik daher keinerlei Informationen. Aufgrund der großen Bedeutung dieser Materialflüsse erfolgt in diesem Bereich eine Schätzung auf Basis der Produktionsmengen und der Außenhandelsströme.

Zur Ableitung eines konsistenten Gesamtbildes kann im Rahmen von *Stoffflussanalysen* die Kontinuitätsbedingung der Massenbilanz herangezogen werden. Sie besagt, dass die Summe der Inputmengen eines Knotens der Summe der Outputmengen und Netto-Bestandzunahmen entsprechen muss. Für die vorliegende *Materialflussanalyse* kann diese Bedingung jedoch aus mehreren Gründen nur beschränkt herangezogen werden: Erstens entstehen bei Umwandlungsprozessen in der Regel Materialverluste, die in vielen Fällen nicht bekannt sind und auf dem gegenständlichen Aggregationsniveau kaum abgeschätzt werden können. Zweitens liegen zu Bestandzunahmen bzw. Lagerhaltung in vielen Bereichen keinerlei Daten vor (Angaben in Versorgungsbilanzen und der Energiebilanz stellen eine Ausnahme dar). Und drittens führen Änderungen des Wassergehalts, die im Zuge von Umwandlungsprozessen oder bei Lagerung auftreten und in der Regel nicht im Detail bekannt sind, dazu, dass eine konsequente Anwendung der Kontinuitätsbedingung aller

⁷ Im Rahmen der Konjunkturstatistik sind grundsätzlich alle Unternehmen mit 20 und mehr Beschäftigten auskunftspflichtig (Statistik Austria, 2013f). Bei der Außenhandelsstatistik wird für das Berichtsjahr 2011 bei Importen ein Abdeckungsgrad von 95% und bei Exporten von 97% angegeben (Statistik Austria, 2013g).

⁸ Importe und Exporte von Kleidung sind aus diesem Grund im Flussbild nicht berücksichtigt.

Wahrscheinlichkeit nach gravierende Fehlschlüsse zur Folge hätte. Es wird daher so vorgegangen, dass unbekannte Flussmengen nur in Bereichen, wo es augenscheinlich zu einer unvollständigen statistischen Erfassung signifikanter Flussmengen kommt, auf Basis der Kontinuitätsbedingung berechnet werden. Dies ist beim Aufkommen von SNP, beim Konsum biogener Waren und Lebensmitteln und beim inländischen Aufkommen von Säge-, Industrie und Brennholz der Fall.

3.2 Daten

In der Regel erfolgen Mengenangaben in den relevanten Statistiken in Tonnen, wobei je nach Art des Materials bzw. der Produkte unterschiedliche Wasseranteile mitgerechnet sind. Zur direkten Vergleichbarkeit wurden die Zeitreihen für die Darstellung in den folgenden Abschnitten in der Regel in Tonnen Trockenmasse (t_{TM}) umgerechnet.

In den folgenden Abschnitten werden Datengrundlagen der Materialflussanalyse im Detail dargestellt und diskutiert. Es handelt es sich dabei um ausgewählte Zeitreihen von diversen Aufkommens-, Verarbeitungs- und Verwertungsmengen.

3.2.1 Pflanzenbau

Unter dem Begriff „Pflanzenbau“ wird hier neben Ackerbau auch Produktion in Dauerkulturen wie Gemüse- oder Obstgärten verstanden. Futterpflanzen sowie Grünland werden im nächsten Abschnitt behandelt.

Abbildung 7 zeigt die Produktionsmengen im Zeitraum 2000 bis 2012. Im Durchschnitt betrug die Gesamtmenge rund 6 Mio. t_{TM} pro Jahr, wobei Getreide mehr als zwei Drittel davon ausmacht. Die nächstgrößte Kategorie ist „Zuckerrüben“ mit durchschnittlich ca. 650.000 t_{TM}/a .

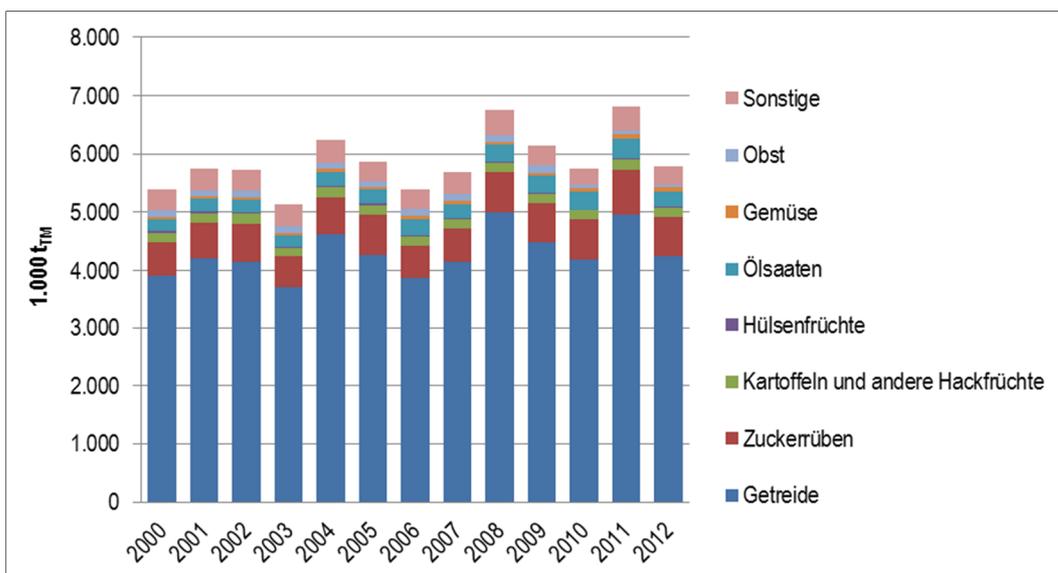


Abbildung 7: Inländische Produktion von Ackerfrüchten und anderen Nutzpflanzen (exkl. Futterpflanzen)

Quelle: Eurostat (2013), eigene Berechnungen und Darstellung

Die Außenhandelsbilanz (Abbildung 8) zeigt, dass Österreich bei diesen landwirtschaftlichen Erzeugnissen in Summe ein Nettoimporteuer ist. Die Importe bei Getreide waren 2011 in Summe um rund 50 % höher als die Exporte. Hinsichtlich der verschiedenen Getreidearten zeigt sich allerdings ein heterogenes Bild: Während bei Weizen in den letzten Jahren größere Mengen exportiert als importiert wurden, waren insbesondere bei Mais und Gerste deutliche Nettoimporte zu verzeichnen.

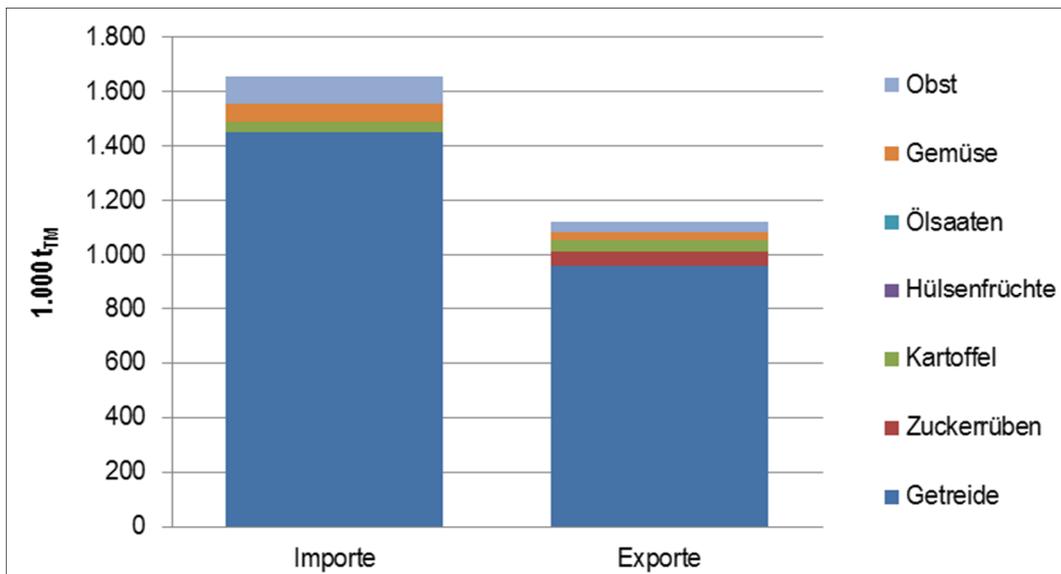


Abbildung 8: Importe und Exporte von Ackerfrüchten und anderen Nutzpflanzen (exkl. Futterpflanzen) im Jahr 2011

Quelle: Statistik Austria (2013d), Eurostat (2013), eigene Berechnungen und Darstellung

Das Aufkommen an Getreidestroh ist in Abbildung 9 dargestellt. Im dargestellten Zeitraum fielen pro Jahr zwischen ca. 1 und 1,87 Mio. t_{TM} an. Bezüglich der Nutzung stehen keine statistischen Daten zur Verfügung; laut Eisenmenger et al. (2011) kann jedoch davon ausgegangen werden, dass rund ein Viertel der Gesamtmenge zur Humusbildung auf dem Feld verbleibt und etwa drei Viertel einer anderen Nutzung zugeführt werden (in erster Linie Verwendung als Einstreu). Die energetische Nutzung von Stroh spielt im Kontext des Gesamtaufkommens ebenso wie die stoffliche (beispielsweise Stroh als Dämmstoff) eine vernachlässigbare Rolle.

Die Importe von Stroh und Spreu (HS-Code 1213) beliefen sich 2011 und 2012 auf ca. 58.000 bzw. 68.000 t_{TM}, die Exporte auf ca. 23.000 bzw. 28.000 t_{TM}. Der Außenhandel mit Stroh ist also von geringer, wenn auch seit einigen Jahren wachsender Bedeutung (Eurostat, 2013c).

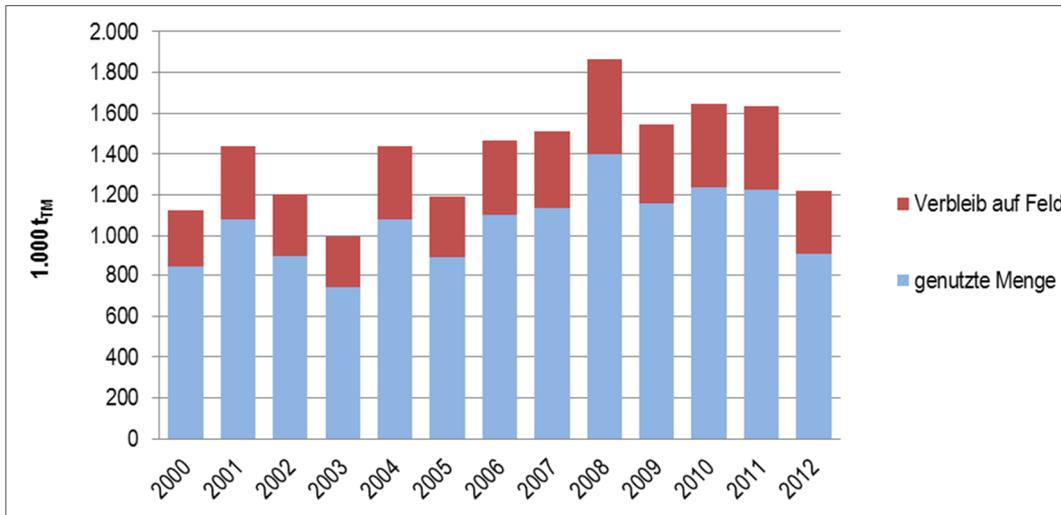


Abbildung 9: Aufkommen und Nutzung an Getreidestroh (ohne Maisstroh)

Quelle: Eurostat (2013b), Eisenmenger et al. (2011), eigene Berechnungen und Darstellung

3.2.2 Viehhaltung, Futter, Fleischproduktion

In Abbildung 10 ist die Entwicklung des Viehbestandes seit dem Jahr 1995 dargestellt. Es zeigt sich, dass der Bestand der bedeutendsten Tierarten, nämlich jener von Rindern und Schweinen, in diesem Zeitraum deutlich abgenommen hat. Bei Rindern ist ein Rückgang um rund 15 % und bei Schweinen um ca. 20 % zu verzeichnen.

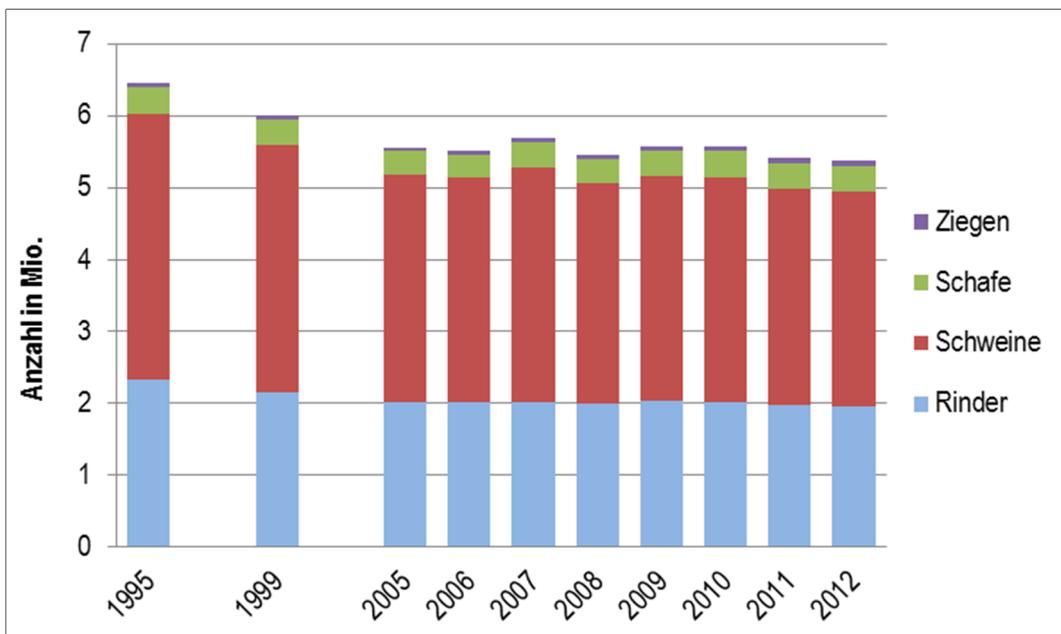


Abbildung 10: Viehhaltung im Zeitraum 1995 bis 2012

Quelle: Statistik Austria (2013), eigene Darstellung

Dennoch stellen die mit Viehhaltung in Zusammenhang stehenden Biomasseflüsse eine zentrale Komponente des inländischen Biomasseaufkommens und -verbrauchs dar, wie bereits anhand der Daten der MFA (Abschnitt 2) gezeigt wurde. Die folgenden Abbildungen geben einen detaillierteren Einblick in die Biomasseflüsse.

In Abbildung 11 ist eine Abschätzung des gesamten Futteraufkommens, aufgeschlüsselt nach Art bzw. Herkunft, dargestellt. Die Gesamtmenge beläuft sich abzüglich Exporten an Futtermitteln (dargestellt als negativer Wert) auf rund 12 Mio. t_{TM}, wobei Verluste bei der Lagerung, Verfütterung etc. nicht inkludiert sind.⁹ Dieser Wert ist in guter Übereinstimmung mit der Futtermittelbilanz, die von Statistik Austria in Zusammenarbeit mit dem LFZ Raumberg-Gumpenstein erstellt wird (Statistik Austria, 2013h).¹⁰ Zwar liegen für 2011 derzeit noch keine Daten vor, die Daten für die Jahre 2005 bis 2010 liegen jedoch in einem Bereich von 10,5 bis 11,5 Mio. t_{TM}. Die Daten der MFA deuten hingegen auf einen deutlich höheren Verbrauch an Futter hin. (Mehr dazu in Abschnitt 3.4.2.)

Etwas weniger als die Hälfte des gesamten Futteraufkommens geht auf Grünland zurück. Der Anteil von Futtergetreide (Statistik Austria, 2013d) beläuft sich auf knapp ein Viertel. Diverse Futtermittel wie Pressrückstände, Futterzubereitungen und pflanzliche Nebenprodukte der Lebensmittelindustrie machen knapp 20 % des Futteraufkommens aus (eigene Berechnung auf Basis von Statistik Austria, 2013f und Eurostat, 2013c).

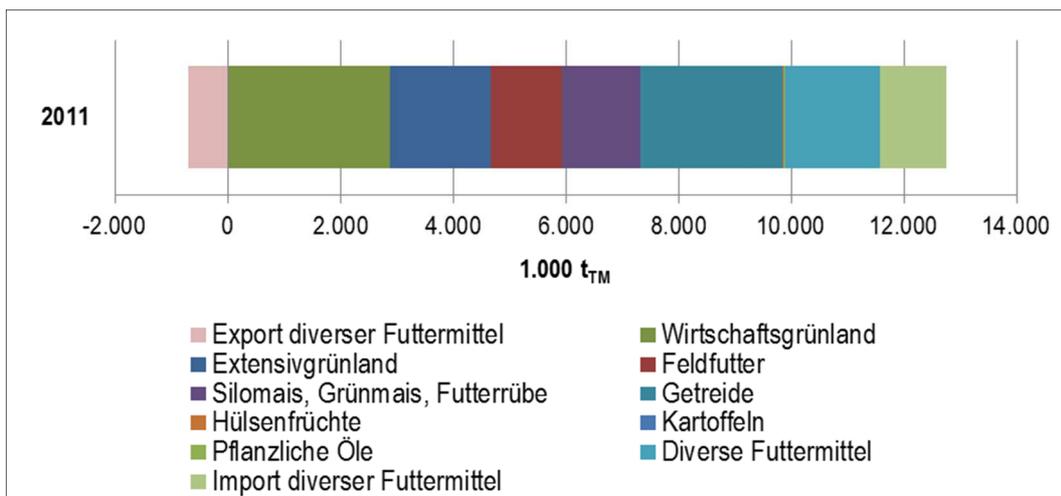


Abbildung 11: Abschätzung des Gesamtaufkommens an Futter im Jahr 2011

Quelle: Statistik Austria (2013d), BMLFUW (2013c), Eurostat (2013c), eigene Berechnungen und Darstellung

Die jährliche Erzeugung an Fleisch beträgt – gemessen am Schlachtgewicht in Tonnen Trockenmasse – etwa ein Fünfzigstel des Jahresverbrauchs an Futter, wie eine Gegenüberstellung von Abbildung 11 mit Daten der Versorgungsbilanz für Fleisch (Abbildung 12) zeigt¹¹. Aus der Bilanz geht des Weiteren hervor, dass Österreich bei lebenden Tieren ein Nettoimporteur und bei Fleisch bzw. Fleischprodukten ein Nettoexporteur ist. Im Durchschnitt der Jahre 2007 bis 2012 belief sich der Selbstversorgungsgrad bei Fleisch auf 110 %.

⁹ Für die Bereitstellung von Futter von Grünland werden die Gesamtverluste mit rund 30 % beziffert (BMLFUW, 2013b); es handelt sich dabei also um durchaus relevante Größenordnungen.

¹⁰ In den veröffentlichten Daten wird lediglich zwischen „marktgängigem“ und „nicht marktgängigem“ Futter unterschieden. Daher kann diese Statistik nicht für die Ableitung von Biomasseflüssen herangezogen werden.

¹¹ Die „Bruttoeigenerzeugung“ umfasst sämtliche im Inland erzeugten Tiere, unabhängig von der Schlachtung im In- oder Ausland (Statistik Austria, 2013d).

Der Außenhandel mit Fleisch hat im Laufe der letzten Jahre merklich zugenommen: Sowohl bei Importen als auch bei Exporten ist seit 2007 ein Anstieg um über 20 % zu verzeichnen. Der Inlandsverbrauch ist hingegen nahezu konstant geblieben.

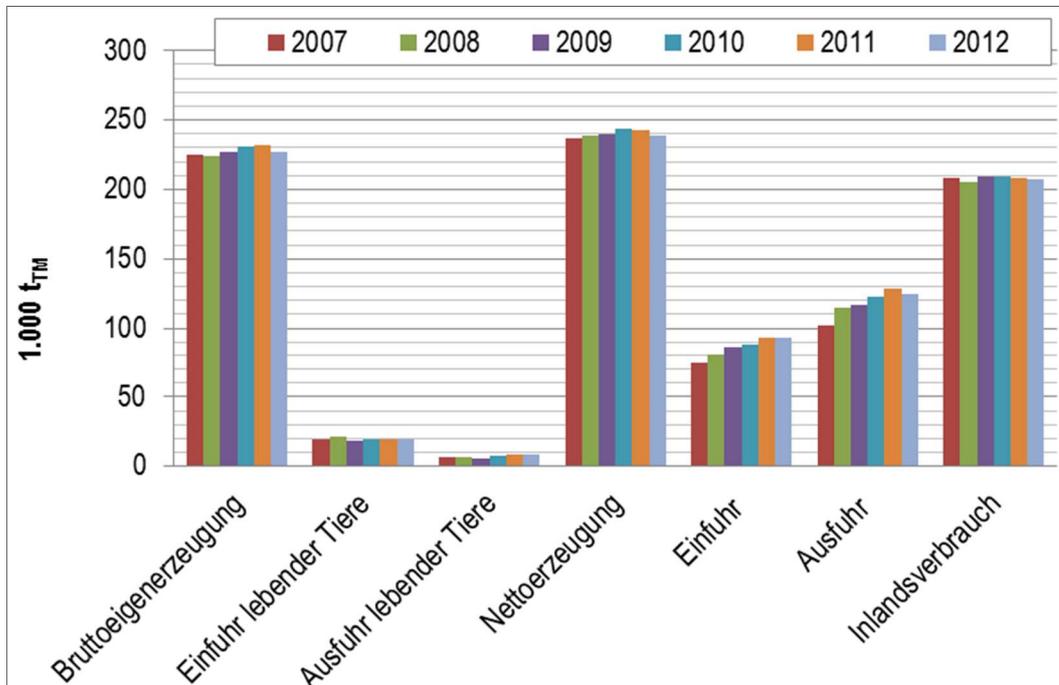


Abbildung 12: Daten der Versorgungsbilanz für Fleisch (Schlachtgewicht in Tonnen Trockenmasse)

Quelle: Statistik Austria (2013d), eigene Darstellung

Die Gesamtproduktion von Rohmilch (Kuh-, Schaf- und Ziegenmilch) belief sich in den letzten Jahren auf knapp 3,4 Mio.t. Dies entspricht rund 400.000 t_{TM}, wenn man von einem durchschnittlichen Trockensubstanzgehalt von 12 % ausgeht (Baier et al., 2008). Fast 90 % davon werden zu „Milchprodukten inkl. Konsummilch“ weiterverarbeitet. Der Rest beinhaltet direkt vermarktete Rohmilch („Nahrungsverbrauch“ in Abbildung 13), als Futter eingesetzte Mengen sowie Verluste.

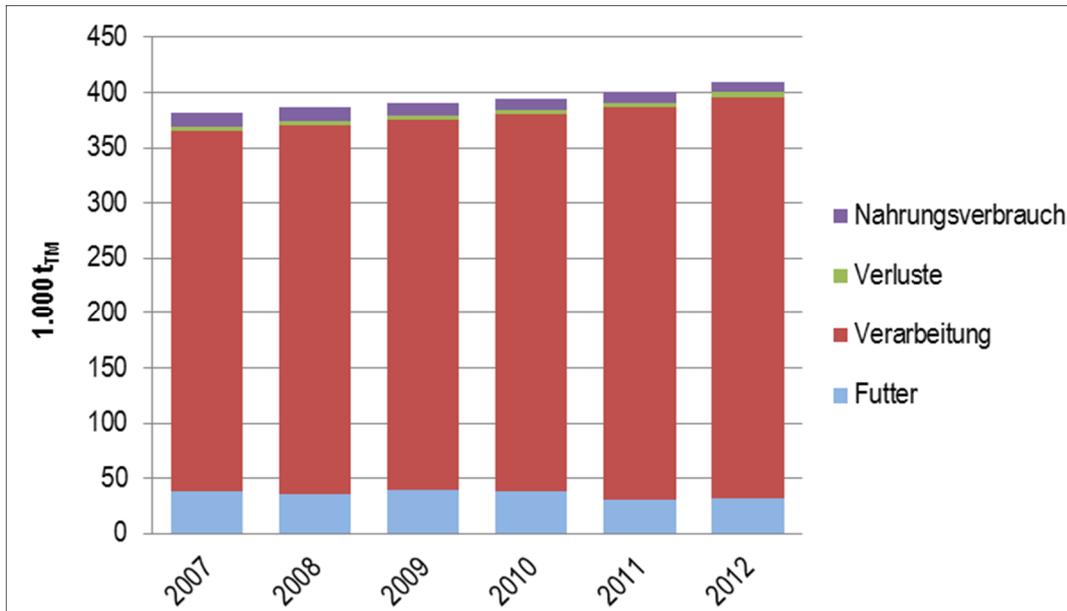


Abbildung 13: Verwertungsarten der österreichischen Gesamtproduktion von Rohmilch

Quelle: Statistik Austria (2013d), eigene Darstellung

Die Gesamtproduktion von Eiern betrug in den Jahren 2011 und 2012 103.000 bzw. 107.000 t. Der Selbstversorgungsgrad betrug 82 bzw. 83 % (Statistik Austria, 2013d). Bei einem Trockensubstanzgehalt von 26 % ergibt sich für die Produktion eine Menge von rund 27.000 t_{TM} und für den Verbrauch rund 33.000 t_{TM}

Für den gesamte Mengenanfall an Wirtschaftsdünger (Rindergülle und -mist, Schweinegülle und -mist sowie Geflügel und Pferdemit) kann in Anlehnung an Zethner et al. (2012) von rund 33 Mio. t ausgegangen werden. Unter der Annahme eines durchschnittlichen Trockenmassegehaltes von 10 % entspricht dies 3,3 Mio. t_{TM}.

3.2.3 Forstwirtschaft und Holz verarbeitende Industrie

Die „Holzströme“ in Österreich werden bereits seit mehreren Jahren von der Österreichischen Energieagentur im Rahmen des Programms „klimaaktiv energieholz“ analysiert und grafisch aufbereitet (Strimitzer et al., 2014)¹². Die Darstellung erfolgt in den bei den jeweiligen Holzsortimenten bzw. -produkten üblichen Einheiten, nämlich (Ernte-) Festmeter bzw. Kubikmeter.

Die Darstellung der Holzströme (Abbildung 14) umfasst die Ströme vom inländischen Holzaufkommen und Außenhandel über die Holzverarbeitung in den Branchen Säge-, Papier- und Plattenindustrie bis hin zum (Halbfertig-)Produkt bzw. zur energetischen Verwendung. Es werden nicht nur statistische Daten dargestellt, sondern diverse Größen rechnerisch ermittelt (wie beispielsweise die Mengen an Rinde, Kapp- und Manipulationsholz), sodass für jeden Knoten die Kontinuitätsbedingung erfüllt ist. Die Darstellung gibt somit einen detaillierten Einblick in die Mengenströme zwischen den Branchen, deren Rohstoffbezugsquellen und die Herkunft energetisch genutzter Holzsortimente.

Für die gegenständlichen Analysen wurde im Sinne einer einheitlichen Methodik und Darstellungsweise ein größeres Aggregationsniveau gewählt. Sämtliche Daten wurden aus der Online-Datenbank der FAO (2013)

¹² Download der Broschüre: http://www.klimaaktiv.at/erneuerbare/energieholz/holzstr_oesterr.html

bezogen und über spezifische Konversionsfaktoren in Tonnen bzw. Tonnen Trockenmasse umgerechnet. Die gewählten Konversionsfaktoren basieren auf UNECE (2010).

Die folgenden Abbildungen zeigen die Produktionsmengen, Importe und Exporte der relevanten Holzsortimente bzw. -produkte im Zeitraum 2000 bis 2012. Für die Sortimente Sägerundholz und Industrieholz, die in der Holzeinschlagsmeldung (BMLFUW, 2013a) separat ausgewiesen werden, stehen bei Außenhandelsstatistiken lediglich aggregierte Daten zur Verfügung („industrial roundwood“ in FAO, 2013). In Abbildung 16 und Abbildung 17 werden diese Sortimente daher ebenfalls in aggregierter Form ausgewiesen. (Für die grafischen Darstellungen in Abschnitt 3.3 wird hinsichtlich der jeweiligen Anteile auf die Ergebnisse der Holzstromanalysen (Lang et al., 2013) zurückgegriffen.)

Zur Darstellung der „Produktionsmengen“ in Abbildung 15 ist zu erwähnen, dass die Sortimente Sägerundholz, Industrieholz, Brennholz und Waldhackgut (WHG) bei der Waldbewirtschaftung und die übrigen Fraktionen im Laufe der weiteren Verarbeitung bzw. als Nebenprodukte (Sägenebenprodukte; SNP) und Abfälle (Altpapier) anfallen. Die hier dargestellte Produktion (gemäß FAO, 2013) setzt sich also einerseits aus Primäraufkommen aus dem Wald, und andererseits aus Produktionsmengen bzw. Nebenprodukten und Abfällen der Produktion zusammen.

Die in Abbildung 15 dargestellten Zeitreihen zeigen, dass die Erzeugung der Holz verarbeitenden Industrie von 2000 bis 2007 deutlich gestiegen ist. Danach kam es infolge der globalen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zu einem Produktionsrückgang, wobei die Sägeindustrie wesentlich stärker betroffen war als die Papier- und Zellstoff- bzw. die Plattenindustrie. Das inländische Aufkommen an Brennholz und WHG ist im dargestellten Zeitraum deutlich gestiegen.

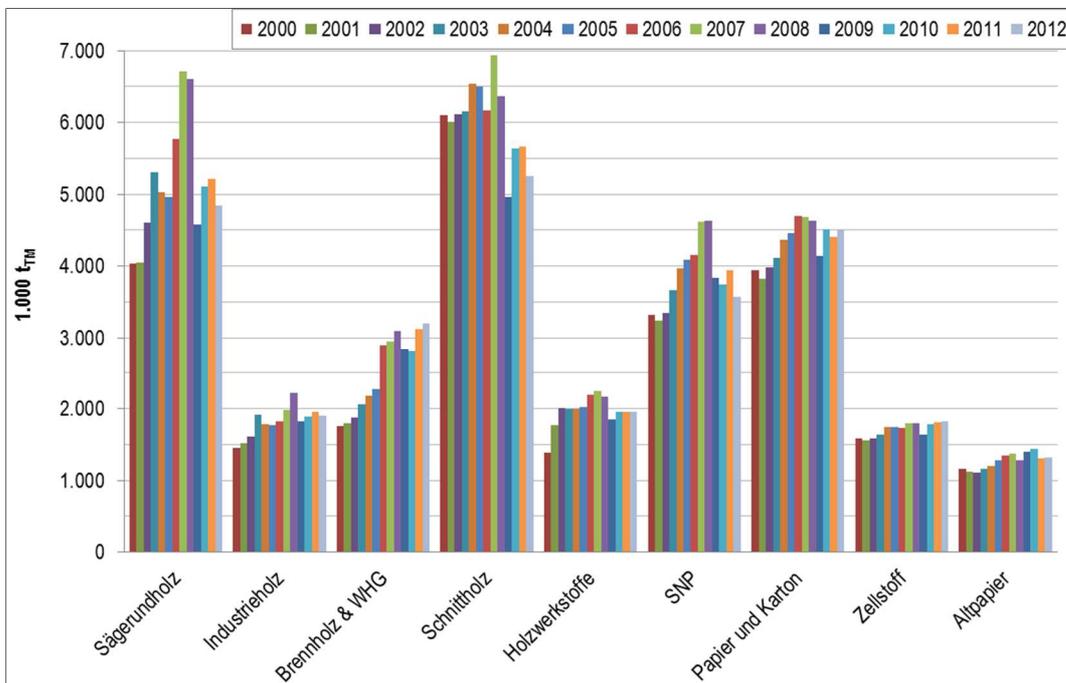


Abbildung 15: Produktion der Forstwirtschaft und der Holz verarbeitenden Industrie von 2000 bis 2012

Quellen: FAO (2013), eigene Berechnungen und Darstellung

Eine Gegenüberstellung mit den Außenhandelsdaten in Abbildung 16 und Abbildung 17 verdeutlicht, dass Österreich Nettoimporteur von Rundholz ist, gleichzeitig aber große Mengen an Holzprodukten exportiert: Sowohl bei Schnitttholz, Holzwerkstoffen als auch Papier sind die Nettoexporte deutlich positiv. Die Exporte bei diesen Produkten waren in den letzten Jahren drei- bis viermal so hoch wie die Importe. Bei Altpapier hingegen, das in großen Mengen in der Papierindustrie wiederverwertet wird, übersteigen die Importmengen die Exporte etwa um den Faktor 3.

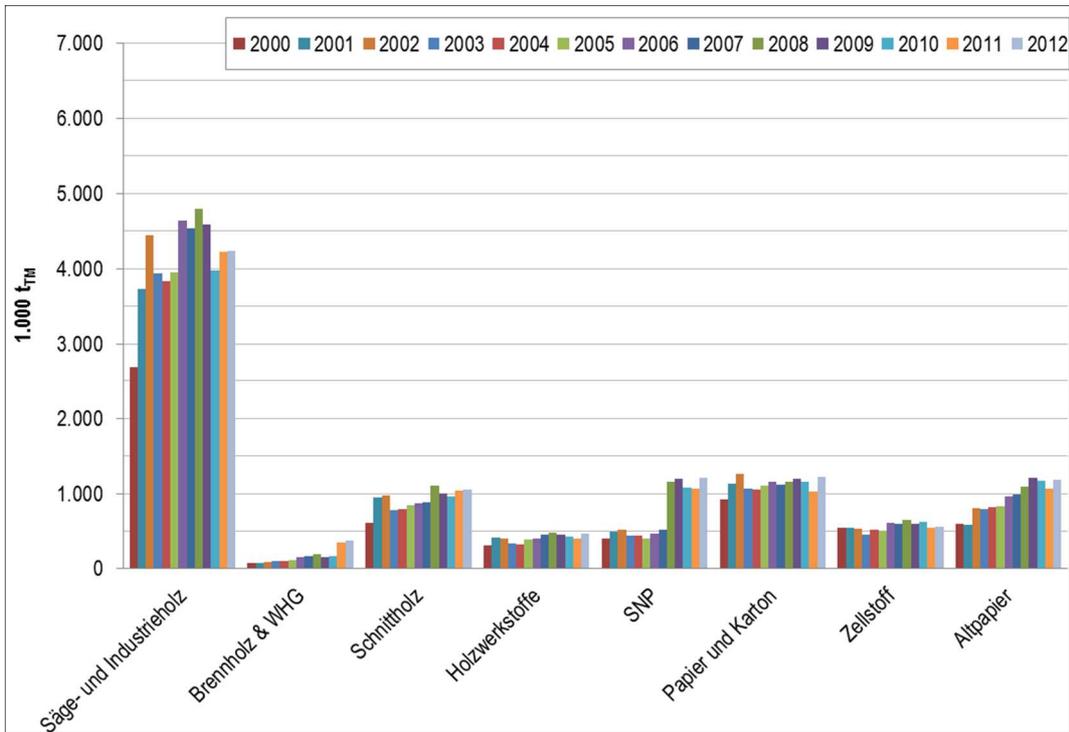


Abbildung 16: Importe von Holz und Holzprodukten im Zeitraum 2000 bis 2012

Quellen: FAO (2013), UNECE (2010), eigene Berechnungen und Darstellung

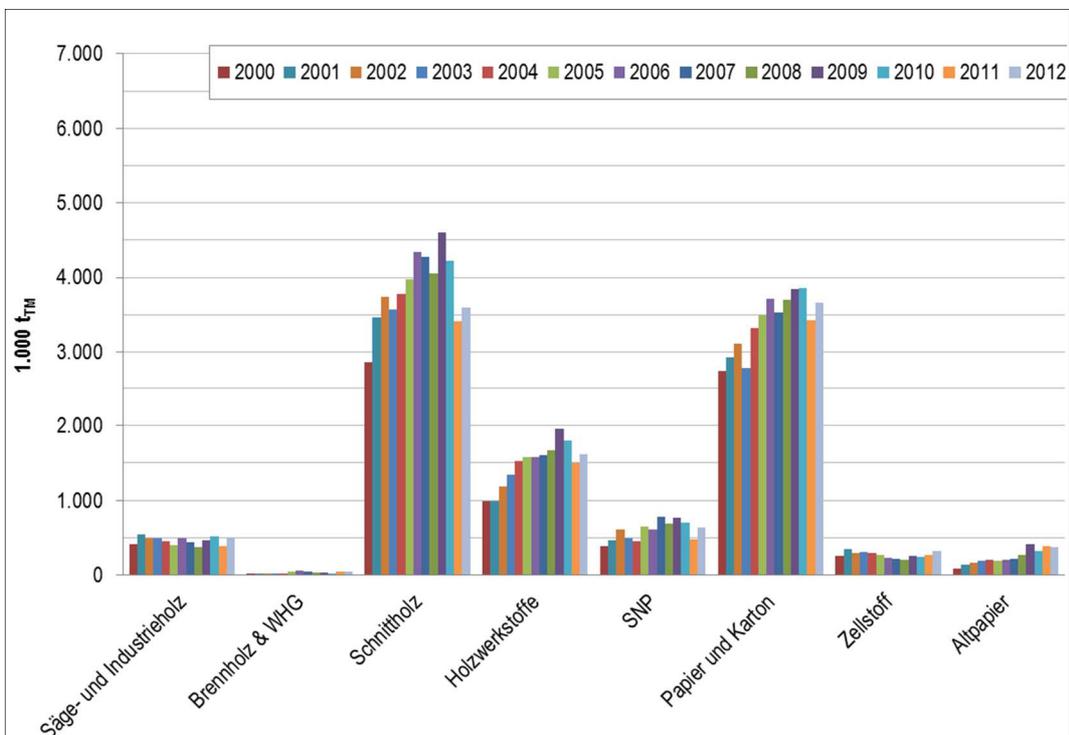


Abbildung 17: Exporte von Holz und Holzprodukten im Zeitraum 2000 bis 2012

Quellen: FAO (2013), UNECE (2010), eigene Berechnungen und Darstellung

3.2.4 Lebensmittel- und Warenproduktion

Die Daten zur Lebensmittelproduktion basieren – mit Ausnahme von Fleisch, Milch und Milchprodukten (für diese Produkte liegen Versorgungsbilanzen vor) – ebenso wie die Daten zur Warenproduktion auf der „Konjunkturstatistik im produzierenden Bereich“ (Statistik Austria, 2013f).

Abbildung 18 zeigt, dass der Lebensmittel-Außenhandel mengenmäßig von großer Bedeutung ist, und sich Import- und Exportmengen in Summe etwa die Waage halten. Hinsichtlich der Produktionsmengen ist allerdings zu erwähnen, dass aufgrund von Abschneidegrenzen bei der Erhebung und Geheimhaltung in manchen Bereichen (siehe Statistik Austria, 2013f) die Produktionsmengen nicht vollständig erfasst sind. Im Bereich der Lebensmittelproduktion ist davon auszugehen, dass die daraus resultierende Unterschätzung der Gesamtproduktion durchaus signifikant ist, zumal insbesondere in ländlichen Regionen Direktvermarktung eine nicht unwesentliche Rolle spielen dürfte.¹³

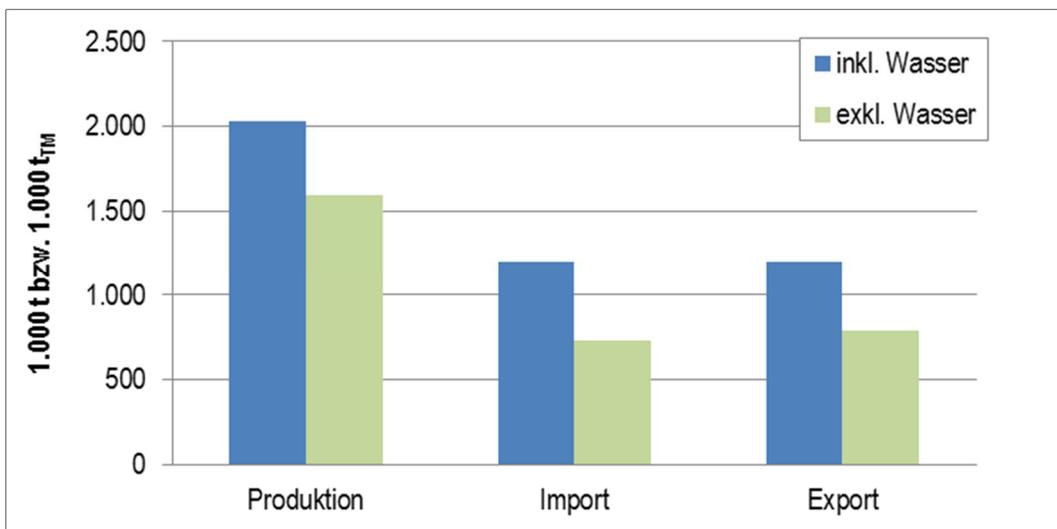


Abbildung 18: Produktions-, Import- und Exportmengen diverser Lebensmittel wie Müllereierzeugnisse, Zubereitungen aus Früchten, Obst und Getreide sowie Backwaren

Quellen: Statistik Austria (2013f), Eurostat (2013c), eigene Berechnungen und Darstellung

Abbildung 19 zeigt die Produktions- und Außenhandelsmengen diverser biogener Waren und verarbeiteter Rohstoffe im Jahr 2011. Konkret handelt es sich dabei um Holzprodukte wie Bilderrahmen, Möbel etc., Flechtwaren, Naturfaserprodukte, Naturkautschuk, Kork, Bambus und Waren daraus. Schnittholz, Holzwerkstoffe, Papierwaren, Lebensmittel und sämtliche Produktions- und Außenhandelsmengen, die bereits in den vorigen Abschnitten behandelt wurden, sind nicht inkludiert. Ebenfalls nicht berücksichtigt ist Kleidung.¹⁴

Generell zeigen sich hier ähnliche Relationen wie bei Lebensmitteln: Die Produktionsmengen in t_{TM} sind etwa doppelt so hoch wie die Import- und Exportmengen, die Exporte liegen geringfügig über den Importmengen.

¹³ Für die Darstellung der Flussmengen werden die Produktionsmengen daher gemäß der Kontinuitätsbedingung auf Basis der Inputflüsse und der Abfallmengen der Lebensmittelindustrie lt. BAWP abgeschätzt.

¹⁴ Die Gründe für die Nichtberücksichtigung von Kleidung sind folgende: Eine Abschätzung des Anteils biogener Materialien wäre mit großem Aufwand verbunden und gleichzeitig mit sehr hohen Unsicherheiten behaftet. Darüber hinaus ist eine Umrechnung der in Statistik Austria (2013f) in Stückzahlen angegebenen Produktionsmengen in Masseneinheiten problematisch.

Wenngleich Gebäude bzw. Gebäudeteile aus Holz und anderen biogenen Baustoffen auch als Waren betrachtet werden können und diese auch in der Konjunkturstatistik berücksichtigt sind, ist der Bausektor hier weitestgehend unberücksichtigt. Der Grund dafür ist, dass für diesen Bereich in der Konjunkturstatistik lediglich Produktionswerte (in Euro) ausgewiesen werden¹⁵. Das heißt, dass insbesondere Schnittholz und Holzwerkstoffe, die im Bausektor eingesetzt werden, hier nicht inkludiert sind¹⁶.

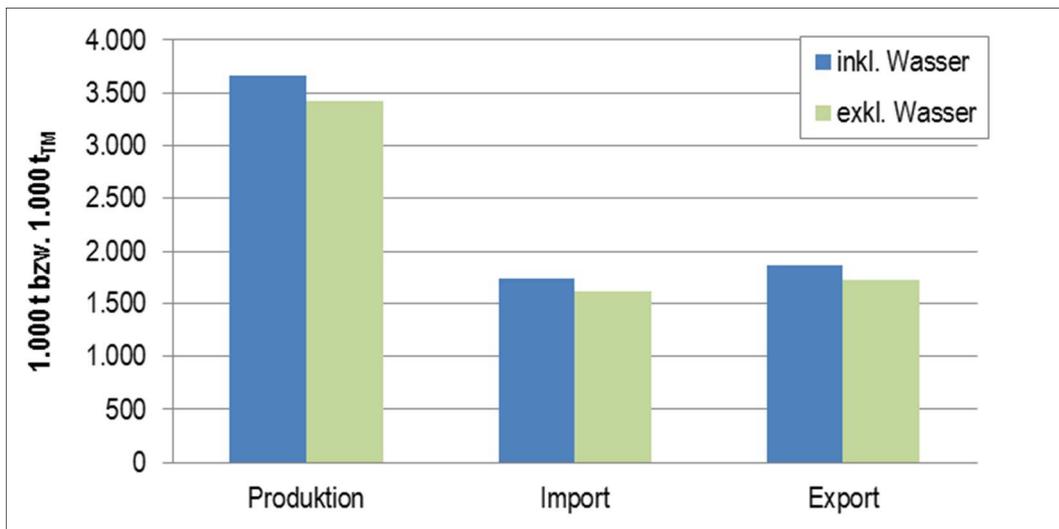


Abbildung 19: Produktions-, Import- und Exportmengen diverser biogener Waren und verarbeiteter Rohstoffe wie Holzprodukte (Bilderrahmen, Möbel etc.), Flechtwaren, Naturfaserprodukte, Naturkautschuk, Kork, Bambus und Waren daraus im Jahr 2011

Quellen: Statistik Austria (2013f), Eurostat (2013c), eigene Berechnungen und Darstellung

3.2.5 Abfallwirtschaft

Daten zu Abfallaufkommen und -verwertung wurden in erster Linie dem „Statusbericht 2012“ des Bundesabfallwirtschaftsplans (BAWP) entnommen (siehe BMLFUW, 2013b). Berücksichtigt wurden sämtliche Abfallfraktionen, die eindeutig biogener Herkunft sind (wie Holzabfälle, Papierabfälle oder Klärschlamm) sowie explizit ausgewiesene biogene Anteile gemischter Abfälle (z.B. bei gemischten Siedlungsabfällen).

In Abbildung 20 sind die Aufkommensmengen biogener Abfälle laut BAWP zusammengefasst. Als Bezugsjahr wird im „Statusbericht 2012“ das Jahr 2010 angegeben, de facto stellen einige Daten jedoch Schätzungen des jährlichen Aufkommens im Zeitraum 2009 bis 2011 dar. Dass sich die Daten nicht explizit auf das eigentliche Bezugsjahr der gegenständlichen Biomasseflussanalyse, nämlich 2011, beziehen, wird als sekundär erachtet, zumal die Unsicherheiten in diesem Bereich als größer eingeschätzt werden als jährliche Schwankungen bzw. beim Aufkommen.

¹⁵ Die einzige Ausnahme stellen „vorgefertigte Gebäude aus Holz“ (ÖPRODCOM-Code 16.23.20.00) dar, die bei einer Jahresproduktion von rund 7.000 Stück jedoch vernachlässigbar sind.

¹⁶ Für die Darstellung der Biomasseflüsse (Abschnitt 3.3) erfolgt eine Schätzung auf Basis der Produktionsmengen und Außenhandelsströme von Schnittholz und Holzwerkstoffen.

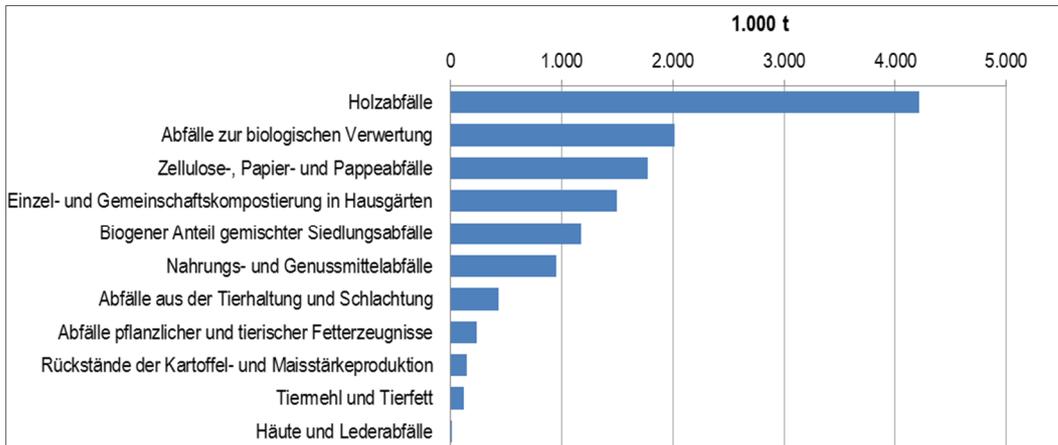


Abbildung 20: Aufkommen biogener Abfälle im Jahr 2010

Quelle: UBA (2012) bzw. Statusbericht 2012 (siehe BMLFUW, 2013b), eigene Aufbereitung und Darstellung

Wie bereits oben erwähnt, überschneiden sich die im BAWP ausgewiesenen Abfall- bzw. Reststoffmengen zum Teil mit anderweitig berücksichtigten Aufkommen. So beinhaltet etwa die Kategorie „Holzabfälle“ SNP, die bereits im Rahmen der Holzstatistik (Abschnitt 3.2.3) behandelt wurden. Zwar zeigt sich eine gute Übereinstimmung zwischen diesen beiden Quellen, eine Gegenüberstellung mit den energetisch und stofflich genutzten Mengen (siehe unten bzw. Abbildung 14) deutet jedoch darauf hin, dass es zu einer signifikanten Untererfassung der Aufkommensmengen an SNP kommt (mehr dazu in Abschnitt 3.4). Weiters werden große Mengen an Nahrungs- und Genussmittelabfällen als Tierfutter eingesetzt (siehe Abbildung 11), und das Aufkommen an Zellulose-, Papier- und Pappeabfällen überschneidet sich mit der „Produktionsmenge“ an Altpapier lt. Holzstatistik der FAO (siehe Abbildung 15).

3.2.6 Energie

Abbildung 21 zeigt die Entwicklung der energetischen Nutzung biogener Energieträger laut Energiebilanz (Statistik Austria, 2013e) nach Umrechnung in Tonnen Trockenmasse. Insgesamt wurden 2011 rund 12 Mio. t_{TM} an Biomasse zur Energieerzeugung verwendet. Der Großteil davon ist Holz bzw. holzbasierte Brennstoffe. Neben Brennholz, Pellets, Briketts, Holzabfall und Holzkohle stellt auch Ablauge der Papierindustrie einen holzbasierten Brennstoff dar. Holzabfall beinhaltet SNP und Waldhackgut. Weitere biogene Energieträger sind die biogenen Kraftstoffe Biodiesel, Ethanol und Pflanzenöl sowie gasförmige Biomasse (Biogas, Klärgas und Deponiegas). Die Kategorie „Sonstige Biogene fest“ beinhaltet Klärschlamm, Tiermehl und Tierfett (Statistik Austria, 2011).

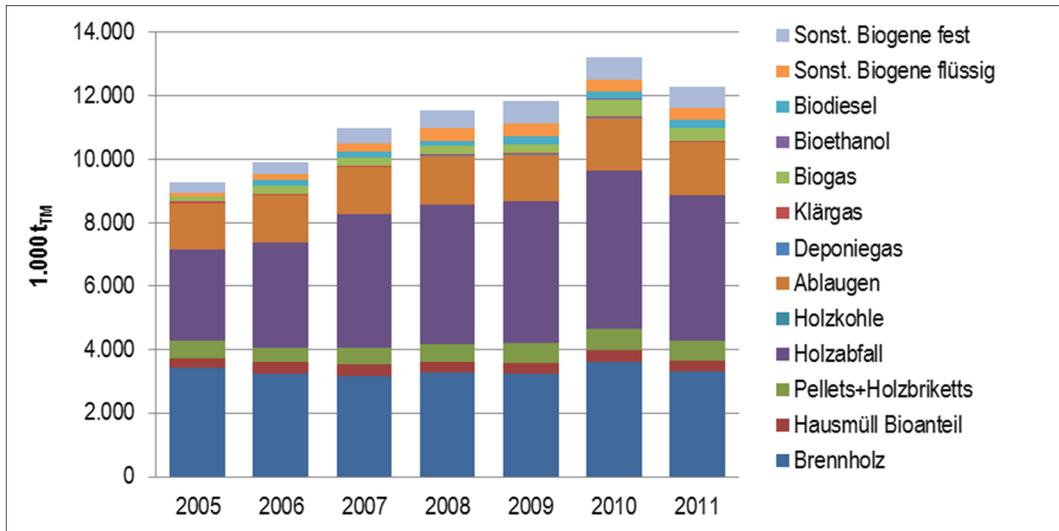


Abbildung 21: Energetische Nutzung biogener Energieträger (Bruttoinlandsverbrauch) im Zeitraum 2005 bis 2011

Quelle: Statistik Austria (2013e), eigene Berechnungen und Darstellung

Im Kontext der Nutzung nachwachsender Rohstoffe sind Daten zu biogenen Kraftstoffen von besonderem Interesse: Für die Herstellung von Bioethanol als Kraftstoff werden in Österreichs einziger kommerzieller Produktionsanlage im niederösterreichischen Pischelsdorf vor allem Weizen, Mais und Triticale eingesetzt. Der gesamte Rohstoffeinsatz betrug im Geschäftsjahr 2011/12 rund 554.000 t, und damit um 17.000 t mehr als im Vorjahr. Die 2011 in Österreich produzierte Menge an Ethanol belief sich auf rund 170.000 t (bzw. t_{TM} , da es sich um wasserfreies Ethanol handelt), wobei mehr als die Hälfte davon in den Export ging (Winter, 2012). Die Importe betragen 2011 rund 25.000 t. Die Statistik für 2012 stellt sich sehr ähnlich dar: Inlandsproduktion und -verbrauch blieben nahezu konstant; lediglich bei Aus- und Einfuhren kam es zu einem leichten Rückgang (Winter, 2013). Neben dem Kraftstoff Ethanol werden in Pischelsdorf jährlich bis zu 190.000 t Eiweißfuttermittel erzeugt.

Während Österreich bei Bioethanol Netto-Exporteur ist, zeigt sich im Bereich von Biodiesel eine starke Importabhängigkeit: 2011 lag der inländische Konsum bei rund 507.000 t. Die heimische Produktion belief sich auf rund 310.000 t. Darüber hinaus stammt ein Großteil der zur Biodieselherstellung eingesetzten Rohstoffe aus dem Ausland: Der Selbstversorgungsgrad bei pflanzlichen Ölen lag in den Jahren seit 2006 bei maximal 30 % (Statistik Austria, 2013d), im Wirtschaftsjahr 2010/11 betrug er lediglich 26 %.

Von 2011 auf 2012 sind sowohl die inländische Produktion als auch der Konsum von Biodiesel gesunken. Dennoch betrug der Selbstversorgungsgrad bei pflanzlichen Ölen 2011/12 nur rund 30 %. Der Selbstversorgungsgrad bei Biodiesel (d.h. die gesamte im Inland produzierte Menge bezogen auf den Verbrauch ohne Berücksichtigung der Rohstoffimporte) sank infolge des Produktionsrückgangs von 61 % auf 53 %.

Der Einsatz von Pflanzenöl als Kraftstoff stellt eine Nischenanwendung dar. Laut Winter (2013) kann für 2011 und 2012 von einer Nutzung von rund 17.000 t ausgegangen werden.

3.3 Biomasseflussbild

3.3.1 Erläuterungen zur grafischen Darstellung

Die grafische Darstellung der Biomasseflüsse erfolgt in Form von „Sankey-Diagrammen“, einer bewährten Form zur Veranschaulichung komplexer Zusammenhänge im Bereich der Material- und Energieflussanalysen.

Die Darstellungen setzen sich aus „Knoten“ und „Flüssen“ zusammen. Knoten stellen die Quellen, Senken und Umwandlungsprozesse von Flüssen dar und repräsentieren Biomasseaufkommen wie landwirtschaftliche Produktion, Verarbeitungsprozesse, beispielsweise in der Holz verarbeitenden Industrie, und Verwertungsarten wie energetische Nutzung. Die Darstellung von Flüssen erfolgt proportional zur entsprechenden Flussmenge, d.h. deren Masse.

Um Fehlinterpretationen zu vermeiden, wird auf folgende Eigenheiten der Darstellung hingewiesen:

- Die folgende Abbildung zeigt ein exemplarisches Sankey-Diagramm mit einem zentralen „Verarbeitungsknoten“ mit jeweils zwei Input- und Outputflüssen. Knoten werden in dunkelgrau dargestellt und sind mit der Knotenbezeichnung beschriftet. Die Flussrichtung ist grundsätzlich von links nach rechts, sodass Inputflüsse auf der linken Seite eines Knotens enden und Outputflüsse an der rechten Seite beginnen. „Schleifen“ ergeben sich in erster Linie bei Reststoffnutzung, der Ausbringung von Wirtschaftsdünger auf landwirtschaftlichen Flächen oder auch der Verwendung von Getreide als Saatgut. Zur klaren Kennzeichnung sind solche „Rückflüsse“ in einer eigenen Farbe, nämlich Beige dargestellt.

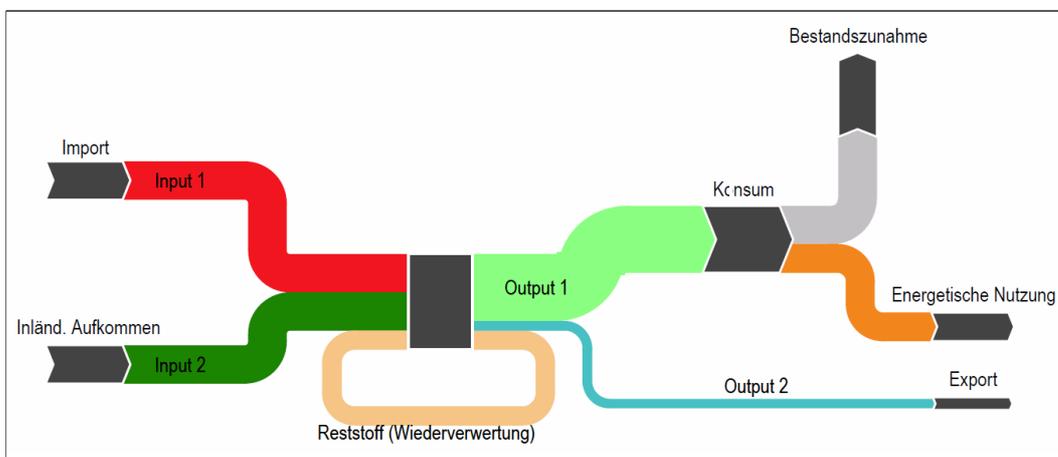


Abbildung 22: Exemplarische Darstellung eines Sankey-Diagramms

- Im Allgemeinen setzen sich Flüsse aus mehreren Arten von Rohstoffen oder Waren zusammen. Bezeichnet werden diese als die „Komponenten“ eines Flusses. Da die Gesamtdarstellung (trotz einer relativ starken Aggregation im Zuge der Datenaufbereitung) rund 50 verschiedene Komponenten umfasst, wurde auf eine separate Darstellung der Komponenten zugunsten der Lesbarkeit verzichtet.
- Import- und Exportflüsse sowie Flüsse zur energetischen Nutzung sind jeweils in eigenen Farbe (Rot, Türkis bzw. Orange) dargestellt. Darüber hinaus wurden zur besseren Lesbarkeit Flüsse landwirtschaftlicher Herkunft grün und jene vorwiegend forstwirtschaftlichen Ursprungs braun dargestellt. Sonstige Flüsse (in

erster Linie Waren aus biogenem Material und Abfälle) sind (zumeist) in hellgrüner Farbe gehalten. Da sich ein Großteil der Flüsse jedoch aus mehreren verschiedenen Komponenten (d.h. Rohstoffen, Produkten bzw. Reststoffen und Abfällen) zusammensetzt und sich die o.g. Gruppen zum Teil überschneiden, ist die farbliche Zuordnung als Orientierungshilfe und nicht als scharfe Abgrenzung zu verstehen.

- Bestandsänderungen und „Biomasse-Abbau“ (Umsetzung im tierischen und menschlichen Stoffwechsel, Verbrennung und biologischer Abbau in Kompost- und Biogasanlagen) sind als pfeilförmige Knoten nach oben dargestellt. Obwohl es sich in der Realität nicht um Materialflüsse im eigentlichen Sinn, sondern vielmehr um Prozesse innerhalb der zugehörigen Knoten handelt, sind sie als Flüsse in grauer Farbe dargestellt, um die Größenordnungen inländischer „Biomasse-Senken“ explizit auszuweisen bzw. sichtbar zu machen.
- Um auch geringe Flussmengen erkennbar darzustellen, wurde eine Mindestflussbreite festgelegt. Bei Knoten mit geringen Gesamtmengen bzw. solchen mit zahlreichen Flüssen geringer Menge kann dies dazu führen, dass in der grafischen Darstellung eine gewisse Diskrepanz zwischen Input- und Outputmengen entsteht, die nicht den zugrundeliegenden Daten entspricht.
- In den Darstellungen werden einige Flüsse, wie beispielsweise das Gesamtaufkommen an Nutzpflanzen, bestehend aus Importen und inländischer Produktion, zu Zwischensummen zusammengeführt. Diese dienen in erster Linie der besseren Lesbarkeit. Solche Knoten sind zur Unterscheidung von Knoten mit realer Bedeutung in Pfeilform dargestellt und mit „Zwischensumme [Bezeichnung der Komponente(n)]“ beschriftet.

3.3.2 Strukturierung

In Tabelle 1 werden die Knoten des Biomasseflussbildes erläutert.

Tabelle 1: Knoten des Biomasseflussbildes

Bezeichnung	Erläuterung / Kommentare
Biologischer Abbau	Gesamte Biomasse, die in Biogas- und Kläranlagen biologisch abgebaut wird
Ackerflächen und Dauerkulturen	Sämtliche landwirtschaftliche Produktion von Nutzpflanzen auf inländischen Flächen mit Ausnahme von Grünland; neben Ackerflächen sind auch Hausgärten und Dauerkulturen inkludiert.
Anaerobe Fermentation	Vergärung biogener Abfälle in Biogas- und Klärgasanlagen zur Gewinnung gasförmiger Energieträger
Biokraftstoffproduktion	Erzeugung von Biodiesel und Ethanol (sowie der diversen Nebenprodukte)
Bestandszunahme Waren	Gesamte Bestandszunahme an biogenen „Waren“ (inkl. Gebäude bzw. Gebäudeteile aus Holz u.ä.)
Deponierung	Ablagerung auf Deponien (Deponierung von Asche aus Biomassefeuerungen wird nicht dargestellt); Deponiegas wird als Output dargestellt.
Diverse Industrie & Warenproduktion	Beinhaltet sämtliche Arten von industrieller Verarbeitung und Warenproduktion mit Ausnahme der separat ausgewiesenen Industrien (HVI, LMI etc.); inkludiert ist die Produktion von Waren aus Papier, tierischen Produkten etc., von Stärke für industrielle

	Zwecke sowie die Verwendung von Schnittholz und Holzwerkstoffen im Bausektor und anderen Bereichen.
Extensivgrünland	Almen, Bergmäher, Hutweiden, ein- und zweimähdige Wiesen
Energetische Nutzung	Sämtliche Arten von energetischer Verwertung im Inland (entspricht "Bruttoinlandsverbrauch" der Energiebilanz)
Export	Sämtliche Exporte biogener Rohstoffe und Produkte
Fleisch- und Fischverarbeitung	Verarbeitung von Tierkörpern zu Fleisch; Schlachtabfälle werden als Nebenprodukt berücksichtigt.
Forstwirtschaft	Inländische Waldflächen
Gewässer & Aquakulturen	Inländische Gewässer und Aquakulturen
Holz verarbeitende Industrie	Sägeindustrie, Papier- und Zellstoffindustrie, Plattenindustrie; die Produktion von Holzpellets und -briketts ist ebenfalls inkludiert, da diese zumeist auf Basis von SNP in Betrieben der HVI stattfindet.
Import	Sämtliche Importe biogener Rohstoffe und Produkte
Kläranlagen	Abwasserreinigungsanlagen; Input an Abwasser ist als „Klärschlammäquivalent“ dargestellt.
Kompostierung	Kommunale Kompostierungsanlagen sowie Einzel- und Gemeinschaftskompostierung in Hausgärten
Lebensmittelindustrie & -handel	Sämtliche Verarbeitung, Produktion und Vermarktung von Lebensmitteln wie Milchprodukten, tierischen und pflanzlichen Erzeugnissen mit Ausnahme von Direktvermarktung (sofern Daten vorliegen)
Lebensmittelkonsum	Sämtlicher Konsum von Lebensmitteln
Menschlicher Metabolismus	Gesamte Menge an Nahrungsmitteln, die im menschlichen Stoffwechsel in Energie umgewandelt werden.
Ölmühlen	Verarbeitung von Ölsaaten zu Pflanzenöl und Ölschrot bzw. -kuchen
Sonstige Grünflächen	Parks, Grünstreifen, private Grünflächen etc.
Tierhaltung	Nutztierhaltung (sämtliche Tierarten); Input sind Futter und Einstreu, Outputs sind Gülle und Mist (Wirtschaftsdünger), Tierkörper und Rohmilch
Tierischer Metabolismus	Gesamte Menge an Futter, die im tierischen Stoffwechsel in Energie umgewandelt wird.
Tierkörperverwertung	Verarbeitung von Schlachtabfällen (Inputs und Outputs werden hier gleichermaßen als Schlachtabfälle bezeichnet)
Warenkonsum	Sämtlicher Konsum von Waren aus (vorwiegend) biogenen Produkten sowie die Nutzung von Schnittholz, Holzwerkstoffen und anderen biogenen Materialien im Bausektor; nicht berücksichtigt ist Kleidung aus Naturfasern.
Wirtschaftsgrünland	Kulturweiden und mehrmähdige Wiesen

3.3.3 Grafische Darstellung

Die folgenden Darstellungen zeigen die Biomasseflüsse in Österreich im Jahr 2011. Abbildung 23 vermittelt einen Überblick über die Struktur und die Knoten des Flussbildes. In Abbildung 24 sind die Flüsse in der Einheit Tonnen Trockenmasse dargestellt, in Abbildung 25 in Tonnen Feuchtmasse (d.h. inkl. spezifischer Wassergehalte). Bei einem Vergleich der Darstellungen ist zu beachten, dass unterschiedliche Skalierungen gewählt wurden (konkret unterscheiden sie sich um den Faktor 2, d.h. einer Flussmenge von beispielsweise 5 Mio. t_{TM} ist in Abbildung 24 mit derselben Flussbreite dargestellt wie eine Menge von 10 Mio. t in Abbildung 25). Englische Versionen der Flussbilder sowie die zugrundeliegenden Daten befinden sich im Anhang.

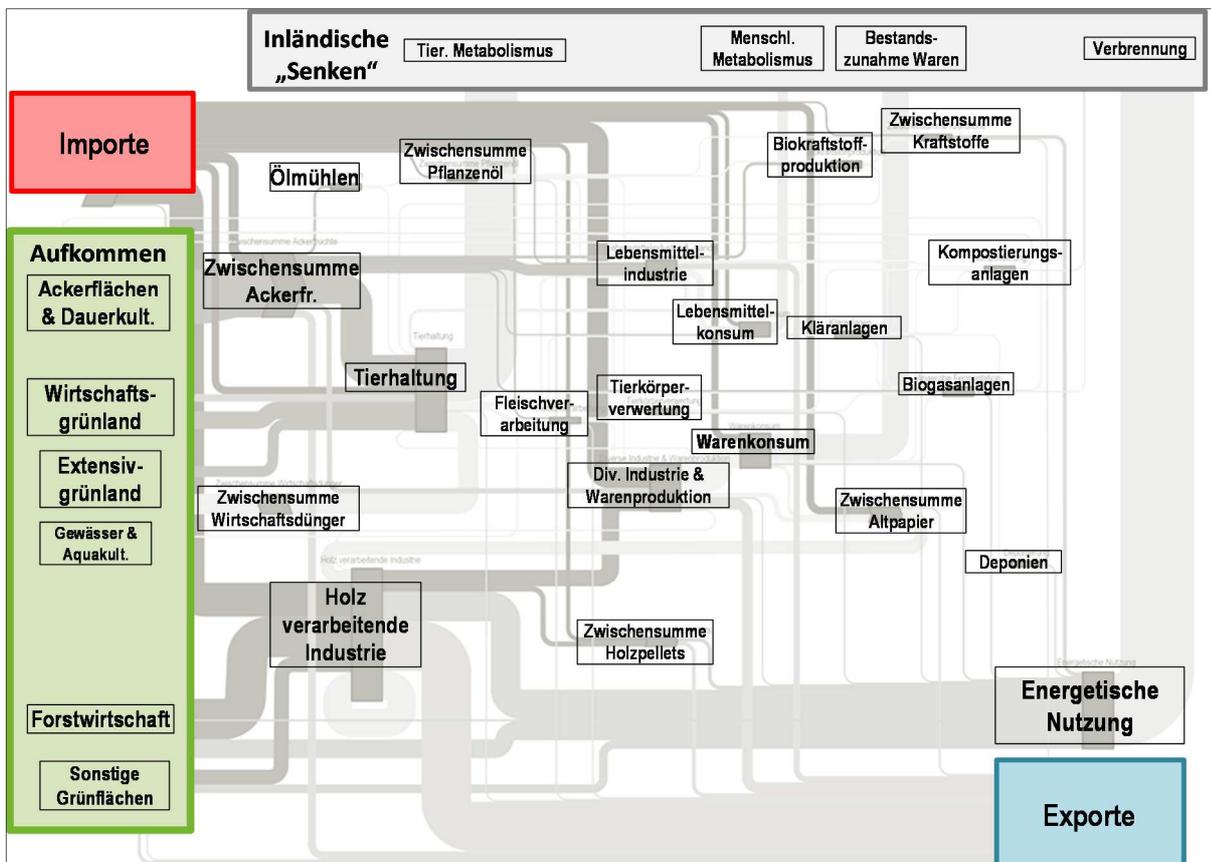


Abbildung 23: Überblick über die Struktur des Biomasseflussbildes

In der Darstellung auf Basis der Trockenmasse (Abbildung 24) stellen die Biomasseflüsse der Holz verarbeitenden Industrie den mengenmäßig relevantesten Teilbereich dar. Sowohl beim Biomasse-Außenhandel als auch beim inländischen Aufkommen fließen die größten Mengen über die Säge-, Papier- und Zellstoff- bzw. Plattenindustrie (wobei der Sägeindustrie eine zentrale Rolle bei der Rohstoffversorgung der anderen Branchen zukommt, da die bei der Schnittholzproduktion anfallenden Sägenebenprodukte (SNP) zu einem Großteil von Papier- und Zellstoff- bzw. Plattenindustrie stofflich genutzt werden; siehe Strimitzer et al., 2014 bzw. Abbildung 14). Auch hinsichtlich der energetischen Biomassenutzung spielt die Holz verarbeitende Industrie eine wesentliche Rolle, wie das Flussbild verdeutlicht. Einerseits aufgrund der energetischen Biomassenutzung in der Industrie selbst, und andererseits durch die Bereitstellung biogener Energieträger (SNP, Holzpellets und -briketts; Brennholz und Waldhackgut als Koppelprodukte der Rundholzernte).

Ein etwas anderes Bild vermittelt das Flussbild in Abbildung 25, in dem die Masseströme inklusive der spezifischen Wassergehalte dargestellt sind. Gegenüber der Darstellung der Trockenmasseströme gewinnen vor allem die mit Tierhaltung in Zusammenhang stehenden Flüsse (insbesondere der Kreislauf bestehend aus inländischem Futterraufkommen, Anfall und Ausbringung von Wirtschaftsdünger auf landwirtschaftlichen Flächen) wesentlich an Bedeutung.¹⁷ Der energetischen Biomassenutzung kommt in dieser Darstellung eine weniger bedeutende Rolle zu, zumal biogene Energieträger im Allgemeinen geringere Wassergehalte aufweisen als beispielsweise Grünfutter.

Durch die Veranschaulichung der Biomasseflüsse von den verschiedenen „Verarbeitungsknoten“ zu energetischer Nutzung verdeutlichen die Flussbilder die Vielfalt biogener Energieträger, sowie die Tatsache, dass Bioenergie zumeist Teil einer Nutzungskaskade ist. Direkte Importe und Exporte zur energetischen Nutzung sind von relativ geringer Bedeutung. Verhältnismäßig große Relevanz haben sie bei biogenen Kraftstoffen und Holzpellets, was in erster Linie in deren hohen spezifischen Energieinhalten und vorteilhaften Eigenschaften zum Transport über längere Entfernungen begründet liegt. Im Gesamtkontext der energetischen Biomassenutzung bzw. der Außenhandelsströme sind diese Import- und Exportströme jedoch von untergeordneter Relevanz.

Dennoch spielen Außenhandelsströme von Biomasse eine große Rolle für den österreichischen Biomasse-sektor. Die Verflechtungen von stofflichen und energetischen Nutzungspfaden haben nämlich zur Folge, dass relativ große Biomasse-mengen, die primär für stoffliche Zwecke importiert werden, letztlich einer energetischen Nutzung zugeführt werden. Am relevantesten sind diese „indirekten Importe“ in der Sägeindustrie, da Österreich große Mengen an Rundholz importiert und zu Schnittholz verarbeitet. Gut 40 % der verarbeiteten Rundholzmenge bleiben in der Regel als SNP zurück, und ein Großteil davon wird energetisch verwertet.¹⁸ Andererseits exportiert Österreich signifikante Mengen an Schnittholz, Papier und Holzwerkstoffen.

Unabhängig von der Art der Darstellung (inkl. oder exkl. Wasser) zeigt sich, dass die bedeutendsten inländischen „Senken“ von Biomasseströmen die Verfütterung an Nutztiere sowie die energetische Verwertung sind. Lebensmittelkonsum ist mengenmäßig von relativ geringer Bedeutung, wenn man vom vorgelagerten Biomassebedarf bei der Herstellung tierischer Produkte absieht. Die Netto-Bestandszunahme an „Waren“ biogenen Ursprungs (inkludiert sind sämtliche Produkte für stoffliche Zwecke, also auch Baustoffe) stellt die drittgrößte Senke dar, wobei Schnittholz und Holzwerkstoffen im Bausektor die bedeutendste Rolle zukommt.

¹⁷ Zu der Diskrepanz von Input- und Outputmengen kommt es beim Knoten „Tierhaltung“ in Abbildung 25, da Wirtschaftsdünger typischerweise deutlich höhere Wassergehalte aufweist als Futter, und separate Wasseraufnahme nicht als Inputstrom dargestellt ist.

¹⁸ In Kalt et al. (2012b) wurde die Relevanz von indirekten Importen für den österreichischen Biomasse-sektor im Jahr 2009 im Detail analysiert.

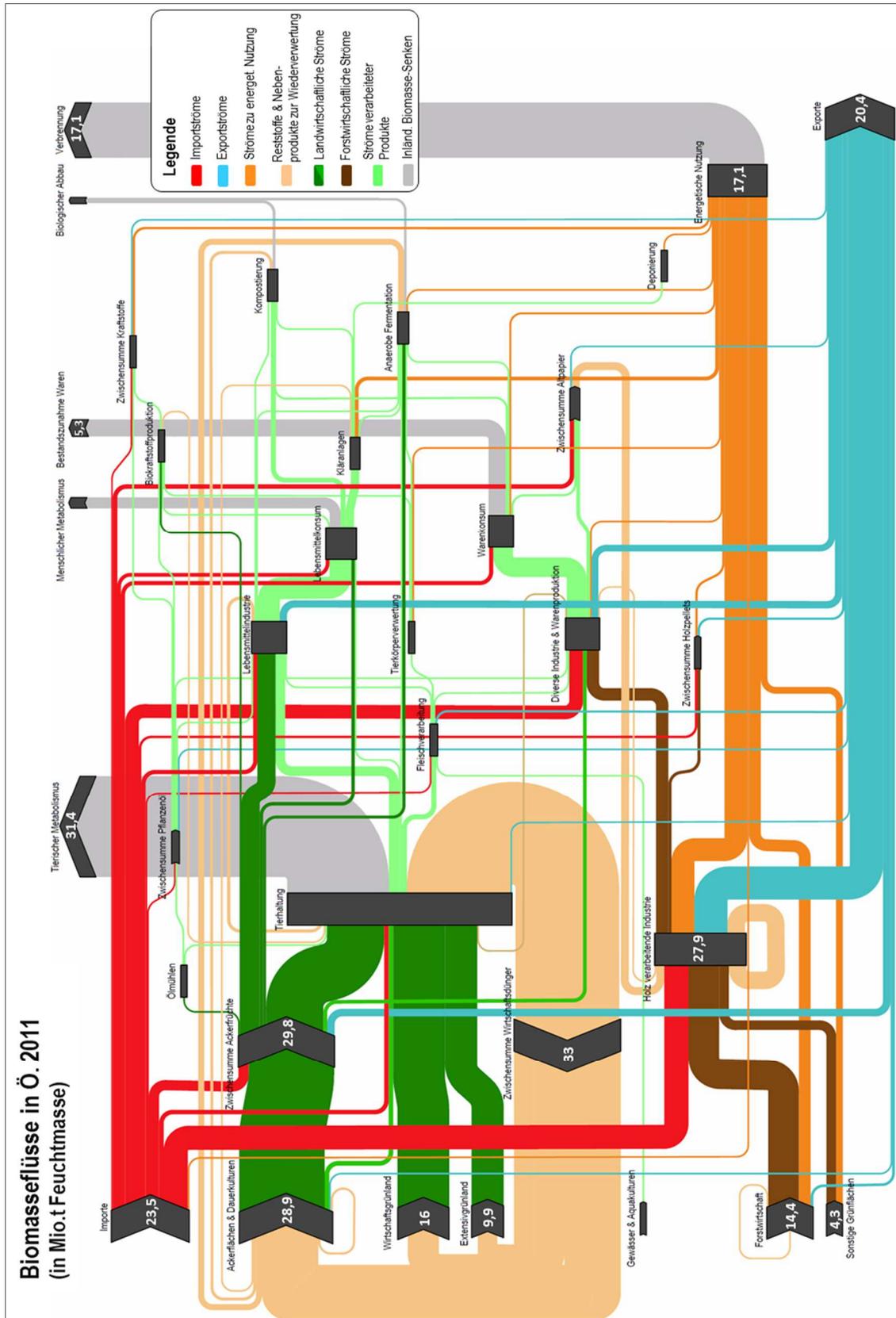


Abbildung 25: Darstellung der Biomasseflüsse in Österreich im Jahr 2011 in Tonnen Feuchtmasse (d.h. inkl. spezifischer Wassergehalte)

3.4 Interpretation, Diskussion & Schlussfolgerungen

3.4.1 Allgemeines

Aus den Ergebnissen lassen sich folgende Schlussfolgerungen ableiten:

- Das Aufkommen an biogenem Material im Bezugsjahr 2011, gemessen in Tonnen Trockenmasse, setzte sich folgendermaßen zusammen: Mit knapp 40 % ging der größte Anteil auf Importe zurück. Der Anteil inländischer landwirtschaftlicher Biomasse betrug rund ein Drittel, und gut 20 % gingen auf forstliche Biomasse aus Österreich zurück. Der Rest setzt sich im Wesentlichen aus statistisch (im Rahmen der Holzeinschlagmeldung) nicht erfasstem Holzaufkommen und Biomasse von diversen Grünflächen zusammen.
- Andererseits waren 2011 die gesamten Exporte annähernd so hoch wie die Importe: Gemessen in t_{TM} beliefen sie sich auf ca. 85 % der Importe.
- Die bedeutendsten inländischen „Senken“ von Biomasseflüssen sind die energetische Nutzung und die Tierhaltung. Rund 12 Mio. t_{TM} an Biomasse wurden im Referenzjahr zur Energieerzeugung genutzt. Die gesamten „Inputflüsse“ in den Bereich Tierhaltung, die verschiedenste Arten von Tierfutter (inkl. Grünlanderträge) sowie Stroh als Einstreu umfassen, beliefen sich auf ca. 13 Mio. t_{TM} .
- Das Flussbild verdeutlicht, dass der überwiegende Anteil energetischer Biomassenutzung in Österreich Teil einer kaskadischen Nutzung ist. Neben Abfällen werden in erster Linie Neben- und Koppelprodukte stofflicher Nutzungspfade energetisch verwertet. Sägenebenprodukte inkl. Rinde und Ablauge der Papierindustrie repräsentieren rund die Hälfte des Biomasseeinsatzes zur Energieerzeugung. Des Weiteren werden Holzpellets und Briketts vorwiegend aus Spänen produziert, die im Zuge der Holzverarbeitung anfallen. Ein weiterer, nicht unwesentlicher Anteil der Biomassenutzung geht auf Abfallströme wie biogenen Hausmüll, Klärschlamm und -gas, getrennt gesammelte Bioabfälle, Abfälle der Fleischproduktion und Deponiegas zurück. Die Fraktionen Scheitholz und Waldhackgut fallen zum Teil als Nebenprodukt der Rundholzernte an. Sofern nicht die Gewinnung von Energieholz im Fokus der Holzernte steht (was teilweise im privaten Kleinwald der Fall ist), sind diese Fraktionen auch Teil einer Nutzungskaskade bzw. ein Koppelprodukt der stofflichen Holznutzung.
- Angesichts der häufig vorgebrachten Forderung nach verstärkter kaskadischer Biomassenutzung ist hervorzuheben, dass Energieerzeugung als primäre Nutzung nur in quantitativ bislang wenig bedeutsamen und seit einigen Jahren stagnierenden Segmenten vorherrscht, nämlich bei biogenen Kraftstoffen und Biogas aus eigens angebauten Energiepflanzen.¹⁹
- Die im Zuge von Biomassebringung und bei diversen Verarbeitungsschritten anfallenden Verluste sind in der Regel nicht bekannt und in den Flussbildern nicht dargestellt. Es wird an dieser Stelle jedoch darauf hingewiesen, dass Materialverluste in manchen Bereichen (z.B. bei Grünlanderträgen; siehe BMLFUW, 2013c) überaus relevante Größenordnungen aufweisen können und bei Verarbeitung und Nutzung zum Teil Effizienzsteigerungen möglich sind, die es im Zuge einer zukünftigen Optimierung der Biomassenutzungsketten zu identifizieren und zu realisieren gilt.

¹⁹ Angemerkt sei hier, dass grundsätzlich auch im Bereich des Energiepflanzenbaus die Möglichkeit besteht, Flächen- und Ressourcenkonkurrenzen zumindest teilweise zu vermeiden, nämlich durch den Anbau von Energiepflanzen als Zwischenfrüchte.

- Wenn auch keine vollständigen Daten zu den mit innovativen NAWARO-Produkten (im Sinne des Programms klimaaktiv nawaro markt) in Zusammenhang stehenden Materialströme vorliegen, ist dennoch klar, dass sie im Kontext der gesamten Biomasseflüsse in Österreich von geringer Bedeutung sind.

3.4.2 Gegenüberstellung mit den Ergebnissen der Materialflussrechnung

Eine Gegenüberstellung der Daten zum Biomasseaufkommen mit Ergebnissen der MFA (Abschnitt 2) stellt sich folgendermaßen dar: Hinsichtlich der gesamten Aufkommensmenge zeigt sich eine Differenz von rund 5 %, wobei sich das auf Trockenmasse umgerechnete Gesamtaufkommen laut MFA auf rund 50.5 Mio. t_{TM} und das Ergebnis der gegenständlichen Analyse auf knapp 48 Mio. t_{TM} beläuft.

Die Abweichung ist im Wesentlichen das Resultat von zwei Inkonsistenzen: Erstens sind die Daten zum Futteraufkommen nicht konsistent. Laut MFA beläuft sich das Aufkommen von „Futterpflanzen und geweideter Biomasse“ (Kategorie MF12) auf ca. 12,2 Mio. t_{TM}, wobei als Futter verwendete Nebenprodukte wie Pressrückstände ebenso wie verfüttertes Getreide definitionsgemäß nicht inkludiert sind. Diese Aufkommensmenge erscheint inkonsistent mit den im Grünen Bericht (BMLFUW, 2013c) publizierten Daten zum Futteraufkommen von Grünland und Acker, sowie der Futtermittelbilanz von Statistik Austria (2013h).²⁰

Die im Rahmen dieser Studie getroffene Bottom-up-Abschätzung des Futteraufkommens (Abbildung 11) basiert unter anderem auf Daten des Grünen Berichtes (BMLFUW, 2013c), und die Abschätzung der Gesamtmenge ist in recht guter Übereinstimmung mit den Daten der Futtermittelbilanz (Statistik Austria, 2013h). Es wird daher davon ausgegangen, dass das Aufkommen von Futterpflanzen und geweideter Biomasse in der MFA überschätzt wird.

Andererseits gibt es Grund zur Annahme, dass es erhebliche inländische Aufkommen an Holz gibt, die weder in der Holzeinschlagsmeldung (BMLFUW, 2013a) noch in der MFA berücksichtigt sind. In der vorliegenden Analyse wurden diese Mengen auf Basis der Verbrauchs- bzw. Verarbeitungsmengen abgeschätzt und in die Ermittlung der gesamten Biomasseaufkommensmenge miteinbezogen (Aufkommen von sonstigen Grünflächen).

Dass die Aufkommensmengen lt. MFA und der gegenständlichen Analyse im Übrigen weitgehend konsistent sind, ist freilich darauf zurückzuführen, dass im Wesentlichen dieselben statistischen Daten herangezogen wurden.

3.4.3 Ansatzpunkte für zukünftige Analysen

Im Zuge der Analysen wurden einige Teilbereiche identifiziert, in denen eine wenig zufriedenstellende Datenlage gegeben ist. In manchen Bereichen waren aus diesem Grund keine detaillierten Darstellungen der Biomasseflüsse möglich, in anderen sind die angegebenen Zahlenwerte mit erheblichen Unsicherheiten behaftet. Daraus ergeben sich mögliche Ansatzpunkte für zukünftige Arbeiten. Konkret trifft dies auf folgende Teilbereiche zu:

- Zur Ausbringung bzw. dem Verbleib von Wirtschaftsdünger auf landwirtschaftlichen Flächen sind keine fundierten Daten bekannt. Für die Darstellungen wurde hinsichtlich der Aufkommensmenge von einer Abschätzung in Zethner et al. (2012) ausgegangen. Für die Aufteilung des Gesamtaufkommens auf Acker, Extensiv- und Wirtschaftsgrünland wurde unterstellt, dass die jeweiligen Anteile jenen des Futter-

²⁰ Obwohl bei der MFA definitionsgemäß nur ein Teil des Futteraufkommens (nämlich Primäraufkommen von Grünland und Ackerflächen) berücksichtigt ist, liegt der Wert über der Gesamtmenge laut Futtermittelbilanz.

aufkommens von diesen Flächen entsprechen. Dieser sehr grobe Ansatz trägt der landwirtschaftlichen Praxis und regionalen Gegebenheiten freilich nur unzureichend Rechnung.

- Hinsichtlich des Aufkommens von Rund- und Brennholz wurde bereits im vorigen Abschnitt erläutert, dass es neben den in der Holzeinschlagsmeldung ausgewiesenen Holzmengen offensichtlich weitere, mengenmäßig nicht unbedeutende inländische Aufkommen gibt. Für die Jahre 2009 und 2012 wurden diese Mengen bereits in Kalt et al. (2012) bzw. Strimitzer et al. (2014) in einer sehr ähnlichen Größenordnung abgeschätzt. Neben wiederverwertetem Holz und nicht in Holzeinschlagsmeldungen erfassten Mengen dürften insbesondere bei Brennholz auch Aufkommen von diversen Grünflächen wie Obstgärten, Parks und Hausgärten eine Rolle spielen.
- Ebenso zeigt sich, dass der Gesamtverbrauch von Sägenebenprodukten (bzw. von „Holzabfall“ lt. Energiebilanz) deutlich über den in Statistiken ausgewiesenen Aufkommensmengen liegt.
- Im Hinblick auf stoffliche Nutzungsarten von NAWAROs wären insbesondere für die Stärke- und Zuckerindustrie Detailanalysen erstrebenswert. Aufgrund unzureichender Daten (zum Teil unterliegen diese der Geheimhaltung) konnten diese Branchen bzw. die mit ihnen verbundenen Biomasseflüsse in der gegenständlichen Arbeit nicht explizit ausgewiesen werden. (Es wurden jedoch auf Basis der Versorgungsbilanzen industrielle Verwertungsarten von Nahrungsmittel- und Futtermittelverbrauch abgegrenzt.)
- Zur Struktur der inländischen Verwertung von Schnittholz und Holzprodukten sind keine statistischen Daten bekannt. Für eine geschlossene Darstellung der Lebenszyklen von Holzprodukten wie Möbeln, Bauholz und kurzlebigen Verwendungsarten (Verpackungen), die hinsichtlich einer Optimierung der kaskadischen Holznutzung erstrebenswert erscheint, wären diesbezügliche Daten erforderlich.

4 Perspektiven für eine verstärkte stoffliche Nutzung von NAWAROs

Dieses Kapitel ist in zwei Abschnitte gegliedert: Thema des ersten Abschnitts (4.1) sind Kunststoffe, jenes des zweiten (4.2) Dämmstoffe. Ausgehend von Daten zum derzeitigen Kunststoff- bzw. Dämmstoffbedarf in Österreich werden die Perspektiven für eine Substitution konventioneller Kunst- bzw. Dämmstoffe durch Nawaro-Produkte analysiert. Die beiden Teilabschnitte sind folgendermaßen gegliedert: Zunächst erfolgt eine kurze Beschreibung des derzeitigen Kunststoff- bzw. Dämmstoffmarktes hinsichtlich der eingesetzten Materialien und der Struktur des Verbrauchs. Anschließend werden die Substitutionspotentiale analysiert, d.h. jene Mengen an konventionellen Materialien, die unter verschiedenen Rahmenbedingungen (bzw. Annahmen) durch NAWARO-Produkte ersetzt werden könnten.

Als entscheidendes Kriterium für die Substitutionspotentiale im Kunststoffbereich wird die Eignung kommerziell verfügbarer Biopolymere für verschiedene Verwendungszwecke in Betracht gezogen. Bei Dämmstoffen werden szenarienhaft verschiedenen Sanierungsraten und unterschiedliche Marktanteile von biogenen Dämmstoffen unterstellt. In einem weiteren Schritt wird der sich in den Szenarien ergebende Bedarf an biogenen Rohstoffen ermittelt und diskutiert, wie sich diese Mengen im Kontext der derzeitigen Biomasseflüsse darstellen.

In Hinblick auf Angaben zu Marktpotentialen in früheren Studien im Rahmen von klimaaktiv nawaro markt (insbes. Strasser et al., 2006 und 2009) ist Folgendes festzuhalten: Die hier dargestellten Substitutionspotentiale spiegeln keine Markterwartung oder Einschätzung von Produzenten wider, sondern wurden auf Basis der möglichen Einsatzbereiche derzeitiger bzw. erwarteter zukünftiger Bedarfsmengen sowie der jeweiligen Produktanforderungen abgeschätzt. Die Frage, welche Mengen unter derzeitigen oder zukünftigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen realisierbar oder „realistisch“ erscheinen, ist ausdrücklich nicht Gegenstand der Analysen. Die Substitutionspotentiale stellen daher keinesfalls einen Widerspruch zu den in den o.g. Publikationen ausgewiesenen Marktpotentialen dar.

4.1 Biokunststoffe

4.1.1 Der österreichische Kunststoffmarkt

Schätzungen des jährlichen Kunststoffverbrauchs in Österreich belaufen sich auf rund 1 Mio. t (Windsperger et al., 2011). Verpackungen und der Baubereich stellen die dominierenden Verwendungszwecke dar, wie aus Abbildung 26 ersichtlich ist. Zusammen machen diese Segmente etwa die Hälfte des Kunststoffverbrauchs aus. Abbildung 27 zeigt die Verteilung nach Kunststoffarten.²¹

²¹ Da für Österreich keine Daten vorliegen, wurde auf Daten für Europa zurückgegriffen.

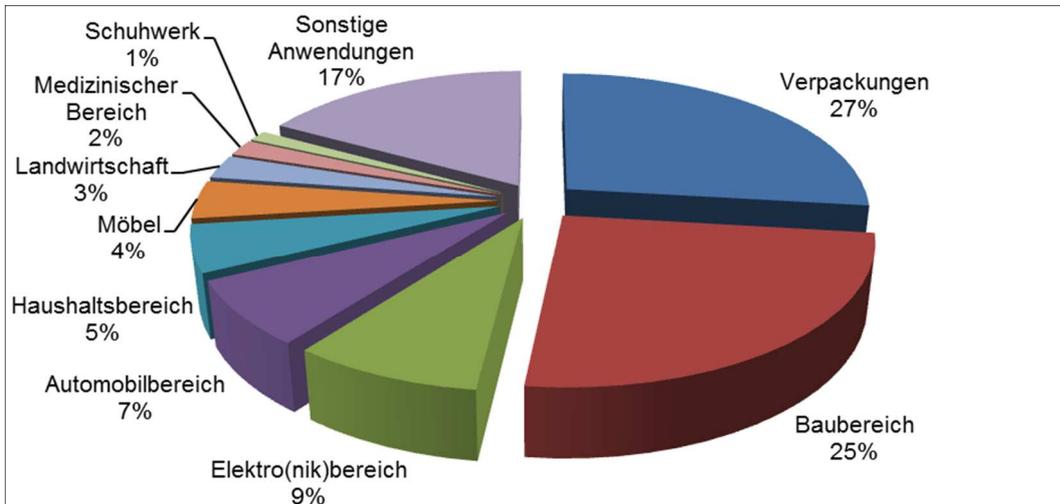


Abbildung 26: Abschätzung der Struktur des Kunststoffverbrauchs in Österreich im Jahr 2007

Quelle: Windsperger et al. (2011), eigene Darstellung

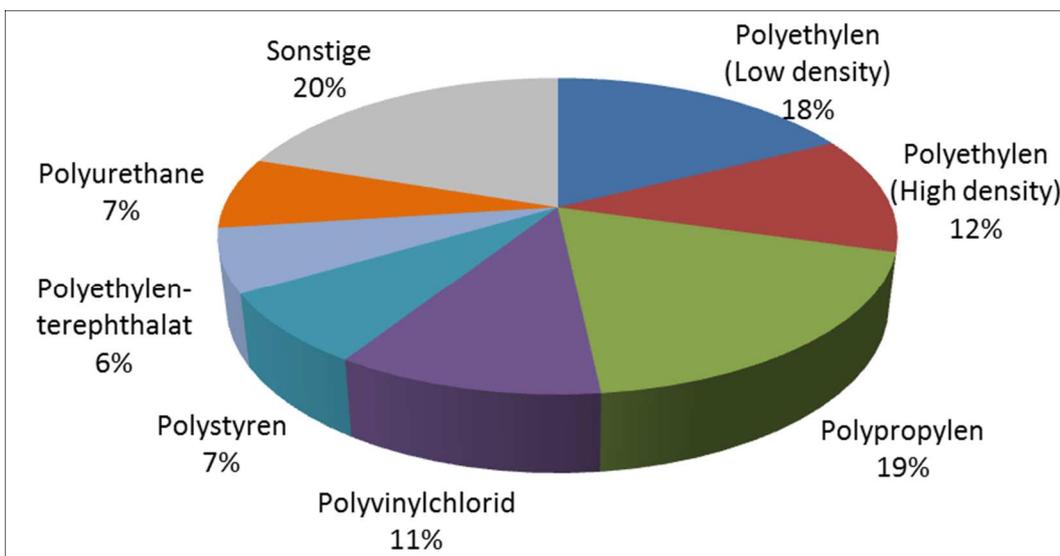


Abbildung 27: Verteilung des Kunststoffverbrauchs in der EU im Jahr 2012 nach Kunststoffarten

Quelle: PlasticsEurope (2013), eigene Darstellung

4.1.2 Substitutionspotentiale

Im Folgenden werden **ausschließlich biologisch abbaubare Biokunststoffe** betrachtet. Nicht abbaubare Biokunststoffe wie Bio-Polyethylen oder Bio-Polypropylen, die direkte Substitute der jeweiligen konventionellen Kunststoffe darstellen, sind nicht Gegenstand der Betrachtung.

Mögliche Einsatzbereiche für abbaubare Biokunststoffe wurden in Windsperger et al. (2011) analysiert, wobei Materialanforderungen wie Witterungsbeständigkeit, Temperaturbeständigkeit und mechanische Eigenschaften berücksichtigt wurden. Ein großes Potential wurde vor allem im Bereich Lebensmittelverpackung

identifiziert. Darüber hinaus wurden in jedem der in Abbildung 26 angeführten Bereiche Verwendungszwecke von Kunststoffen identifiziert, bei denen Biokunststoffe eingesetzt werden könnten; wenn auch nur in Form einer Mischung aus biogenem und konventionellem Material. Die in Windsperger et al. (2011) ermittelten Substitutionspotentiale liegen für die verschiedenen Einsatzbereiche zwischen ca. 15 % (Baubereich, Schuhwerk) und knapp 50 % (Verpackungen, Landwirtschaft). In Summe ergibt sich ein Substitutionspotential von rund 30 % des gesamten Kunststoffverbrauchs.

In weiterer Folge wurde auf Basis von Fallstudien ermittelt, welche Arten von Biokunststoffen für die jeweiligen Anwendungen in Frage kommen.²² Die dabei in Betracht gezogenen Arten von Biokunststoffen sind Celluloseacetat (CA), Thermoplastische Stärke (TPS), Polymilchsäure (PLA; polylactic acid) und Polyhydroxyalkanoate/Polyhydroxybutyrat (PHA/PHB).²³ In den Fallstudien wird nur etwas mehr als die Hälfte des Substitutionspotentials abgedeckt, wodurch sich das betrachtete Marktvolumen von 30 %, auf 17 % des gesamten Kunststoffverbrauchs reduziert.

Aufbauend auf diesen Ergebnissen werden im Folgenden zwei Szenarien analysiert. Im „17 %-Szenario“ wird davon ausgegangen, dass – gemäß dem im Rahmen von Fallstudien in Windsperger et al. (2011) abgedeckten Substitutionspotential – 17 % des Kunststoffbedarfs durch Biokunststoffe ersetzt werden. Abbildung 28 zeigt, in welchem Ausmaß und durch welche Arten von Biokunststoffen es im 17 %-Szenario in den verschiedenen Anwendungsbereichen zu einer Substitution kommt.

Im zweiten, dem „30 %-Szenario“ wurde vom gesamten Substitutionspotential lt. Windsperger et al. (2011) ausgegangen. Dem Szenario liegt die Annahme zugrunde, dass die nicht im Rahmen von Fallstudien analysierten Teilbereiche (in erster Linie „sonstige Anwendungen“) durch denselben Mix an Biokunststoffen ersetzt werden können wie die in den Fallstudien berücksichtigten Einsatzbereiche. In Abbildung 29 ist dieses Szenario grafisch dargestellt. Wie im 17 %-Szenario ist auch im 30 %-Szenario der Verpackungsbereich das quantitativ bedeutsamste Anwendungsgebiet von Biokunststoffen. PLA stellt in den Szenarien mit einer Einsatzmenge von 73.000 bzw. 122.000 pro Jahr die wichtigste Biokunststoffart dar, gefolgt von TPS und PHA/PHB.

Im folgenden Abschnitt wird der Bedarf an biogenen Rohstoffen, die für die Biokunststoffproduktion in diesen beiden Szenarien erforderlich wären, dargestellt.

²² Für eine Beschreibung der verschiedenen Biokunststoffe wird beispielsweise auf Windsperger et al. (2011) und Grimm et al. (2011) verwiesen.

²³ Das Mischungsverhältnis von PHA/PHB wird hier wie in Windsperger et al. (2011) generell mit 75 % PHA und 25 % PHB angenommen.

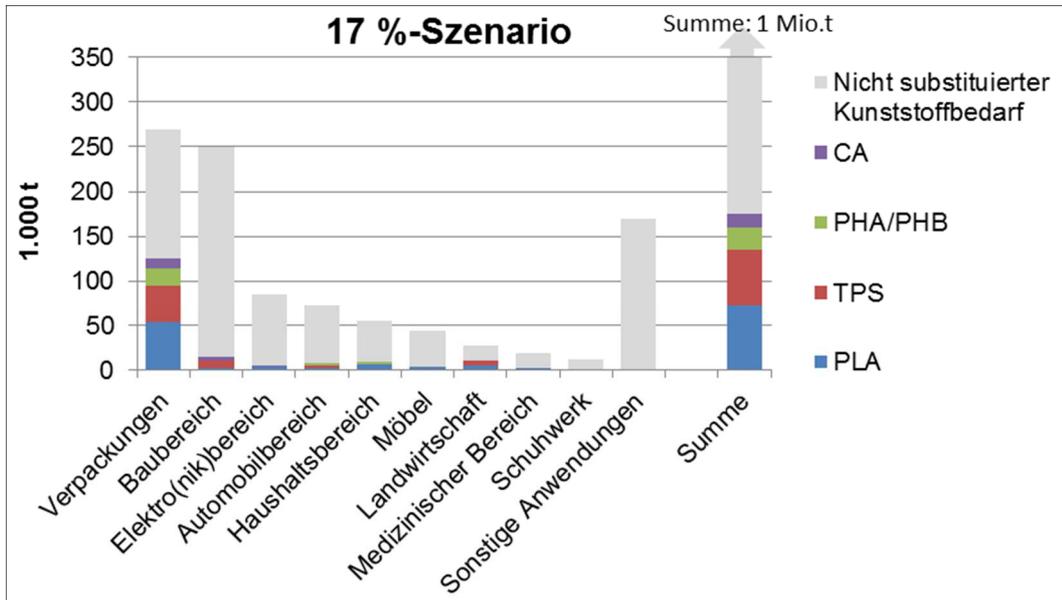


Abbildung 28: Biokunststoffeinsatz im 17%-Szenario

Quelle: eigene Darstellung basierend auf Windsperger et al. (2011)

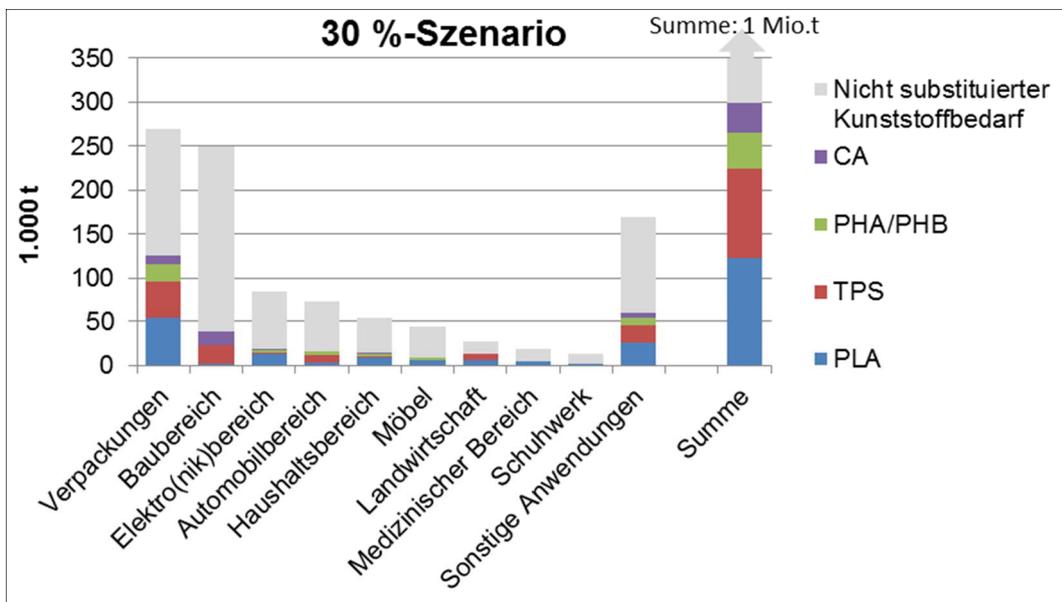


Abbildung 29: Biokunststoffeinsatz im 30%-Szenario

Quelle: eigene Darstellung und Annahmen basierend auf Windsperger et al. (2011)

4.1.3 Rohstoffbedarf in den Szenarien

Die folgenden Abschätzungen des Rohstoffbedarfs in den Szenarien sollen einen groben Eindruck über die Mengen vermitteln, die für einen verstärkten Einsatz von Biokunststoffen erforderlich wären. Da Biokunststoffe

in der Regel aus verschiedenen Rohstoff- bzw. Pflanzenarten erzeugt werden können, sind unterschiedliche Varianten der Bedarfsdeckung denkbar.

Wenn man davon ausgeht, dass eine Produktion von Biokunststoffen in erster Linie auf Basis inländisch verfügbarer Rohstoffe und ohne Beeinträchtigung der Inlandsversorgung in anderen Bereichen erfolgen soll, ist es naheliegend, in den Szenarien eine Verwertung derzeitiger Exportüberschüsse zu unterstellen. Die hier getroffene Wahl der Ackerfrüchte, nämlich Weizen und Zuckerrübe, liegt darin begründet, dass Österreich bei Weizen und Zucker ein Nettoexporteur ist.

Für die Abschätzung des Rohstoffbedarfs wurde in erster Linie auf Daten der „Biopolymerplattform“ des Instituts für Biokunststoffe und Bioverbundwerkstoffe an der Hochschule Hannover (IfBB, 2014) zurückgegriffen; für PHA und PHB auf die in Windsperger et al. (2011) angegebenen Werte. Die unterstellten spezifischen Rohstoffbedarfe für die Herstellung der betrachteten Biokunststoffe sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 2: Spezifische Rohstoffbedarfe für die Produktion ausgewählter Biokunststoffe

Spezifischer Rohstoffbedarf (t Rohstoff pro t Biokunststoff)			Rohstoff			Quelle
			Weizen	Zucker- rübe	Holz	
Biokunststoffe	Polymilchsäure	(PLA)	3,54	9,19	-	IfBB (2014)
	Thermoplastische Stärke	(TPS)	1,64	-	-	
	Polyhydroxyalkanoate	(PHA)	3,85	17,32	-	Windsperger et al. (2011)
	Polyhydroxybutyrat	(PHB)	3,74	16,84	-	
	Celluloseacetat	(CA)	-	-	1,33	IfBB (2014)

Für beide Szenarien wurden zwei Varianten des Rohstoffeinsatzes unterstellt: In Variante A werden mit Ausnahme von CA (das aus Holz hergestellt wird) alle Biokunststoffe aus Weizen produziert. In Variante B wird PLA aus Zuckerrübe und TPS und PHA/PHB weiterhin aus Weizen produziert.

Die Ergebnisse sind in Abbildung 30 dargestellt. Variante A des Rohstoffeinsatzes hat im 17 %-Szenario einen Rohstoffbedarf von knapp 500.000 t Feuchtmasse zur Folge, im 30 %-Szenario etwa 800.000 t. Bei Variante B ist der Rohstoffeinsatz fast doppelt so hoch, wobei fast drei Viertel durch Zuckerrübe gedeckt werden. Angesichts der deutlich höheren Flächenerträge von Zuckerrübe (durchschnittlich rund 70 t/ha gegenüber ca. 4 t/ha bei Weichweizen) ist Variante B hinsichtlich des Ackerflächenbedarfs jedoch deutlich günstiger zu bewerten als Variante A.

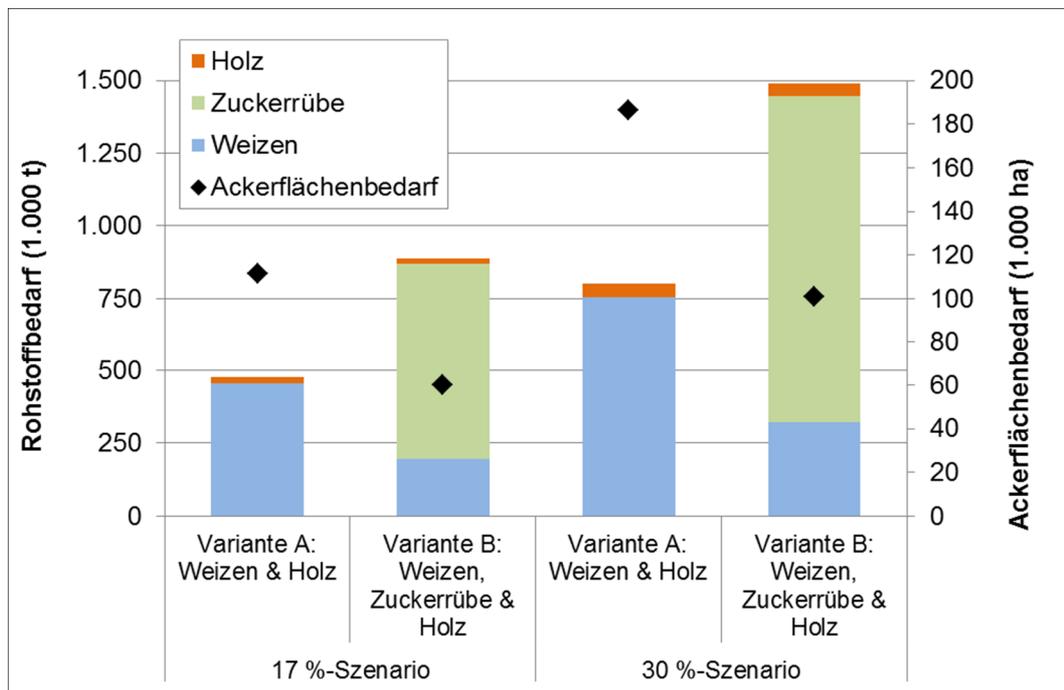


Abbildung 30: Rohstoff- und Ackerflächenbedarf in den Szenarien (unterstellte Flächenerträge: Weizen: 4,2 t/ha, Zuckerrübe: 65 t/ha, Holz (Kurzumtrieb auf landwirtschaftlichen Flächen): 7 t_{TM}/ha)

Quelle: eigene Berechnungen basierend auf Windsperger et al. (2011) und IfBB (2014)

4.1.4 Diskussion der Szenarien im Kontext der derzeitigen Materialflüsse

Wie im vorigen Abschnitt dargestellt, kann für die Substitution von 17 % bzw. 30 % des Kunststoffbedarfs mit Biopolymeren – abhängig von der Art der verwendeten Rohstoffe – von einem Rohstoffbedarf von einigen 100.000 t bzw. bis zu 1,5 Mio. t ausgegangen werden. Wie stellen sich die benötigten Rohstoffmengen nun im Kontext der derzeitigen Produktionsmengen bzw. Materialflüsse dar?

Weichweizen ist die einzige Getreideart, bei der im Durchschnitt der letzten Jahre signifikante Nettoexporte zu verzeichnen waren. Die Produktion von Weichweizen belief sich im Durchschnitt der letzten fünf Jahre auf rund 1,5 Mio. t (Statistik Austria, 2013d). Die Nettoexporte beliefen sich im Schnitt auf knapp 10 % der Produktionsmenge (143.000 t). Diese Menge liegt deutlich unter dem Bedarf in den Szenarien. Selbst im 17 %-Szenario werden in Variante B rund 200.000 t Weizen benötigt. Bei Weizen (bzw. auch allgemein bei Getreide) könnte durch ein „Umlenken“ von Nettoexporten in die stoffliche Verwertung (in einer ceteris paribus-Betrachtung) der Bedarf in den Substitutionsszenarien nur teilweise gedeckt werden. Zum Vergleich: In Österreichs einziger Bioethanolanlage in Pischelsdorf werden jährlich rund 550.000 t Getreide verarbeitet.

Da der Außenhandel mit Zuckerrüben nur in sehr geringem Umfang in nicht verarbeiteter Form stattfindet, sind hier in erster Linie die Außenhandelströme mit Zucker bzw. zuckerhaltigen Produkten relevant. Laut Statistik Austria (2013d) lagen die diesbezüglichen Nettoexporte im Wirtschaftsjahr 2011/12 bei ca. 120.000 t. Bei einer typischen Zuckerausbeute von 15,5 % entspricht das einer Menge von fast 800.000 t Zuckerrüben. Damit könnte der Bedarf im 17 %-Szenario (Variante B) gedeckt werden, für das 30 %-Szenario reicht die Menge jedoch nicht aus. Zu beachten ist zudem, dass es sich beim Wirtschaftsjahr 2011/12 mit einer Zuckerrübenproduktion von insgesamt ca. 3,5 Mio. t um ein Rekordjahr handelte. Im Durchschnitt der letzten fünf

Wirtschaftsjahre betragen die Nettoexporte nur rund 42.000 t Zucker bzw. 270.000 t „Zuckerrüben-Äquivalente“.

Während der Bedarf an Weizen und Zuckerrüben in den dargestellten Szenarien durchaus relevante Größenordnungen annimmt, ist der Holzbedarf (zur Herstellung von Celluloseacetat) im Kontext der derzeitigen Holznutzung gering: Der Bedarf im 30 %-Szenario beläuft sich in beiden Varianten auf rund 45.000 t_{TM}. Das entspricht weniger als 5 % des inländischen Holzaufkommens lt. Holzeinschlagsmeldung (BMLFUW, 2013a) bzw. weniger als 8 % des Aufkommens an Sägenebenprodukten.

4.2 Dämmstoffe

4.2.1 Der österreichische Dämmstoffmarkt

Laut Kreuzer Fischer & Partner (2012) belief sich das Marktvolumen an Dämmstoffen in Österreich im Jahr 2011 auf 6,1 Mio. m³. Davon entfielen jeweils rund 45 % auf Mineralwolle und Schaumstoffe und die restlichen knapp 10 % auf „sonstige Dämmstoffe“ (zitiert in Huber, 2013), wobei diese Gruppe unter anderem Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen beinhaltet. Abbildung 31 zeigt die Verteilung des Dämmstoffabsatzes in Österreich im Zeitraum 2008 bis 2013.

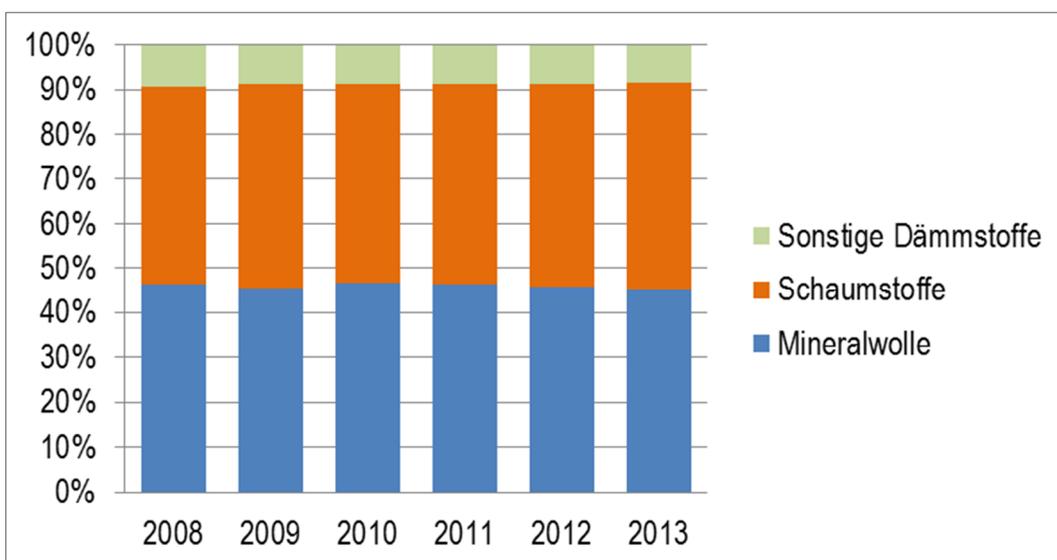


Abbildung 31: Verteilung des Dämmstoffabsatzes in Österreich 2008 bis 2013

Quelle: Kreuzer, Fischer & Partner (2012), zitiert in Huber (2013)

4.2.2 Substitutionspotentiale

Aus Gründen der Datenverfügbarkeit werden hier **nur Wohngebäude** betrachtet. Sämtliche Angaben zu Marktanteilen von NAWARO-Dämmstoffen beziehen sich also auf die in Wohngebäuden eingesetzten Dämmstoffmengen. In Anlehnung an Kreuzer, Fischer & Partner (2012) wird diese Menge mit rund 3,7 Mio. m³, also über 60 % der gesamten Einsatzmenge angenommen. Auf Basis einer Bottom-up-Abschätzung wird davon ausgegangen, dass über 70 % der eingesetzten Dämmstoffmenge auf Neubau (etwa 2,6 Mio. m³) und knapp 30 % auf Sanierungen zurückgehen (rund 1,1 Mio. m³).

Für die Abschätzung der Substitutionspotentiale werden sowohl Neubau als auch Sanierungen berücksichtigt. Bei Außenwanddämmung und Dachgeschoß-/Obergeschoßdämmung kann unterstellt werden, dass es keine wesentlichen Einschränkungen für den Einsatz von NAWARO-Dämmstoffen gibt. Lediglich bei der Dämmung von Fußböden und Kellerdecken stellen die spezifischen Materialanforderungen mitunter relevante Ausschlusskriterien für den Einsatz biogener Dämmstoffe dar. Aus diesem Grund wird hier vereinfachend davon ausgegangen, dass in diesen Bereichen ausschließlich konventionelle Dämmstoffe eingesetzt werden.

Abbildung 32 gibt Aufschluss darüber, welche Menge an konventionellen Dämmstoffen bei unterschiedlichen Sanierungsraten und unter Annahme verschiedener Marktanteile von NAWARO-Dämmstoffen (in den Bereichen Außenwand- und Dachgeschoß-/Obergeschoßdämmung) jährlich substituiert würden. Der Neubau ist hier in Anlehnung an historische Daten mit 18.000 Wohngebäuden pro Jahr angenommen. Die Datengrundlagen zum Dämmstoffeinsatz bei Sanierungen von Ein- und Mehrfamilienhäusern basieren auf Fallstudien, die im Rahmen des Projektes „TABULA“ untersucht wurden (siehe TABULA, 2014 bzw. Amtmann, 2011).

Hinsichtlich des derzeitigen Standes, d.h. des Ausgangspunktes für szenarienhafte Betrachtungen, können aufgrund unzureichender Daten nur relativ grobe Abschätzungen getroffen werden. Der derzeitige Anteil von NAWARO-Dämmstoffen kann in Anlehnung an Angaben in Strasser et al. (2006 und 2009) mit 5 % angenommen werden. Die derzeitige Sanierungsrate wird auf rund 1,2 % p.a. geschätzt (Bliem et al., 2011). Unter diesen Annahmen ergibt sich eine Menge von rund 180.000 m³ an konventionellen Dämmstoffen, die derzeit pro Jahr durch NAWARO-Dämmstoffe substituiert werden. Bei einer Erhöhung der Sanierungsrate auf beispielsweise 3 % würde sich die Substitutionsmenge ceteris paribus auf 250.000 m³, also um rund 40 % erhöhen.²⁴

Für längerfristige Betrachtungen sind neben einer Steigerung der Sanierungsrate auch höhere Marktanteile von NAWARO-Dämmstoffen denkbar. In diesem Sinn zeigt Abbildung 32 die Substitutionsmengen bis zu einem Marktanteil von 50 %. Zur Veranschaulichung des Bedarfs an biogenen Rohstoffen, der aus unterschiedlichen Sanierungsraten und Marktanteilen von NAWARO-Dämmstoffen resultiert, werden im folgenden Abschnitt exemplarische Szenarien einer näheren Betrachtung unterzogen.

²⁴ In der „EnergieStrategie Österreich“ (BMWFI und BMLFUW, 2010) sowie dem Arbeitsprogramm der österreichischen Bundesregierung 2013 – 2018 (Bundeskanzleramt, 2013) wird eine Sanierungsrate von 3 % als Zielwert genannt.

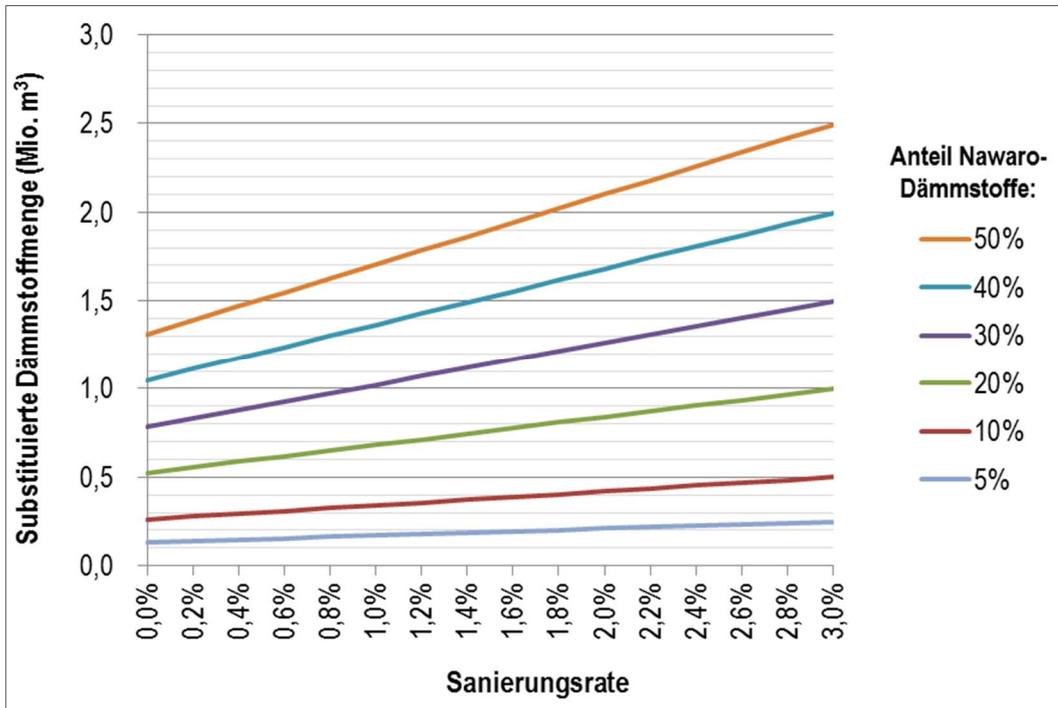


Abbildung 32: Substituierte Menge an Dämmstoffen in Abhängigkeit der Sanierungsrate und des Marktanteils von NAWARO-Dämmstoffen

Quelle: eigene Berechnungen

4.2.3 Rohstoffbedarf in exemplarischen Szenarien

Die folgenden Abschätzungen des Rohstoffbedarfs in exemplarischen Szenarien sollen einen groben Eindruck über die Mengen vermitteln, die für einen verstärkten Einsatz von biogenen Dämmstoffen erforderlich wären. Wie oben werden in den Szenarien die Sanierungsrate und der Marktanteil variiert.²⁵ Die Anteile der verschiedenen biogenen Dämmstoffe werden der Einfachheit halber nicht variiert. Sie spiegeln im Wesentlichen Schätzungen der derzeitigen Anteile wider.

Abbildung 33 veranschaulicht die Annahmen und Ergebnisse in den Szenarien: einerseits die jährlichen Einsatzmengen biogener Dämmstoffe in den Bereichen Fußboden/Kellerdecke, Außenwände und Dachgeschoß/Obergeschoß sowie die Mengen nicht substituierter konventioneller Dämmstoffe (in Mio. m³), andererseits die sich daraus ergebenden Einsatzmengen an nachwachsenden Rohstoffen (in Tonnen).

Neben einer Schätzung des derzeitigen Standes („Schätzung Status quo“) werden drei statische Szenarien dargestellt. Diese basieren auf folgenden Überlegungen:

- **Szenario I:** Diesem Szenario liegt zugrunde, dass im Zuge einer „Sanierungsoffensive“ die Sanierungsrate auf 3 % ansteigt. Dies entspricht dem Zielwert der „EnergieStrategie Österreich“ (BMWFJ und BMLFUW, 2010) für das Jahr 2020. Gleichzeitig ist unterstellt, dass es zu keiner zunehmenden

²⁵ Der für jedes Szenario angegebene Marktanteil bezieht sich auf den gesamten Dämmstoffeinsatz im Bereich der Wohngebäude. Da wie oben erwähnt der Einsatz von NAWARO-Dämmstoffen bei den Gebäudeteilen Fußboden/Kellerdecke grundsätzlich ausgeschlossen wird, ist der Marktanteil in den Bereichen Außenwände und Dachgeschoß/Obergeschoß entsprechend höher als der gesamte Marktanteil.

Präferenz für bzw. Förderung von biogenen Dämmstoffen kommt. Der Marktanteil ist daher weiterhin mit 5 % angenommen.

- **Szenario II:** Während Szenario I einen von Seiten der Politik angestrebten Zustand im Jahr 2020 widerspiegelt, bezieht sich Szenario II auf einen aus heutiger Sicht denkbaren Zustand in rund 10 bis 15 Jahren. Da fraglich ist, ob das Ziel einer Sanierungsrate von 3 % erreicht bzw. über mehrere Jahre aufrechterhalten werden kann, ist hier eine Sanierungsrate von „nur“ 2 % unterstellt. Des Weiteren wird angenommen, dass es zu einer Verdopplung des Marktanteils biogener Dämmstoffe auf 10 % kommt.
- **Szenario III:** Dieses Szenario spiegelt einen längerfristigen, starken Trend in Richtung biogener Dämmstoffe wider. Der Marktanteil biogener Dämmstoffe ist mit 30 % angenommen, die Sanierungsrate wie im vorigen Szenario mit 2 %.

Die Schätzung der derzeitigen Einsatzmenge biogener Dämmstoffe beläuft sich auf rund 13.000 t pro Jahr. In Szenario II führt die Steigerung der Sanierungsrate bei gleichbleibendem Marktanteil zu einem Anstieg auf knapp 20.000 t. Die Einsatzmenge in Szenario II (mit einem Marktanteil von 10 % bei einer Sanierungsrate von 2 %) beläuft sich auf rund 32.000 t, und in Szenario III mit einem Marktanteil von 30 % werden rund 95.000 t an biogenen Dämmstoffen eingesetzt.

Zum Vergleich: In Strasser et al. (2009) wird für Flachs- und Hanfdämmstoffe ein potentieller Marktanteil von 15 % angegeben. Für den Rohstoff Stroh wird ein Potential mit 22.000 t Dämmstoff ausgewiesen. Wie bereits in der Einleitung zu diesem Kapitel erwähnt wurde, sind diese Angaben nicht als Widerspruch zu den hier berechneten Substitutionspotentialen zu sehen, da ihnen ein grundsätzlich anderer Ansatz zugrunde liegt.

4.2.4 Diskussion der Szenarien im Kontext der derzeitigen Materialflüsse

Dass die derzeit als Dämmstoffe eingesetzten NAWAROs im Gesamtbild der Biomasseflüsse vernachlässigbar sind, wurde bereits erwähnt und dürfte angesichts der bislang geringen Bedeutung biogener Dämmstoffe wenig überraschen. Dass jedoch selbst bei relativ hohen Marktanteilen der Materialbedarf im Vergleich zu anderen Bereichen der stofflichen Biomassenutzung (etwa der klassischen Holz verarbeitenden Industrie oder dem Einsatz von Stroh als Einstreu) keine wirklich signifikanten Größenordnungen erreicht, erscheint hingegen durchaus bemerkenswert.

So kann zumindest mittelfristig bei den quantitativ bedeutsamsten NAWARO-Dämmstoffen – Stroh, Holzfaser, Zellulose – die Rohstoffverfügbarkeit angesichts der Einsatzmengen in anderen Bereichen (vgl. Kapitel 3) als unkritisch bezeichnet werden. Bei Dämmstoffen aus Faserpflanzen, Schafwolle o.ä. kann die (inländische) Rohstoffversorgung freilich schon bei relativ geringen Marktanteilen an ihre Grenzen stoßen. So hätte beispielsweise der Bedarf an Flachs und Hanf in Szenario III bislang nicht aus inländischer Produktion gedeckt werden können. Er beläuft sich auf etwa das Doppelte der jährlichen Produktionsmenge im Zeitraum 2010 bis 2012 (Eurostat, 2013d).

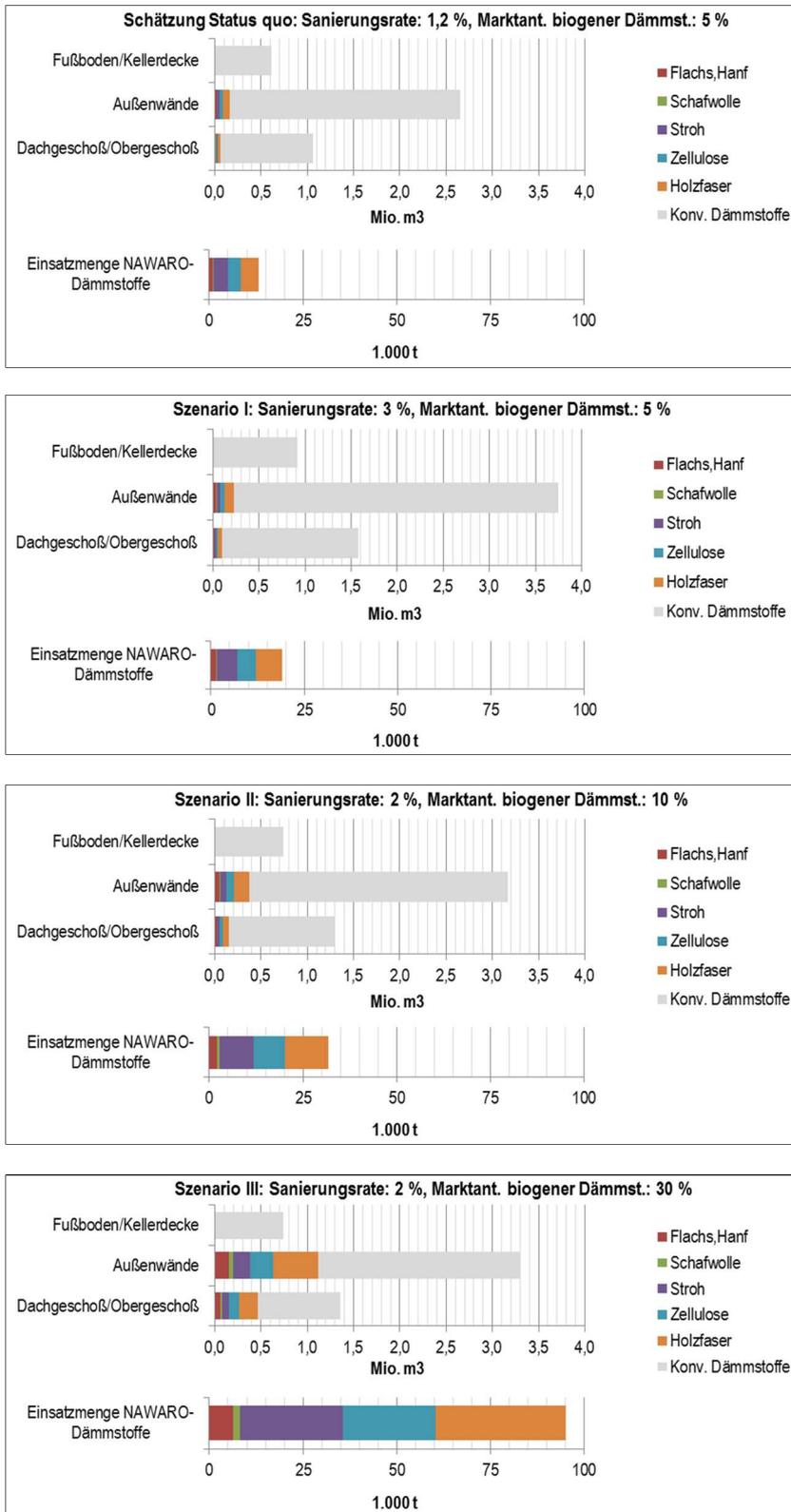


Abbildung 33: Abschätzung der jährlichen Einsatzmengen biogener Dämmstoffe in Wohngebäuden derzeit und in drei Szenarien mit unterschiedlichen Sanierungsraten und Marktanteilen.

Quelle: eigene Berechnungen

5 Literatur

- AGRANA, 2013. ActiProt. Eiweissfutter [WWW Dokument]. URL <http://www.actiprot.at/index.php/de/> (Zugriff im November 2013).
- Amtmann, M., 2011. Reference buildings – The Austrian building typology. A classification of the Austrian residential building stock, Austrian Energy Agency, Wien 2011.
- Austropapier, 2013. Statistiken der Österreichischen Papierindustrie [WWW Dokument]. URL <http://www.austropapier.at/index.php?id=81> (Zugriff im November 2013)
- Baier, U., Baum, S., 2008. Biogene Güterflüsse in der Schweiz 2006. Massen- und Energieflüsse (Umwelt-Wissen Nr. 0831). Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Fachgruppe Umweltbiotechnologie, Bern.
- Bliem, M., Friedl, B., Balabanov, T., Zielinska, I., 2011. Energie [R]evolution Österreich 2050. Institut für Höhere Studien, Wien.
- BMLFUW, 2013a. Website des BMLFUW. Holzeinschlag 2012 [WWW Dokument]. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. URL http://www.lebensministerium.at/forst/oesterreich-wald/wirtschaftsfaktor/rohstoff-holz/holzeinschlag_2012.html (Zugriff im November 2013).
- BMLFUW, 2013b. Website des Lebensministeriums. Bundes-Abfallwirtschaftsplan 2011 [WWW Dokument]. URL <http://www.lebensministerium.at/umwelt/abfall-ressourcen/bundes-abfallwirtschaftsplan/bawp2011.html> (Zugriff im November 2013).
- BMLFUW, 2013c. Grüner Bericht. Bericht über die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft [WWW Dokument]. URL <http://www.gruenerbericht.at/cm3/> (Zugriff im November 2013).
- BMWfJ, BMLFUW, 2010. EnergieStrategie Österreich. Maßnahmenvorschläge. Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
- Bundeskanzleramt, 2013. Arbeitsprogramm der österreichischen Bundesregierung 2013 – 2018. Bundeskanzleramt, Bundespressedienst, Wien.
- E-Control, 2011. Ökostrombericht 2011. Bericht der Energie-Control Austria gemäß § 25 Abs 1 Ökostromgesetz. Energie-Control Austria, Wien.
- Eisenmenger, N., Schaffartzik, A., Krausmann, F., Milota, E., 2011. Ressourcennutzung in Österreich. Bericht 2011. Institut für Soziale Ökologie, Statistik Austria, Wien.
- Europäische Kommission, 2011a. 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. COM (2011) 112
- Europäische Kommission, 2011b. 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

- Europäische Kommission, 2012. Communication from the Commission to the European parliament, the Council, the European economic and social committee and the committee of the regions. Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe. COM(2012) 60 final. Brussels.
- Europäische Kommission, 2013. Website der Europäischen Kommission. Die Kombinierte Nomenklatur. [WWW Dokument]. URL http://ec.europa.eu/taxation_customs/customs/customs_duties/tariff_aspects/combined_nomenclature/index_de.htm (Zugriff im November 2013).
- Eurostat, 2013a. Statistics Explained. Material flow accounts [WWW Dokument]. URL http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Material_flow_accounts (Zugriff im November 2013).
- Eurostat, 2013b. Website von Eurostat. Material flow accounts [WWW Dokument]. URL http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_ac_mfa&lang=de (Zugriff im November 2013)
- Eurostat, 2013b. Website von Eurostat. Material flow accounts [WWW Dokument]. URL http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_ac_mfa&lang=de (Zugriff im November 2013)
- Eurostat, 2013c. Website von Eurostat. EU27 trade since 1988 by HS2-HS4 [WWW Dokument]. URL <http://tinyurl.com/jwakh7h> (Zugriff im November 2013)
- Eurostat, 2013d. Website von Eurostat. Pflanzliche Erzeugnisse – jährliche Daten [WWW Dokument]. URL http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=apro_cpp_crop&lang=de (Zugriff im November 2013)
- FAO, 2013. Website von ForesSTAT – Forestry statistics of FAOSTAT [WWW Dokument]. URL <http://faostat.fao.org/site/626/default.aspx#ancor> (Zugriff im November 2013)
- Grimm, V., Braun, M., Teichert, O., Zweck, A., 2011. Biomasse – Rohstoff der Zukunft für die chemische Industrie. Übersichtsstudie. Zukünftige Technologien Consulting der VDI Technologiezentrum GmbH. Düsseldorf.
- Huber, M., 2013. Entsorgung von Dämmstoffabfällen in Österreich. Masterarbeit zur Erlangung des akademischen Grades Diplomingenieur. Universität für Bodenkultur Wien. Institut für Abfallwirtschaft, Wien.
- IfBB, 2014. Biopolymer Platform – The knowledge database for bioplastics [WWW Dokument]. URL <http://www.downloads.ifbb-hannover.de/> (Zugriff im November 2013)
- Kalt, G., Kranzl, L., 2012b. An assessment of international trade related to bioenergy use in Austria – Methodological aspects, recent developments and the relevance of indirect trade. Energy Policy 46 (2012) 537–549.
- Kalt, G., Kranzl, L., Matzenberger, J., 2012a. Bioenergy in the context of the EU 2020- and 2050-policy targets: Technology priorities, opportunities and barriers, in: Energy Challenge and Environmental Sustainability. Presented at the 12th IAEE European Energy Conference, Venedig.
- Kreutzer Fischer & Partner, 2012. Branchenradar. Dämmstoffe in Österreich – Marktanalyse. Kreutzer Fischer & Partner Consulting GmbH, Wien.

- KTBL, 2013. KTBL-Biogasrechner [WWW Dokument]. URL <http://daten.ktbl.de/biogas/startseite.do#start> (Zugriff im November 2013)
- Lang, B., Nemestothy, K., 2013. Holzströme in Österreich 2011. Austrian Energy Agency, Landwirtschaftskammer Österreich. Wien.
- Schaffartzik, A., Eisenmenger, N., Krausmann, F., Weisz, H., 2013. Raw Material Equivalents (RME) of Austria's Trade (Social Ecology Working Paper 125). Institute of Social Ecology, IFF - Faculty for Interdisciplinary Studies, Alpen-Adria Universitaet, Wien.
- Statistik Austria, 2011. Standard-Dokumentation Metainformationen (Definitionen, Erläuterungen, Methoden, Qualität) zu den Energiebilanzen für Österreich und die Bundesländer. Wien.
- Statistik Austria, 2013a. Standard-Dokumentation Metainformationen (Definitionen, Erläuterungen, Methoden, Qualität) zur Integrierten NAMEA (National Accounting Matrix including Environmental Accounts). Statistik Austria, Wien.
- Statistik Austria, 2013b. Website von Statistik Austria. Agrarstruktur, Flächen, Erträge [WWW Dokument]. URL http://www.statistik.at/web_de/statistiken/land_und_forstwirtschaft/agrarstruktur_flaechen_ertraege/index.html (Zugriff im November 2013).
- Statistik Austria, 2013c. Website von Statistik Austria. Viehbestand, tierische Erzeugung [WWW Dokument]. URL http://www.statistik.at/web_de/statistiken/land_und_forstwirtschaft/viehbestand_tierische_erzeugung/index.html (Zugriff im November 2013).
- Statistik Austria, 2013d. Website von Statistik Austria. Versorgungsbilanzen [WWW Dokument]. URL http://www.statistik.at/web_de/statistiken/land_und_forstwirtschaft/preise_bilanzen/versorgungsbilanzen/ (Zugriff im November 2013)
- Statistik Austria, 2013e. Website von Statistik Austria - Energy balances [WWW Dokument]. URL http://www.statistik.at/web_en/statistics/energy_environment/energy/energy_balances/index.html (Zugriff im November 2013)
- Statistik Austria, 2013f. Konjunkturstatistik im produzierenden Bereich. Band 2: Produktionsergebnisse nach CPA 2008 und ÖPRODCM. Statistik Austria, Wien.
- Statistik Austria, 2013g. Standard-Dokumentation Metainformationen (Definitionen, Erläuterungen, Methoden, Qualität) zu den Außenhandelsstatistiken. Statistik Austria, Wien.
- Statistik Austria, 2013h. Website von Statistik Austria. Futtermittelbilanzen [WWW Dokument]. URL http://www.statistik.at/web_de/statistiken/land_und_forstwirtschaft/preise_bilanzen/futtermittelbilanzen/index.html (Zugriff im November 2013)
- Statistik Austria, 2014. Website von Statistik Austria. Anbau auf dem Ackerland [WWW Dokument]. URL https://www.statistik.at/web_de/statistiken/land_und_forstwirtschaft/agrarstruktur_flaechen_ertraege/bodennutzung/020291.html (Zugriff im November 2013).
- Strasser, C., Griebmayr, S., Wörgetter, M., Rathbauer, J., 2006. Studie zur Treibhausgasrelevanz der stofflichen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen, Austrian BioEnergy Centre, FJ BLT Wieselburg, Wieselburg.
- Strasser, C., Ehrig, R., Wörgetter, M., 2009. Bestandserhebung zur stofflichen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen in Österreich, BIOENERGY 2020+ GmbH, Wieselburg.

- Strimitzer, L., Nemestothy, K., 2014. Holzströme in Österreich 2012. Austrian Energy Agency, Landwirtschaftskammer Österreich. Wien.
- TABULA, 2014. Gemeinsame Website der Projekte EPISCOPE und TABULA [WWW Dokument]. URL <http://episcope.eu/building-typology/> (Zugriff im Juli 2014)
- UBA, 2012. Bundes-Abfallwirtschaftsplan 2011 – Statusbericht 2012. Umweltbundesamt, Wien.
- UNECE, 2010. Forest product conversion factors for the UNECE region (Geneva timer and forest discussion paper 49). Economic Commission for Europe of the United Nations, United Nations Food and Agriculture Organization, Geneva, Switzerland.
- Windsperger, A., Thurner, M., Brandt, B., Pilz, H., et al., 2011. Klimaschutzpotenziale beim forcierten Einsatz biogener und konventioneller Kunststoffe (KLIKU), Neue Energien 2020. Institut für Industrielle Ökologie, denkstatt GmbH, St. Pölten/Wien.
- Winter, R., 2013. Biokraftstoffe im Verkehrssektor 2013 – Zusammenfassung der Daten der Republik Österreich gemäß Art. 4, Abs. 1 der Richtlinie 2003/30/EG für das Berichtsjahr 2012. Umweltbundesamt, Wien.
- Winter, R., 2013. Biokraftstoffe im Verkehrssektor 2013 – Zusammenfassung der Daten der Republik Österreich gemäß Art. 4, Abs. 1 der Richtlinie 2003/30/EG für das Berichtsjahr 2012. Umweltbundesamt, Wien.
- Zethner, G., Süßenbacher, E., 2012. Vergärung von Wirtschaftsdüngern in Biogasanlagen. Evaluierung hinsichtlich Klimaschutzrelevanz. Umweltbundesamt, Wien.

6 Abkürzungen

AEA.....	Austrian Energy Agency/Österreichische Energieagentur
BAWP.....	Bundesabfallwirtschaftsplan
CA.....	Celluloseacetat
DEU.....	Domestic extraction used (verwertete Inlandsmaterialentnahme; Abkürzung im Rahmen der MFA)
DMC.....	Domestic material consumption (inländischer Materialverbrauch; Abkürzung im Rahmen der MFA)
EXP.....	Exporte (Abkürzung im Rahmen der MFA)
FAO.....	Food and Agriculture Organization of the United Nations (Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen)
FAOSTAT.....	Bezeichnung der statistischen Datenbank der FAO
HS.....	Harmonisiertes System (Die HS-Nomenklatur ist ein internationales System zur Bezeichnung und Codierung von Waren, das unter der Leitung der Weltzollorganisation erarbeitet wurde. Sie stellt die Basis für die „Kombinierten Nomenklatur“ der Europäischen Union dar.)
IMP.....	Importe (Abkürzung im Rahmen der MFA)
KN.....	Kombinierte Nomenklatur (Die Kombinierten Nomenklatur der Europäischen Union basiert integriert die HS-Nomenklatur und umfasst zusätzliche Unterteilungen für Warengruppen.)
MFA.....	Material flow accounting (Materialflussrechnung)
NAWARO(s).....	Nachwachsende Rohstoffe
ÖPRODCOM.....	Bezeichnung des österreichischen Güterverzeichnis für den produzierenden Bereich
PHA.....	Polyhydroxyalkanoate
PHB.....	Polyhydroxybutyrat
PLA.....	Polymilchsäure (polylactic acid)
SNP.....	Sägenebenprodukte
t bzw. t _{TM}	Tonnen bzw. Tonnen Trockenmasse
TPS.....	Thermoplastische Stärke

UNECE United Nations Economic Commission for Europe (Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen)

WHG Waldhackgut

7 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vereinfachte Darstellung des MFA-Schemas.....	11
Abbildung 2: Inländische Entnahme („Domestic extraction used“; „DEU“) von Biomasse laut MFA ...	12
Abbildung 3: Importe von Biomasse laut MFA.....	13
Abbildung 4: Exporte von Biomasse laut MFA	13
Abbildung 5: Inländischer Materialverbrauch („Domestic material consumption“; „DMC“) an Biomasse laut MFA	14
Abbildung 6: Zusammenfassung der Ergebnisse der MFA für Biomasse im Jahr 2011 (links) und Umrechnung in Tonnen Trockenmasse (rechts). Die Abbildung zeigt die Relationen von DEU, IMP, DMC und EXP sowie deren Zusammensetzungen aus den Rohstoffkategorien MF11 bis MF16.	14
Abbildung 7: Inländische Produktion von Ackerfrüchten und anderen Nutzpflanzen (exkl. Futterpflanzen).....	21
Abbildung 8: Importe und Exporte von Ackerfrüchten und anderen Nutzpflanzen (exkl. Futterpflanzen) im Jahr 2011	22
Abbildung 9: Aufkommen und Nutzung an Getreidestroh (ohne Maisstroh).....	23
Abbildung 10: Viehhaltung im Zeitraum 1995 bis 2012.....	23
Abbildung 11: Abschätzung des Gesamtaufkommens an Futter im Jahr 2011.....	24
Abbildung 12: Daten der Versorgungsbilanz für Fleisch (Schlachtgewicht in Tonnen Trockenmasse)	25
Abbildung 13: Verwertungsarten der österreichischen Gesamtproduktion von Rohmilch.....	26
Abbildung 14: Holzströme in Österreich im Jahr 2011	28
Abbildung 15: Produktion der Forstwirtschaft und der Holz verarbeitenden Industrie von 2000 bis 2012.....	29
Abbildung 16: Importe von Holz und Holzprodukten im Zeitraum 2000 bis 2012.....	30
Abbildung 17: Exporte von Holz und Holzprodukten im Zeitraum 2000 bis 2012	30
Abbildung 18: Produktions-, Import- und Exportmengen diverser Lebensmittel wie Müllereierzeugnisse, Zubereitungen aus Früchten, Obst und Getreide sowie Backwaren.....	31
Abbildung 19: Produktions-, Import- und Exportmengen diverser biogener Waren und verarbeiteter Rohstoffe wie Holzprodukte (Bilderrahmen, Möbel etc.), Flechtwaren, Naturfaserprodukte, Naturkautschuk, Kork, Bambus und Waren daraus im Jahr 2011.....	32
Abbildung 20: Aufkommen biogener Abfälle im Jahr 2010	33
Abbildung 21: Energetische Nutzung biogener Energieträger (Bruttoinlandsverbrauch) im Zeitraum 2005 bis 2011	34
Abbildung 22: Exemplarische Darstellung eines Sankey-Diagramms	35
Abbildung 23: Überblick über die Struktur des Biomasseflussbildes	38
Abbildung 24: Darstellung der Biomasseflüsse in Österreich im Jahr 2011 in Tonnen Trockenmasse.....	40

Abbildung 25: Darstellung der Biomasseflüsse in Österreich im Jahr 2011 in Tonnen Feuchtmasse (d.h. inkl. spezifischer Wassergehalte)	41
Abbildung 26: Abschätzung der Struktur des Kunststoffverbrauchs in Österreich im Jahr 2007	46
Abbildung 27: Verteilung des Kunststoffverbrauchs in der EU im Jahr 2012 nach Kunststoffarten	46
Abbildung 28: Biokunststoffeinsatz im 17%-Szenario	48
Abbildung 29: Biokunststoffeinsatz im 30%-Szenario	48
Abbildung 30: Rohstoff- und Ackerflächenbedarf in den Szenarien (unterstellte Flächenerträge: Weizen: 4,2 t/ha, Zuckerrübe: 65 t/ha, Holz (Kurzumtrieb auf landwirtschaftlichen Flächen): 7 t _{TM} /ha)	50
Abbildung 31: Verteilung des Dämmstoffabsatzes in Österreich 2008 bis 2013	51
Abbildung 32: Substituierte Menge an Dämmstoffen in Abhängigkeit der Sanierungsrate und des Marktanteils von NAWARO-Dämmstoffen	53
Abbildung 33: Abschätzung der jährlichen Einsatzmengen biogener Dämmstoffe in Wohngebäuden derzeit und in drei Szenarien mit unterschiedlichen Sanierungsraten und Marktanteilen.....	55
Abbildung 34: Biomass streams in Austria in 2011 (dry mass basis).....	73
Abbildung 35: Biomass streams in Austria in 2011 (wet mass basis).....	73

8 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Knoten des Biomasseflussbildes.....	36
Tabelle 2: Spezifische Rohstoffbedarfe für die Produktion ausgewählter Biokunststoffe	49
Tabelle 3: Daten zu den Biomasseflussbildern (Abbildung 24 und Abbildung 25)	67

9 Anhang

Im Folgenden sind die den Biomasseflussbildern zugrundeliegenden Daten tabellarisch zusammengefasst (Tabelle 3). Anschließend sind die Flussbilder mit Beschriftungen in englischer Sprache dargestellt.

Tabelle 3: Daten zu den Biomasseflussbildern (Abbildung 24 und Abbildung 25)

Quelle		Senke		Bezeichnung Material/Warengruppe	Flussmenge	
Kürzel	Bezeichnung	Kürzel	Bezeichnung		Mio. t	Mio. t _{DM}
Landwirtschaftliche Erzeugung						
ACK	Ackerflächen und Dauerkulturen	ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	Getreide	5,7	5,0
ACK	Ackerflächen und Dauerkulturen	ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	Hülsenfrüchte	0,1	0,0
ACK	Ackerflächen und Dauerkulturen	ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	Kartoffel	0,8	0,2
ACK	Ackerflächen und Dauerkulturen	ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	Gemüse	0,8	0,1
ACK	Ackerflächen und Dauerkulturen	ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	Ölsaaten	0,4	0,3
ACK	Ackerflächen und Dauerkulturen	ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	Zuckerrübe	3,5	0,8
ACK	Ackerflächen und Dauerkulturen	ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	Obst	0,5	0,1
ACK	Ackerflächen und Dauerkulturen	ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	Feldfutter	14,7	2,6
ACK	Ackerflächen und Dauerkulturen	ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	Diverse pflanzliche Produkte	0,4	0,4
ACK	Ackerflächen und Dauerkulturen	ACK	Ackerflächen und Dauerkulturen	Getreide	0,1	0,1
ACK	Ackerflächen und Dauerkulturen	ACK	Ackerflächen und Dauerkulturen	Hülsenfrüchte	0,0	0,0
ACK	Ackerflächen und Dauerkulturen	ACK	Ackerflächen und Dauerkulturen	Kartoffel	0,1	0,0
ACK	Ackerflächen und Dauerkulturen	ACK	Ackerflächen und Dauerkulturen	Getreidestroh	0,5	0,4
ACK	Ackerflächen und Dauerkulturen	EXP	Export	Getreidestroh	0,0	0,0
ACK	Ackerflächen und Dauerkulturen	THA	Tierhaltung	Getreidestroh	1,4	1,2
IMP	Import	ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	Getreide	1,7	1,5
IMP	Import	ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	Hülsenfrüchte	0,0	0,0
IMP	Import	ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	Kartoffel	0,2	0,0
IMP	Import	ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	Gemüse	0,7	0,1
IMP	Import	ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	Ölsaaten	0,0	0,0
IMP	Import	ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	Zuckerrübe	0,0	0,0
IMP	Import	ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	Obst	0,6	0,1
ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	LMI	Lebensmittelindustrie	Getreide	1,0	0,9
ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	LMI	Lebensmittelindustrie	Hülsenfrüchte	0,0	0,0
ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	LMI	Lebensmittelindustrie	Kartoffel	0,1	0,0
ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	LMI	Lebensmittelindustrie	Gemüse	0,9	0,1
ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	LMI	Lebensmittelindustrie	Zuckerrübe	3,2	0,7
ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	LMI	Lebensmittelindustrie	Obst	0,2	0,0
ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	LMI	Lebensmittelindustrie	Diverse pflanzliche Produkte	0,2	0,2
ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	DIW	Diverse Industrie & Warenproduktion	Getreide	1,0	0,8

BIOGENE MATERIALFLÜSSE IN ÖSTERREICH

Quelle		Senke		Bezeichnung Material/Warengruppe	Flussmenge	
Kürzel	Bezeichnung	Kürzel	Bezeichnung		Mio. t	Mio. t _M
ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	BKP	Biokraftstoffproduktion	Getreide	0,6	0,5
ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	DIW	Diverse Industrie & Warenproduktion	Kartoffel	0,2	0,0
ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	OEM	Ölmühlen	Ölsaaten	0,4	0,4
ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	LMK	Lebensmittelkonsum	Kartoffel	0,4	0,1
ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	LMK	Lebensmittelkonsum	Obst	0,6	0,1
ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	EXP	Export	Getreide	1,1	1,0
ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	EXP	Export	Hülsenfrüchte	0,0	0,0
ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	EXP	Export	Kartoffel	0,2	0,0
ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	EXP	Export	Gemüse	0,3	0,0
ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	EXP	Export	Zuckerrübe	0,2	0,1
ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	EXP	Export	Obst	0,2	0,0
ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	EXP	Export	Diverse pflanzliche Produkte	0,3	0,2
Tierhaltung, Fleisch, Fisch, Milchprodukte						
ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	THA	Tierhaltung	Getreide	2,9	2,5
ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	THA	Tierhaltung	Hülsenfrüchte	0,1	0,0
ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	THA	Tierhaltung	Kartoffel	0,0	0,0
ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	THA	Tierhaltung	Feldfutter	14,7	2,6
WGL	Wirtschaftsgrünland	THA	Tierhaltung	Gras & Grassilage	16,0	2,9
EGL	Extensivgrünland	THA	Tierhaltung	Gras & Grassilage	9,9	1,8
LMI	Lebensmittelindustrie	THA	Tierhaltung	Pflanzenreste & div. Nebenprodukte	1,0	0,6
DIW	Diverse Industrie & Warenproduktion	THA	Tierhaltung	Pflanzenreste & div. Nebenprodukte	0,1	0,1
THA	Tierhaltung	LMK	Lebensmittelkonsum	Rohmilch	0,1	0,0
THA	Tierhaltung	LMI	Lebensmittelindustrie	Rohmilch	3,0	0,4
THA	Tierhaltung	FLV	Fleisch- und Fischverarbeitung	Lebende Tiere	1,5	0,6
THA	Tierhaltung	ZS_WDU	Zwischensumme Wirtschaftsdünger	Wirtschaftsdünger	33,0	3,3
ZS_WDU	Zwischensumme Wirtschaftsdünger	ACK	Ackerflächen und Dauerkulturen	Wirtschaftsdünger	17,4	1,7
ZS_WDU	Zwischensumme Wirtschaftsdünger	WGL	Wirtschaftsgrünland	Wirtschaftsdünger	9,6	1,0
ZS_WDU	Zwischensumme Wirtschaftsdünger	EGL	Extensivgrünland	Wirtschaftsdünger	6,0	0,6
FLV	Fleisch- und Fischverarbeitung	TKV	Tierkörperverwertung	Schlachtabfälle	0,3	0,1
FLV	Fleisch- und Fischverarbeitung	LMI	Lebensmittelindustrie	Fleisch	0,5	0,1
FLV	Fleisch- und Fischverarbeitung	LMI	Lebensmittelindustrie	Fisch	0,1	0,0
FLV	Fleisch- und Fischverarbeitung	LMI	Lebensmittelindustrie	Tierische Fette	0,1	0,1
FLV	Fleisch- und Fischverarbeitung	DIW	Diverse Industrie & Warenproduktion	Diverse tierische Produkte	0,0	0,0
GEW	Gewässer & Aquakulturen	FLV	Fleisch- und Fischverarbeitung	Fisch	0,0	0,0
IMP	Import	THA	Tierhaltung	Getreidestroh	0,1	0,1
IMP	Import	THA	Tierhaltung	Pressrückstände	1,0	0,9
IMP	Import	THA	Tierhaltung	Tierfutter	0,3	0,3
IMP	Import	FLV	Fleisch- und Fischverarbeitung	Lebende Tiere	0,1	0,0

Quelle		Senke		Bezeichnung Material/Warengruppe	Flussmenge	
Kürzel	Bezeichnung	Kürzel	Bezeichnung		Mio. t	Mio. t _M
IMP	Import	FLV	Fleisch- und Fischverarbeitung	Tierische Fette	0,0	0,0
IMP	Import	LMI	Lebensmittelindustrie	Fleisch	0,4	0,1
IMP	Import	LMI	Lebensmittelindustrie	Fisch	0,1	0,0
THA	Tierhaltung	EXP	Export	Lebende Tiere	0,0	0,0
THA	Tierhaltung	EXP	Export	Diverse tierische Produkte	0,1	0,1
FLV	Fleisch- und Fischverarbeitung	EXP	Export	Fleisch	0,5	0,1
FLV	Fleisch- und Fischverarbeitung	EXP	Export	Tierische Fette	0,0	0,0
FLV	Fleisch- und Fischverarbeitung	EXP	Export	Diverse tierische Produkte	0,1	0,1
Pflanzenöl, Biogene Kraftstoffe						
OEM	Ölmühlen	ZS_POE	Zwischensumme Pflanzenöl	Pflanzenöl	0,2	0,2
IMP	Import	ZS_POE	Zwischensumme Pflanzenöl	Pflanzenöl	0,4	0,4
ZS_POE	Zwischensumme Pflanzenöl	LMI	Lebensmittelindustrie	Pflanzenöl	0,2	0,2
ZS_POE	Zwischensumme Pflanzenöl	BKP	Biokraftstoffproduktion	Pflanzenöl	0,2	0,2
ZS_POE	Zwischensumme Pflanzenöl	ZS_KRA	Zwischensumme Kraftstoffe	Pflanzenöl	0,0	0,0
ZS_POE	Zwischensumme Pflanzenöl	DIW	Diverse Industrie & Warenproduktion	Pflanzenöl	0,0	0,0
ZS_POE	Zwischensumme Pflanzenöl	EXP	Export	Pflanzenöl	0,1	0,1
OEM	Ölmühlen	THA	Tierhaltung	Pflanzenöl	0,0	0,0
OEM	Ölmühlen	THA	Tierhaltung	Pressrückstände	0,2	0,2
LMK	Lebensmittelkonsum	BKP	Biokraftstoffproduktion	Altspeiseöl	0,1	0,1
FLV	Fleisch- und Fischverarbeitung	BKP	Biokraftstoffproduktion	Tierische Fette	0,0	0,0
BKP	Biokraftstoffproduktion	ZS_KRA	Zwischensumme Kraftstoffe	Biodiesel	0,3	0,3
BKP	Biokraftstoffproduktion	ZS_KRA	Zwischensumme Kraftstoffe	Bioethanol	0,2	0,2
BKP	Biokraftstoffproduktion	THA	Tierhaltung	DDGS	0,2	0,2
IMP	Import	ZS_KRA	Zwischensumme Kraftstoffe	Biodiesel	0,3	0,3
IMP	Import	ZS_KRA	Zwischensumme Kraftstoffe	Bioethanol	0,0	0,0
ZS_KRA	Zwischensumme Kraftstoffe	ENE	Energetische Nutzung	Pflanzenöl	0,0	0,0
ZS_KRA	Zwischensumme Kraftstoffe	ENE	Energetische Nutzung	Biodiesel	0,5	0,5
ZS_KRA	Zwischensumme Kraftstoffe	ENE	Energetische Nutzung	Bioethanol	0,1	0,1
ZS_KRA	Zwischensumme Kraftstoffe	EXP	Export	Biodiesel	0,1	0,1
ZS_KRA	Zwischensumme Kraftstoffe	EXP	Export	Bioethanol	0,1	0,1
Biogas						
THA	Tierhaltung	ANF	Anaerobe Fermentation	Wirtschaftsdünger	0,5	0,0
ZS_ACK	Zwischensumme Ackerfrüchte	ANF	Anaerobe Fermentation	Biogaspflanzen	0,9	0,3
WAK	Warenkonsum	ANF	Anaerobe Fermentation	Biogene Abfälle	0,3	0,1
LMI	Lebensmittelindustrie	ANF	Anaerobe Fermentation	Pflanzenreste & div. Nebenprodukte	0,1	0,0
TKV	Tierkörperverwertung	ANF	Anaerobe Fermentation	Schlachtabfälle	0,1	0,0
KLA	Kläranlagen	ANF	Anaerobe Fermentation	Klärschlamm	0,4	0,0
ANF	Anaerobe Fermentation	ACK	Ackerflächen und Dauerkulturen	Gärreste	1,8	0,1
ANF	Anaerobe Fermentation	ENE	Energetische Nutzung	Biogas	0,3	0,3

BIOGENE MATERIALFLÜSSE IN ÖSTERREICH

Quelle		Senke		Bezeichnung Material/Warengruppe	Flussmenge	
Kürzel	Bezeichnung	Kürzel	Bezeichnung		Mio. t	Mio. t _{TM}
Forstwirtschaft & Holz verarb. Industrie						
FWI	Forstwirtschaft	HVI	Holz verarbeitende Industrie	Sägerundholz	6,9	4,9
FWI	Forstwirtschaft	HVI	Holz verarbeitende Industrie	Industrieholz	2,5	1,8
FWI	Forstwirtschaft	ENE	Energetische Nutzung	Brennholz	2,0	1,7
FWI	Forstwirtschaft	ENE	Energetische Nutzung	Waldhackgut	1,7	1,4
FWI	Forstwirtschaft	FWI	Forstwirtschaft	Ernterücklass (Wald)	0,5	0,4
HVI	Holz verarbeitende Industrie	ENE	Energetische Nutzung	Sägenebenprodukte	3,7	3,2
HVI	Holz verarbeitende Industrie	ENE	Energetische Nutzung	Ablauge	3,3	1,7
HVI	Holz verarbeitende Industrie	DIW	Diverse Industrie & Warenproduktion	Schnittholz	2,6	1,8
HVI	Holz verarbeitende Industrie	DIW	Diverse Industrie & Warenproduktion	Papier & Karton	0,9	0,8
HVI	Holz verarbeitende Industrie	DIW	Diverse Industrie & Warenproduktion	Holzwerkstoffe	0,4	0,3
HVI	Holz verarbeitende Industrie	ZS_HPE	Zwischensumme Holzpellets & -briketts	Holzpellets & -briketts	0,9	0,9
HVI	Holz verarbeitende Industrie	WAK	Warenkonsum	Diverse Waren	0,4	0,4
HVI	Holz verarbeitende Industrie	HVI	Holz verarbeitende Industrie	Zellstoff	2,2	2,0
HVI	Holz verarbeitende Industrie	HVI	Holz verarbeitende Industrie	Sägenebenprodukte	3,1	2,7
WAK	Warenkonsum	ZS_APA	Zwischensumme Altpapier	Altpapier	0,5	0,5
DIW	Diverse Industrie & Warenproduktion	ZS_APA	Zwischensumme Altpapier	Altpapier	0,9	0,8
ZS_HPE	Zwischensumme Holzpellets & - briketts	ENE	Energetische Nutzung	Holzpellets & -briketts	0,7	0,6
ZS_APA	Zwischensumme Altpapier	HVI	Holz verarbeitende Industrie	Altpapier	2,4	2,2
ZS_APA	Zwischensumme Altpapier	EXP	Export	Altpapier	0,4	0,4
DIW	Diverse Industrie & Warenproduktion	HVI	Holz verarbeitende Industrie	Diverse pflanzliche Produkte	0,1	0,1
IMP	Import	HVI	Holz verarbeitende Industrie	Sägerundholz	3,4	2,4
IMP	Import	HVI	Holz verarbeitende Industrie	Industrieholz	2,2	1,6
IMP	Import	ENE	Energetische Nutzung	Brennholz	0,6	0,5
IMP	Import	HVI	Holz verarbeitende Industrie	Sägenebenprodukte	1,3	1,1
IMP	Import	HVI	Holz verarbeitende Industrie	Zellstoff	0,6	0,6
IMP	Import	ZS_APA	Zwischensumme Altpapier	Altpapier	1,4	1,3
IMP	Import	DIW	Diverse Industrie & Warenproduktion	Schnittholz	1,3	0,9
IMP	Import	DIW	Diverse Industrie & Warenproduktion	Papier & Karton	1,4	1,2
IMP	Import	DIW	Diverse Industrie & Warenproduktion	Holzwerkstoffe	1,3	1,1
IMP	Import	ZS_HPE	Zwischensumme Holzpellets & -briketts	Holzpellets & -briketts	0,8	0,7
FWI	Forstwirtschaft	EXP	Export	Sägerundholz	0,5	0,4
FWI	Forstwirtschaft	EXP	Export	Industrieholz	0,3	0,2
FWI	Forstwirtschaft	EXP	Export	Brennholz	0,0	0,0
HVI	Holz verarbeitende Industrie	EXP	Export	Schnittholz	3,7	2,6
HVI	Holz verarbeitende Industrie	EXP	Export	Holzwerkstoffe	1,8	1,3
HVI	Holz verarbeitende Industrie	EXP	Export	Papier & Karton	4,0	3,6
HVI	Holz verarbeitende Industrie	EXP	Export	Sägenebenprodukte	0,3	0,3

Quelle		Senke		Bezeichnung Material/Warengruppe	Flussmenge	
Kürzel	Bezeichnung	Kürzel	Bezeichnung		Mio. t	Mio. t _M
HVI	Holz verarbeitende Industrie	EXP	Export	Zellstoff	0,4	0,4
ZS_HPE	Zwischensumme Holzpellets & -briketts	EXP	Export	Holzpellets & -briketts	0,7	0,7
Lebensmittelindustrie & sonst. Industrie						
LMI	Lebensmittelindustrie	LMK	Lebensmittelkonsum	Zucker & zuckerhaltige Erzeugnisse	0,3	0,3
LMI	Lebensmittelindustrie	LMK	Lebensmittelkonsum	Milch & Milchprodukte	1,0	0,2
LMI	Lebensmittelindustrie	LMK	Lebensmittelkonsum	Diverse Lebensmittel	5,5	0,7
DIW	Diverse Industrie & Warenproduktion	WAK	Warenkonsum	Diverse Waren	6,1	4,4
LMI	Lebensmittelindustrie	EXP	Export	Fisch	0,0	0,0
IMP	Import	LMI	Lebensmittelindustrie	Zucker & zuckerhaltige Erzeugnisse	0,4	0,4
IMP	Import	LMI	Lebensmittelindustrie	Milch & Milchprodukte	0,2	0,1
IMP	Import	LMI	Lebensmittelindustrie	Diverse Lebensmittel	0,2	0,2
IMP	Import	LMI	Lebensmittelindustrie	Diverse pflanzliche Produkte	0,0	0,0
IMP	Import	LMK	Lebensmittelkonsum	Diverse Lebensmittel	1,0	0,5
IMP	Import	LMK	Lebensmittelkonsum	Diverse pflanzliche Produkte	0,2	0,2
IMP	Import	WAK	Warenkonsum	Diverse Waren	1,3	1,1
IMP	Import	DIW	Diverse Industrie & Warenproduktion	Diverse tierische Produkte	0,2	0,2
IMP	Import	DIW	Diverse Industrie & Warenproduktion	Diverse pflanzliche Produkte	0,2	0,1
LMI	Lebensmittelindustrie	EXP	Export	Diverse Lebensmittel	1,2	0,8
LMI	Lebensmittelindustrie	EXP	Export	Diverse pflanzliche Produkte	0,0	0,0
DIW	Diverse Industrie & Warenproduktion	EXP	Export	Diverse Waren	1,9	1,7
LMI	Lebensmittelindustrie	EXP	Export	Zucker & zuckerhaltige Erzeugnisse	0,5	0,5
DIW	Diverse Industrie & Warenproduktion	EXP	Export	Diverse pflanzliche Produkte	0,2	0,1
LMI	Lebensmittelindustrie	EXP	Export	Pflanzenreste & div. Nebenprodukte	0,4	0,0
LMI	Lebensmittelindustrie	EXP	Export	Milch & Milchprodukte	0,6	0,2
Abfallverwertung & Diverses						
LMI	Lebensmittelindustrie	KOM	Kompostierung	Biogene Abfälle	0,1	0,0
WAK	Warenkonsum	KOM	Kompostierung	Biogene Abfälle	0,6	0,2
LMK	Lebensmittelkonsum	KOM	Kompostierung	Biogene Abfälle	1,5	0,2
WAK	Warenkonsum	ENE	Energetische Nutzung	Biogene Abfälle	0,6	0,3
DWI	Diverse Industrie & Warenproduktion	ENE	Energetische Nutzung	Biogene Abfälle	0,2	0,2
TKV	Tierkörperverwertung	ENE	Energetische Nutzung	Schlachtabfälle	0,1	0,1
LMK	Lebensmittelkonsum	KLA	Kläranlagen	Klärschlamm	2,6	0,3
KLA	Kläranlagen	ACK	Ackerflächen und Dauerkulturen	Klärschlamm	0,4	0,0
KLA	Kläranlagen	ENE	Energetische Nutzung	Klärschlamm	1,2	0,1
KLA	Kläranlagen	ENE	Energetische Nutzung	Klärgas	0,0	0,0
KLA	Kläranlagen	DEP	Deponierung	Klärschlamm	0,2	0,0
KLA	Kläranlagen	KOM	Kompostierung	Klärschlamm	0,4	0,0

BIOGENE MATERIALFLÜSSE IN ÖSTERREICH

Quelle		Senke		Bezeichnung Material/Warengruppe	Flussmenge	
Kürzel	Bezeichnung	Kürzel	Bezeichnung		Mio. t	Mio. t _{TM}
KOM	Kompostierung	ACK	Ackerflächen und Dauerkulturen	Kompost	0,9	0,4
ENE	Energetische Nutzung	DEP	Deponierung	Holzaschen	0,0	0,0
DEP	Deponierung	ENE	Energetische Nutzung	Deponiegas	0,0	0,0
SGF	Sonstige Grünflächen	ENE	Energetische Nutzung	Biogene Abfälle	0,8	0,3
SGF	Sonstige Grünflächen	ENE	Energetische Nutzung	Brennholz	1,3	1,1
SGF	Sonstige Grünflächen	HVI	Holz verarbeitende Industrie	Sägerundholz	3,0	2,5

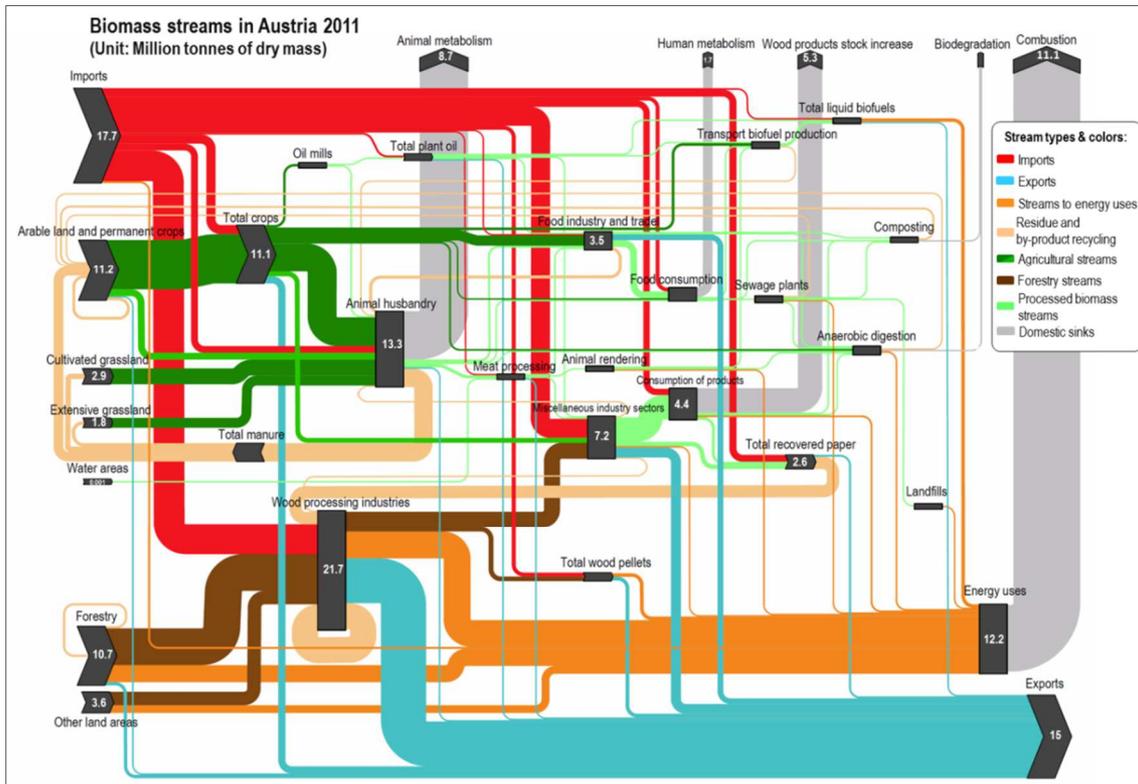


Abbildung 34: Biomass streams in Austria in 2011 (dry mass basis)

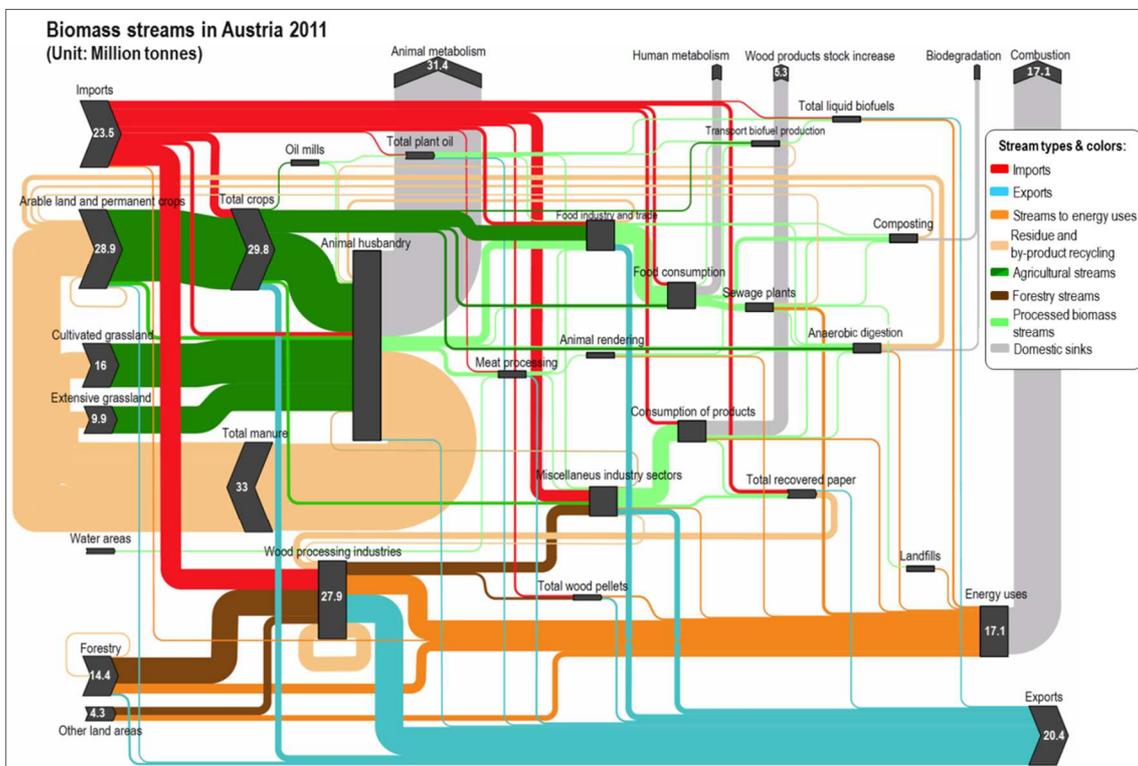


Abbildung 35: Biomass streams in Austria in 2011 (wet mass basis)

ÜBER DIE ÖSTERREICHISCHE ENERGIEAGENTUR – AUSTRIAN ENERGY AGENCY

Die Österreichische Energieagentur ist das nationale Kompetenzzentrum für Energie in Österreich. Sie berät auf Basis ihrer vorwiegend wissenschaftlichen Tätigkeit Entscheidungsträger aus Politik, Wissenschaft und Wirtschaft. Ihre Schwerpunkte liegen in der Forcierung von Energieeffizienz und erneuerbaren Energieträgern im Spannungsfeld zwischen Wettbewerbsfähigkeit, Klima- und Umweltschutz sowie Versorgungssicherheit. Dazu realisiert die Österreichische Energieagentur nationale und internationale Projekte und Programme, führt gezielte Informations- und Öffentlichkeitsarbeit durch und entwickelt Strategien für die nachhaltige und sichere Energieversorgung. Die Österreichische Energieagentur setzt **klimaaktiv** – die Klimaschutzinitiative des BMLFUW – operativ um und koordiniert die verschiedenen Maßnahmen in den Themenbereichen Mobilität, Energiesparen, Bauen & Sanieren und Erneuerbare Energie. Weitere Informationen für Mitglieder und Interessenten unter www.energyagency.at.

