

Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften



**Life Sciences und
Facility Management**

**ICBT Institut für
Chemie und Biotechnologie**



Schlussbericht

Biogene Güterflüsse – Update 2014

Massenflussanalyse der Biomasseflüsse der Schweiz

Mai 2018

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt

Impressum

Herausgeber

ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften
LSFM Departement Life Science and Facility Management
ICBT Institut für Biotechnologie und Chemie

Fachstelle Umweltbiotechnologie

Campus Reidbach, Postfach, CH – 8820 Wädenswil
www.icbt.zhaw.ch/umweltbiotech

Auftraggeber

BAFU Bundesamt für Umwelt
Abteilung Abfall und Rohstoffe
Postfach
CH – 3003 Bern

Petar Mandaliev / petar.mandaliev@bafu.admin.ch / 058 462 96 38

Autoren

Lona Mosberger / ZHAW / moso@zhaw.ch / 058 934 5823

Dominik Gröbly / ZHAW

Sebastian Baum / TU Weihenstephan

Urs Baier / ZHAW / burs@zhaw.ch / 058 934 5714

Disclaimer: Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren verantwortlich.
--

Zitierung

Mosberger L., Gröbly D., Baum S., Baier U. (2018). Biogene Güterflüsse – update 2014
Massenflussanalyse der Biomasseflüsse der Schweiz. Schlussbericht ZHAW, Wädenswil

Keywords

Biogene Güter, Massenflussanalyse, Biomasse

Copyright © 2018 ZHAW

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Zusammenfassung	II
Résumé	IV
Riassunto.....	VI
Abstract.....	VIII
1 Veränderungen der Mengen 2014 gegenüber 2009	1
2 Methodik	3
2.1 Vorgehensweise.....	3
2.2 Definitionen	8
3 Resultate	9
3.1 Struktur der Güterflüsse	9
3.2 Gesamtdarstellung Massenflüsse 2014 versus 2009.....	10
3.3 Prozesse und Flüsse im Sektor Produktion.....	12
3.3.1 Pflanzenbau (PFL)	12
3.3.2 Tierhaltung (THA)	21
3.3.3 Waldwirtschaft (WAW)	30
3.4 Prozesse und Flüsse im Sektor Verarbeitung	35
3.4.1 Lebensmittelindustrie (LMI)	35
3.4.2 Fleischverarbeitung (FLV)	46
3.4.3 Holz- und Papierindustrie (HPI)	52
3.4.4 Verarbeitung Energieträger (VEN)	60
3.4.5 Andere Industrien (AND)	67
3.5 Prozesse und Flüsse im Sektor Nutzung und Entsorgung.....	73
3.5.1 Warenkonsum (WAK)	73
3.5.2 Nutzung Energieträger (NEN).....	81
3.5.3 Kompostierung (KMP)	86
3.5.4 Vergärung (VGÄ).....	92
3.5.5 Abwasserreinigung (ARA).....	102
3.5.6 Kehrichtverbrennung (KVA)	106
3.5.7 Deponie (DEP)	110
3.5.8 Industrielle Verbrennung (IVB).....	113
3.5.9 Import- und Exportmengen (IMP, EXP).....	118
4 Literaturverzeichnis	132
A 1 Massenfluss-Grafiken für das Bezugsjahr 2009	136

Zusammenfassung

2016 beauftragte das BAFU Bundesamt für Umwelt die Fachstelle Umweltbiotechnologie der ZHAW mit der Aktualisierung der Güterflussanalyse für biogene Güter in der Schweiz bezogen auf das Jahr 2014. Eine vergleichbare Studie wurde bereits in den Jahren 2011 (Datenbasis 2009) (Baum et al., 2012), 2008 (Datenbasis 2006) (Baum and Baier, 2008, 2009) und 2001 (Datenbasis 1998/9) (Scheurer and Baier, 2001) durchgeführt. Die vorliegende Studie «Biogene Güterflüsse der Schweiz – Update 2014» erfasst und visualisiert alle relevanten Güterflüsse biogener Güter der Schweiz anhand bestehender statistischer Erhebungen und Daten. Sie orientiert sich dabei klar an der Struktur, den Prozessen und den Flüssen ihrer Vorgängerstudien.

Die sektorielle Betrachtung der Güterflüsse inklusive der Berücksichtigung von Import und Exportflüssen für jeden Prozess wird beibehalten. Den drei Sektoren «Produktion», «Verarbeitung» und «Nutzung und Entsorgung» werden insgesamt sechzehn Prozesse zugewiesen (Tabelle 2). In der Studie mit dem Bezugsjahr 2009 (Baum et al., 2012) stand der Prozess «Vergärung» im Fokus der Betrachtungen, und wurde erstmalig in die vier Teilprozesse «Anaerobe Industrieabwasserreinigung», «Faultürme ARA», «Industrielle Biogasanlagen» und «Landwirtschaftliche Biogasanlagen» mit 27 Teilflüssen unterteilt (3.5.4). In der vorliegenden Studie wurde der Prozess Kompostierung genauer untersucht und neu in die zwei Teilprozesse «Platzkompostierung» und «Feldrandkompostierung» mit 13 Teilflüssen unterteilt (3.5.3).

Sämtliche Flüsse werden für das Bezugsjahr 2014 auf der Basis der Bezugsgrösse «Menge Trockensubstanz» [t TS/a] als mengenproportionale Sankey Diagramme dargestellt. Die Sankey Diagramme aller Flüsse für das Bezugsjahr 2009 sind im Anhang A1 (Abbildung 24 - Abbildung 40) dargestellt.

Zusätzlich sind für sämtliche Flüsse die Basisbezugsgrösse «Menge Trockensubstanz» [t TS/a] und deren Grundlage «Menge Frischsubstanz» [t FS/a] für das Bezugsjahr 2014 in tabellarischer Form aufgeführt. Als Vergleich zwischen den Bezugsjahren 2009 und 2014 sind jeweils in der zweit letzten Tabellenspalte die entsprechenden Flüsse für das Bezugsjahr 2009 in der Basisgrösse «Menge Trockensubstanz» [t TS/a] aufgelistet. In der letzten Tabellenspalte finden sich die prozentualen Veränderungen fürs 2014 gegenüber 2009.

Auf die frühere Darstellung (Baum and Baier, 2008) des Bruttoenergieinhaltes (unterer Heizwert, Hu) wird verzichtet, da die Aussagekraft mit derjenigen der Trockensubstanz weitgehend übereinstimmt und da die Darstellung der Bruttoenergieflüsse die jeweiligen energetischen Nutzungsoptionen nicht berücksichtigt. Neben der Darstellung der gesamtschweizerischen Güterflüsse (Abbildung 3) sind Darstellungen aller einzelnen Prozesse (Abbildung 5 - Abbildung 23), sowie der Teilprozesse der Vergärung (Abbildung 19) und der Kompostierung (Abbildung 16) abgebildet.

In Bezug auf die Mengen dominieren nach wie vor die Flüsse des Produktionssektors (Abbildung 3 und Abbildung 4). Die klar grössten Mengen biogener Güter fliessen aus dem landwirtschaftlichen Pflanzenbau in die Tierhaltung (3.3.1). Weiterhin stark ins Gewicht fallen Ströme aus der Tierhaltung (Hofdünger, 3.3.2), der Waldwirtschaft (Industrie- & Energieholz, 3.3.3), der Holz- und Papierindustrie (Papier & Karton, Import, Export, 3.4.3) sowie der Lebensmittelindustrie (Lebensmittelkonsum, 3.4.1) und des Warenkonsums (Altpapier, 3.5.1). Die Flüsse zu und aus den Prozessen der Nutzung und Entsorgung (3.5) spielen, mit Ausnahme des Warenkonsums nur eine

geringe Rolle. Bei der energetischen Nutzung von biogenen Gütern steht deutlich die Nutzung von Energieholz vor derjenigen von alternativen biogenen Energieträgern und von Abfallbiomassen im Vordergrund (3.5.2).

Die vorliegende aktualisierte Version der Auflistung und Darstellung sämtlicher Flüsse biogener Güter der Schweiz stellt erneut eine Entscheidungsgrundlage dar, wenn es gilt, Konzepte zur stofflichen und energetischen Nutzung biogener Ressourcen zu planen und umzusetzen. Die gewählte Prozessstruktur hat sich als sinnvoll erwiesen, sie ist schnell erweiterbar und erlaubt, wie im vorliegenden Fall der Vergärung und Kompostierung, eine bedarfsorientierte Erweiterung des Detaillierungsgrades. Die regelmässige Aktualisierung der Güterflussanalyse biogener Güter der Schweiz erlaubt dabei auch die Darstellung von Veränderungen resp. die Beurteilung der Wirksamkeit von Massnahmen.

Résumé

En 2016, l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) a chargé le Centre de technologie environnementale de la haute école spécialisée de Zurich (ZHAW) d'actualiser l'analyse des flux des produits biogènes à l'année de référence 2014. Des études comparables avaient déjà été réalisées avec les données de 2009 (Baum et al., 2012), 2006 (Baum et Baier 2008, 2009) et 1998/9 (Scheurer et Baier 2001). La présente version, intitulée « Biogene Güterflüsse der Schweiz – Update 2014 » (Flux des produits biogènes en Suisse – mise à jour 2014), recense et illustre tous les flux significatifs de ces produits. Elle s'appuie sur des statistiques actuelles et sa structure, tout comme les processus et flux présentés, sont calqués sur les éditions précédentes.

L'analyse sectorielle des flux de produits, incluant également les importations et exportations, a été conservée pour chacun des seize processus. Ceux-ci sont classés en trois secteurs : « Production », « Transformation » ainsi que « Utilisation et élimination » (tabl. 2). L'étude portant sur 2009 (Baum et al. 2012) s'était focalisée sur le processus « Méthanisation » et l'avait pour la première fois subdivisée en quatre sous-processus (« Épuration anaérobie d'effluents industriels », « Digesteurs STEP », « Installations de biogaz industrielles » et « Installations de biogaz agricoles »), composés de 27 flux partiels (3.5.4). L'étude actuelle a examiné plus en détail le processus « Compostage », qui a été scindé en deux sous-processus, « Places de compostage » et « Compostage en bord de champ », comportant 13 flux partiels (3.5.3).

Tous les flux de l'année 2014 sont présentés sous forme de diagrammes de Sankey proportionnels à la quantité de matière sèche (valeur de référence), en [t MS/a]. L'annexe 1 contient les diagrammes de Sankey de l'année 2009 (fig. 24 à 40).

En outre, les valeurs de référence de tous les flux de 2014 (quantité de matière sèche en t MS/a) ainsi que les valeurs d'origine dont celles-ci ont été tirées, à savoir la quantité de matière fraîche en t MF/a, sont rassemblées dans des tableaux. À titre de comparaison, les deux dernières colonnes présentent les valeurs de l'année 2009 (en t MS/a) ainsi que la variation (en %) par rapport à 2009.

Il a été renoncé à l'illustration de la teneur en énergie brute (pouvoir calorifique inférieur ; PCI) qui figurait dans l'étude de Baum et Baier (2008). En effet, cette teneur est presque toujours corrélée à la matière sèche et les flux bruts ne tiennent pas compte de l'utilisation qui est faite de l'énergie. En sus des flux de produits totaux à l'échelle de la Suisse (fig. 3), le rapport illustre aussi chaque processus individuel (fig. 5 à 23), de même que les sous-processus « Méthanisation » (fig. 19) et « Compostage » (fig. 16).

En termes de quantité, ce sont les flux du secteur « Production » qui continuent de dominer (fig. 3 et 4). Le flux de produits biogènes de loin le plus massif est celui allant de la production végétale agricole à la détention animale (3.3.1). D'autres flux de grande ampleur sont ceux sortant de la détention animale (engrais de ferme, 3.3.2), de l'économie forestière (bois d'industrie et d'énergie, 3.3.3), de l'industrie du bois et du papier (importations et exportations de papier et de carton, 3.4.3), de l'industrie alimentaire (consommation de denrées alimentaires, 3.4.1) ainsi que de la consommation de biens (vieux papier, 3.5.1). Les flux entrant et sortant des processus d'utilisation et d'élimination (3.5) ne jouent qu'un rôle mineur, excepté pour la consommation des biens. En matière de valorisation énergétique des produits biogènes, c'est le flux de bois-énergie qui occupe la première place, loin devant les autres combustibles biogènes et les biodéchets (3.5.2).

Cette nouvelle édition de l'analyse des flux de produits biogènes en Suisse constitue une base décisionnelle utile pour élaborer ou concrétiser des stratégies d'utilisation de ressources biogènes. La structure des processus choisie a fait ses preuves : elle est facilement extensible et son niveau de détail peut être approfondi en fonction des besoins, comme c'est le cas ici pour la méthanisation et le compostage. Par ailleurs, la mise à jour régulière de ces flux permet de visualiser les changements survenus ou de constater si les mesures introduites ont porté leurs fruits.

Riassunto

Nel 2016 l'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM) ha incaricato il centro di Biotecnologie ambientali dell'Università di Scienze Applicate di Zurigo (ZHAW) di aggiornare l'analisi del flusso di prodotti biogeni in Svizzera per l'anno di riferimento 2014. Studi comparabili erano già stati realizzati per gli anni 2009 (Baum et al., 2012), 2006 (Baum e Baier, 2008, 2009) e 1998/9 (Scheurer e Baier, 2001). Il presente studio «Biogene Güterflüsse der Schweiz – Update 2014» (Flussi di prodotti biogeni della Svizzera - Aggiornamento 2014) registra e mostra illustra i più rilevanti flussi di prodotti biogeni della Svizzera sulla base di rilevazioni statistiche e di dati esistenti, orientandosi quindi chiaramente con la struttura, i processi e i flussi degli studi precedenti.

È mantenuta anche l'analisi settoriale dei flussi di prodotti, compresa la valutazione dei flussi di importazione ed esportazione per ciascun processo. Ai tre settori "produzione", "trasformazione" e "uso e smaltimento" sono assegnati in totale sedici processi (tabella 2). Nello studio per l'anno di riferimento 2009 (Baum et al., 2012) il processo di "fermentazione" è stato al centro delle riflessioni e, per la prima volta, è stato suddiviso nei quattro sottoprocessi "trattamento anaerobico delle acque reflue industriali", "digestori IDA", "impianti industriali di biogas" e "impianti agricoli di biogas", con 27 flussi parziali (3.5.4). Nel presente studio, il processo di compostaggio è stato esaminato più scrupolosamente e suddiviso nei due nuovi sottoprocessi "compostaggio in impianti centralizzati" e "compostaggio a bordo campo", con 13 flussi parziali (3.5.3).

Tutti i flussi per l'anno 2014 sono rappresentati in diagrammi di Sankey quantitativamente proporzionali al valore di riferimento "quantità di materia secca" [t MS/a]. I diagrammi di Sankey dei flussi per l'anno di riferimento 2009 sono riportati nell'allegato A1 (fig. 24-40).

Per l'anno 2014 inoltre, per tutti i flussi sono elencati in forma tabulare il valore di riferimento "quantità di materia secca" [t MS/a] e la rispettiva base "quantità di materia fresca" [t MF/a]. A titolo di confronto tra gli anni 2009 e 2014, nella penultima colonna della tabella sono stati elencati i flussi dell'anno 2009 [t MS/a], mentre nell'ultima colonna si possono trovare le variazioni percentuali rispetto al 2009.

La trattazione precedente (Baum e Baier, 2008) sul contenuto energetico lordo (potere calorifico inferiore, PCI) non è stata presentata, poiché i risultati corrispondono in gran parte a quelli della sostanza secca e la rappresentazione dei flussi energetici lordi non tiene conto delle relative opzioni di utilizzo dell'energia. Accanto alla presentazione dei flussi di prodotti dell'intera Svizzera (fig. 3) sono illustrati tutti i singoli processi (fig. 5-23), nonché i sottoprocessi di fermentazione (fig. 19) e compostaggio (fig. 16).

In relazione alle quantità, i flussi dei settori di produzione continuano a dominare la scena (fig. 3 e 4). La chiara maggioranza dei prodotti biogeni passa dalla produzione agricola all'allevamento (3.3.1). I flussi provenienti dall'allevamento (letame, 3.3.2), dalla silvicoltura (legno industriale ed energetico, 3.3.3), dall'industria del legno e della carta (carta e cartone, importazione, esportazione, 3.4.3), così come anche dall'industria alimentare (consumo alimentare, 3.4.1) e dei beni di consumo (carta da macero, 3.5.1) continuano ad avere un grosso peso. I flussi da e verso i processi di uso e smaltimento (3.5) giocano un ruolo marginale, eccezion fatta per i beni di consumo. Tra gli usi energetici dei prodotti biogeni, l'utilizzo del legno come fonte d'energia è nettamente in primo piano rispetto a fonti energetiche biogene alternative e alla biomassa di scarto (3.5.2).

La presente versione aggiornata dell'elenco e rappresentazione di tutti i flussi di prodotti biogeni della Svizzera costituisce, ancora una volta, una base decisionale per lo sviluppo e l'attuazione di strategie per l'utilizzo delle risorse biogene a fini energetici e materiali. La struttura di processo scelta è risultata utile, velocemente espandibile e, come nel caso della fermentazione e del compostaggio, aperta ad un ampliamento del grado di dettaglio secondo necessità. L'aggiornamento regolare dell'analisi dei flussi di prodotti biogeni della Svizzera permette, inoltre, la rappresentazione delle variazioni e la valutazione dell'efficacia delle misure.

Abstract

In 2016 the Swiss Federal Office for the Environment (FOEN) commissioned the Department of Environmental Biotechnology at Zurich University of Applied Sciences (ZHAW) to update the resource flow analysis for biogenic resources in Switzerland to the reference year 2014. Comparable studies had already been carried out for the years 2009 (Baum et al., 2012), 2006 (Baum and Baier, 2008, 2009) and 1998/9 (Scheurer and Baier, 2001). The current study titled “Biogene Güterflüsse der Schweiz – Update 2014” (Biogenic resource flows in Switzerland – update 2014) records and visualises all relevant biogenic resource flows in Switzerland using existing statistical surveys and data. In doing so it closely follows the structure, processes and flows of the previous studies.

The sectoral analysis of the resource flows including consideration of import and export flows for each process is retained. Overall, sixteen processes are assigned to the three sectors “Production”, “Processing” and “Use and disposal” (Table 2). The study with the reference year 2009 (Baum et al., 2012) focused on the “Anaerobic digestion” process, which was subdivided for the first time into the four sub-processes “Anaerobic industrial effluent treatment”, “Effluent treatment digesters”, “Industrial biogas facilities” and “Agricultural biogas facilities” with 27 sub-flows (3.5.4). In the current study the composting process was examined in more detail and subdivided into the two new sub-processes “Industrial composting” and “Field edge composting”, with 13 sub-flows (3.5.3).

All flows for the year 2014 are shown as Sankey diagrams proportional to the quantity of dry matter (reference value), in tonnes of dry matter per annum [t DM/a]. The Sankey diagrams for all flows for the reference year 2009 are shown in Annex A1 (Figures 24 to 40).

In addition, the base reference value “Quantity of dry matter” [t DM/a] and its basis “Quantity of fresh matter” [t FM/a] for the year 2014 are presented in tabular form for all flows. For comparison between the reference years 2009 and 2014, the corresponding flows for 2009 in the base value “Quantity of dry matter” [t DM/a] are listed in the penultimate column. The last column contains the percentage changes for 2014 compared with 2009.

The earlier presentation (Baum and Baier, 2008) of gross energy content (net calorific value, NCV) is omitted, since the figures are largely consistent with those for dry matter, and since the presentation of gross energy flows does not take the specific possible energy uses into account. Besides the presentation of total Swiss resource flows (Figure 3) there are diagrams of all individual processes (Figures 5 to 23), as well as the sub-processes of anaerobic digestion (Figure 19) and composting (Figure 16).

With regard to quantities, flows from the production sector continue to dominate (Figures 3 and 4). By far the greatest quantities of biogenic resources flow from agricultural crop production into livestock farming (3.3.1). Of major significance are streams from livestock farming (farmyard manure, 3.3.2), forestry (industrial timber and fuel wood, 3.3.3), the wood and paper industry (paper and cardboard, imports, exports, 3.4.3) as well as the food industry (food consumption, 3.4.1) and consumer goods (waste paper, 3.5.1). Flows to and from use and disposal processes (3.5) play only a small part, with the exception of consumer goods. In the case of energetic use of biogenic resources, the use of fuel wood significantly exceeds that of alternative biogenic fuels and waste biomass (3.5.2).

The current updated version of the listings and diagrams of all of Switzerland's biogenic resource flows once again provides a decision-making tool, which can be used when schemes for material and energetic use of biogenic resources are planned and implemented. The selected process structure has proved workable, it can be expanded easily and, as here in the case of anaerobic digestion and composting, it allows the degree of detail to be increased as required. Regular updating of the biogenic resource flow analysis for Switzerland also allows changes to be depicted and the effectiveness of measures to be evaluated.

1 Veränderungen der Mengen 2014 gegenüber 2009

Sektor Produktion

Der Input an biogenen Gütern in den Prozess Pflanzenbau ist durch eine moderate Zunahme von 6 % geprägt. Sowohl die eingesetzte Menge an Kompost, als auch an Gärgut im Pflanzenbau nahm seit 2009 zu. Dabei stieg die Menge an Gärgut um 48'000 t TS (55 %) deutlich stärker an, als die verwendete Kompostmenge (18'000 t TS, 19 %). Der Trend hin zur Vergärung zeichnet sich deutlich ab.

Aus dem Prozess Pflanzenbau ist zwischen 2009 und 2014 eine Zunahme der Outputflüsse um 4 % zu verzeichnen. Dies ist beim Güterfluss in die Lebensmittelindustrie vor allem auf eine gesteigerte resp. von Jahr zu Jahr variierende Zuckerrüben- und Brotgetreideproduktion zurück zu führen. Ebenfalls angestiegen sind die erfassten Mengen an Futterpflanzen, speziell Kunst- und Naturwiesen, sowie Silo- und Grünmais.

Die Inputflüsse in den Prozess Tierhaltung weisen in der Bilanz eine Zunahme von rund 300'000 t TS auf, was 3 % entspricht. Wie bei den Outputflüssen aus dem Pflanzenbau ist dies mehrheitlich auf die erfassten Mengen an Futterpflanzen aus Kunst- und Naturwiesen sowie Silo- und Grünmais zurückzuführen. Seit 2009 wird auf Grund der revidierten VTNP rund 40'000 t TS weniger aus der Lebensmittelindustrie und aus dem Warenkonsum verfüttert (VTNP, 2011).

Gegenüber 2009 haben sich die totalen wie auch die detaillierten Flüsse biogener Güter aus der Tierhaltung im Bezugsjahr 2014 kaum verändert. Die Bilanzierung zeigt eine Zunahme an anfallendem Hofdünger, welcher als Dünger im Pflanzenbau eingesetzt sowie als Substrat in der Vergärung genutzt wird.

Sektor Verarbeitung

Die Lebensmittelindustrie ist 2014 gegenüber 2009 durch eine Zunahme sowohl der Input- als auch der Outputflüsse gekennzeichnet. Der gesteigerte Input um rund 330'000 t TS (11 %) wird dabei primär durch eine gesteigerte Getreide- sowie Zuckerrübenproduktion (70'000 respektive 45'000 t TS) sowie durch angestiegenen Import (knapp 180'000 t TS) geprägt. Der Gesamtoutput stieg zwar nur um gut 140'000 t TS (5 %), jedoch variierten einzelne Teilflüsse stärker. Eine beachtliche Abnahme an Produktionsresten, die in der KVA verwertet werden bzw. in die ARA gelangen wurde bilanziert (130'000 t TS respektive 16'000 t TS). Ebenfalls wurde ein Rückgang der als Tierfutter verwerteten Produktionsreste von 40'000 t TS aufgezeigt (VTNP, 2011). Eine Zunahme von 185'000 t TS respektive 50'000 t TS wurde wiederum beim Warenkonsum respektive beim Export für 2014 bilanziert. Die Menge an Produktionsresten, welche in Vergärungsanlagen verwertet werden, nahm seit 2009 markant um 106'000 t TS (319 %) zu. Der grösste Zuwachs betrifft hierbei die Verwertung in gewerblich-industriellen Vergärungsanlagen.

Die gesamten Input- und Outputflüsse biogener Güter des Prozesses Fleischverarbeitung haben sich zwischen 2009 und 2014 kaum verändert (+1 % respektive –1 %). Der Anteil tierischer Nebenprodukte, welcher in die Vergärung gelangt, hat sich knapp verdreifacht, liegt mit 13'650 t TS pro Jahr aber gemessen am Gesamtfluss von rund 250'000 t TS eher tief.

Die Input- sowie Outputflüsse 2014 in die respektive aus der Holz- und Papierindustrie zeigen einen leichten Rückgang von 4 % respektive 5 % gegenüber 2009. Hauptverantwortung für den Rückgang der Inputflüsse trägt der verringerte Import von Holz- und Papierprodukten (170'000 t TS) sowie

der geringere Input an Stamm- und Industrieholz aus der Waldwirtschaft (80'000 t TS). Bei den Produkten aus dem Prozess Holz- und Papierindustrie wird der Rückgang hauptsächlich durch den reduzierten Export von knapp 370'000 t TS dominiert. Die thermische Nutzung von Produkten aus der Holz- und Papierindustrie stieg 2014 um 95'000 t TS gegenüber 2009.

Der um 20 % gestiegene Inputfluss in den Prozess Verarbeitung Energieträger ist gekennzeichnet durch eine Zunahme an Energieholz sowohl aus der Waldwirtschaft (195'000 t TS) als auch dem Import (190'000 t TS). Zudem fliesst 2014 mehr Biogas (30'000 t TS) in den Prozess Verarbeitung Energieträger als noch 2009. Der gesamte Outputfluss aus dem Prozess Verarbeitung Energieträger hat sich dagegen seit 2009 kaum verändert.

Sektor Nutzung & Entsorgung

Der Prozess Warenkonsum spiegelt das Konsum- und teilweise das Abfallverhalten der Gesamtbevölkerung wider. Die totalen Veränderungen des gesamten Input- sowie Outputfluss fallen mit 5 % respektive 3 % seit 2009 eher gering aus. Die Vergärung dominiert mit einem Anstieg um rund 95'000 t TS seit 2009 den gesteigerten Outputfluss aus dem Prozess Warenkonsum. 2014 wurden keine Reste aus der Gastronomie mehr verfüttert (VTNP, 2011). 2009 wurden noch knapp 40'000 t TS verfüttert.

Bei der Nutzung biogener Güter als Energieträger zeigt sich bei allen Kategorien eine Zunahme der Flüsse zwischen 2009 und 2014, ausser beim Deponiegas, welches auf tiefem Niveau nach wie vor rückläufig ist. Insgesamt nahm der Inputfluss in den Prozess Nutzung Energieträger für 2014 um rund 155'000 t TS (8 %) gegenüber 2009 zu, wobei das zu Energiezwecken verwertete Holz einen grossen Anteil ausmacht (55'000 t TS). Deutlich dominiert werden die in der Schweiz genutzten biogenen Energieträger wie bisher von Holz mit rund 1.85 Mio. t TS/ Jahr. Bei Biogas hat sowohl die direkt genutzte Menge (35 %) als auch die zu Biomethan aufbereitete Menge (384 %) zugenommen. Die Menge an Holzschnitzel, die insbesondere in der gewerblich-industriellen Vergärung aussortiert wird, hat sich seit 2009 mehr als verdoppelt und beträgt 2014 rund 26'000 t TS.

Sowohl die Input- als auch die Outputflüsse in den respektive aus dem Prozess Vergärung stiegen seit 2009 beachtlich an um 160'000 t TS (34 %) respektive 150'000 t TS (30 %). Für den starken Anstieg des Inputflusses sind mengenmässig hauptsächlich die Siedlungsabfälle (95'000 t TS) sowie die Produktionsreste aus der Lebensmittelindustrie (105'000 t TS) verantwortlich. Die Menge an Rohschlamm aus ARA, welche zu Biogas verwertet wird, liegt für 2014 zwar um 23 % (75'000 t TS) tiefer als noch 2009, dominiert jedoch nach wie vor den Prozess Vergärung mit 250'000 t TS/a. Die verwertete Menge an Hofdüngern und biogenen Abfällen in landwirtschaftlichen Biogasanlagen nahm seit 2009 um 45'000 t TS zu und liegt 2014 bei rund 110'000 t TS/a. Die in gewerblich-industriellen Biogasanlagen verwertete Menge nahm seit 2009 noch stärker um 165'000 t TS zu und liegt neu bei rund 230'000 t TS/a. Ein Anstieg an verwertetem Gärgut aus dem Prozess Vergärung wird sowohl in der Kompostierung (10'000 t TS), wie auch direkt im Pflanzenbau (50'000 t TS) für 2014 gegenüber 2009 festgestellt.

2014 wird nach wie vor eine geringe Menge an Biodiesel, jedoch kein Bioethanol mehr inländisch hergestellt. Die Importflüsse dieser beiden flüssigen Biotreibstoffe stiegen zwischen 2009 und 2014 von <2'000 t TS auf nahezu 20'000 t TS deutlich an.

2 Methodik

2.1 Vorgehensweise

Struktur

Die vorliegende Studie basiert auf der Struktur und der Vorgehensweise der entsprechenden Grundlagenarbeit von 2008 mit Datenbasis 2006 (Baum and Baier, 2008). Sie fokussiert auf die biogenen Stoffflüsse der Schweiz mit Datenbasis 2014, stellt aber auch diejenigen Flüsse mit Datenbasis 2009 dar (Baum et al., 2012). Die Struktur der Flüsse wurde im Hinblick auf die direkte Vergleichbarkeit aus der Vorgängerversion übernommen. Die Prozesse «Vergärung» sowie «Kompostierung» sind verglichen mit der Grundlagenarbeit von 2008 in einem höheren Detaillierungsgrad dargestellt.

Für den Prozess „Vergärung“ wurden die Teilprozesse «Vergärung 1» (Industrieabwasser), «Vergärung 2» (Abwasserreinigungsanlagen), «Vergärung 3» (Industrielle Biogasanlagen) und «Vergärung 4» (Landwirtschaftliche Biogasanlagen) eingeführt (siehe 3.5.4). Der Prozess «Kompostierung» wurden in die Teilprozesse «Feldrandkompostierung» (FRK) und «Platzkompostierung» (PLK) aufgeteilt (siehe 3.5.3).

Terminologie

Die Arbeit entspricht keiner Stoffflussanalyse im engen Sinn. Statt einzelner Stoffe, werden Güter bzw. Gütergruppen betrachtet, die je nach Prozess mehr oder weniger stark umgewandelt bzw. miteinander vermischt werden. Die Mengen der zufließenden und der abfließenden Güterflüsse eines Prozesses sind deshalb z. T. nicht identisch bzw. können nicht miteinander verrechnet werden (z. B. Hofdünger und produzierte Pflanzen im Prozess Pflanzenbau). Terminologie und Darstellungsform orientieren sich dennoch so weit wie möglich an der Methode der Stoffflussanalyse (Baccini and Bader, 1996; Müller et al., 1995).

Biogene Güter

Als biogen werden alle Güter biologischen oder organischen Ursprungs bezeichnet. Nicht darunter fallen fossile Güter wie Mineralöl und Erdgas und deren Produkte. Oftmals handelt es sich bei Gütern um Mischprodukte, die sowohl einen biogenen als auch einen nicht biogenen Ursprung haben (z. B. Spanplatten aus Holz und Leim, Haushaltskehricht aus biogenen Abfällen und Kunststoffverpackungen usw.). Berücksichtigt wird jeweils nur der biogene Anteil des entsprechenden Güterflusses. Kohlendioxid CO₂, welches aus organischem Material stammt, wird nicht berücksichtigt.

Systemgrenzen

Als zeitliche Systemgrenze wurde das Kalenderjahr 2014 gewählt. Als geographische Systemgrenze wurde die Schweizer Landesgrenze definiert, an welcher die Zu- und Abflüsse als Importe und Exporte erfasst werden. Die 16 definierten Prozesse, welche die verschiedenen biogenen Güter durchlaufen, wurden den drei Sektoren «Produktion», «Verarbeitung» und «Nutzung und Entsorgung» zugeordnet. Die Güterflüsse, welche in die Prozesse hineinfließen bzw. diese verlassen, werden als Input- bzw. Outputströme bezeichnet. Die Namen der Güterflüsse sind oft allgemein gehalten, da sie sich zum Teil aus recht unterschiedlichen biogenen Gütern (Teilflüssen) zusammensetzen. Das dreibuchstabige Kürzel an Anfang und Ende der Flussbezeichnung steht für den jeweiligen Output- und Input-Prozess (siehe Tabelle 2).

Durchlaufprozesse

Aus Gründen der Übersichtlichkeit durchlaufen einige Güter einen Prozess, ohne in diesem «verändert» zu werden. Beispielsweise gelangen alle pflanzlichen Lebensmittel ausschliesslich über den Prozess Lebensmittelindustrie (LMI) zu den Konsumenten, auch wenn ein Teil dieser Waren nur weiterverkauft (Obst, Gemüse, importierte Fertigwaren), im Hofladen erworben (Direktverkauf) oder sogar im eigenen Betrieb konsumiert wird (Selbstversorgung bäuerlicher Betriebe). Auch der Export von Holz wird komplett über den Prozess Holz- und Papierindustrie (HPI) dargestellt, obwohl dieser Güterfluss auch Stammholz umfasst, das in der Regel direkt an der Waldstrasse verkauft wird. Auf diese Weise wird eine Reihe zusätzlicher und dadurch verwirrender Güterflüsse vermieden und eine direkte Gegenüberstellung der gesamten Import- und Exportströme einer Gütergruppe möglich.

Lager

Jeder einzelne Prozess beinhaltet ein mehr oder weniger grosses Lager, weil die aus den Inputströmen resultierenden Outputströme zeitlich versetzt anfallen können und nicht zwingend mit dem zu Grunde gelegten Betrachtungszeitraum des Jahres 2014 übereinstimmen. Bei einigen Prozessen (z. B. Lebensmittelverarbeitung, Abwasserreinigung) ist der zeitliche Bezug sehr eng, bei anderen Prozessen jedoch können zwischen Input- und Output-Zeitpunkt zum Teil mehrere Jahre oder Jahrzehnte liegen (z. B. Warenkonsum: Rotwein, Bauholz, Möbel). Dargestellt sind jeweils die realen Flüsse des Jahres 2014, auch wenn deren Güter zum Teil aus einem (in früheren Jahren gefüllten) Lager stammen oder zum Teil in ein (in der Zukunft zu leerendes) Lager führen. Die Grösse der Lager wird in dieser Studie nicht erfasst, die Lager werden bis auf die Ausnahmen Holzvorrat (HVO) und Deponie (DEP) nicht dargestellt. Ersteres ist ein seit vielen Jahren zunehmendes Lager, d. h. es wird weniger Holz geerntet bzw. zersetzt als nachwächst. Der zweite Sonderfall ist das Lager «Deponie»: Deponien, welche in früheren Jahren mit organischem Material befüllt wurden, stellen ein abnehmendes Lager dar, aus welchem bis heute Biogas entsteht und teilweise verwertet wird. Derzeit dürfen ohne Vorbehandlung keine organischen Deponierungen mehr getätigt werden.

Flüsse

Im Gegensatz zur Vorgängerstudie aus dem Jahr 2008 (Baum and Baier, 2008) werden in der vorliegenden Studie nur Massenflüsse und keine Energieflüsse dargestellt. Die Massenflüsse sind auf die Trockensubstanz (TS) der Güter bezogen (Tabelle 1). Da der überwiegende Teil der verwendeten Datenquellen Massenangaben in Tonnen Frischsubstanz (FS) lieferte, mussten die Güter über ihren charakteristischen Wassergehalt auf ihre Trockensubstanz umgerechnet werden. Die TS wurde als wasserfreie Masse definiert (d. h. inklusive eventuell vorhandener flüchtiger Verbindungen wie Alkohol, Methan, Fettsäuren oder Lipide). Die Umrechnung erfolgte in der Regel über entsprechende Prozentangaben TS, welche der Literatur entnommen oder bei einem Fehlen von Quellen selbst abgeschätzt wurden. In einigen Fällen wurden die Massenströme in Stückzahlen oder Volumeneinheiten erfasst. Entsprechend erfolgte die Umrechnung über Vieheinheiten (z. B. Import Tiere) oder die Dichte (z. B. Holz; Agrodiesel, Agroethanol). Andere Mengenangaben wurden aus der bei der Nutzung erzielten Energie und dem dazugehörigen unteren Heizwert (z. B. Biogas) zurückgerechnet. Um die Trockensubstanz der Abwasserfrachten zu erhalten, wurde eine Umwandlung der hier üblicherweise angegebenen CSB-Werte (chemischer Sauerstoffbedarf) in Masse TS vorgenommen. Diese muss als Schätzung angesehen werden. Zu einem grossen Teil wurden die TS Prozentangaben aus der Vorgängerstudie von Baum et al. (2012) übernommen. Die

gewählten TS Prozentangaben, sowie deren Quellen sind den jeweiligen Datentabellen zu entnehmen.

Datenlage

Es wurden keine eigenen Daten erhoben, sondern ausschliesslich bereits vorhandene Daten gesammelt und ausgewertet. Als Grundlage dienten Statistiken, Erhebungen und andere Veröffentlichungen für das Kalenderjahr 2014 sowie persönliche Mitteilungen von entsprechenden Fachleuten. Konnten keine Zahlen für 2014 ermittelt werden, wurden die jüngsten verfügbaren Daten verwendet und wenn möglich mit aktuellen verfügbaren Indikatoren auf das Bezugsjahr 2014 hochgerechnet. Weitere Möglichkeiten fehlende aktuelle Primärdaten zu ersetzen, war die Rückrechnung aus Energiemengen oder die Abschätzung über Vergleichswerte im Ausland. Fehlende Outputströme wurden zum Teil über bekannte Inputströme des Folgeprozesses ersetzt oder abgeschätzt. Bei Prozessen ohne nennenswerte Massenverluste (keine Veratmung oder Verbrennung etc.) wurden Datenlücken in Einzelfällen rechnerisch geschlossen.

Darstellung

Als Darstellungsform wurde ein Input-Output-Schema gewählt, das sich an der Methode der Stoffflussanalyse orientiert und auf einer Massenbilanz über bestehende Prozesse bzw. das Gesamtsystem Schweiz basiert. Die zusätzliche Darstellung mittels Sankey-Diagrammen ermöglicht eine mengenproportionale Visualisierung der Massenflussdaten. Das bedeutet, dass die entsprechenden Informationen direkt aus der Breite der Flusspfeile abgelesen werden können. Der Lesbarkeit wegen wurde allerdings eine Mindestpfeildicke gewählt, so dass sich die mengenproportionale Darstellung auf kleinere Güterflüsse nicht voll durchschlägt. Importe und Exporte (von oben nach unten) werden optisch von den innerschweizerischen Güterströmen (von links nach rechts) abgesetzt (Abbildung 1). Als Software diente das Programm «e!Sankey» der Firma ifu Hamburg GmbH (aktuelle Version 4.2). Berechnungen wurden separat mit Microsoft Excel durchgeführt.

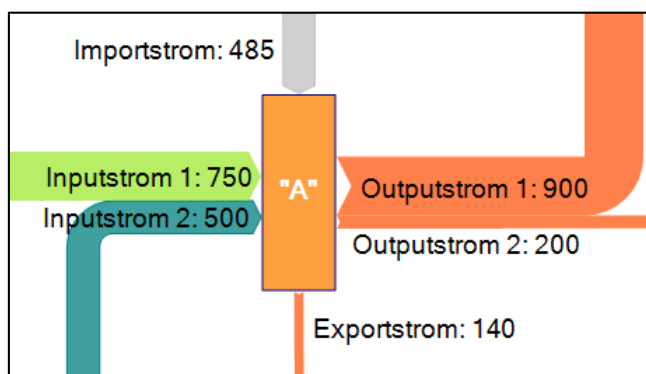


Abbildung 1

Lesehilfe

Beispiel für einen Prozess «A» mit zwei Input- und zwei Outputströmen (horizontal) sowie einem Import- und einem Exportstrom (vertikal).

Neben dem Gesamtdiagramm, das alle biogenen Güterflüsse der Schweiz einbezieht, wurden für alle Prozesse separate Sankey-Diagramme erstellt. In diesen werden alle Input- und Outputflüsse des jeweiligen Prozesses mit Teilflüssen dargestellt. Die Anordnung der beteiligten Prozesse aus der Gesamtdarstellung bleibt bestehen. Die Breite der Teilflüsse richtet sich nach dem jeweils grössten dargestellten Fluss und unterscheidet sich deshalb zum Teil massiv von der Gesamtdarstellung. Die Zuordnung der Beschriftung der Teilflüsse richtet sich nach der Pfeil-Ausrichtung. Beispielsweise ist

die Beschriftung der Teilflüsse bei einem Pfeil von links nach rechts von oben nach unten angeordnet. Bei einem Pfeil von rechts nach links jedoch von unten nach oben (Abbildung 2).

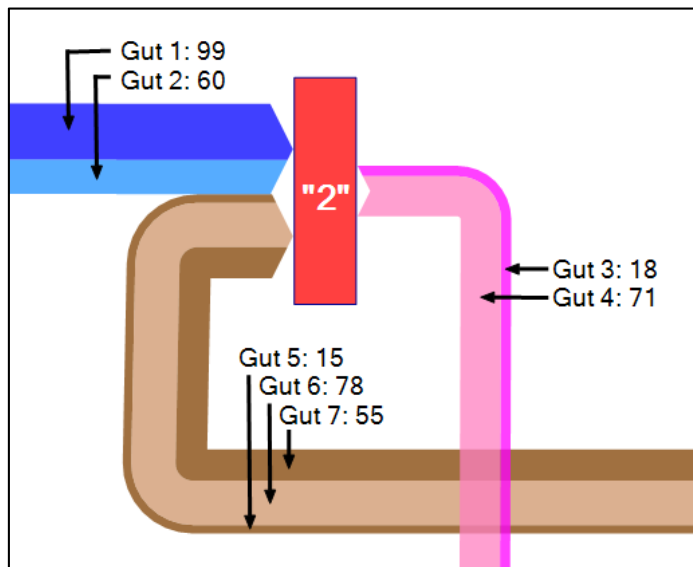


Abbildung 2 Lesehilfe bei der Beschriftung der Sankey-Diagramme

Sämtliche Daten, welche den Sankey Diagrammen zu Grunde liegen, sind zusätzlich in tabellarischer Form dargestellt. Dabei wird für jeden Prozess sowohl eine tabellarische Zusammenfassung aller Outputflüsse (Prozess AUS) wie auch aller Inputflüsse (Prozess IN) aufgeführt. In den ersten drei Spalten der jeweiligen Tabellen werden die Flüsse charakterisiert (von wo nach wo sie fließen). In den mittleren sieben Spalten sind die Datenwerte für die Menge der einzelnen Flüsse in Frischsubstanz (FS) sowie Trockensubstanz (TS) aufgelistet mit den dazugehörigen Quellen. In den letzten zwei Spalten finden sich die Mengen der Flüsse (in Trockensubstanz) für das Jahr 2009, sowie die prozentuale Veränderung zwischen 2009 (= 100%) und 2014.

In der obersten Dunkelgrau hinterlegten Zeile ist die aktuelle Menge (in Trockensubstanz) des gesamten Input- resp. Outputflusses des jeweiligen Prozesses für das Jahr 2014 und 2009, sowie die prozentuale Veränderung von 2009 zu 2014 in Gelb angegeben (Beispiel aus Tabelle 1: 3'319'846 t / 2'989'556 t / +11 %).

In den weiteren Zeilen finden sich die Grau hinterlegten Teilflüsse, (Tabelle 1: z.B. Pflanzenbau → LM-Industrie) mit den aufsummierten Mengen für 2014 und 2009, sowie die einzelnen Detailposten (Subflüsse) (Tabelle 1: z.B. Gemüse, Kartoffeln, Getreide). In Blau sind einzelne Detailposten noch weiter aufgesplittet (Tabelle 1: z.B. beim Getreide). In wenigen Fällen konnten nicht alle Subflüsse aus dem Jahr 2009 für 2014 im selben Detailierungsgrad dargestellt werden. In wenigen Fällen wurden die Subflüsse für 2014 jedoch auch leicht detaillierter als 2009 aufgelistet.

Tabelle 1 Lesehilfe bei der Beschriftung der Datentabellen

In den ersten drei Spalten werden die Flüsse (gesamter Fluss = Dunkelgrau, Teilfluss Grau hinterlegt) und ihre Subflüsse (= Detailposten, Weiss hinterlegt) charakterisiert. In den mittleren sieben Spalten sind die Mengen der einzelnen Flüsse in Frischsubstanz sowie Trockensubstanz aufgelistet und mit den dazugehörigen Quellen versehen. In den letzten zwei Spalten finden sich die Mengen der Flüsse (in Trockensubstanz) für das Jahr 2009, sowie die prozentuale Veränderung zwischen 2009 und 2014.

Prozesse			Datenbasis 2014							2009				
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]			
LM-Industrie INPUT total										3'319'846	2'989'556	11		
Pflanzenbau	LM-Industrie	PFL Pflanzliche Produkte LMI	3'768'891	t								1'193'772	1'055'274	13
		Gemüse	401'269	t	SBV (2015) 2.16 und 4.2	12	SBV	2010	48'152	42'986				
		Kartoffeln	329'637	t	SBV (2015) 2.25	22	Souci	2009	72'520	71'522				
		Getreide	545'910	t	SBV (2015) 2.16	87	Souci	2009	474'942	404'327				
		davon Getreide Erstabnehmer									395'865			
		davon Getreide Eigenverbrauch									8'462			
		Ölsaaten	107'949	t	SBV (2015) 2.16	90	Souci	2009	97'154	70'518				
		Weintrauben	118'286	t	SBV (2015) 2.16	19	Souci	2009	22'474	26'790				
		Hopfen	34	t	SBV (2015) 2.16	90	eigene	2011	31	35				
		Obst	315'996	t	SBV (2015) 2.18 und 4.2	16.5	SBV	2010	52'139	58'295				
		Beeren	14'826	t	SBV (2015) 2.18	14	Souci	2009	2'076	1'394				
		Zuckerrüben	1'924'260	t	SBV (2015) 2.16	22	Müller	1995	423'337	378'501				
		Tabak	997	t	SBV (2015) 2.16	95	eigene	2011	947	905				
Tierhaltung	LM-Industrie	THA Tierische Produkte (ohne Fleisch) LMI	3'641'111	t								446'250	433'959	3
		Fisch, Krebs, Weichtiere	1'566	t	SBV (2015) 3.22	25	Souci	2009	391	442				
		Eier	51'790	t	SBV (2015) 3.20	26	Souci	2009	13'465	10'377				
		Honig	2'419	t	SBV (2015) 3.21	89	Souci	2009	2'153	2'828				
		Milch	3'585'336	t	SBV (2015) 3.17	12	Souci	2009	430'240	420'312				

2.2 Definitionen

Um Missverständnisse bei der Abgrenzung verschiedener Güter- und Teilflüsse zu vermeiden, sind im Folgenden Definitionen einiger biogener Güter ausformuliert.

Schaftholz

Darunter wird die gesamte Holzmasse in Rinde inklusive Stock (Holz- und Wurzelmasse unterhalb des Fällschnitts), jedoch ohne Astmaterial verstanden. Schaftholz ist die Aufnahmeeinheit des Landesforstinventars (BAFU, 2007).

Restholz

Die hier verwendete Definition stammt aus der Luftreinhalteverordnung (LRV, 1985). Restholz kommt demzufolge aus der Holzverarbeitenden Industrie und dem Holzverarbeitenden Gewerbe sowie von Baustellen, soweit das Holz nicht druckimprägniert ist und keine Beschichtung aus halogenorganischen Verbindungen enthält. (Siehe auch Definition Sägereirestholz)

Sägereirestholz

In der Holzindustrie wird der Begriff Restholz sehr viel enger gefasst als in der LRV. Nur das Restholz (inkl. Sägespäne), das in der ersten Verarbeitungsstufe (vor allem Sägereien) entsteht, wird als solches bezeichnet (Interessengemeinschaft Industrieholz, 2008). Um diese Begriffe nicht zu vermengen, wird in dieser Studie dafür der Begriff „Sägereirestholz“ verwendet.

Holzbrennstoffe

Gemäss Luftreinhalteverordnung (LRV, 1985) gelten als Holzbrennstoffe naturbelassenes stückiges Holz einschliesslich anhaftender Rinde, (insbesondere Scheitholz, Holzbriketts, Reisig und Zapfen), naturbelassenes nicht stückiges Holz (insbesondere Holzpellets, Hackschnitzel, Späne, Sägemehl, Schleifstaub und Rinde) und Restholz (siehe Definition Restholz). Nicht zu den Holzbrennstoffen zählen die übrigen Brennstoffe aus Holz (siehe dort).

Übrige Brennstoffe aus Holz

Nach LRV (LRV, 1985) fallen darunter Altholz aus Gebäudeabbrüchen, Umbauten, Renovationen und Altholz aus Verpackungen oder alte Holzmöbel sowie Gemische von Altholz mit Brennstoffen sowie alle übrigen Stoffe aus Holz wie Altholz oder Holzabfälle, die mit Holzschutzmitteln nach einem Druckverfahren imprägniert wurden oder Beschichtungen aus halogenorganischen Verbindungen aufweisen; mit Holzschutzmitteln wie Pentachlorphenol intensiv behandelte Holzabfälle oder Altholz; Gemische von solchen Abfällen mit Holzbrennstoffen.

Tierische Nebenprodukte

Als tierische Nebenprodukte (TNP) gelten Tierkörper, nicht zur Verwendung als Lebensmittel bestimmte Schlachttierkörper und Erzeugnisse tierischen Ursprungs sowie Speisereste; ganz oder in Teilen, roh oder verarbeitet. Die Definition erfolgt gemäss der Verordnung über die Entsorgung von tierischen Nebenprodukten (VTNP, 2011).

Eine Definition der Teilprozesse des Prozesses „Vergärung“ sowie der Kompostierung findet sich unter 3.5.4 respektive unter 3.5.3.

3 Resultate

3.1 Struktur der Güterflüsse

Zur Erstellung der Struktur werden die in Tabelle 2 aufgeführten 3 Sektoren mit insgesamt 16 Prozessen unterschieden. Eine Gesamtübersicht der biogenen Massenflüsse aller 16 Prozesse sind in Abbildung 3 für das Bezugsjahr 2014 und in Abbildung 4 für das Bezugsjahr 2009 dargestellt.

Während in der Studie von Baum et al. (2012) der Prozess Vergärung detailliert untersucht wurde, gilt in der vorliegenden Studie der Kompostierung besonderes Interesse. Die Vergärung wurde in vier Teilprozesse gegliedert: Anaerobe Industrieabwasserbehandlung (VGÄ 1), Faultürme kommunaler ARA (VGÄ 2), industrielle Biogasanlagen (VGÄ 3) sowie landwirtschaftlich Biogasanlagen (VGÄ 4). Die Kompostierung wurde in die beiden Teilprozesse Feldrandkompostierung (FRK) und Platzkompostierung (PLK; inkl. Hallen- und Boxenkompostierung) aufgeteilt.

Tabelle 2 **Sektoren und Prozesse**

Die Güterflüsse werden grob in die drei Sektoren «Produktion», «Verarbeitung» und «Nutzung und Entsorgung» eingeteilt. Diese Sektoren werden insgesamt sechzehn Prozessen zugewiesen. Die Prozesse Kompostierung, sowie Vergärung werden zusätzlich in Teilprozesse aufgeteilt.

Sektor Produktion	Sektor Verarbeitung	Sektor Nutzung und Entsorgung
Pflanzenbau (PFL)	Fleischverarbeitung (FLV)	Warenkonsum (WAK)
Tierhaltung (THA)	Lebensmittelindustrie (LMI)	Kompostierung (KMP)
Waldwirtschaft (WAW)	Holz- und Papierindustrie (HPI)	• Feldrandkompostierung (FRK) • Platzkompostierung (PLK)
	Verarbeitung Energie (VEN)	Vergärung (VGÄ)
	Andere Industrien (AND)	• VGÄ1: anaerobe Industrieabwasserbehandlung • VGÄ2: Faultürme ARA • VGÄ3: Industrielle Biogasanlagen • VGÄ4: landwirtschaftliche Biogasanlagen
		Kehrrichtverbrennung (KVA)
		Industrielle Verbrennung (IVB)
		Nutzung Energie (NEN)
		Abwasserreinigung (ARA)
		Deponie (DEP)

3.2 Gesamtdarstellung Massenflüsse 2014 versus 2009

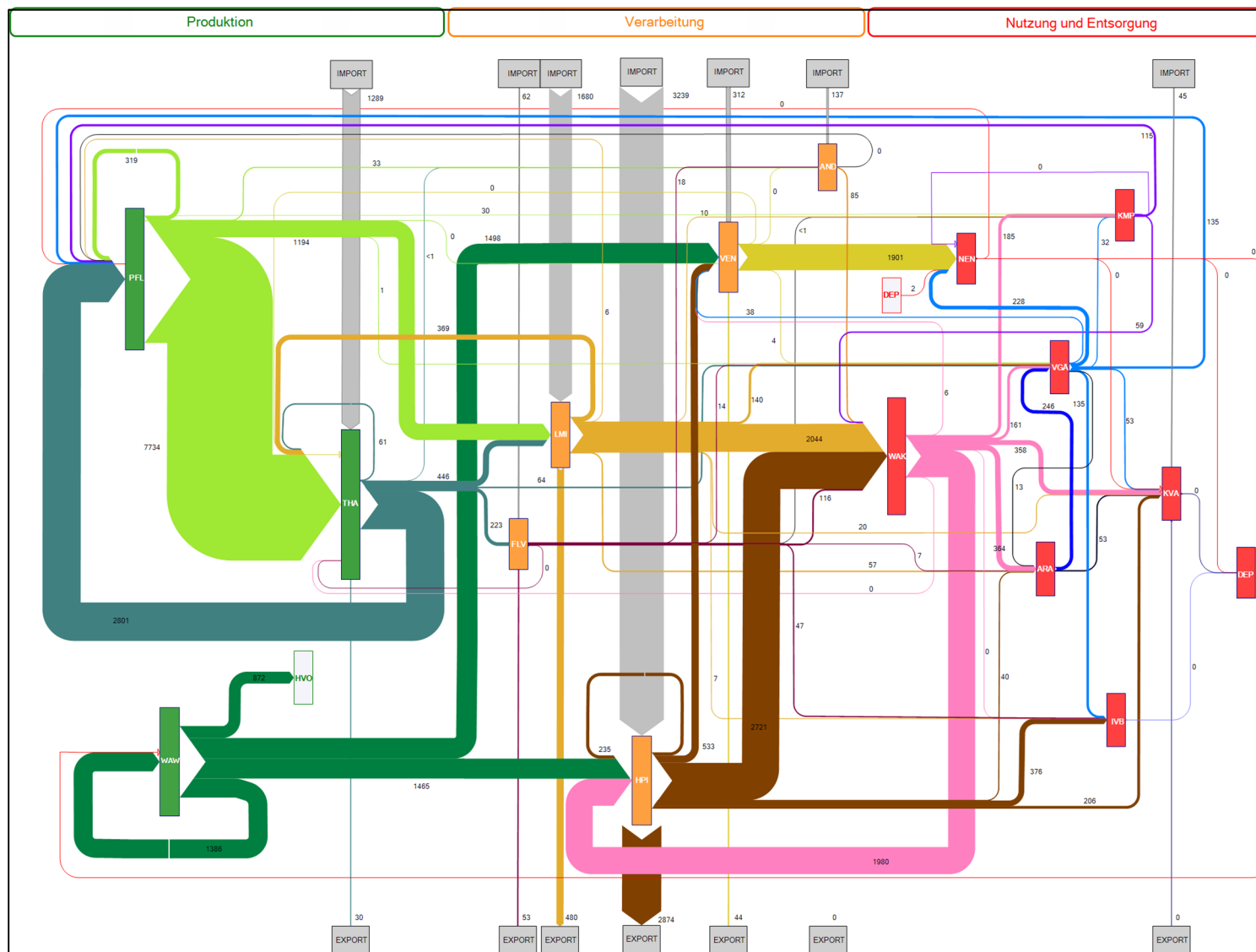


Abbildung 3 Gesamtdarstellung der biogenen Massenflüsse aller 16 Prozesse für das Bezugsjahr 2014. Flüsse sind in 1'000 t TS dargestellt.

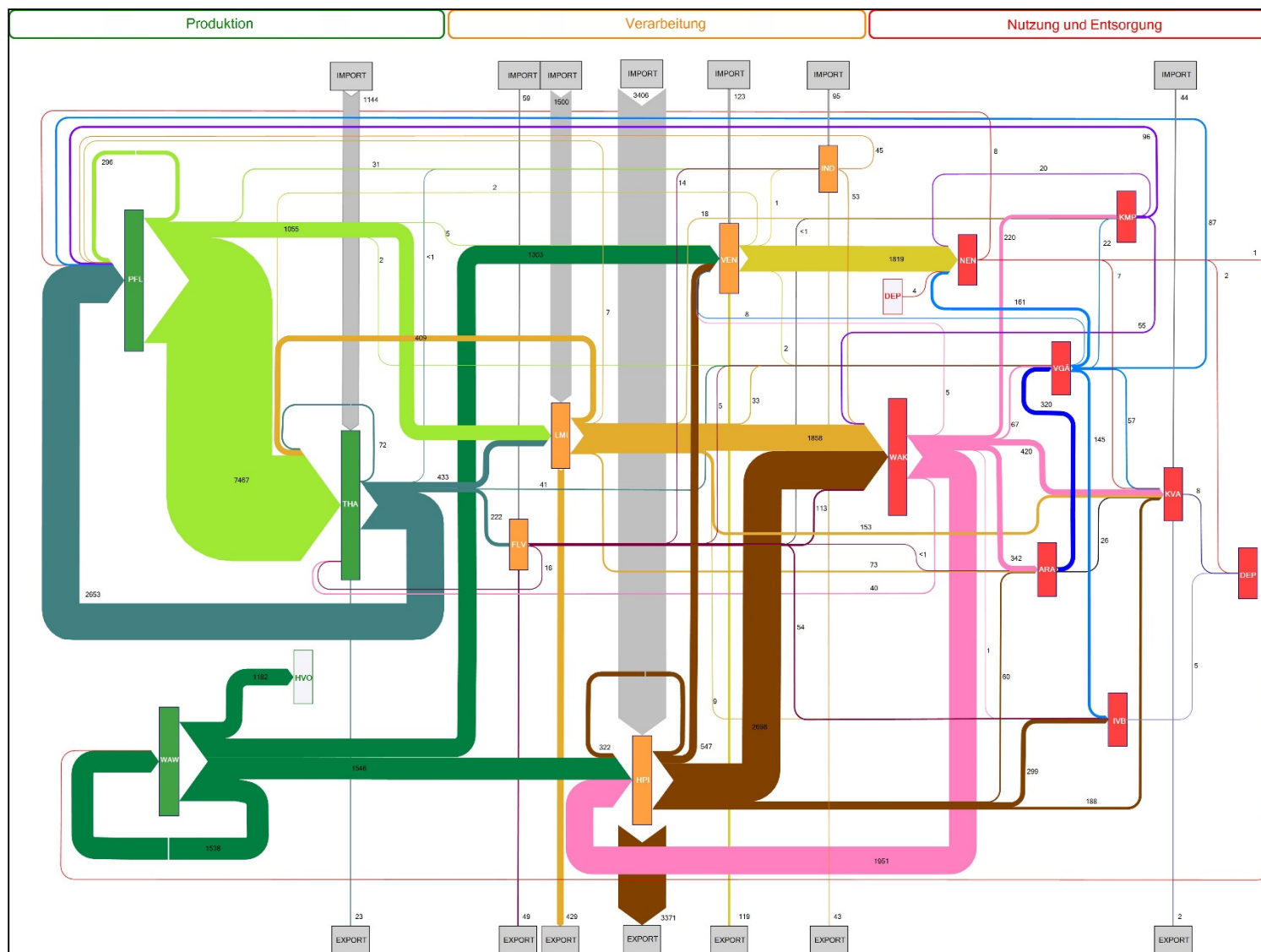


Abbildung 4 Gesamtdarstellung der biogenen Massenflüsse aller 16 Prozesse für das Bezugsjahr 2009. Flüsse sind in 1'000 t TS dargestellt.

3.3 Prozesse und Flüsse im Sektor Produktion

3.3.1 Pflanzenbau (PFL)

Der Prozess Pflanzenbau umfasst die gesamte landwirtschaftliche Pflanzenproduktion, ohne Garten- und Landschaftsbau (Teil des Warenkonsums, WAK) und ohne Holzpflanzen (Waldwirtschaft, WAW) (Abbildung 5, Tabelle 3,

Tabelle 4).

Der Grossteil des Zahlenmaterials stammt aus den statistischen Erhebungen und Schätzungen des Schweizerischen Bauernverbandes (SBV) (SBV, 2016), der seine Daten zum Teil wiederum aus anderen Quellen wie Forschungsanstalten, Bundesamt für Statistik etc. bezieht. Die Datenaufnahme und Datendarstellung des SBV hat sich zum Teil im Vergleich zu früheren Erhebungen verändert (SBV, 2010, 2007). Dies sollte beim direkten Vergleich der hier dargestellten Flüsse mit jenen aus der Erhebung für 2009 und 2006 (Baum et al., 2012; Baum and Baier, 2008) beachtet werden.

Insgesamt nahm der Güterstrom in den Pflanzenbau (+6%) sowie aus dem Pflanzenbau (+4%) seit 2009 nur leicht zu. Einige Teilflüsse veränderten sich jedoch deutlich seit 2009.

- So werden 2014 keine Pflanzen wie Raps oder Miscanthus mehr für die Verarbeitung zu Energie angepflanzt (Frei, 2017; Kaufmann, 2015).
- Deutlich um 55 % stieg der Güterfluss aus der Vergärung in den Pflanzenbau seit 2009 an, insbesondere aus gewerblich-industriellen Biogasanlagen. Einerseits existieren 2014 mehr gewerblich-industrielle Biogasanlagen, als noch 2009 und andererseits werden vermehrt Substrate vergärt, die 2009 noch kompostiert wurden.

PFL Pflanzliche Produkte LMI: sämtliche für den menschlichen Verzehr bestimmten Pflanzen aus der landwirtschaftlichen Produktion: Gemüse, Kartoffeln, Getreide, Ölsaaten, Zuckerrüben (Blaser, 2010), Beeren und Früchte. Genussmittel (Tabak) sind ebenfalls hierunter subsummiert (Sattler, 2006). Die Mengen der verwendbaren Getreideproduktion für das Bezugsjahr 2014 beinhalten auch die Getreidemenge des Eigenverbrauchs in landwirtschaftlichen Betrieben (Erdin, 2017; SBV, 2016). Für die Erhebung 2009 konnte der statistischen Erhebung und Schätzungen des Schweizerischen Bauernverbandes (SBV) (SBV, 2010) die Menge der an Erstabnehmer gelieferten Getreideprodukte entnommen werden. Die fehlende Menge des Eigenverbrauchs in landwirtschaftlichen Betrieben wurde damals über die Anzahl familieneigner Beschäftigter und den jährlichen Pro-Kopf-Verbrauch geschätzt (ART Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon, 2006).

PFL Futterpflanzen THA: Grünfutter, Stroh, Silomais sowie verschiedene Hack- und Hülsenfrüchte, Kartoffeln und Getreide, die für die Fütterung bestimmt sind. Die Zahlen für Grünfutter aus Sömmerungsweiden, Kunstwiesen, Naturwiesen etc. sind beim SBV für 2009 (SBV, 2010) und 2014 (SBV, 2016) im Gegensatz zu 2006 (SBV, 2007) in Trockensubstanz angegeben.

PFL Saatgut und Non-Food-Produkte AND: für die Saat produziertes bzw. zurückbehaltenes Pflanzenmaterial. Insbesondere Kartoffeln und Getreide (SBV, 2016) sowie Pflanzen, welche nicht zum Verzehr oder zur Energiegewinnung angebaut werden (vor allem Hanf, Flachs und Medizinalpflanzen). 2014 wurde kein Zuckerrübensaatgut in der Schweiz produziert, sondern von Züchtern vor allem aus Deutschland und Holland bezogen (Meier, 2017).

PFL Pflanzenbiomasse VEN: Energiepflanzen. Zu Energiezwecken werden in der Schweiz derzeit werden Raps zur Biodieselherstellung noch Miscanthus (Chinaschilf) angebaut (Frei, 2017; Kaufmann, 2015). 2009 wurden noch geringe Mengen an Raps und Miscanthus zu Energiezwecken angebaut (SBV, 2010).

PFL Pflanzenbiomasse VGÄ: landwirtschaftliche pflanzliche Abgänge und Abfälle, Rasenschnitt u.a., welche direkt der anaeroben Vergärung zugeführt werden. Dabei wird zwischen industriellen (VGÄ3) und landwirtschaftlichen Biogasanalgen (VGÄ4) unterschieden (Mandaliev and Schleiss, 2016; Schleiss, 2017).

PFL Ernterückstände PFL: auf dem Feld verbliebene oder wieder ausgebrachte Ernterückstände. Die genaue Menge der Ernterückstände wird nicht mehr erfasst, man geht von Schätzungen von 5 -10 % der Erträge aus, wobei durch diese Annahme die Gemüse- und Obstrückstände an der oberen Grenze der Bandbreite liegen dürften (Amstutz, 2007; Erdin, 2017; Giuliani, 2017). Bei Hochstämmen, insbesondere Kirschbäumen, ist die menschliche Nutzungsrate im Mittel besonders gering. Birnen und Äpfel aus Anlagen haben jedoch einen sehr hohen Ernteanteil, so dass dort die Ernterückstände unter 1 % betragen dürften (Boos, 2008). Vermutlich liegt der Schätzwert von 7 % für die auf dem Acker zurückbleibenden Körner nach dem Dreschen eher zu hoch (Hutter, 2017).

Die Ernterückstände veränderten sich laut Fachleuten seit 2009 nicht beachtlich. Jedoch stützen sich diese %-Werte lediglich auf grobe Schätzungen. Genaue Daten zu den Ernterückständen wurden noch keine erhoben. (Hutter, 2017; Kunz, 2017; Meyer, 2017)

PFL Produktionsreste KMP: landwirtschaftliche Produktionsreste, die in einer Kompostieranlage weiterverarbeitet werden und später oft als Dünger wieder auf den Feldern ausgebracht wird. Dieser Güterfluss wurde für das Bezugsjahr 2014 erstmals separat aufgelistet. In früheren Studien (Baum et al., 2012; Baum and Baier, 2008) war dieser Güterfluss im Güterfluss PFL Ernterückstände PFL integriert.

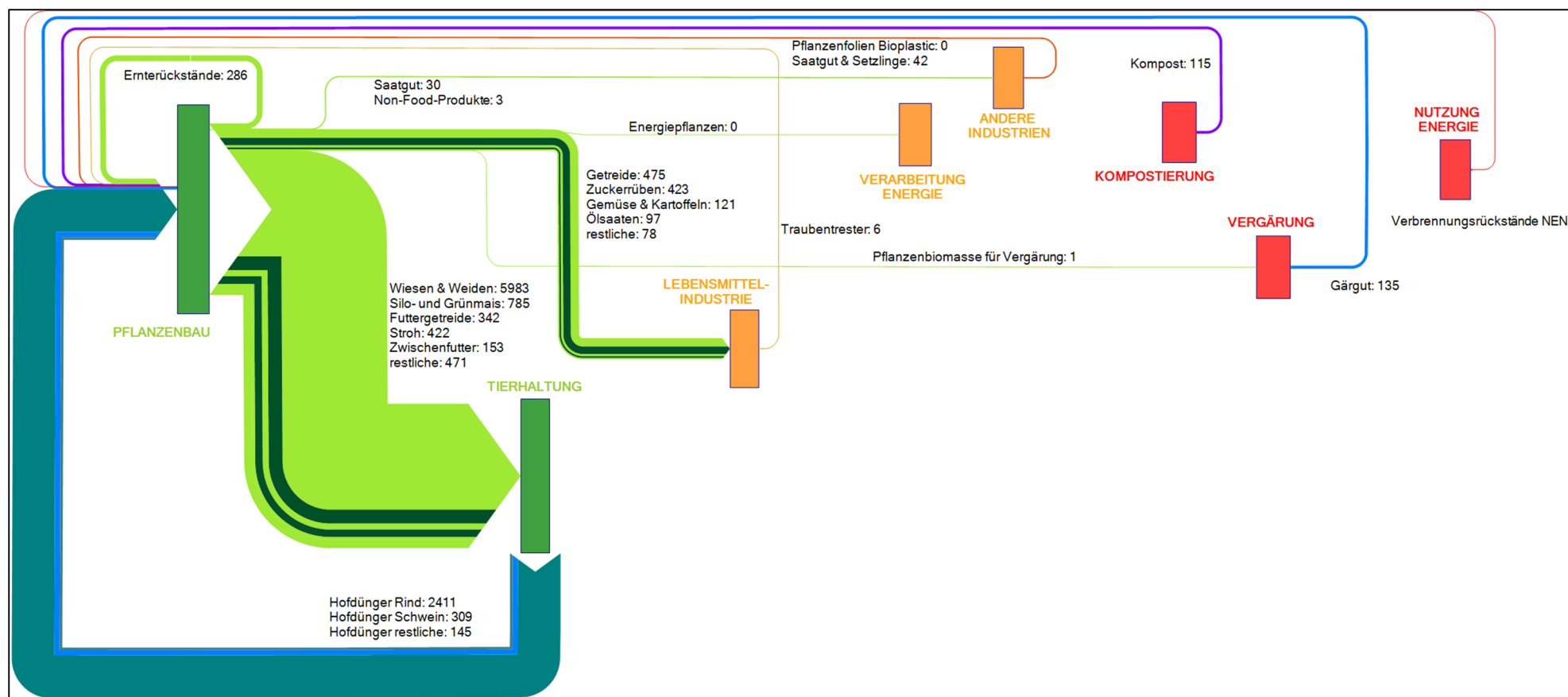


Abbildung 5 Biogene Input- und Outputströme für den Prozess «Pflanzenbau» (PFL). Flüssen sind in 1'000 t TS angegeben.

Tabelle 3 Güterflüsse (Output) aus dem Prozess «Pflanzenbau» (PFL)

Insgesamt flossen 2014 rund 9.28 Mio. Tonnen biogene Güter (TS) aus dem Pflanzenbau, was einer Zunahme von 4 % gegenüber 2009 entspricht.

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
Pflanzenbau OUTPUT total									9'279'570	8'903'325	4
Pflanzenbau	Pflanzenbau	PFL Ernterückstände PFL ¹⁾							286'642	298'729	-4
		Ernterückstände			Basierend auf Annahmen (Amstutz, 2007; Erdin, 2017; Giuliani, 2017)				286'642	298'729	
Pflanzenbau	Kompostierung	PFL Produktionsreste KMP ¹⁾	76'247	t					30'499		
		Produktionsreste in FRK und PLK	76'247	t	eigene Berechnung aus (Mandaliev and Schleiss, 2016)	40	Baier	2008	30'499		
Pflanzenbau	Verarb. Energie	PFL Pflanzenbiomasse VEN	0	t					0	5'090	
		Raps	0	t	(Frei, 2017; Kaufmann, 2015)				0	3'330	
		Miscanthus	0	t	(Frei, 2017; Kaufmann, 2015)				0	1'760	
Pflanzenbau	Vergärung	PFL Pflanzenbiomasse VGÄ	11'000	t					1'430	2'194	-35
		Abgänge, Abfälle, Rasenschnitt VGÄ3	1'000	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	13	Ökostrom Sch.	2010	130	8	
		Abgänge, Abfälle, Rasenschnitt VGÄ4	10'000	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	13	Ökostrom Sch.	2010	1'300	2'187	
Pflanzenbau	LM-Industrie	PFL Pflanzliche Produkte LMI	3'759'164	t					1'193'772	1'055'274	13
		Gemüse	401'269	t	(SBV, 2016) 2.16 & 4.2	12	SBV	2015	48'152	42'986	
		Kartoffeln	329'637	t	(SBV, 2016) 2.25	22	Souci	2009	72'520	71'522	
		davon verkauft	320'184	t	(SBV, 2016) 2.25	22	Souci	2009	70'440		
		davon Eigenverbrauch	9'453	t	(SBV, 2016) 2.25	22	Souci	2009	2'080		
		Brotgetreide	545'910	t	(Erdin, 2017; SBV, 2016) 2.16	87	Souci	2009	474'942	404'327	
		davon Getreide Erstabnehmer								395'865	
		davon Getreide Eigenverbrauch								8'462	
		Getreide Eigenverbrauch									
		Ölsaaten	107'949	t	(SBV, 2016) 2.16	90	Souci	2009	97'154	70'518	
		Weintrauben	118'286	t	(SBV, 2016) 2.16	19	Souci	2009	22'474	26'790	
		Hopfen	34	t	(SBV, 2016) 2.16	90	eigene	2011	31	35	
		Äpfel, Birnen, restliches Obst	315'996	t	(SBV, 2016) 2.18 & 4.2	16.5	SBV	2015	52'139	58'295	
		Beeren	14'826	t	(SBV, 2016) 2.18	14	Souci	2009	2'076	1'394	
		Zuckerrüben	1'924'260	t	(SBV, 2016) 2.16	22	Müller	1995	423'337	378'501	

Prozesse			Datenbasis 2014						2009		
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
		Tabak	997	t	(SBV, 2016) 2.16	95	eigene		947	905	
Pflanzenbau	Tierhaltung	PFL Futterpflanzen THA							7'734'399	7'510'634	3
		Kartoffeln	148'090	t	(SBV, 2016) 2.25 & 4.2	22	SBV	2015	32'580	36'804	
		Futtermühen	43'000	t	(SBV, 2016) 2.16	22	eigene	2011	9'460	19'800	
		Kohl-, Wasserrüben, Futtermühen	14'700	t	(SBV, 2016) 2.16	10	Souci	2009	1'470	1'790	
		Getreide zu Futterzwecken (exkl. Saatgut)	392'662	t	(SBV, 2016) 2.16 & 2.23	87	Souci	2009	341'616	339'385	
		davon Gerste (inkl. Saatgut)	201'091	t	(SBV, 2016) 2.16	87	Souci	2009	174'949		
		davon Körnermais (inkl. Saatgut)	138'474	t	(SBV, 2016) 2.16	87	Souci	2009	120'472	43'500	
		Hülsenfrüchte	15'749	t	(SBV, 2016) 2.16	25	Souci	2009	3'937	3'875	
		Gemüse	10'246	t	(SBV, 2016) 4.2	12	SBV	2015	1'230	965	
		Obst	1'852	t	(SBV, 2016) 4.2	16.5	SBV	2015	306	487	
		Sommergrünweiden			(SBV, 2016) 2.16				385'258	377'395	
		Kunstpflanzen			(SBV, 2016) 2.16				1'525'256	1'476'806	
		Zwischenfutter			(SBV, 2016) 2.16				152'959	150'498	
		Naturgrün u. -weiden			(SBV, 2016) 2.16				4'072'721	3'981'527	
		Stroh	491'000	t	(SBV, 2016) 2.16	86	Sattler; Ökozentrum	2006	422'260	429'140	
		Silo- und Grünmais			(SBV, 2016) 2.16				785'347	692'162	
Pflanzenbau	Andere Industrien	PFL Saatgut und Non-Food-Produkte AND							33'310	31'403	6
		Medizinalepflanzen & Gewürze	343	t	(SBV, 2016) 2.16	95	eigene	2011	326	323	
		Saatgut Getreide	24'973	t	(SBV, 2016) 2.24	87	Souci	2009	21'727	23'366	
		davon Saatgut Brotgetreide	17'982	t	(SBV, 2016) 2.24	87	Souci	2009	15'644		
		davon Saatgut Futtergetreide	6'991	t	(SBV, 2016) 2.24	87	Souci	2009	6'082		
		Saatgut Kartoffeln CH-Gebrauch	22'829	t	(SBV, 2016) 2.24	22	Souci	2009	5'022	5'414	
		weitere Saatgut für CH-Gebrauch	549	t	(SBV, 2016) 2.24	50	eigene	2017	275		
		Pflanzkartoffeln für Export	136	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	22	Souci	2009	30		
		weitere Saatgut für Export	1'043	t	berechnet	50	eigene	2017	522		
		Saatgut Zuckerrüben	0	t	(Meier, 2017)	87	Zuckerfabrik	2010	0	29	
		Setzlinge ²⁾	5'036	t		20	eigene	2017	1'007		

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
		Miscanthus, Hanf, Kenaf			(SBV, 2016) 2.16				1'710		
		Christbäume	6'260	m3	(SBV, 2016) 2.09	0.43 t/m3	Ökonom	1986	2'692	2'270	

Bemerkungen: ¹⁾ **PFL Ernterückstände PFL und PFL Produktionsreste KMP:** Für das Bezugsjahr 2014 wurden die Ernterückstände, die direkt wieder untergepflügt werden und die Produktionsreste, die in die Kompostierung gehen erstmals separat aufgelistet. In den Vorgängerstudien wurde diese Menge unter Ernterückstände zusammengefasst.

²⁾ **PFL Saatgut und Non-Food-Produkte AND:** Annahme, dass die Setzlinge aus dem schweizerischen Pflanzenbau mengenmässig 10 % der importierten Setzlinge ausmachen.

Tabelle 4 Güterflüsse (Input) in den Prozess «Pflanzenbau» (PFL)

Insgesamt flossen 2014 gut 3.39 Mio. Tonnen biogene Güter (TS) in den Pflanzenbau, was gegenüber 2009 einer Zunahme von 6 % entspricht.

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
Pflanzenbau INPUT total									3'386'101	3'195'276	6
Pflanzenbau	Pflanzenbau	PFL Ernterückstände PFL							286'642	298'729	-4
		Ernterückstände			Basierend auf Annahmen (Amstutz, 2007; Erdin, 2017; Giuliani, 2017)				286'641	298'729	
Tierhaltung	Pflanzenbau	THA Hofdünger PFL ¹⁾	23'316'289	t					2'801'415	2'652'873	6
		Hofdünger Rind	20'089'600	t	Berechnung, (SBV, 2016) 4.8	12	Menzi	1999	2'410'752	2'226'684	
		Hofdünger Schwein	2'575'590	t	Berechnung, (SBV, 2016) 4.8	12	Menzi	1999	309'071	277'817	
		anderer Hofdünger	1'210'099	t	Berechnung, (SBV, 2016) 4.8,	12	Menzi	1999	145'212	148'373	
LM-Industrie	Pflanzenbau	LMI Produktionsreste PFL ²⁾							5'619	6'698	-16
		Traubentrester			(Scheurer and Baier, 2001)				5'619	6'698	
andere Industrien	Pflanzenbau	IND Saatgut und Bioplastics PFL	108'114	t					42'432	44'779	-5
		Saatgut	58'248	t	(SBV, 2016) und eigene Berechnungen	versch.			32'451	36'218	
		Setzlinge (inkl. Rollrasen)	49'856	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017) und eigene Berechnungen	versch.			9'971	7'676	
		Bioplastics Mulchfolien	10	t	(Baier et al., 2016)	95			10	884	
Nutzung Energie	Pflanzenbau	NEN Verbrennungsrückstände PFL ³⁾	k.A.						k.a.	7'947	
		biogener Ascheanteil							0	7'947	
Kompostierung	Pflanzenbau	KMP Kompost PFL	212'730	m3					114'874	96'924	19
		Landwirtschaft	212'730	m3	(Mandaliev and Schleiss, 2016) S. 23	54	BUWAL	1993	114'874	96'924	
Vergärung	Pflanzenbau	VGÄ Gärgut PFL ⁴⁾	929'200	t					135'120	87'327	55
		VGÄ4 - festes Gärgut (aus Landwirtschaft)	10'400	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016), S. 24/25	50	Schleiss	2005	5'200	30'989	
		VGÄ3 - festes Gärgut (aus Gewerbe/Industrie)	112'800	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016), S. 24/25	50	Schleiss	2005	56'400	27'436	
		VGÄ4 - flüssiges Gärgut (aus Landwirtschaft)	580'000	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016), S. 24/25	8	M. Haubensak	2016	46'400	15'330	
		VGÄ3 - flüssiges Gärgut (aus Gewerbe/Industrie)	226'000	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016), S. 24/25	12	Schleiss	2005	27'120	13'572	

- Bemerkungen:
- ¹⁾ **THA Hofdünger PFL:** Daten wurden zurückgerechnet über N-Gehalt im anfallenden Hofdünger; vom total anfallenden Hofdünger geht ein Teil als Dünger aufs Feld, ein anderer Teil geht in die Vergärung. Die angenommenen TS-Werte von 12 % wurden aus der Vorgängerstudie von Baum et al. (2012) übernommen. Diese Annahme liegt für Hofdünger Rind und Schwein vermutlich eher zu hoch bzw. für andere Hofdünger zu tief.
 - ²⁾ **LMI Produktionsreste PFL:** Annahme, dass 25 % der Trauben (TS) als Trester anfallen und untergepflügt werden
 - ³⁾ **NEN Verbrennungsrückstände PFL:** Aschen werden nicht mehr aufgeführt, da sie keine biogenen Anteile mehr enthalten;
 - ⁴⁾ **Zu VGÄ Gärgut PFL:** VGÄ4 landwirtschaftliche Co-Vergärung, VGÄ3 industrielle Vergärung, Annahme festes Gärgut 0.8 kg/l, flüssiges Gärgut 1kg/l, Daten für das Bezugsjahr 2013

3.3.2 Tierhaltung (THA)

Sie beinhaltet die landwirtschaftliche Tierhaltung zuzüglich Wildtiere, Tiere aus Nicht-Landwirtschaftsbetrieben (z.B. Pferde-Höfen) und Fische, jedoch keine Haustiere. Teil des Prozesses sind auch die Herstellung von Tierfutter sowie Import und Export von Tieren und Tierfutter. (Abbildung 6, Tabelle 5, Tabelle 6)

Auch für diesen Prozess stammen die Daten zum grössten Teil aus der Statistik des Schweizerischen Bauernverbands (SBV, 2016). Die Aussenhandelsströme werden in der vorliegenden Studie für das Bezugsjahr 2014 sowie in der Vorgängerstudie für das Bezugsjahr 2009 (Baum et al., 2012) detaillierter betrachtet, als in der Vorgängerstudie für das Bezugsjahr 2006 (Baum and Baier, 2008). In den Studien für die Bezugsjahre 2009 und 2014 wurden die achtstelligen Zolltarif-Nummern verwendet (Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017).

Insgesamt veränderten sich sowohl die Güterflüsse aus der Tierhaltung, als auch die Güterflüsse in die Tierhaltung für 2014 gegenüber 2009 kaum. Für die Outputströme aus der Tierhaltung konnte eine Zunahme von 5 %, für die Inputströme in die Tierhaltung eine von 3 % aufgezeigt werden. Einzelne Teilflüsse veränderten sich jedoch stärker.

- Rund 54 % mehr Hofdünger wurden 2014 anaerob in industriellen und landwirtschaftlichen Biogasanlagen vergärt als noch 2009.
- Der Export an Produkten aus der Tierhaltung stieg seit 2009 um rund 30 % an.
- Auch der Import an Produkten in die Tierhaltung stieg seit 2009 um rund 13 % an.

THA tierische Produkte LMI: sämtliche Nicht-Fleisch-Erzeugnisse aus der Tierhaltung, welche für den menschlichen Verzehr bestimmt sind. Dominierendes Gut dieses Flusses mit knapp 97 % Anteil (auf TS bezogen) ist die Kuhmilch.

THA Schlachtvieh und Kadaver FLV: in der Schweiz produzierte und importierte Tiere, welche in die Schlachtbetriebe gelangen. Diese Zahlen wurden aus den Schlachtgewichten (SBV, 2016) über den jeweiligen typischen Schlachtabgang zurückgerechnet (Bill, 1996; Binzegger, 2000). Ausserdem sind in diesem Strom zu entsorgende Tierkadaver enthalten. Dieser umfasst neben Nutztieren aus der Landwirtschaft auch einen Anteil an Haustierkadavern.

THA Hofdünger VGÄ: Anteil des Hofdüngers, welcher in landwirtschaftlichen Biogasanlagen anaerob vergärt wird. Die Mengen stammen aus der Erhebung von Mandaliev und Schleiss (2016).

THA Hofdünger PFL: Anteil des Hofdüngers, welcher als Dünger auf die Felder bzw. Weiden ausgebracht wird. Vom total anfallenden Hofdünger, welcher über den Stickstoffgehalt berechnet wurde (SBV, 2016), wird ein geringer Teil in Biogasanlagen anaerob vergärt (Mandaliev and Schleiss, 2016), der Rest wird direkt als Dünger wieder auf die Felder und Weiden ausgebracht.

THA Non-Food-Produkte AND: im Bereich der Tierhaltung anfallende, nicht zum Verzehr bestimmte Güter, welche in anderen Industrien verarbeitet oder über diese exportiert werden. Derzeit fällt nur Schafwolle in diese Kategorie (SBV, 2016).

THA Futtermilch THA: in der Tierhaltung entstandene Güter, welche prozessintern zu Fütterungszwecken direkt eingesetzt werden. Neben Futtermilch sind das Teile der Eier und des Honigs (SBV, 2016).

THA Export: lebende Tiere sowie für die Fütterung bestimmte Waren, welche ins Ausland ausgeführt werden (Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017). Über den Export von Hofdünger existieren kaum zuverlässige Daten, weshalb dieser Fluss in der vorliegenden Studie nicht erfasst wurde.

Import THA: lebende Tiere sowie für die Fütterung bestimmte Waren, welche in die Schweiz eingeführt werden (Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017; SBV, 2016). Über den Import von Hofdünger existieren kaum zuverlässige Daten, weshalb dieser Fluss in der vorliegenden Studie nicht erfasst wurde.

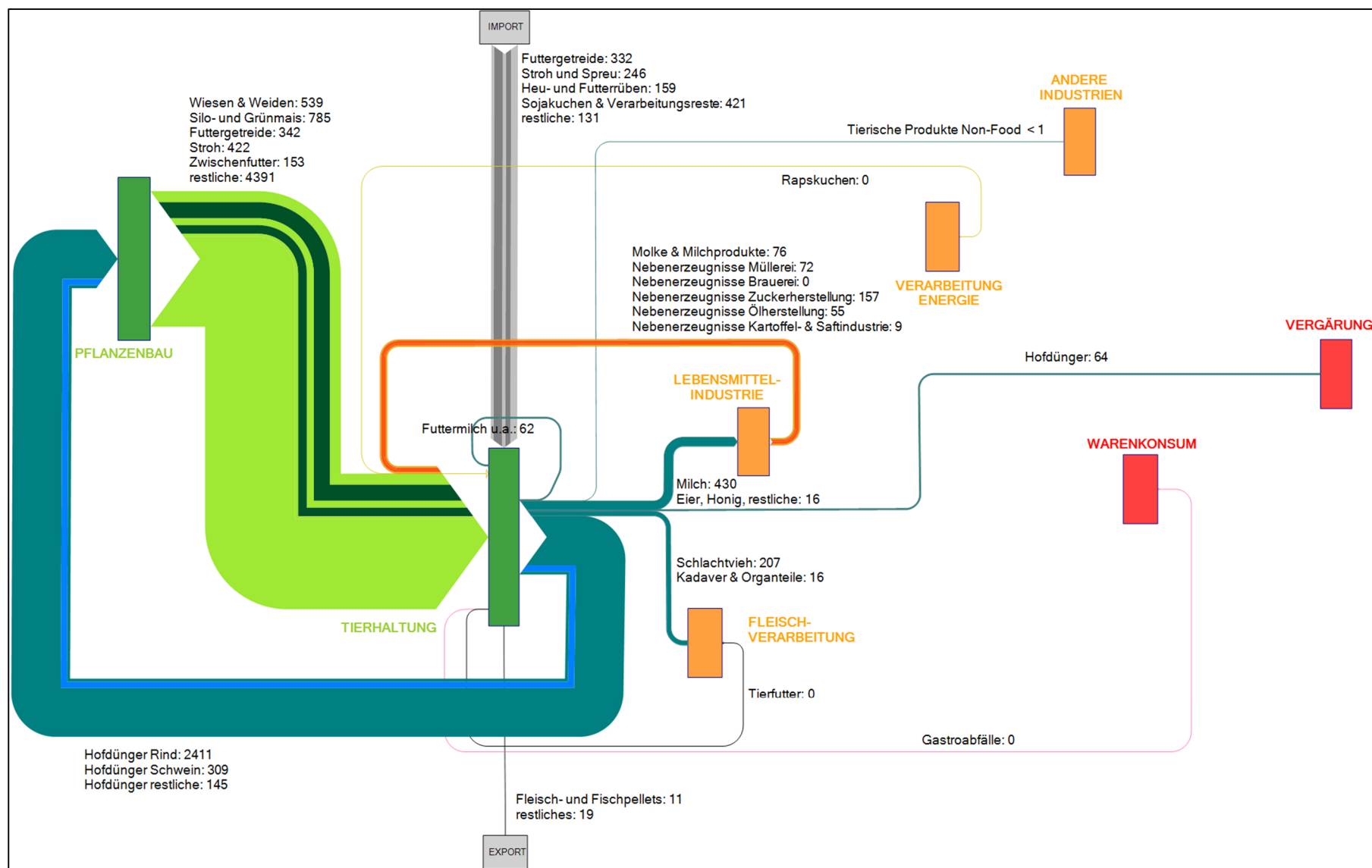


Abbildung 6: Biogene Input- und Outputströme für den Prozess «Tierhaltung» (THA). Flüssen sind in 1'000 t TS angegeben.

Tabelle 5 Güterflüsse (Output) aus dem Prozess «Tierhaltung» (THA)

Insgesamt flossen 2014 rund 3.63 Mio. Tonnen biogene Güter (TS) aus der Tierhaltung, was einer Zunahme von 5 % gegenüber 2009 entspricht.

Prozesse			Datenbasis 2014						2009		
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
Tierhaltung OUTPUT total									3'626'307	3'445'798	5
Tierhaltung	LM-Industrie	THA Tierische Produkte (ohne Fleisch) LMI	3'641'111	t					446'250	433'959	3
		Fisch	1'566	t	(SBV, 2016) 3.22	25	Souci	2009	391	442	
		Hühnereier	51'790	t	(SBV, 2016) 3.20	26	Souci	2009	13'465	10'377	
		Honig	2'419	t	(SBV, 2016) 3.21	89	Souci	2009	2'153	2'828	
		Milch (Kuh, Ziegen, Schaf, ...)	3'585'336	t	(SBV, 2016) 3.17	12	Souci	2009	430'240	420'312	
Tierhaltung	Fleisch-verarbeitung	THA Schlachtvieh und Kadaver FLV	734'410	t					222'524	222'019	0
		Ochsen	18'505	t	(SBV, 2016) 3.13 / 3.14	30	eigene	2011	5'552	4'342	
		Rinder	41'878	t	(SBV, 2016) 3.13 / 3.14	30	eigene	2011	12'563	10'723	
		Stiere	61'754	t	(SBV, 2016) 3.13 / 3.14	30	eigene	2011	18'526	19'016	
		Kühe	96'573	t	(SBV, 2016) 3.13 / 3.14	30	eigene	2011	28'972	29'665	
		Kälber	51'023	t	(SBV, 2016) 3.13 / 3.14	30	eigene	2011	15'307	16'259	
		Schweine	310'885	t	(SBV, 2016) 3.13 / 3.14	30	eigene	2011	93'265	91'696	
		Schafe	10'504	t	(SBV, 2016) 3.13 / 3.14	30	eigene	2011	3'151	3'426	
		Ziegen	716	t	(SBV, 2016) 3.13 / 3.14	30	eigene	2011	215	227	
		Pferde, Esel, Maultiere	1'175	t	(SBV, 2016) 3.13 / 3.14	30	eigene	2011	352	417	
		Geflügel (Poulets, Suppenhühner, Truten, ...)	90'497	t	(SBV, 2016) 3.13 / 3.14	30	eigene	2011	27'149	27'149	
		Kaninchen	2'308	t	(SBV, 2016) 3.13 / 3.14	30	eigene	2011	692	692	
		Zuchtwild, Wildbret	3'428	t	(SBV, 2016) 3.13 / 3.14	30	eigene	2011	1'029	1'029	
		Organteile	13'720	t	(SBV, 2016) 3.13 / 3.14	30	eigene	2011	4'116	4'087	
		Kadaver Kleintier	25'653	t	Hochrechnung	37	centravo	2007	9'492	10'843	
		Kadaver Grossvieh (>200 kg)	5'792	t	Hochrechnung	37	centravo	2007	2'143	2'448	
Tierhaltung	Vergärung	THA Hofdünger VGÄ ¹⁾	559'000	t					63'620	41'321	54
		Hofdünger VGÄ 3	45'000	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	50	eigene	2017	22'500	5'399	

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
		Hofdünger VGÄ 4	514'000	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	8	Haubensak	2016	41'120	35'922	
Tierhaltung	Pflanzenbau	THA Hofdünger PFL ²⁾	23'316'289	t					2'801'415	2'652'873	6
		anfallender Hofdünger Rind	20'089'600	t	Berechnung, (SBV, 2016) 4.8	12	Menzi	1999	2'410'752	2'226'684	
		anfallender Hofdünger Schwein	2'575'590	t	Berechnung, (SBV, 2016) 4.8	12	Menzi	1999	309'071	277'817	
		anfallender anderer Hofdünger	1'210'099	t	Berechnung, (SBV, 2016) 4.8	12	Menzi	1999	145'212	148'373	
Tierhaltung	Andere Industrien	THA Produkte Non-Food IND	559	t					531	432	23
		Wolle	559	t	(SBV, 2016) 3.19	95			531	432	
Tierhaltung	Tierhaltung	THA Futtermilch, Honig, Eier THA	513'069	t					61'778	71'912	-14
		Fütterungsmilch	511'683	t	(SBV, 2016) 3.17	12	Souci	2009	61'402	71'520	
		Honig (Futter)	25	t	(SBV, 2016) 3.21	89	Souci	2009	22	23	
		Bruteier	1'361	t	(SBV, 2016) 3.20	26	Souci	2009	354	369	
Tierhaltung	Export	Export Tiere und Tierfutter	36'441	t					30'189	23'281	30
		lebende Tiere	3'422	t	Berechnung aus (SBV, 2016) 3.12; (SBV, 2015) 5.2	30	eigene	2011	1'027	1'179	
		Hülsenfrüchte	26	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	Souci	2009	7	0	
		Mehl, Pellets, Stärke, Gries	0	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	90	eigene	2011	0	21	
		Sojabohnen	0	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	92	Souci	2009	0	39	
		Kerne, Samen, ölhaltige	85	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	98	Souci	2009	83	86	
		Mehl aus Zuckerrüben, Algen, Johannisbrot	0	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	90	eigene	2011	0	27	
		Heu und Futterrüben	391	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	88	ART	2006	344	3'520	
		pflanzliche Öle & Fette	3	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	100	eigene	2011	3	4	
		andere Öle und Fettmischungen	365	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	100	eigene	2011	365	142	
		Glucose, Zucker	3'031	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	100	Souci	2009	3'031	3'026	
		Kakao Verarbeitungsreste	0	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	94	Souci	2009	0	14	
		Hefen	4'046	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	90	eigene	2011	3'641	2'801	
		Grieben, Fleisch- & Fischpellets	12'767	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	90	eigene	2011	11'490	6'185	
		Sojakuchen u.a. Verarbeitungsreste	3'243	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	90	Müller	1995	2'919	3'274	
		Tierfutterzubereitungen	8'609	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	6'887	2'391	

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
		Fettsäuren (z.B. Propansäure)	24	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	60	eigene	2011	14	18	
		Stroh und Spreu	429	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	88	Sattler	2006	378	554	

Bemerkung: ¹⁾ **THA Hofdünger VGÄ:** In die gewerblich-industrielle Vergärung (VGÄ 3) kommt an Hofdünger nur Rinderfestmist und Hühnermist, keine Gülle. Weshalb ein TS Wert von 50 % angenommen wurde.

²⁾ **THA Hofdünger PFL:** Daten wurden zurückgerechnet über N-Gehalt im anfallenden Hofdünger; vom total anfallenden Hofdünger geht ein Teil als Dünger aufs Feld, ein anderer geht in die Vergärung. Die angenommenen TS-Werte von 12 % wurden aus der Vorgängerstudie von Baum et al. (2012) übernommen. Diese Annahme liegt für Hofdünger Rind und Schwein vermutlich eher zu hoch bzw. für andere Hofdünger zu tief.

Tabelle 6 Güterflüsse (Input) in den Prozess «Tierhaltung» (THA)

Insgesamt flossen 2014 rund 9.45 Mio. Tonnen biogene Güter (TS) in die Tierhaltung, was einer Zunahme von 3 % gegenüber 2009 entspricht.

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
Tierhaltung INPUT total										9'454'116	9'150'204
Pflanzenbau	Tierhaltung	PFL Futterpflanzen THA								7'734'399	7'510'634
		Kartoffeln	148'090	t	(SBV, 2016) 2.25 & 4.2	22	Souci	2009	32'580	36'804	
		Futtermühen	43'000	t	(SBV, 2016) 2.16	22			9'460	19'800	
		Kohl-, Wasserrüben, Futtermöhren	14'700	t	(SBV, 2016) 2.16	10	Souci	2009	1'470	1'790	
		Getreide zu Futterzwecken (exkl. Saatgut)	392'662	t	(SBV, 2016) 2.16 & 2.23	87	Souci	2009	341'616	339'385	
		davon Gerste (inkl. Saatgut)	201'091	t	(SBV, 2016) 2.17	87	Souci	2009	174'949		
		davon Körnermais (inkl. Saatgut)	138'474	t	(SBV, 2016) 2.17	87	Souci	2009	120'472	43'500	
		Hülsenfrüchte	15'749	t	(SBV, 2016) 2.16	25	SBV	2010	3'937	3'875	
		Gemüse	10'246	t	(SBV, 2016) 4.2	12	SBV	2010	1'230	965	
		Obst	1'852	t	(SBV, 2016) 4.2	16.5	SBV	2010	306	487	
		Sommergrünweiden			(SBV, 2016) 2.16				385'258	377'395	
		Kunstpflanzen			(SBV, 2016) 2.16				1'525'256	1'476'806	
		Zwischenfutter			(SBV, 2016) 2.16				152'959	150'498	
		Naturgrün u. -weiden			(SBV, 2016) 2.16				4'072'721	3'981'527	
		Stroh	491'000	t	(SBV, 2016) 2.16	86	Sattler	2006	422'260	429'140	
		Silo- und Grünmais			(SBV, 2016) 2.16				785'347	692'162	
Tierhaltung	Tierhaltung	THA Futtermilch, Honig, Eier THA	513'069	t							
		Fütterungsmilch	511'683	t	(SBV, 2016) 3.17	12	Souci	2009	61'402	71'520	
		Honig	25	t	(SBV, 2016) 3.21	89	Souci	2009	22	23	
		Bruteier	1'361	t	(SBV, 2016) 3.20	26	Souci	2009	354	369	
LM-Industrie	Tierhaltung	LMI Tierfutter THA	1'884'112	t							
		Molke und andere Milchprodukte	1'186'366	t	(SBV, 2016) 4.2 minus 3.17	6	SBV	2016	76'413	82'661	
		Nebenerzeugnisse Mägerei	82'216	t	(SBV, 2016) 4.2	87	SBV	2016	71'663	134'267	
		Nebenerzeugnisse Brauerei	k.A.	t	(SBV, 2016) 4.2	90	SBV	2016	k.A.	13'823	

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
		Nebenerzeugnisse Zuckerherstellung	517'114	t	(SBV, 2016) 4.2	30	SBV	2016	157'240	115'820	
		Nebenerzeugnisse der Ölherstellung	60'584	t	(SBV, 2016) 4.2	91	SBV	2016	55'098	52'284	
		Nebenerzeugnisse Kartoffel- und Fruchtsaftindustrie	37'832	t	(SBV, 2016) 4.2	23	SBV	2016	8'778	9'870	
		weitere Futtermittel (verarb. See-, Landtiere, tierische Fette)	0	t	(SBV, 2016) 4.2				0		
Fleisch-verarbeitung	Tierhaltung	FLV Tierische Nebenprodukte THA							0	16'100	
		Tierfutter aus TNP			(VTNP, 2011)	23	Benz		0	16'100	
Verarb. Energie	Tierhaltung	VEN Nebenprodukte THA							0	2'405	
		Rapskuchen			(Frei, 2017; Kaufmann, 2015)	90	Müller	1995	0	2'405	
Warenkonsum	Tierhaltung	WAK Speisereste THA							0	39'885	
		Gastroabfälle			(SBV, 2016) 4.2	22	SBV	2010		39'885	
Import	Tierhaltung	Import Tiere und Tierfutter	1'474'947	t					1'288'747	1'144'043	13
		lebende Tiere	4'900	t	Hochrechnung, (SBV, 2016) 5.2 & 3.12	30	eigene	2011	1'470	1'843	
		lebende Fische	556	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	Souci	2009	139	160	
		Garnelen	1	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	eigene	2011	0	1	
		Tierblut	195	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	20	eigene	2011	39	64	
		Kleinfische, Krebse, Weichtiere	61	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	Souci	2009	15	20	
		andere Meerestiere ohne Fische	7'069	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	Souci	2009	1'767	614	
		Hülsenfrüchte (trocken)	15'162	t	(SBV, 2016) 4.2	87	SBV	2010	13'191	5'685	
		Wurzeln und Knollen	1	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	24	Souci	2009	0	859	
		Nüsse, Schalenfrüchte etc.	0	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	Souci	2009	0	1	
		Getreide	381'666	t	(SBV, 2016) 4.2	87	SBV	2010	332'049	286'736	
		Mehl, Pellets, Stärke, Gries	14'223	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	90	eigene	2011	12'801	19'746	
		Sojabohnen	8'359	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	92	Souci	2009	7'690	16'009	
		Kerne, Samen, öhaltige	9'087	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	98	Souci	2009	8'905	8'267	
		Mehl aus Zuckerrüben, Algen, Johannisbrot	1'780	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	90	eigene	2011	1'602	2'624	
		Heu und Futterrüben	180'665	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	88	ART	2006	158'985	124'095	

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
		Dattelkerne	0	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	Souci	2009	0	1	
		tierische Öle und Fette	6'624	t	(SBV, 2016) 4.2	100	eigene	2011	6'624	7'596	
		pflanzliche Öle & Fette	5'510	t	(SBV, 2016) 4.2	100	eigene	2011	5'510	3'722	
		andere Öle und Fettmischungen	7'215	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	100	eigene	2011	7'215	2'621	
		Glucose, Zucker	7'925	t	(SBV, 2016) 4.2	100	Souci	2009	7'925	8'876	
		Kakaoabfälle	864	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	94	Souci	2009	812	2'429	
		Paniermehl	1'611	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	90	eigene	2011	1'450	1'481	
		Hefen	5'226	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	90	eigene	2011	4'703	7'028	
		Grieben, Fleisch- & Fischpellets	3'300	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	94	Lötscher	1997	3'102	6'045	
		Sojakuchen u.a. Verarbeitungsreste	467'498	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	90	Müller	1995	420'748	335'048	
		Tierfutterzubereitungen	41'669	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	33'335	25'992	
		modifizierte Stärken	10'231	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	8'185	11'392	
		Fettsäuren	7'575	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	60	eigene	2011	4'545	366	
		Stroh und Spreu	285'974	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	86	Sattler	2006	245'938	264'723	

3.3.3 Waldwirtschaft (WAW)

Die Waldwirtschaft umfasst die pflanzliche Holzproduktion und –nutzung (inkl. Rinde) in den Schweizer Wäldern ohne Parks und Gärten. Das energetisch genutzte Flurholz (also Landschaftspflegeholz aus dem Siedlungsgebiet, aus dem Uferbereich, Verkehrsgrün, Hecken usw.) ist aus Gründen der Vollständigkeit ebenfalls hier dargestellt, obwohl es nicht Teil des Prozesses Waldwirtschaft ist. (Abbildung 7, Tabelle 7, Tabelle 8)

Gemäss dem vierten Schweizerischen Landesforstinventar (LFI 4), welches in den Jahren 2009 – 2013 erhoben wurde, wachsen in den Schweizer Wäldern jährlich durchschnittlich rund 10.4 Mio. Festmeter (m^3) Biomasse (= Bruttozuwachs). Von dieser zuwachsenden Biomasse wird ein Grossteil genutzt (LFI 4 - 7.3 Mio m^3/J), stirbt ab (LFI 4 – 1.6 Mio m^3/J) oder wird ungenutzt im Wald zurückgelassen und zersetzt sich natürlich. Die Differenz führt zu einem Vorratsanstieg bzw. Vorratsschwund in den Schweizer Wäldern. In den letzten Jahren betrug der durchschnittliche jährliche Vorratsanstieg rund 1.5 Mio m^3 . (Abegg et al., 2014)

Während sich die Daten zum Holzvorrat und dessen Veränderungen primär auf das Schweizerische Landesforstinventar stützen, stammen die Daten für die Holzernte aus dem Jahrbuch Wald und Holz 2015 (BAFU, 2015a), welche sich auf die Forststatistik stützen. Diese Daten beziehen sich auf das Jahr 2014 und lassen sich nicht direkt mit den Nutzungs- oder Zuwachsdaten aus dem Schweizerischen Landesforstinventar vergleichen (BAFU, 2015a).

Die Holzernte an Energie-, Stamm- und Industrieholz betrug 2014 rund 5.6 Mio. m^3 . Darin eingeschlossen sind auch kleinere Mengen an Rindenholz (443'000 m^3) und Flurholz (310'000 m^3). Verglichen mit den Holzerntedaten 2009 (Baum et al., 2012) blieb die Holzernte insgesamt ziemlich konstant. Während die geerntete Menge an Energieholz leicht zugenommen hat, hat die Ernte an Stamm- und Industrieholz leicht abgenommen (Tabelle 7) (BAFU, 2015a).

Die Daten zum ungenutzten Schlagabraum stützen sich auf Abschätzungen und Berechnungen. Die Berechnungsweise für 2014 variiert leicht von jener der Vorgängerstudie von Baum et al. (2012).

Die Datenlage darf insgesamt als sehr gut bezeichnet werden. Die Produktionszahlen von Stamm-, Energie- und Industrieholz liegen sehr detailliert vor, neue Erhebungen des BAFU erfassen auch Teilströme wie Rinde und Flurholz (BAFU, 2015a) und die aktuellsten Daten des LFI sind im Internet abrufbar (Abegg et al., 2014).

Die Berechnung der Trockensubstanzen erfolgte durch eine direkte Umrechnung von Festmetern (m^3) in Tonnen TS über die Darrgewichte, so dass die Unsicherheit der stark schwankenden Holzfeuchtigkeit während der verschiedenen Produktions- und Verarbeitungsschritte umgangen wird. Dort, wo keine Angaben zum Nadel- und Laubholzanteil vorlagen, wurde die Verteilung zwischen Nadel- und Laubholz abgeschätzt. Es wurde mit einem Darrgewicht für Laubholz von 0.68 t/m^3 bzw. 0.43 t/m^3 für Nadelholz gerechnet.

WAW Stamm- und Industrieholz HPI: In der Schweiz eingeschlagenes Holz, welches (zumindest im ersten Prozessschritt) stofflich genutzt wird (Bauholz, Möbelholz, Zellstoffproduktion etc.).

WAW Energieholz VEN: Holz- und Rindenmengen, welche direkt für energetische Zwecke bereitgestellt bzw. weiterverarbeitet werden. Das sind in erster Linie Stück-Brennholz oder Hackschnitzel (inklusive Anteile des Schlagabraums). Ebenfalls einbezogen ist Flurholz, welches energetisch genutzt wird.

WAW ungenutzter Holzzuwachs HVO: Menge des jährlichen Holzzuwachses, welcher die Nutzungsmenge und Mortalität übersteigt und somit den Holzvorrat erhöht. (Abegg et al., 2014; BAFU, 2010, 2015a)

WAW Abraum und Mortalität WAW: Anteil des Schlagabraums, welcher nach Holzernte und -abtransport im Wald verbleibt bzw. dort verbrannt wird. Das sind durchschnittlich 9-13 % für Derbholz und 50 – 60 % für Nichtderbholz (Taverna et al., 2016). Hinzu kommt die Menge an Biomasse, die im gesamten Waldgebiet durch Pilze, andere Lebewesen oder Feuer natürlich abgebaut wird. Sie wird abgeschätzt durch die jährliche Mortalität gemäss LFI 4 (Abegg et al., 2014).

Holzvorrat (Lager): Das Lager Holzvorrat umfasst die Menge an Holz (inkl. Rinde), welche sich in den Schweizer Wäldern befindet. Trotz etwas größerer Holznutzungen in den vergangenen Jahren übersteigt der Schweizer Holzzuwachs die Summe aus Nutzung und Mortalität noch immer, so dass sich das Lager zwar langsam, aber weiter füllt und nun etwa 419 Mio. m³ Schaftholz enthält (BAFU, 2015a), wozu noch einige Mio. m³ Astmaterial kommen.

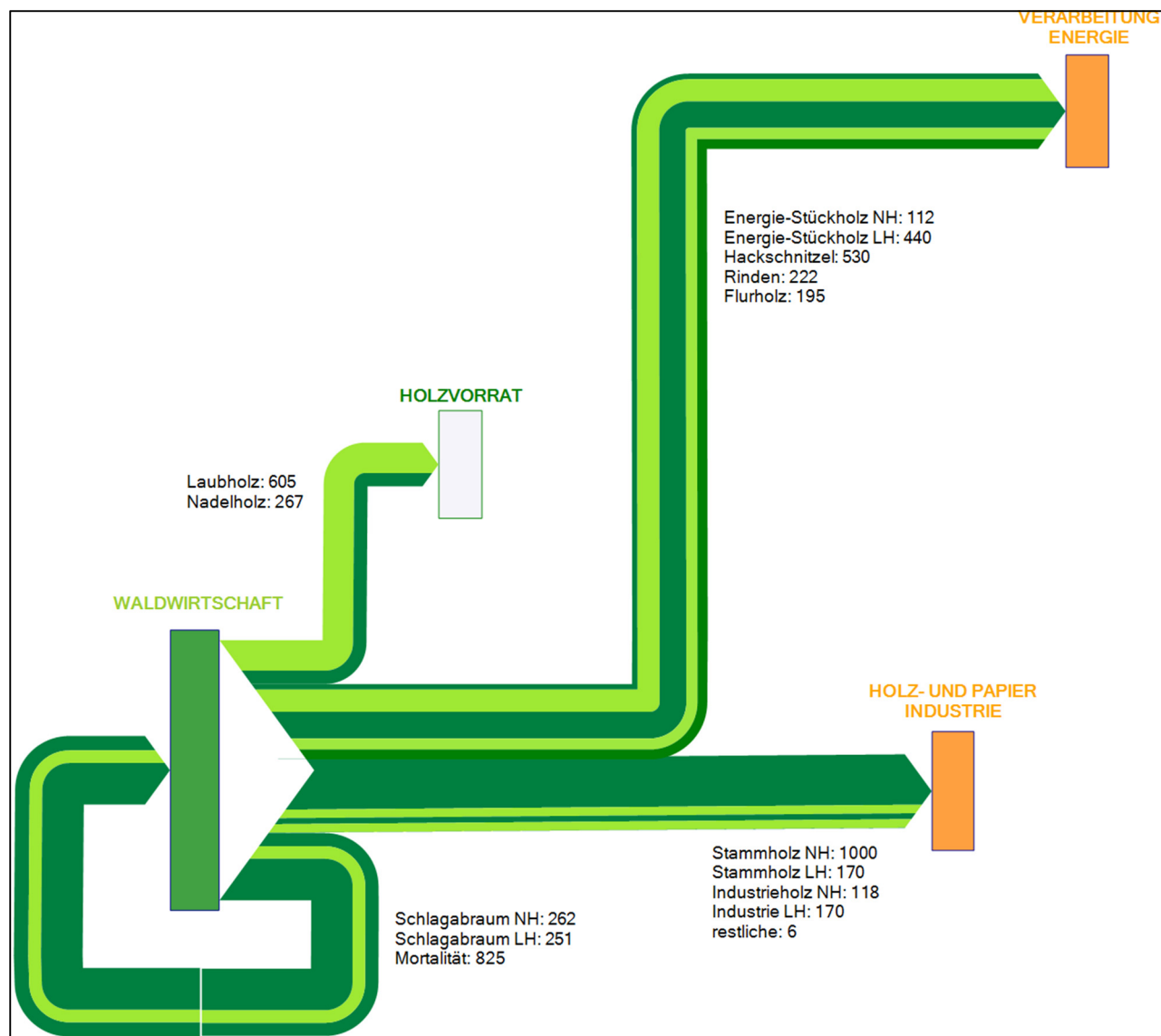


Abbildung 7 Biogene Input- und Outputströme für den Prozess «Waldwirtschaft» (WAW). Flüsse sind in 1'000 t TS angegeben.

Tabelle 7 Güterflüsse (Output) aus dem Prozess «Waldwirtschaft» (WAW)

Insgesamt flossen 2014 rund 5.22 Mio. Tonnen biogene Güter in die Waldwirtschaft. Seit 2009 veränderte sich diese Menge kaum.

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge	Einheit	Quelle für 2014	Darrdichte [t/m ³]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
Waldwirtschaft total OUTPUT			9'817'620	m³					5'220'794	5'228'143	0
Waldwirtschaft	Holzvorrat (Lager)	WAW ungenutzter Holzzuwachs HVO	1'510'000	m³					871'800	841'961	4
		Zuwachs Nadelholz (exkl. Nutzung)	620'000	m ³	(Abegg et al., 2014; BAFU, 2015a)	0.43	Ökonorm	1986	266'600	324'941	
		Zuwachs Laubholz (exkl. Nutzung)	890'000	m ³	(Abegg et al., 2014; BAFU, 2015a)	0.68	Ökonorm	1986	605'200	517'019	
Waldwirtschaft	Verarb. Energie	WAW Energieholz VEN	2'551'711	m³					1'498'041	1'303'033	15
		Waldenergieholz Stück Nadel	260'871	m ³	(BAFU, 2015a) S. 40	0.43	Ökonorm	1986	112'175	114'810	
		Waldenergieholz Stück Laub	646'396	m ³	(BAFU, 2015a) S. 40	0.68	Ökonorm	1986	439'549	455'600	
		Hackschnitzel (Laub- und Nadelholz)	891'444	m ³	(BAFU, 2015a) S. 40				529'518	293'280	
		davon Hackschnitzel - Nadelholz	306'657	m ³		0.43	Ökonorm	1986	131'863		
		davon Hackschnitzel - Laub	584'787	m ³		0.68	Ökonorm	1986	397'655		
		Rinden	443'000	m ³	(BAFU, 2015a) S. 114	0.5			221'500	244'043	
		Flurholz (Feldgehölze und Hecken)	310'000	m ³	(BAFU, 2015a) S. 114	0.63			195'300	195'300	
Waldwirtschaft	Holz- und Papierind.	WAW Stamm- und Industrieholz HPI	3'114'508	m³					1'465'413	1'545'520	-5
		Stammholz Nadel	2'326'669	m ³	(BAFU, 2015a) S. 40	0.43	Ökonorm	1986	1'000'468	1'106'820	
		Stammholz Laub	250'720	m ³	(BAFU, 2015a) S. 40	0.68	Ökonorm	1986	170'490	184'960	
		Industrieholz Nadel	274'159	m ³	(BAFU, 2015a) S. 40	0.43	Ökonorm	1986	117'888	125'560	
		Industrieholz Laub	250'398	m ³	(BAFU, 2015a) S. 40	0.68	Ökonorm	1986	170'271	119'680	
		übrige Holzsortimente (Laub- und Nadelholz)	12'562	m ³	(BAFU, 2015a) S. 40				6'296	8'500	
		davon übrige Holzsortimente Nadel	8'983	m ³		0.43	Ökonorm	1986	3'863		
		davon übrige Holzsortimente Laub	3'579	m ³		0.68	Ökonorm	1986	2'434		
Waldwirtschaft	Waldwirtschaft	WAW Abraum und Mortalität WAW	2'641'401	m³					1'385'540	1'537'629	-10
		ungenutzter Schlagabraum Nadel	610'450	m ³	eig. Berechnung, (Erni, 2017; Taverna et al., 2016)	0.43	Ökonorm	1986	262'494	287'956	
		ungenutzter Schlagabraum Laub	437'950	m ³	eig. Berechnung, (Erni, 2017; Taverna et al., 2016)	0.68	Ökonorm	1986	297'806	251'148	
		Holzmortalität Nadel	1'032'000	m ³	(Abegg et al., 2014)	0.43	Ökonorm	1986	443'760	584'309	
		Holzmortalität Laub	561'000	m ³	(Abegg et al., 2014)	0.68	Ökonorm	1986	381'480	414'217	

Tabelle 8 **Güterflüsse (Input) in den Prozess «Waldwirtschaft» (WAW)**

Insgesamt flossen 2014 rund 1.39 Mio. Tonnen biogene Güter (TS) in die Waldwirtschaft, was einer Abnahme von 10 % gegenüber 2009 entspricht.

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
	Waldwirtschaft	Input total	2'641'401	m3					1'385'540	1'538'278	-10
Waldwirtschaft	Waldwirtschaft	WAW Abraum und Mortalität WAW	2'641'401	m3					1'385'540	1'537'629	-10
		ungenutzter Schlagabraum Nadel	610'450	m3	eig. Berechnung, (Erni, 2017; Taverna et al., 2016)				262'494	287'956	
		ungenutzter Schlagabraum Laub	437'950	m3	eig. Berechnung, (Erni, 2017; Taverna et al., 2016)				297'806	251'148	
		Holzmortalität Nadel	1'032'000	m3	(Abegg et al., 2014)				443'760	584'309	
		Holzmortalität Laub	561'000	m3	(Abegg et al., 2014)				381'480	414'217	
Nutzung Energie	Waldwirtschaft	NEN Verbrennungsrückstände DEP	k.A.						0	649	
		biogener Ascheanteil ¹⁾							0	649	

Bemerkungen: ¹⁾ **NEN Verbrennungsrückstände DEP:** ab 2014 wird Asche nicht mehr mengenmässig bilanziert, da Asche kein organisches Material darstellt.

3.4 Prozesse und Flüsse im Sektor Verarbeitung

3.4.1 Lebensmittelindustrie (LMI)

Der Prozess beinhaltet die Herstellung, Verarbeitung, den Verkauf sowie Import und Export von Lebensmitteln (und deren Produktionsabfällen und Nebenprodukten) inkl. Fisch, Schalentieren und Genussmitteln (Tabak) sowie der Selbstversorgung landwirtschaftlicher Betriebe. Nicht in den Prozess Lebensmittelindustrie inbegriffen ist die Fleischverarbeitung (siehe Fleischverarbeitung, FLV). (Abbildung 8, Tabelle 9, Tabelle 10)

Die Schweizer Lebensmittelindustrie besteht aus einer Vielzahl von Betrieben, die sich nicht nur in der Grösse, sondern branchenspezifisch auch im Technologisierungsgrad, im Produktportfolio, in den Arbeitsschritten und entsprechend auch in den Produkten und Abfallmengen stark unterscheiden (Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, 2009). Eine Gesamtbilanz der Produkte und Abfälle existiert nicht. Für einige Branchen liegen gute Daten vor für andere existieren keine aktuellen Angaben oder nur grobe Schätzungen.

Zahlen aus den nachfolgenden Verwertungsprozessen der LMI erlauben jedoch Rückschlüsse auf den Herkunftsprozess. Eine gute Datenlage ergibt sich bei der Verwertung von LMI-Abfällen als Tierfutter. Hier liefert die Futtermittelbilanz des SBV detaillierte Angaben für die Erhebungsjahre 2014 und 2009 (SBV, 2016, 2010). Im Vergleich zur Vorgängerstudie mit dem Bezugsjahr 2006 (Baum and Baier, 2008) konnten in den Nachfolgestudien für die Bezugsjahre 2009 (Baum et al., 2012) und 2014 auch die Inputströme in den Folgeprozess Vergärung detaillierter recherchiert werden (Kaufmann, 2015; Mandaliev and Schleiss, 2016; Schleiss, 2017). So stellt sich die Datenlage für die Erhebungsjahre 2009 und 2014 im Vergleich zur Vorgängerstudie für das Erhebungsjahr 2006 von Baum und Baier (2008) als deutlich besser dar.

Werden alle Input Flüsse in die Lebensmittelindustrie mit den Output Flüssen verglichen ergibt sich eine Differenz von rund 30'000 t TS, was knapp 1 % des gesamten Flusses durch die Lebensmittelindustrie entspricht. Diese Differenz könnte an den wenigen Kohlenstoff zehrenden Schritten in der Lebensmittelverarbeitung (Gärprozesse bei Käse, Brot und Alkohol), einer Unterschätzung der per KVA entsorgten Menge an Produktionsresten, sowie an mehreren groben Schätzungen liegen.

LMI Pflanzliche Nahrungsmittel WAK: der Lebensmittelkonsum in der Schweiz (ohne Fleisch), wurde der Tabelle „Nahrungsmittelversorgung“ aus der Statistik des SBV entnommen (SBV, 2016). Der Nahrungsmittelverbrauch pro Kopf wurde dafür mit der ortsanwesenden Bevölkerung im Jahr 2014 multipliziert. Der Tabakkonsum wird über den Schweizerischen Verkauf von Zigaretten und über den durchschnittlichen Tabakgehalt pro Zigarette errechnet (Swiss Cigarette, 2015). Der Güterstrom in den Warenkonsum ist TS mengenmässig der bedeutsamste Output aus der Nahrungsmittelindustrie. Seit 2009 stieg dieser um rund 10 % an.

LMI Produktionsreste PFL: biogene Reststoffe der Lebensmittelproduktion, welche direkt in der Landwirtschaft verwendet werden. Dies ist z.B. beim Traubentrester der Fall.

LMI Produktionsreste KMP: der Kompostierung zugeführte Abfälle aus der LMI. Die Daten konnten einer Erhebungsstudie zu Kompostier- und Vergärungsanlagen in der Schweiz für das Bezugsjahr 2013 entnommen werden (Mandaliev and Schleiss, 2016).

LMI Produktionsreste VGÄ: in landwirtschaftlichen und gewerblich-industriellen Biogasanlagen und Faultürmen der ARA verwertete Abfallstoffe. Die Mengen an Produktionsresten, die in einer

industriellen oder landwirtschaftlichen Biogasanlage verwertet werden konnten der Erhebungsstudie zu Kompostier- und Vergärungsanlagen entnommen werden (Mandaliev and Schleiss, 2016). Die Daten beziehen sich auf das Jahr 2013. Seit 2009 hat mengenmässig eine starke Verlagerung der Güterströme aus der Lebensmittelindustrie stattgefunden. So wird aktuell ein deutlich grösserer Anteil der Produktionsreste aus der Lebensmittelindustrie in Biogasanlagen, insbesondere in gewerblich-industriellen Biogasanlagen vergärt als noch 2009. Dafür werden weniger Produktionsreste in der KVA verbrannt bzw. als Tierfutter verwertet.

Abwasserfrachten von Industriebetrieben z.B. der Früchte- und Gemüseverarbeitung, welche ihre Abwässer mit einem anaeroben Verfahren vorreinigen, sind ebenfalls Teil dieses Flusses und konnten der Schweizerischen Statistik der Erneuerbaren Energien entnommen werden (Kaufmann, 2015). Die Menge an Produktionsresten, die als Co-Substrate in Faultürmen entsorgt werden wurde aus den Mengen, die in den ARA Werdhölzli, Bern, Altenrhein und Thunersee verwertet werden auf die Schweiz hochgerechnet (ARA Bern, 2013; AVA Abwasserverband Altenrhein, 2017; Bangerter, 2017; Burger, 2017).

LMI Produktionsreste KVA: Anteil der über die KVA entsorgten biogenen Reststoffe der Lebensmittelproduktion. Während in der Vorgängerstudie die per KVA entsorgte Menge an Produktionsresten über die Differenz zwischen Input- und Outputströmen rechnerisch ermittelt wurde (Baum et al., 2012), stützen sich die Daten der vorliegenden Studie auf eine Umfrage in der Lebensmittelindustrie zu Lebensmittelverlusten (Mosberger et al., 2016). Ein starker Rückgang an Produktionsresten, die per KVA entsorgt werden konnte festgestellt werden.

LMI Abwässer ARA: über aerobe industrieeigene oder kommunale Kläranlagen entsorgte biogene Fracht der LMI. Nicht enthalten sind Abwasserfrachten, die mit einem anaeroben, biologischen Verfahren behandelt werden (siehe LMI Produktionsreste VGÄ). Während die Daten für die Vorgängerstudie auf eigenen Schätzungen und Hochrechnungen beruhen beziehen sich die aktuellen Daten für das Bezugsjahr 2014 auf die Studie «Bericht Methanisation» von Leon et al. (2016). Es wurde dabei angenommen, dass 60 % betriebsintern und 40 % in kommunalen Abwasserreinigungsanlagen gereinigt wird.

LMI Tierfutter THA: Anteil der Lebensmittelverluste, der als Futter in der Tierhaltung Verwendung findet. Dieser Güterstrom ist nach dem Warenkonsum und dem Export der bedeutendste Output der Nahrungsmittelindustrie. Die in TS mengenmässig wichtigsten Anteile stammen aus der Zucker-, Milch- und Getreideverarbeitung. Auf Grund des Verfütterungsverbotes von tierischen Nebenprodukten ist im Vergleich zu 2009 die zu Tierfutter verarbeitete Menge an Lebensmittelverlusten um rund 10 % zurückgegangen (VTNP, 2011).

LMI Produktionsreste IVB: biogene Abfälle, die industriell verbrannt werden. Aus Datenschutzgründen ist eine Aufschlüsselung der Kategorie der Erneuerbaren Energiestatistik „diverse erneuerbare Abfälle“ nach Art und Herkunft nicht mehr möglich (Kaufmann, 2010). Die Daten in der vorliegenden Studie beruhen auf einer Hochrechnung der Werte aus der Vorgängerstudie (Baum et al., 2012), welche jedoch auch bereits Schätzwerte auf Grund von Daten aus früheren Jahren sind. (Kaufmann, 2010; SBV, 2010)

LMI Export: Ausfuhr aller Lebensmittel (ohne etwaigen Fleischanteil) und Genussmittel (Tabak), welche in der Schweiz produziert, verarbeitet bzw. hierher importiert wurden (Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017; SBV, 2016). Dieser Güterstrom ist nach dem Warenkonsum der mengenmässig bedeutsamste Output der Nahrungsmittelindustrie und nahm seit 2009 um rund 12 % zu.

Import LMI: Einfuhr aller Lebensmittel und Genussmittel (Tabak) und deren Ausgangsprodukte (ohne etwaigen Fleischanteil) in die Schweiz (Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017; SBV, 2016). Dieser Güterstrom nahm im Vergleich zu 2009 TS mengenmässig um rund 12 % zu.

Die relevantesten Daten zum Aussenhandel der Schweiz sind auf der Website der Eidgenössischen Zollverwaltung (EZV) auf der Seite: www.ezv.admin.ch >Themen >Aussenhandelsstatistik zu finden.

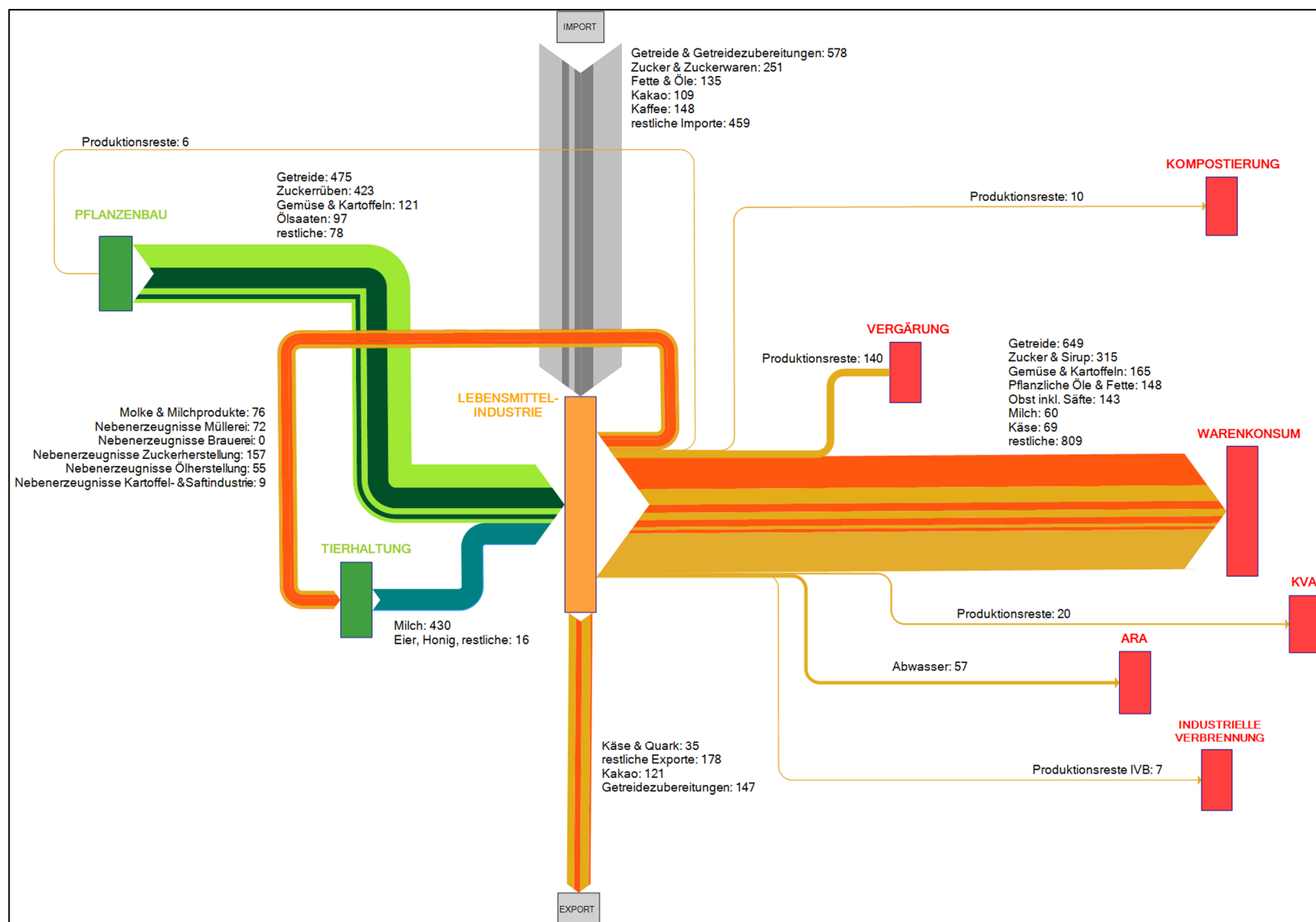


Abbildung 8: Biogene Input- und Outputflüsse für den Prozess «Lebensmittelindustrie» (LMI). Flüsse sind in 1'000 t TS angegeben.

Tabelle 9 **Güterflüsse (Output) aus dem Prozess «Lebensmittelindustrie» (LMI)**

Insgesamt flossen 2014 rund 3.13 Mio. Tonnen biogene Güter aus der Lebensmittelindustrie, was einer Zunahme von 5 % seit 2009 entspricht.

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
LM-Industrie OUTPUT total										3'133'031	2'989'556
LM-Industrie	Pflanzenbau	LMI Produktionsreste PFL								5'619	6'698
		Traubentrester	(Scheurer and Baier, 2001) Berechnung							5'619	6'698
LM-Industrie	Kompostierung	LMI Produktionsreste KMP	24'052	t							
		Produktionsreste in Feldrand-Kompostierung	100	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	40	Baier	2008	40		
		Produktionsreste in Platz-Kompostierung	23'952	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	40	Baier	2008	9'581	17'957	
LM-Industrie	Vergärung	LMI Produktionsreste VGÄ	k.A.								
		anaerobe Abwasserbehandlung (VGÄ 1)	28'593	t CSB	(Kaufmann, 2015) 7.2, S. 60				28'593	9'451	
		Produktionsreste in Faultürme (VGÄ 2) ³⁾	24'000	t	Hochrechnung	4	eigene		960	4'000	
		Produktionsreste BGA Industrie (VGÄ 3)	400'000	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	20	Eigene		80'000	4'391	
		Produktionsreste BGA Landwirtschaft (VGÄ 4)	100'000	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	30	eigene		30'436	15'589	
LM-Industrie	Warenkonsum	LMI Pflanzliche Nahrungsmittel WAK ¹⁾	6'656'574	t							
		Getreide (inkl. Mehl, Reis) ²⁾	745'814	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	87	Souci	2009	648'858	481'840	
		Kartoffeln (und Stärke)	354'264	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	22	Souci	2009	77'938	81'318	
		Zucker (Zucker, minus Zuckeraustauschstoffe)	314'583	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	100	Souci	2009	314'583	356'642	
		Honig	9'448	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	89	Souci	2009	8'409	8'405	
		Hülsenfrüchte	8'202	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	25	Souci	2009	2'050	3'662	
		Nüsse	68'582	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	95	Souci	2009	65'153	28'659	
		Kakao	49'860	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	94	Souci	2009	46'868	31'883	
		Gemüse	869'035	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	10	Souci	2009	86'903	74'513	
		Obst (inkl. Obstsäfte)	955'226	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	15	Souci	2009	143'284	105'041	
		Eier	97'717	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	26	Souci	2009	25'406	22'098	
		Fische und Schalthiere	63'854	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	25	Souci	2009	15'964	16'949	
		Milchprodukte	2'064'669	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	12.6	Souci	2009	260'148	248'486	

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
		davon Konsummilch	476'994	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	12.6	Souci	2009	60'101	87'234	
		Quark und Frischkäse	169'524	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	12.6	Souci	2009	21'360	1'165	
		Käse (Weich- und Hartkäse)	550'953	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	12.6	Souci	2009	69'420	24'608	
		Rahm	274'230	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	12.6	Souci	2009	34'553	92'625	
		Joghurt	127'974	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	12.6	Souci	2009	16'125	25'379	
		andere Milcherzeugnisse (Frischmilchprodukte / Dauermilchwaren)	465'360	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	12.6	Souci	2009	58'635	17'474	
		Butter	44'874	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	85	Souci	2009	38'143	37'189	
		tierische Fette (ohne Butter)	3'324	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	99	Souci	2009	3'291	45'164	
		Pflanzliche Öle und Fette	148'429	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	100	Souci	2009	148'429	147'093	
		Ölfrüchte	30'554	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	95	wie Nüsse		29'026		
		Wein (inkl. Obstwein)	287'667	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	12	Souci	2009	34'520	37'202	
		Bier	473'230	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	8.5	Souci	2009	40'225	38'604	
		Branntwein & Spirituosen	18'282	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	40	Suci	2009	7'313	1'959	
		Kaffee	37'486	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	97	Souci	2009	36'362	81'932	
		Tee	4'986	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	93	Souci	2009	4'637	1'970	
		Tabak	6'486	t	(Swiss Cigarette, 2015)	95	eigene		6'162	7'414	
LM- Industrie	industr. Verbrennung	LMI Produktionsreste IVB	k.A.						7'480	9'000	-17
		Tabakstaub			Hochrechnung aus (Baum et al., 2012)				7'480	9'000	
LM-Industrie	KVA	LMI Produktionsreste KVA	k.A.						20'000	153'297	-87
		Produktionsreste			(Mosberger et al., 2016) Berechnung				20'000	153'297	
LM-Industrie	ARA	LMI Abwässer ARA	57'016	t CSB					57'016	73'478	-22
		Abwasser Lebensmittelindustrie	57'016	t CSB	(Leon et al., 2016) Annex 2				57'016	73'478	
LM-Industrie	Tierhaltung	LMI Tierfutter THA	1'884'112	t					369'192	408'725	-10
		Molke und andere Milchprodukte	1'186'366	t	(SBV, 2016) 4.2 minus 3.17	6	SBV	2016	76'413	82'661	
		Nebenerzeugnisse Müllerei	82'216	t	(SBV, 2016) 4.2	88	SBV	2016	71'663	134'267	
		Nebenerzeugnisse Brauerei	k.A.	t	(SBV, 2016) 4.2	90	SBV	2016	k.A.	13'823	

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
		Nebenerzeugnisse Zuckerherstellung	517'114	t	(SBV, 2016) 4.2	38	SBV	2016	157'240	115'820	
		Nebenerzeugnisse der Ölherstellung	60'584	t	(SBV, 2016) 4.2	89	SBV	2016	55'098	52'284	
		Nebenerzeugnisse Stärkeherstellung	37'832	t	(SBV, 2016) 4.2	45	SBV	2016	8'778	9'870	
LM-Industrie	Export	Export Lebensmittel	716'690	t					480'441	428'949	12
		Fisch, Krebs, Weichtiere	617	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	Souci	2009	154	62	
		Milch und Rahm	16'792	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	Souci	2009	4'198	10'176	
		Joghurt, Kefir	6'969	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	13	Souci	2009	906	977	
		Molke u. ä.	90'878	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	6	Souci	2009	5'453	3'814	
		Butter	3'126	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	85	Souci	2009	2'657	3'573	
		Käse und Quark	63'675	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	55	Souci	2009	35'021	31'359	
		Eier	375	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	26	Souci	2009	98	41	
		Honig	632	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	89	Souci	2009	562	453	
		geniessbare Waren tierischen Ursprungs	23	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	eigene		6	2	
		Kartoffeln	3'821	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	22	Souci	2009	841	330	
		Tomaten	169	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	16	Souci	2009	27	26	
		Speisezwiebeln, Knoblauch, Lauch	81	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	12	Souci	2009	10	5	
		Kohlgewächse	95	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	9	Souci	2009	9	7	
		Salate und Zichorien	103	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	6	Souci	2009	6	8	
		Karotten, Wurzelgemüse	6	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	12	Souci	2009	1	146	
		Gurken	4	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	4	Souci	2009	0	3	
		Hülsenfrüchte	14	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	Souci	2009	4	2	
		andere Gemüse	332	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	10	Souci	2009	33	42	
		Gemüse getrocknet	95	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	98	Souci	2009	93	161	
		Hülsenfrüchte getrocknet	44	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	98	Souci	2009	43	50	
		Nüsse	720	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	Souci	2009	684	519	
		Bananen	7	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	26	Souci	2009	2	0	
		Zitrusfrüchte	231	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	12	Souci	2009	28	14	
		andere Früchte & Obst	7'080	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	15	Souci	2009	1'062	472	

Prozesse			Datenbasis 2014						2009		
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
		getrocknete Früchte	239	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	98	Souci	2009	234	99	
		Schalen von Früchten	22	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	Souci	2009	21	4	
		Kaffee	58'297	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	97	Souci	2009	56'548	27'569	
		Tee, Gewürze	4'626	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	Souci	2009	4'395	1'673	
		Getreide	4'111	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	87	Souci	2009	3'577	1'176	
		Müllereierzeugnisse	7'931	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	90	Souci	2009	7'138	5'405	
		Sojabohnen	31	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	92	Souci	2009	29	292	
		Kerne, Samen, ölhaltige Pflanzen	278	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	98	Souci	2009	272	606	
		Hopfen	30	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	90	eigene		27	34	
		andere geniessbare pflanzliche Waren	27	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	20	eigene		5	43	
		tierische Öle und Fette	1'512	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	100	Souci	2009	1'512	1'064	
		pflanzliche Öle & Fette	503	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	100	Souci	2009	503	3'788	
		andere Öle und Fettmischungen	18'746	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	100	Souci	2009	18'746	5'466	
		Zucker und Zuckerwaren	28'407	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	100	Souci	2009	28'407	21'154	
		Kakao	128'943	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	94	Souci	2009	121'206	99'125	
		Getreidezubereitungen	168'445	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	87	eigene		146'547	130'090	
		Gemüse-, Fruchtzubereitung	49'031	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	15	Souci	2009	7'355	25'871	
		verschiedene LM Zubereitungen (Saucen, Suppen, Brühen)	8'080	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	15	eigene		1'212	24'340	
		Getränke und alkohol. Flüssigkeiten	10'182	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	10	Souci	2009	1'018	869	
		Tabak	31'360	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	eigene		29'792	28'039	

Bemerkungen:

¹⁾ Für die Flüsse **LMI Pflanzliche Nahrungsmittel WAK** wurde der Nahrungsmittelverbrauch pro Kopf (SBV, 2016) 6.5 mit der ortsanwesenden Bevölkerung multipliziert (SBV, 2016) 11.3.

Bis und mit der Ausgabe 2011 der SES wurde mit der alten Ernährungsbilanz (EB80) gerechnet. 2010 war das letzte Jahr, in dem die EB80 angewendet wurde. Anschliessend erfolgte die Umstellung auf die Nahrungsmittelbilanz (NMB08). Die Daten wurden bis und mit 2007 revidiert und sind elektronisch abrufbar (Erdin, 2017).

²⁾ **Getreide:** für Datenbasis 2014 wurde das ganze Korn bilanziert (NMB08), für Datenbasis 2009 wurde nur der Mehanteil bilanziert (EB80) (Erdin, 2017; SBV, 2010, 2016)

³⁾ **LMI Produktionsreste VGÄ:** Annahme in VGÄ2 v.a. Molke mit einem sehr geringen TS Gehalt.

Tabelle 10 **Güterflüsse (Input) in den Prozess «Lebensmittelindustrie» (LMI)**

Insgesamt flossen 2014 rund 3.32 Mio. Tonnen biogene Güter in die Lebensmittelindustrie, was einer Zunahme von 11 % seit 2009 entspricht.

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
LM-Industrie INPUT total										2'989'556	11
Pflanzenbau	LM-Industrie	PFL Pflanzliche Produkte LMI	3'759'164	t					1'193'772	1'055'274	13
		Gemüse	401'269	t	(SBV, 2016) 2.16 & 4.2	12	SBV	2010	48'152	42'986	
		Kartoffeln	329'637	t	(SBV, 2016) 2.25	22	Souci	2009	72'520	71'522	
		Getreide	545'910	t	(SBV, 2016) 2.16	87	Souci	2009	474'942	404'327	
		davon Getreide Erstabnehmer								395'865	
		davon Getreide Eigenverbrauch								8'462	
		Ölsaaten	107'949	t	(SBV, 2016) 2.16	90	Souci	2009	97'154	70'518	
		Weintrauben	118'286	t	(SBV, 2016) 2.16	19	Souci	2009	22'474	26'790	
		Hopfen	34	t	(SBV, 2016) 2.16	90	eigene	2011	31	35	
		Obst	315'996	t	(SBV, 2016) 2.18 & 4.2	16.5	SBV	2010	52'139	58'295	
		Beeren	14'826	t	(SBV, 2016) 2.18	14	Souci	2009	2'076	1'394	
		Zuckerrüben	1'924'260	t	(SBV, 2016) 2.16	22	Müller	1995	423'337	378'501	
		Tabak	997	t	(SBV, 2016) 2.16	95	eigene	2011	947	905	
Tierhaltung	LM-Industrie	THA Tierische Produkte (ohne Fleisch) LMI	3'641'111	t					446'250	433'959	3
		Fisch, Krebs, Weichtiere	1'566	t	(SBV, 2016) 3.22	25	Souci	2009	391	442	
		Eier	51'790	t	(SBV, 2016) 3.20	26	Souci	2009	13'465	10'377	
		Honig	2'419	t	(SBV, 2016) 3.21	89	Souci	2009	2'153	2'828	
		Milch	3'585'336	t	(SBV, 2016) 3.17	12	Souci	2009	430'240	420'312	
Import	LM-Industrie	Import Lebensmittel	3'248'861	t					1'679'824	1'500'323	12
		Fisch, Krebs, Weichtiere	46'649	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	Souci	2009	11'662	10'748	
		Milch und Rahm	26'351	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	Souci	2009	6'588	7'548	
		Joghurt, Kefir	11'321	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	13	Souci	2009	1'472	1'375	
		Molke u. ä.	7'962	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	6	Souci	2009	478	349	
		Butter	276	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	85	Souci	2009	235	51	

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
		Käse und Quark	53'845	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	55	Souci	2009	29'615	24'255	
		Eier	39'123	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	26	Souci	2009	10'172	10'708	
		Honig	7'686	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	89	Souci	2009	6'841	6'743	
		geniessbare Waren tierischen Ursprungs	8	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	eigene	2011	2	2	
		Kartoffeln	40'161	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	22	Souci	2009	8'835	6'147	
		Tomaten	36'885	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	16	Souci	2009	5'902	6'387	
		Speisezwiebeln, Knoblauch, Lauch	9'525	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	12	Souci	2009	1'143	1'315	
		Kohlgewächse	24'539	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	9	Souci	2009	2'209	2'135	
		Salate und Zichorien	38'412	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	6	Souci	2009	2'305	2'545	
		Karotten, Wurzelgemüse	8'254	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	12	Souci	2009	990	473	
		Gurken	16'444	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	4	Souci	2009	658	619	
		Hülsenfrüchte	4'927	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	Souci	2009	1'232	891	
		andere Gemüse	103'645	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	10	Souci	2009	10'365	9'179	
		Gemüse getrocknet	3'296	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	98	Souci	2009	3'230	3'401	
		Hülsenfrüchte getrocknet	6'140	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	98	Souci	2009	6'017	2'840	
		Nüsse	3'555	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	Souci	2009	3'377	25'548	
		Bananen	85'412	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	26	Souci	2009	22'207	21'000	
		Zitrusfrüchte	133'525	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	12	Souci	2009	16'023	15'490	
		andere Früchte & Obst	257'906	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	15	Souci	2009	38'686	37'589	
		getrocknete Früchte	3'817	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	98	Souci	2009	3'741	3'136	
		Schalen von Früchten	490	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	Souci	2009	466	455	
		Kaffee	152'747	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	97	Souci	2009	148'165	116'034	
		Tee, Gewürze	12'664	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	Souci	2009	12'031	8'418	
		Getreide	454'421	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	87	Souci	2009	395'346	266'026	
		Müllereierzeugnisse	124'254	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	90	Souci	2009	111'829	108'491	
		Sojabohnen	6'231	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	92	Souci	2009	5'733	4'430	
		Kerne, Samen, ölhaltige Pflanzen	18'006	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	98	Souci	2009	17'646	35'946	
		Hopfen	99	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	90	eigene	2011	89	77	

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
		andere geniessbare pflanzliche Waren	26'509	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	20	eigene	2011	5'302	5'765	
		tierische Öle und Fette	2'154	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	100	Souci	2009	2'154	1'455	
		pflanzliche Öle & Fette	120'613	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	100	Souci	2009	120'613	124'979	
		andere Öle und Fettmischungen	12'077	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	100	Souci	2009	12'077	8'639	
		Zucker und Zuckerwaren	251'488	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	100	Souci	2009	251'488	250'848	
		Kakao	115'800	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	94	Souci	2009	108'852	96'529	
		Getreidezubereitungen	209'851	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	87	eigene	2011	182'570	150'828	
		Gemüse-, Fruchtzubereitung	222'221	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	15	Souci		33'333	33'109	
		verschiedene LM Zubereitungen (Saucen, Suppen, Brühen)	124'652	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	15	eigene	2011	18'698	15'982	
		Getränke und alkohol. Flüssigkeiten	404'968	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	10	Souci		40'497	35'936	
		Rohtabak	19'952	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	eigene	2011	18'954	35'903	

3.4.2 Fleischverarbeitung (FLV)

In diesen Prozess fallen die Schlachtung von Tieren, die Verarbeitung, der Verkauf sowie Import und Export von Fleisch, Fleischerzeugnissen, tierischen Nebenprodukten (TNP) und bei der Schlachtung anfallende Stoffwechselprodukte sowie Petfood (Haustierfutter). Ausserdem wird die Verarbeitung von Tierkadavern als Teil dieses Prozesses betrachtet. (Abbildung 9, Tabelle 11, Tabelle 12)

Die im Inland und im Ausland produzierte und in der Schweiz verzehrte Menge an Fleisch und Fleischprodukten belief sich 2014 auf rund 421'000 t FS bzw. 105'000 t TS, was einem Anstieg von lediglich 1 % gegenüber 2009 entspricht. Knochen, Häute und Felle werden fast vollständig ins Ausland exportiert. Der Bereich Entsorgung von tierischen Nebenprodukten hat sich seit der Verschärfung der VTNP seit dem 2009 stark verändert. So nahm die Vergärung von TNP stark zu seit 2009.

FLV Fleischprodukte WAK: sämtliche Fleischerzeugnisse (auch Importe), die in den Schweizer Konsum gelangen (SBV, 2016). Darin sind auch importierte und in der Schweiz hergestellte Petfood-Produkte (aus Fleisch) einbezogen. Die Tierfuttermengen wurden über die Anzahl an Katzen und Hunden in der Schweiz abgeschätzt (Anis AG, 2015).

FLV Tierische Nebenprodukte VGÄ: TNP und bei der Schlachtung anfallende Stoffwechselprodukte (Pansen-, Magen-, Darminhalte), welche anaerob vergärt werden. Die Aufschlüsselung nach industriellen bzw. landwirtschaftlichen Biogasanlagen wurde abgeschätzt (Schleiss, 2017).

FLV Tierische Nebenprodukte IVB: Anteil der TNP, welche zumeist nach Umwandlung zu Tiermehl und Extraktionsfett industriell verbrannt werden, wobei das Extraktionsfett als hochwertiger Energieträger in der Industrie und bei der Biodieselproduktion eingesetzt wird und das Tiermehl als Brennstoff in Zementwerken dient (TMF, 2015).

FLV Tierische Nebenprodukte THA: Anteil der TNP, welcher als Futtermittel wieder in die Tierhaltung gelangt. Die Branche hat sich seit 2009 stark verändert, da neue Anforderungen über die Verwertung von tierische Nebenprodukten (VTNP) in diesem Bereich wirksam geworden sind, welche die Verfütterung von TNP stark einschränken. Es bestehen jedoch Bestrebungen unter bestimmten Vorbehalten Kategorie-3 Produkte in der Verfütterung von Schweinen und Geflügel wieder zuzulassen (TMF, 2015).

FLV Abwasser ARA: Stofffrachten die über das Abwasser in industrie-eigene oder kommunale Kläranlagen gelangen. Dazu tragen vor allem die Abwassermengen aus den Extraktionswerken TMF, Bazenheid und GZM, Lyss (GZM, 2016; TMF, 2015), sowie die eingeleiteten Blutmengen aus den Schlachthöfen bei. Die Angaben für den Gesamtprozess FLV stammen aus den Ergebnissen der Studie „Bericht Methanisation“ unter der Annahme, dass 60 % der Abwässer in betriebsinternen und 40 % in kommunalen Anlagen gereinigt wird (Leon et al., 2016).

FLV Pansen KMP: Ein Teil der Stoffwechselprodukte wird bei der Schlachtung separiert, insbesondere Pansen mitsamt Panseninhalt werden dann z.B. der Feldrandkompostierung zugeführt. Für das Jahr 2014 wurden in der Inspektoratsdatenbank CVIS keine Mengenangaben eingetragen (Schleiss, 2017).

FLV Non-Food-Produkte AND: einige tierische Produkte vor allem Leder und Häute, welche bei der Schlachtung anfallen, werden in anderen Industriezweigen weiterverarbeitet (Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017). Der grösste Anteil (über 90 %) dieser Ware wird exportiert.

FLV Export: Ausfuhr von Schlachttieren, Fleischprodukten, Petfood (aus Fleisch) und TNP (Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017).

FLV Import: Einfuhr von Schlachtvieh, Fleischprodukten, Petfood (aus Fleisch) sowie TNP (Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017).

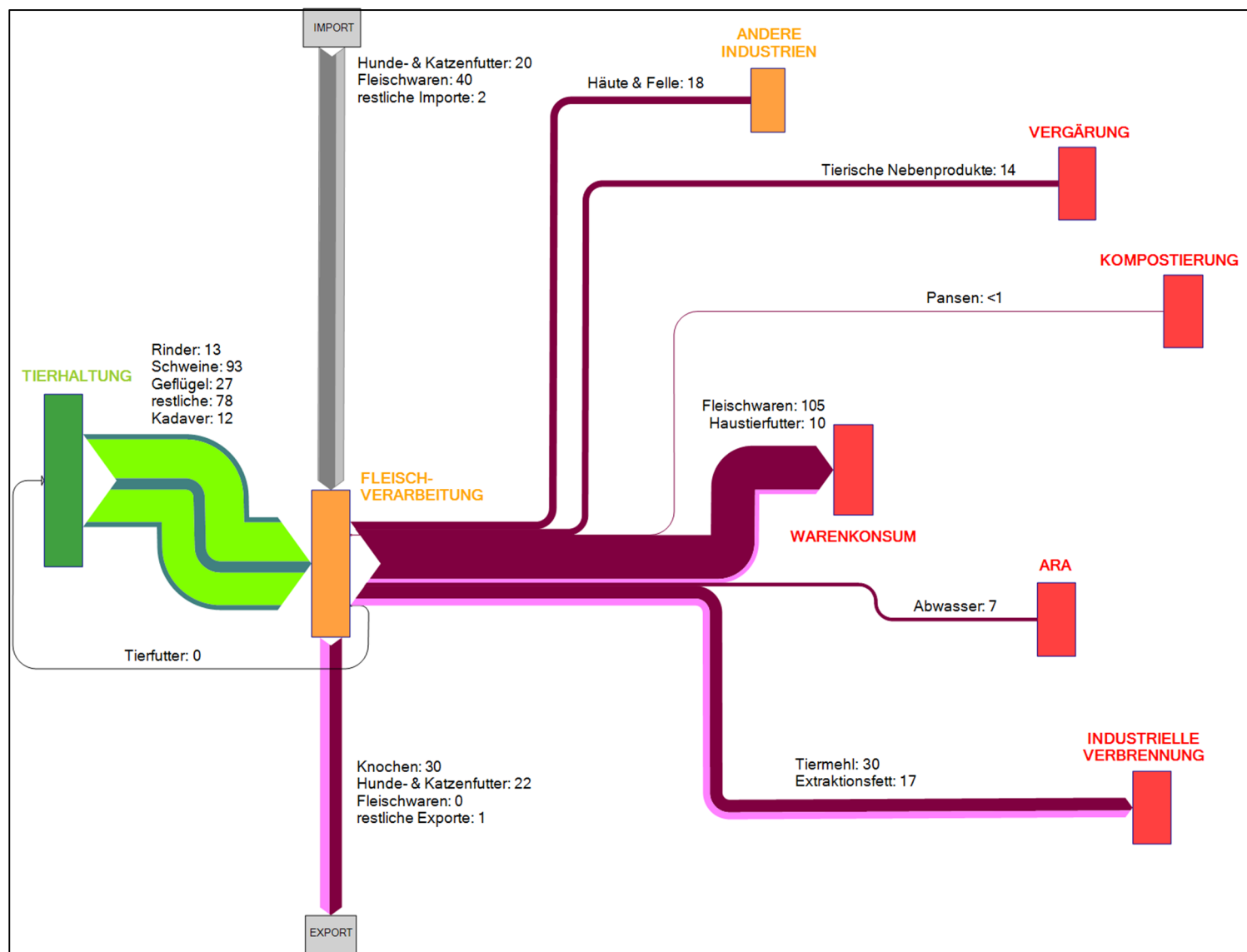


Abbildung 9 Biogene Input- und Outputflüsse für den Prozess «Fleischverarbeitung» (FLV). Flüsse sind in 1'000 t TS angegeben.

Tabelle 11 Güterflüsse (Output) aus dem Prozess «Fleischverarbeitung» (FLV)

Insgesamt flossen 2014 rund 0.25 Mio. Tonnen biogene Güter aus der Fleischverarbeitung, was einer geringen Abnahme von 1 % seit 2009 entspricht.

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
Fleischverarbeitung Output total									253'910	255'424	-1
Fleischverarbeitung	Warenkonsum	FLV Fleischprodukte WAK	462'855	t					115'714	112'582	3
		Petfood (Fleischanteil)	41'698	t	(Anis AG, 2015)	25	Souci	2009	10'424	8'249	
		Fleisch- und Fleischwaren	421'157	t	(SBV, 2016) 6.4	25	Souci	2009	105'289	104'333	
Fleischverarbeitung	Vergärung	FLV Tierische Nebenprodukte VGÄ	72'500	t					13'650	4'616	196
		Produktionsreste TNP (VGÄ 3) ¹⁾	50'000	t	(Schleiss, 2017)	21	Ökostrom Schweiz	2010	10'500	1'793	
		Produktionsreste TNP (VGÄ 4) ¹⁾	22'500	t	(Schleiss, 2017)	14	Ökostrom Schweiz	2010	3'150	2'823	
Fleischverarbeitung	industr. Verbrennung	FLV tierische Nebenprodukte IVB ²⁾	49'051	t					46'954	53'638	-12
		Entsorgung Rohmenge zu TMF Bazenheid	44'253	t	(TMF, 2015) S. 5						
		Entsorgung Rohmenge zu GZM	91'070	t	(GZM, 2016) S. 7						
		Tiermehl total							30'200	35'287	
		davon Bazenheid Tiermehl	9'308	t	(TMF, 2015) S. 5	94	Lötscher	1997	8'750	9'907	
		davon GZM Tiermehl	22'820	t	(GZM, 2016) S. 8	94	Lötscher	1997	21'451	25'380	
		Extraktionsfett Total							16'754	18'352	
		davon GZM Extraktionsfett	11'150	t	(GZM, 2016) S. 8	99	Lötscher	1997	11'039	11'880	
		davon Bazenheid Extraktionsfett	5'773	t	(TMF, 2015) S. 5	99	Lötscher	1997	5'715	6'472	
Fleischverarbeitung	Tierhaltung	FLV Tierische Nebenprodukte THA	0	t					0	16'100	
		Tierfutter aus NP	0	t	(VTNP, 2011)	23	Benz		0	16100	
Fleischverarbeitung	ARA	FLV Abwasser ARA	6'570	t					6'570	5'000	31
		Abwasser ³⁾	6'570	t CSB	(Leon et al., 2016)				6'570	5000	

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
Fleischverarbeitung	Kompostierung	FLV Pansen KMP	0	t					k.A.	656	
		Panseninhalte	0	t	(Schleiss, 2017)	12	Tritt	1992	0	656.2880668	
Fleischverarbeitung	Andere Industrien	FLV Non-Food-Produkte AND	19'069	t					18'116	14'250	27
		Häute und Felle für Export	17'569	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	Lötscher	1997	16'691	12'825	
		Häute & Felle (Verarbeitung CH)	1'500	t	(Baum et al., 2012)	95	Lötscher	1997	1'425	1'425	
Fleischverarbeitung	Export	Export Fleischerzeugnisse und TNP	144'067	t					52'907	48'582	9
		Fleisch	3'709	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	Souci	2009	927	5'662	
		Därme, (Blasen) und Magen	522	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	30	Binzegger	2000	157	1'192	
		Knochen	52'701	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	57	Tritt	1992	30'040	20'969	
		Hunde- und Katzenfutter (inkl. Pflanzliche Anteile)	86'522	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	eigene		21'631	20'587	
		Fleischzubereitungen	613	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	eigene		153	173	

Bemerkungen:

¹⁾ **FLV Tierische Nebenprodukte VGÄ:** inkl. inländische Gastroabfälle, 2017²⁾ **FLV tierische Nebenprodukte IVB:** enthält tierische Nebenprodukte aus der Fleischverarbeitung, der Tierhaltung und dem Konsum.³⁾ **FLV Abwasser ARA:** Es wurde angenommen, dass 60% betriebsintern und 40% in kommunalen ARA gereinigt wird.

Tabelle 12 Güterflüsse (Input) in den Prozess «Fleischverarbeitung» (FLV)

Insgesamt flossen 2014 rund 0.28 Mio. Tonnen biogene Güter in die Fleischverarbeitung, was einer geringen Zunahme von 1 % seit 2009 entspricht.

Prozesse			Datenbasis 2014						2009		
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
Fleischverarbeitung Input total			978'793	t					284'053	280'875	1
Tierhaltung	Fleischverarbeitung	THA Schlachtvieh und Kadaver FLV	734'410	t					222'524	222'019	0
		Ochsen	18'505	t	(SBV, 2016) 3.13 / 3.14	30	eigene	2011	5'552	4'342	
		Rinder	41'878	t	(SBV, 2016) 3.13 / 3.14	30	eigene	2011	12'563	10'723	
		Stiere	61'754	t	(SBV, 2016) 3.13 / 3.14	30	eigene	2011	18'526	19'016	
		Kühe	96'573	t	(SBV, 2016) 3.13 / 3.14	30	eigene	2011	28'972	29'665	
		Kälber	51'023	t	(SBV, 2016) 3.13 / 3.14	30	eigene	2011	15'307	16'259	
		Schweine	310'885	t	(SBV, 2016) 3.13 / 3.14	30	eigene	2011	93'265	91'696	
		Schafe	10'504	t	(SBV, 2016) 3.13 / 3.14	30	eigene	2011	3'151	3'426	
		Ziegen	716	t	(SBV, 2016) 3.13 / 3.14	30	eigene	2011	215	227	
		Pferde	1'175	t	(SBV, 2016) 3.13 / 3.14	30	eigene	2011	352	417	
		Geflügel	90'497	t	(SBV, 2016) 3.13 / 3.14	30	eigene	2011	27'149	27'149	
		Kaninchen	2'308	t	(SBV, 2016) 3.13 / 3.14	30	eigene	2011	692	692	
		Wild	3'428	t	(SBV, 2016) 3.13 / 3.14	30	eigene	2011	1'029	1'029	
		Organteile	13'720	t	(SBV, 2016) 3.13 / 3.14	30	eigene	2011	4'116	4'087	
		Kadaver Kleintier	25'653	t	Hochrechnung	37	centravo	2007	9'492	10'843	
		Kadaver Grossvieh (>200 kg)	5'792	t	Hochrechnung	37	centravo	2007	2'143	2'448	
Import	Fleischverarbeitung	Import Fleisch und Schlacht-tiere	244'383	t					61'529	58'856	5
		Fleisch	115'392	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	Souci	2009	28'848	27'140	
		Därme, Blasen und Magen	4'926	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	30	Binzegger	2000	1'478	1'553	
		Knochen	265	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	57	Tritt	1992	151	164	
		Fleischzubereitungen	40'938	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	eigene	2011	10'235	9'541	
		Hunde- und Katzenfutter (inkl. Pflanzliche Anteile)	80'818	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	eigene	2011	20'205	19'917	
		lebende Schlachttiere	2'044	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	30	eigene	2011	613	541	

3.4.3 Holz- und Papierindustrie (HPI)

Hierunter fällt der Handel und die Verarbeitung von Roh- und Halbfertigwaren, Produkten (z. B. Möbel) sowie Altmaterialien (Altholz, Altpapier) aus Holz, Holzwerkstoffen, Papier, Karton und Zellstoff (Abbildung 10, Tabelle 13, Tabelle 14).

Ein grosser Teil des Rundholzes gelangt in einem ersten Schritt in Sägereibetriebe. Dort wird es verarbeitet und als Schnittholz weiterverkauft oder weiterverarbeitet. Laut der aktuellen Sägereistatistik (Holzverarbeitung) fiel 2014 ein Sägereirestholzanteil von 39 % an, d.h. nur rund 60% des Rohholzeinschnitts wurden als Schnittholz weiterverkauft oder weiterverarbeitet (BFS, 2017a). Die angefallene Restholzmenge wurde zu 50 % als Rohstoffe für die Papierindustrie und in Plattenwerken, zu 37 % als Energieholz verwertet und zu 13 % anderen Verwertungen zugeführt (BFS, 2017b). Aber auch in anderen Holzindustriestrukturen entsteht wieder Restholz, das energetisch verwertet wird. Hinzu kommen Althölzer und Altpapier aus dem Warenkonsum. Insgesamt beläuft sich die Energieholzmenge aus der HPI auf über 2 Mio m³ pro Jahr (Primas et al., 2015).

Die Schweizer Zellstoff-, Papier- und Kartonindustrie hat mit der Schliessung von Borregaard (ehemals Attisholz) im Jahre 2008 seinen einzigen Zellstoffproduzenten verloren. Als Folge davon haben sich direkt abhängige Güterflüsse wie Abwasser, Lignosubstrat oder Zellstoffablaugen aber auch indirekt abhängige Flüsse wie der Aussenhandel verändert.

Der Gesamtumsatz der Holz- und Papierindustrie blieb gegenüber 2014 relativ konstant. Sowohl der totale Output, wie auch der totale Input verzeichneten insgesamt einen leichten Rückgang von 5 % respektive 4 % gegenüber 2009. Beim Input fand eine Abnahme des Stammholzes von rund 5 % statt, während die Produktion durch einen Rückgang von exportierten Produkten, sowie einem Anstieg an energetisch verwendeten Rückständen gekennzeichnet ist.

HPI Sägereirestholz HPI: prozessinterner Güterstrom, welcher die Nebenprodukte aus den Sägereien beinhaltet, u.a. Späne, Spreissel, die stofflich genutzt, also in weiteren Prozessen der Holzwerkstoff- und Papierindustrie verwertet werden (BFS, 2017b).

HPI Holzbrennstoffe und Papierreste VEN: im Prozess HPI anfallende oder zugeführte Güter, welche zu Energiezwecken bereitgestellt oder weiterverarbeitet werden. Diese stammen zum einen Teil aus Sägereien zum anderen aus Betrieben der zweiten und dritten Holzverarbeitungsstufe (BFS, 2017b; Primas et al., 2015).

HPI Papier- und Holzprodukte WAK: sämtliche in der Schweiz konsumierte Holz- und Papierprodukte wie Bauholz, Möbel, Spielzeug, Parkett, Faserplatten, Sperrholz, Papiere, Kartonagen etc. Produkte aus verschiedenen Materialien (z.B. Spanplatten: ca. 90% Holzanteil) werden dabei anteilig berücksichtigt. Der Schweizer Gesamtkonsum dieser Produkte beträgt zurzeit etwa 2.7 Mio. t TS, wobei 34 % im Bauwesen, 43 % für Papier und Karton und die restlichen 23 % für Möbel, Verpackungen und sonstige Holzwaren Verwendung finden (Lehner et al., 2014; ZPK, 2015).

HPI Abwässer ARA: Fracht des in industrie-eigene oder kommunale Kläranlagen eingeleiteten Abwassers der HPI. Die Angaben für den Gesamtprozess HPI basiert auf einer Hochrechnung aus Daten von Leon et al. (2016). Nach Schliessung des letzten Zellstoffwerks der Schweiz im Jahr 2008, fällt die Abwasserbelastung des Prozesses deutlich niedriger aus als 2006 (Baum and Baier, 2008).

HPI übrige Brennstoffe aus Holz und Papier IVB: Anteil des Altholzes, Restholzes und der Rinden (Kategorie 19 der Holzenergiestatistik) und anderer Nebenprodukte der HPI (z.B. Papierschlämme, Zellstoffablaugen), der in industriellen Feuerungen verbrannt wird (Kaufmann, 2015; Primas et al., 2015).

HPI übrige Brennstoffe aus Holz und Papier KVA: Anteil des Altholzes und anderer Nebenprodukte der HPI, welcher über die Kehrichtverbrennung entsorgt wird (Primas et al., 2015).

HPI Export: alle Papier- und Holzzeugnisse sowie Zwischen- und Abfallprodukte, welche ins Ausland ausgeführt werden (BAFU, 2015a; Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017; ZPK, 2015).

Import HPI: alle Papier- und Holzzeugnisse sowie Zwischen- und Abfallprodukte, welche in die Schweiz eingeführt werden (BAFU, 2015a; Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017; ZPK, 2015).

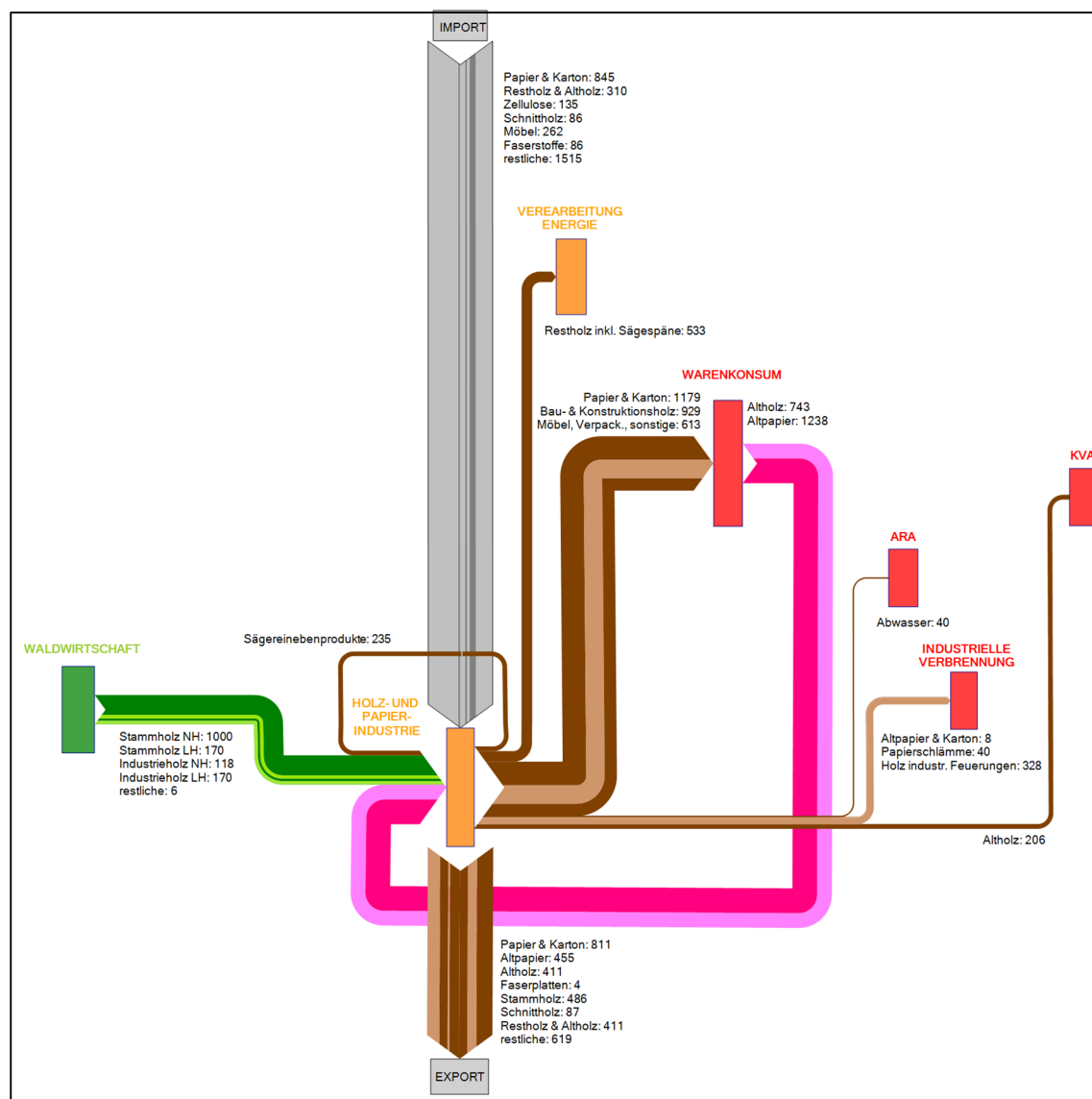


Abbildung 10 Biogene Input- und Outputflüsse für den Prozess «Holz- und Papierindustrie» (HPI). Flüsse sind in 1'000 t TS angegeben.

Tabelle 13 Güterflüsse (Output) aus dem Prozess «Holz- und Papierindustrie» (HPI)

Insgesamt flossen 2014 rund 6.99 Mio. Tonnen biogene Güter aus der Holz- und Papierindustrie, was einer Abnahme von 5 % seit 2009 entspricht.

Prozesse			Datenbasis 2014						2009		
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%] oder Darrdichte [t/m3] ¹⁾	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
Holz & Papier total OUTPUT									6'985'032	7'355'196	-5
Holz- und Papierind.	Holz- und Papierind.	HPI Sägereinebenprodukte HPI	470'882	m3					235'441	321'500	-27
		Papier-, Zellstoffindustrie, Plattenwerke	373'792	m3	(BFS, 2017b)	0.5t/m3	eigene	2011	186'896	275'000	
		andere stoffliche Verwertung	97'090	m3	(BFS, 2017b)	0.5t/m3	eigene	2011	48'545	46'500	
Holz- und Papierind.	Verarb. Energie	HPI Holzbrennst. und Papierreste VEN	1'050'000	m3					533'083	547'392	-3
		Restholz Industrie (inkl. Sägemehl und Pellets)	1'050'000	m3	(Primas et al., 2015) S. 30				533'083	547'392	
		davon Sägereirestholz als Energieholz im eigenen Betrieb	138'925	m3	(BFS, 2017b)	0.55t/m3	eigene	2017	76'409	74'800	
		davon Sägereirestholz als Energieholz für Dritte	143'027	m3	(BFS, 2017b)	0.55t/m3	eigene	2017	78'665	98'450	
Holz- und Papierind.	Warenkonsum	HPI Papier und Holzprodukte WAK							2'720'738	2'697'964	1
		Papier & Karton	1'295'738	t	(ZPK, 2015) S. 18	91	Müller	1995	1'179'122	1'365'464	
		Bau- und Konstruktionsholz	1'857'300	m3	(Lehner et al., 2014) ²⁾	0.5t/m3	eigene	2017	928'650	780'000	
		Möbel, Verpackungen, sonstige	1'225'933	m3	(Lehner et al., 2014) ³⁾	0.5t/m3	eigene	2017	612'966	552'500	
Holz- und Papierind.	ARA	HPI Abwässer ARA	40'214	t CSB					40'214	60'000	-33
		Abwasser	40'214	t CSB	Hochrechnung aus (Leon et al., 2016)				40'214	60'000	
Holz- und Papierind.	industr. Verbrennung	HPI übrige Brennst. Holz und Papier IVB	k.A.						375'571	298'919	26
		Altpapier/Karton			(Kaufmann, 2015) Anhang B, 6.2 ⁴⁾				8'261	10'407	
		Papierschlämme			(Kaufmann, 2015) Anhang B, 6.2 ⁴⁾				39'678	29'407	
		Zellstoffablaugen ⁵⁾	0	t					0	0	

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%] oder Darrrichte [t/m3] ¹⁾	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
		Kategorie 19 (industrielle Feuerungen)	655'265	m3	(Primas et al., 2015) S. 70	0.55t/m3	eigene	2017	327'633	259'105	
		davon Altholz	560'000	m3	(Primas et al., 2015) S. 30	0.55t/m3	eigene	2017	280'000	176'000	
Holz- und Papierind.	KVA	HPI übrige Brennst. Holz und Papier KVA	412'784	m3					206'392	188'354	10
		übrige Brennstoffe Holz & Papier	412'784	m3	(Primas et al., 2015) S. 70	0.5t/m3	eigene	2017	206'392	188'354	
		davon Altholz	411'600	m3	(Primas et al., 2015) S. 27	0.5t/m3	eigene	2017	205'800	188'354	
Holz- und Papierind.	Export	Export Papier und Holz	3'440'431	t					2'873'593	3'241'068	-11
		Papier & Karton	891'325	t	(ZPK, 2015) S. 11	91	Müller	1995	811'106	962'438	
		Faserstoffe	105'853	t	(ZPK, 2015) S. 19	50	eigene	2011	52'927	30'188	
		davon Zellstoff	10'157	t	(ZPK, 2015) S. 19	50	eigene	2011	5'079	9'287	
		davon deinked Pulp	95'620	t	(ZPK, 2015) S. 19	50	eigene	2011	47'810	18'013	
		davon Holzstoff	76	t	(ZPK, 2015) S. 19	50	eigene	2011	38	2'888	
		Altpapier	499'621	t	(BAFU, 2015a) S. 107	91	Müller	1995	454'655	500'949	
		Stammholz (Nadel & Laub)	608'028	t					486'422	391'080	
		davon Stammholz Nadel	450'669	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	Ökonom	1986	360'535	211'560	
		davon Stammholz Laub	157'359	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	Ökonom	1986	125'887	179'520	
		Industrieholz (Nadel & Laub)	79'981	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	Ökonom	1986	63'985	63'820	
		davon Industrieholz Nadel								35'260	
		davon Industrieholz Laub								28'560	
		Energieholz (Nadel & Laub)	7'568	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	Ökonom	1986	6'054		
		Schnittholz (Nadel & Laub)	109'216	t					87'373	206'920	
		davon Schnittholz Nadel	93'556	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	Ökonom	1986	74'845	192'640	
		davon Schnittholz Laub	15'660	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	Ökonom	1986	12'528	14'280	
		Furniere	1'707	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	eigene	2011	1'366	1'339	
		Sperrholz	2'714	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	eigene	2011	2'171	1'678	
		Spanplatten	1'259	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	1'007	768	

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%] oder Darrdichte [t/m ³] ¹⁾	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
		Faserplatten	4'474	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	3'579	153'034	
		Holzwohle/Holzmehl	224	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	179	143	
		Holzschliff	76	t	(BAFU, 2015a) S. 107	80	eigene	2011	61	1'911	
		Zellulose	95'761	t	(BAFU, 2015a) S. 107	80	eigene	2017	76'609	48'500	
		Halbfabrikate	1'939	t	(BAFU, 2015a) S. 107	80	eigene	2011	1'551	1'928	
		Bahnschwellen	16'113	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	12'890	10'746	
		Baumaterial	37'100	t	(BAFU, 2015a) S. 107	80	eigene	2011	29'680	15'174	
		Packmaterial	32'502	t	(BAFU, 2015a) S. 107	80	eigene	2011	26'002	16'408	
		Holzwaren	4'598	t	(BAFU, 2015a) S. 107	80	eigene	2011	3'678	4'872	
		Möbel	43'006	t	(BAFU, 2015a) S. 107	80	eigene	2017	34'405	30'500	
		Bücher, Zeitungen, Drucke	27'866	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	22'293	47'532	
		Holzgebäude vorgefertigt	1'893	t	(BAFU, 2015a) S. 107	80	eigene	2011	1'514	1'528	
		vertrauliche Transaktionen Holz	353'560	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	282'848	187'113	
		Restholz und Altholz	514'047	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	eigene	2011	411'238	562'500	
		davon Restholz								158'000	
		davon Altholz								404'500	

Bemerkungen:

¹⁾ Um Holzmenge in m³ in t TS umzurechnen werden die jeweiligen Darrgewichte (t/m³) benutzt, dabei liegt das Darrgewicht von Nadelholz bei 0.43 t/m³, jenes von Laubholz bei 0.68 t/m³. Das Verhältnis von Nadelholz zu Laubholz kann stark variieren. Für Altholz wurde eine Darrdichte von 0.5t/m³ angenommen. Um t FS in t TS umzurechnen jeweils der prozentuale TS-Gehalt.

²⁾ **HPI Papier und Holzprodukte WAK:** Die Daten für die Verwendung von Bau- und Konstruktionsholz aus Lehner et al. (2014) beziehen sich aufs Jahr 2011.

³⁾ **HPI Papier und Holzprodukte WAK:** Die Daten für Möbel und Verpackungen aus Lehner et al. (2014) beziehen sich aufs Jahr 2011 und wurden hier aufs 2014 via Wohnbevölkerung extrapoliert.

⁴⁾ **HPI übrige Brennst. Holz und Papier IVB:** Die Endenergie (GWh) wurde mit einem Heizwert Hu von 4.7 kWh/kg auf die Menge Trockensubstanz (t TS) zurückgerechnet.

⁵⁾ **HPI übrige Brennst. Holz und Papier IVB:** Zellstoffablaugung Borregaard Schweiz nicht mehr aktiv

Tabelle 14 Güterflüsse (Input) in den Prozess «Holz- und Papierindustrie» (HPI)

Insgesamt flossen 2014 rund 6.92 Mio. Tonnen biogene Güter in die Holz- und Papierindustrie, was einer Abnahme von 4 % seit 2009 entspricht.

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%] oder Darrrichte [t/m3] ¹⁾	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
Holz-Papier Input total									6'920'035	7'223'936	-4
Holz- und Papierind.	Holz- und Papierind.	HPI Sägereibenebenprodukte HPI	470'882	m3					235'441	321'500	-27
		Papier-, Zellstoffindustrie, Plattenwerke	373'792	m3	(BFS, 2017b)	0.5t/m3	eigene	2011	186'896	275'000	
		andere stoffliche Verwertung	97'090	m3	(BFS, 2017b)	0.5t/m3	eigene	2011	48'545	46'500	
Waldwirtschaft	Holz- und Papierind.	WAW Stamm- und Industrieholz HPI	3'114'508	m3					1'465'413	1'545'520	-5
		Stammholz Nadel	2'326'669	m3	(BAFU, 2015a) S. 40	0.43t/m3	Ökonorm	1986	1'000'468	1'106'820	
		Stammholz Laub	250'720	m3	(BAFU, 2015a) S. 40	0.68t/m3	Ökonorm	1986	170'490	184'960	
		Industrieholz Nadel	274'159	m3	(BAFU, 2015a) S. 40	0.43t/m3	Ökonorm	1986	117'888	125'560	
		Industrieholz Laub	250'398	m3	(BAFU, 2015a) S. 40	0.68t/m3	Ökonorm	1986	170'271	119'680	
		übrige Holzsortimente	12'562	m3	(BAFU, 2015a) S. 40	0.5t/m3	eigene	2011	6'296	8'500	
Warenkonsum	Holz- und Papierind.	WAK Altpapier und Altholz HPI							1'980'465	1'951'122	2
		Altholz	1'485'647	m3	Berechnung aus Altholzflüssen (Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017; Primas et al., 2015)	0.5t/m3	eigene	2017	742'824	752'754	
		Altpapier	1'360'046	t	(ZPK, 2015) S. 18	91	Müller	1995	1'237'642	1'198'368	
Import	Holz- und Papierind.	Import Holz- und Papier	3'941'548	t					3'238'716	3'405'794	-5
		Papier & Karton	928'859	t	(ZPK, 2015) S. 12	91	Müller	1995	845'262	940'635	
		Faserstoffe total	172'795	t	(ZPK, 2015) S. 19	50	eigene	2011	86'398	227'009	
		davon Zellstoff	160'414	t	(ZPK, 2015) S. 19	50	eigene	2011	80'207	222'323	
		davon deinked Pulp	12'024	t	(ZPK, 2015) S. 19	50	eigene	2011	6'012	2'775	
		davon Holzstoff	357	t	(ZPK, 2015) S. 19	50	eigene	2011	179	1'911	
		Altpapier	319'465	t	(BAFU, 2015a) S. 107	91	Müller	1995	290'713	86'798	

Prozesse			Datenbasis 2014						2009		
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%] oder Darrdichte [t/m3] ¹⁾	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
		Stammholz (Nadel & Laub)	79'907	t					63'926	72'860	
		davon Stammholz Nadel	43'609	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	eigene	2011	34'887	52'460	
		davon Stammholz Laub	36'298	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	eigene	2011	29'038	20'400	
		Industrieholz (Nadel & Laub)	75'099	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	eigene	2011	60'079	64'890	
		davon Industrieholz Nadel								61'490	
		davon Industrieholz Laub								3'400	
		Schnittholz (Nadel & Laub)	229'146	t					183'317	201'230	
		davon Schnittholz Nadel	188'332	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	eigene	2011	150'666	163'830	
		davon Schnittholz Laub	40'814	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	eigene	2011	32'651	37'400	
		Furniere	3'377	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	eigene	2011	2'702	2'663	
		Sperrholz	119'293	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	eigene	2011	95'434	73'650	
		Spanplatten	157'360	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	eigene	2011	125'888	130'031	
		Faserplatten	113'135	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	eigene	2011	90'508	89'366	
		Holzwolle/Holzmehl	571	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	457	1'798	
		Holzschliff	357	t	(BAFU, 2015a) S. 107	80	eigene	2011	286	2'888	
		Zellulose	168'382	t	(BAFU, 2015a) S. 107	80	eigene	2011	134'706	643'200	
		Halbfabrikate	58'571	t	(BAFU, 2015a) S. 107	80	eigene	2011	46'857	36'390	
		Bahnschwellen	6'873	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	5'498	7'940	
		Baumaterial	300'675	t	(BAFU, 2015a) S. 107	80	eigene	2011	240'540	147'021	
		Holzverpackungen	148'756	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	119'005	94'091	
		Holzwaren	51'863	t	(BAFU, 2015a) S. 107	80	eigene	2011	41'490	45'426	
		Möbel	327'272	t	(BAFU, 2015a) S. 107	80	eigene	2011	261'818	172'000	
		Bücher, Zeitungen, Drucke	252'531	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	202'025	177'638	
		Holzgebäude vorgefertigt	39'800	t	(BAFU, 2015a) S. 107	80	eigene	2011	31'840	22'670	
		Restholz und Altholz	387461	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	eigene	2011	309'969	165'600	

Bemerkungen: ¹⁾ Um Holzmenge in m3 in t TS umzurechnen werden die jeweiligen Darrgewichte (t/m3) benutzt, dabei liegt das Darrgewicht von Nadelholz bei 0.43 t/m3, jenes von Laubholz bei 0.68 t/m3. Das Verhältnis von Nadelholz zu Laubholz kann stark variieren. Für Altholz wurde eine Darrdichte von 0.5t/m3 angenommen. Um t FS in t TS umzurechnen jeweils der prozentuale TS-Gehalt.

3.4.4 Verarbeitung Energieträger (VEN)

Bereitstellung, Verarbeitung und Veredelung von biogenen Rohstoffen zum Zweck der Energienutzung sowie Verkauf, Import und Export von Ausgangs-, Neben- und Endprodukten dieser Prozesse. Im Prozess enthalten ist Biogas, welches durch CO₂-Abtrennung aufbereitet und zum Teil ins Erdgasnetz eingespeist wird, nicht jedoch direkt verstromtes Biogas zur Strom- und Wärmegewinnung. (Abbildung 11, Tabelle 15, Tabelle 16)

In diesen Prozess fliessen sowohl Güter, die zu Energiezwecken eigens produziert werden, wie z.B. Waldenergieholz, als auch Reststoffe oder Nebenprodukte anderer Industrieprozesse, wie z.B. Sägemehl für die Holzpelletherstellung. Dem Prozess VEN liegt eine insgesamt gute Datenbasis zu Grunde.

Gesamthaft blieb der Outputfluss aus der Verarbeitung der Energieträger gegenüber 2009 konstant. Der Input hingegen hat um rund 20 % zugenommen. Dabei veränderten sich einige Teilflüsse stärker als andere.

- Der Energieholzanteil in die Verarbeitung der Energieträger nimmt mengenmässig stark zu seit 2009. Sowohl die Menge an Energieholz aus der Waldwirtschaft, als auch das importierte Energieholz stiegen in den letzten Jahren an. (BAFU, 2015a; Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017).
- Aber auch der Energieholzanteil aus der Verarbeitung der Energieträger nimmt nach wie vor zu. Dieser Anstieg ist auf die vermehrte inländische Nutzung von Waldholz und Holzpellets aus Restholz zurückzuführen. Gleichzeitig nahm der Export an Wald-Energieholz seit 2009 stark ab (Primas et al., 2015).
- Biogas sowohl aus Kläranlagen, als auch aus gewerblichen und industriellen Biogasanlagen welches im Prozess «Verarbeitung Energieträger» aufbereitet wird und als Biomethan ins Erdgasnetz eingespeist wird nahm seit 2009 beträchtlich zu (Kaufmann, 2015). Aber auch importiertes Biomethan (= aufbereitetes Biogas) nahm in den letzten Jahren stetig zu. Auch in den kommenden Jahren wird die Nutzung von Biogas voraussichtlich weiter steigen.
- Import an flüssigen Biotreibstoffen (Biodiesel und Bioethanol) nahm seit 2009 stark zu. Diese Tendenz wird vermutlich in den kommenden Jahren weitergehen.

VEN Nebenprodukte IND: Nebenprodukte wie Glycerin, welche in anderen Industriezweigen (z.B. Kosmetikindustrie) genutzt werden.

VEN Energieträger NEN: Erneuerbare Energieträger wie Holzbrennstoffe, Pflanzenöl, Agrodiesel, Agroethanol, Holz-Biogas und aufbereitetes Biogas (Kaufmann, 2015; Primas et al., 2015). Die Holzbrennstoffe (Primas et al., 2015) dominieren diesen Fluss deutlich.

VEN Nebenprodukte VGÄ: Anteil der Nebenprodukte aus dem VEN-Prozess, welcher der anaeroben Vergärung zugeführt wird. Im Moment ist das vor allem Glycerin aus der Biodieselherstellung. Dieser Güterfluss wurde nach industriellen bzw. landwirtschaftlichen Biogasanlagen aufgeschlüsselt. (Schleiss, 2017)

VEN Nebenprodukte THA: Anteil der Nebenprodukte aus dem VEN-Prozess, der verfüttert wird. Raps wird nicht mehr für die Verarbeitung zu Energie angepflanzt (Frei, 2017; Kaufmann, 2015),

wodurch dieser Güterfluss auf 0 t pro Jahr sank. Im Jahr 2009 wurden noch geringe Mengen an Raps für die Energiegewinnung angepflanzt.

VEN Export: ins Ausland ausgeführte Produkte und Nebenprodukte der Energieverarbeitung (Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017).

Import VEN: in die Schweiz eingeführte Produkte und Nebenprodukte der Energieverarbeitung (Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017).

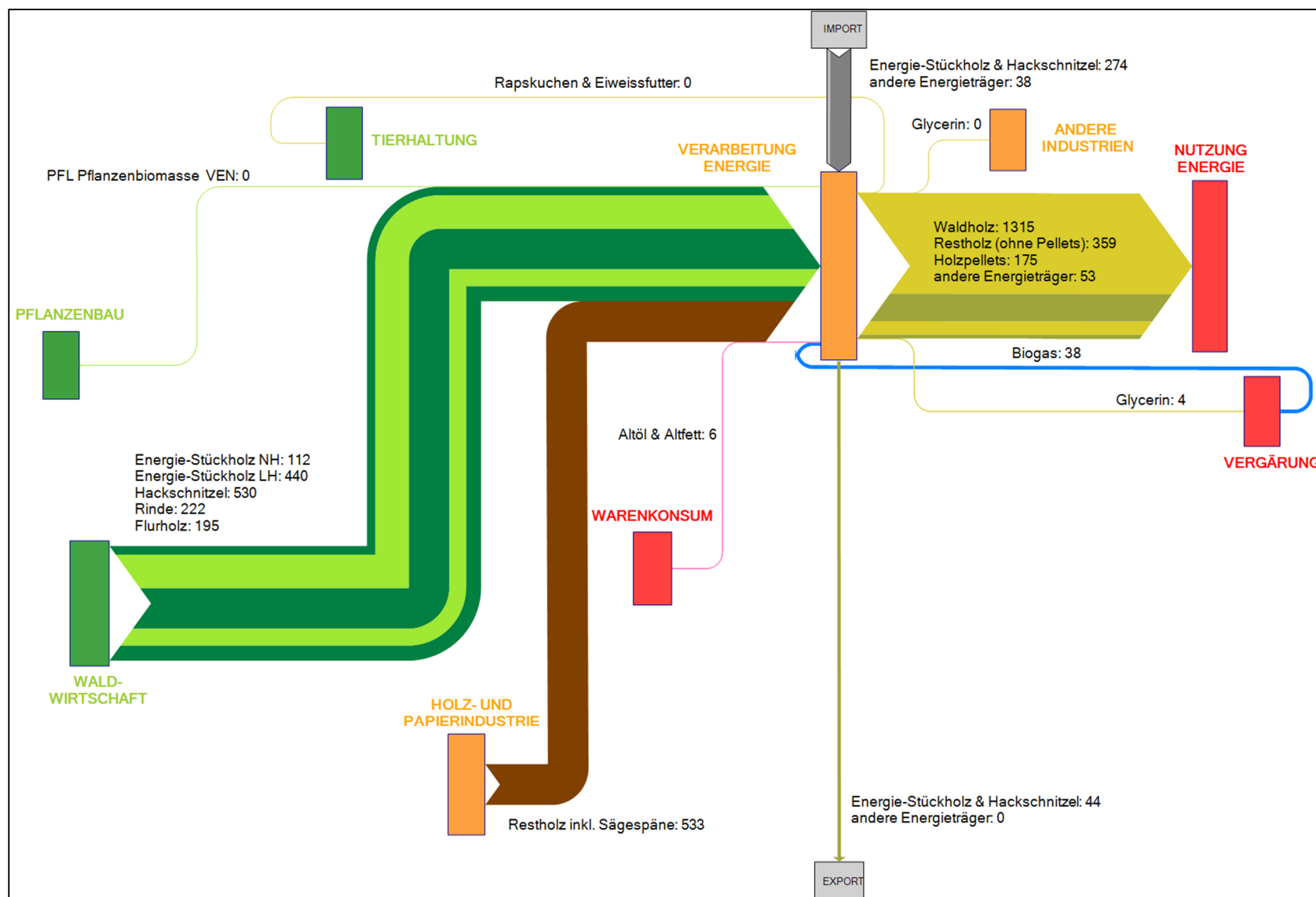


Abbildung 11 Biogene Input- und Outputflüsse für den Prozess «Verarbeitung Energieträger» (VEN). Flüsse sind in 1'000 t TS angegeben.

Tabelle 15 Güterflüsse (Output) aus dem Prozess «Verarbeitung Energieträger» (VEN)

Insgesamt flossen 2014 rund 1.95 Mio. Tonnen biogene Güter aus dem Prozess Verarbeitung Energieträger. Diese Menge blieb seit 2009 beinahe konstant.

Prozesse			Datenbasis 2014							2009		
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]	
Verarbeitung Energieträger OUTPUT total										1'949'388	1'942'810	0
Verarb. Energieträger	Andere Industrien	VEN Nebenprodukte IND	50	t					49	114	-57	
		Glycerin	50	t	Eigene Schätzung	97	eigene	2011	49	114		
Verarb. Energieträger	Nutzung Energie	VEN Biogene Energieträger NEN								1'901'358	1'818'774	5
		Waldholz in CH genutzt	2'370'000	Fm ¹⁾	(Primas et al., 2015) S. 30				1'315'350	1'246'050		
		Holzpellets aus Restholz	340'000	Fm ¹⁾	(Primas et al., 2015) S. 30				174'533	123'192		
		Restholz ohne Pellets	710'000	Fm ¹⁾	(Primas et al., 2015) S. 30				358'550	424'200		
		Pflanzenöl	232'000	l	(Kaufmann, 2015) S. 60	100	eigene	2011	211	2'026		
		Biodiesel	21'072'000	l	(Kaufmann, 2015) S. 60	100	eigene	2011	18'543	6'614		
		Bioethanol	8'089'000	l	(Kaufmann, 2015) S. 60	100	eigene	2011	7'118	1'136		
		Glycerin	100	t	Eigene Schätzung	97	eigene	2011	97	998		
		Holzkohle	12'309	t		95	eigene	2011	11'694	11'407		
		aufbereitetes Biogas	19'968'646	m3 ²⁾	(Kaufmann, 2015) Anhang B				15'262	3'152		
Verarb. Energieträger	Vergärung	VEN Nebenprodukte VGÄ	4'100	t					3'977	2'136	86	
		Glycerin (VGÄ3)	100	t	(Schleiss, 2017)	97	eigene	2011	97	693		
		Glycerin (VGÄ4)	4'000	t	(Schleiss, 2017)	97	eigene	2011	3'880	1'443		
Verarb. Energieträger	Tierhaltung	VEN Nebenprodukte THA	0	t					0	2'405		
		Rapskuchen – Tierfutter ³⁾	0	t	(Frei, 2017; Kaufmann, 2015)	90	Müller	1995	0	2'405		
Verab. Energieträger	Export	Export Biogene Energieträger	62'855	t					44'004	119'382	-63	
		Glycerin	3	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	97	eigene	2011	3	978		
		Wald-Energieholz	62'833	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	70	eigene	2011	43'983	118'296		
		Brennholz rund oder in Bündeln	7'568	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	70	eigene	2011	5'298	15'887		
		Hackschnitzel Nadel	17'207	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	70	eigene	2011	12'045	70'379		
		Hackschnitzel Laub	38'058	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	70	eigene	2011	26'641	32'029		
		Holzkohle	19	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	eigene	2011	18	108		

Bemerkung:

¹⁾ **VEN Biogene Energieträger NEN:** $F_m = m_3$ Holzfestmeter

²⁾ **VEN Biogene Energieträger NEN:** m_3 = aufbereitetes Biogas = Biomethan

³⁾ **VEN Nebenprodukte THA:** Raps wird nicht mehr für die Verarbeitung zu Energie angepflanzt (Frei, 2017; Kaufmann, 2015).

Tabelle 16 Güterflüsse (Input) in den Prozess «Verarbeitung Energieträger» (VEN)

Insgesamt flossen 2014 rund 2.39 Mio. Tonnen biogene Güter in den Prozess «Verarbeitung Energieträger», was einer Zunahme von 20 % gegenüber 2009 entspricht.

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS ¹⁾ [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
Verarbeitung Energieträger INPUT total										2'387'385	1'992'756 20
Pflanzenbau	Verarb. Energieträger	PFL Pflanzenbiomasse VEN	0	t					0	5'090	
		Raps	0	t	(SBV, 2016) 2.19	90	Souci	2009	0	3'330	
		Miscanthus	0	t	(SBV, 2016) 2.19	80	Hartmann	1995	0	1'760	
Waldwirtschaft	Verarb. Energieträger	WAW Energieholz VEN	2'551'711	m3					1'498'041	1'303'033	15
		Waldenergieholz Stück Nadel	260'871	m3	(BAFU, 2015a) S. 40	0.43t/m3	Ökonom	1986	112'175	114'810	
		Waldenergieholz Stück Laub	646'396	m3	(BAFU, 2015a) S. 40	0.68t/m3	Ökonom	1986	439'549	455'600	
		Hackschnitzel (Laub und Nadel)	891'444	m3	(BAFU, 2015a) S. 40	Ber.	Ökonom	1986	529'518	293'280	
		Rinden	443'000	m3	(BAFU, 2015a) S. 114	0.5t/m3	Ökonom	1986	221'500	244'043	
		Flurholz ²⁾	310'000	m3	(BAFU, 2015a) S. 114	Ber.	Ökonom	1986	195'300	195'300	
Holz- und Papierind.	Verarb. Energieträger	HPI Holzbrennst. und Papierreste VEN	1'050'000	m3					533'083	547'392	-3
		Restholz Industrie (inkl. Sägemehl und Pellets) ³⁾	1'050'000	m3	(Primas et al., 2015) S. 30	55	eigene	2011	533'083	547'392	
		davon Sägereiestholz als Energieholz im eigenen Betrieb	138'925	m3	(BFS, 2017b)	55	eigene	2011	76'409	74'800	
		davon Sägereiestholz als Energieholz für Dritte	143'027	m3	(BFS, 2017b)	55	eigene	2011	78'665	98'450	
Warenkonsum	Verarb. Energieträger	WAK Siedlungsabfälle VEN	5'500	t					5'500	5'400	2
		Altspeiseöl	5'500	t	(Frei, 2017)	100	Souci	2009	5'500	5'400	
Vergärung	Verarb. Energieträger	VGÄ Biogas VEN ⁴⁾	31'949'833	m3					38'340	8'346	359
VGÄ4		Biogas aus landwirtsch. Anlagen	1'204'833	m3	(Kaufmann, 2015) Anhang B, S.56				1'446	1'161	
VGÄ3		Biogas aus Gewerbe/Industrie	14'025'000	m3	(Kaufmann, 2015) Anhang B, S.59				16'830	3'477	
VGÄ2		Klärgas aus ARA	15'300'000	m3	(Kaufmann, 2015) Anhang B, S.60				18'360	3'708	
VGÄ1		Biogas Industrieabwasser (anaerob)	1'420'000	m3	(Kaufmann, 2015) Anhang B, S.60				1'704		
Prozesse			Datenbasis 2014							2009	

Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS ¹⁾ [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
Import	Verarb. Energieträger	Import Energieträger							312'420	123'495	153
		Glycerin	3'671	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	97	eigene	2011	3'561	1'452	
		Wald-Energieholz	342'905	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	274'324	107'504	
		Brennholz rund oder in Bündeln	13'954	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	11'163	7'716	
		Hackschnitzel Nadel	191'493	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	153'194	95'422	
		Hackschnitzel Laub	8'162	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	6'530	4'366	
		Holzkohle	12'328	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	eigene	2011	11'712	11'515	
		Pflanzenöl	0	l	(Kaufmann, 2015) S. 60	0.91kg/l	Kaltschmitt	2009	0	1'290	
		davon Altspeiseöl	0	t	(Kaufmann, 2015) S. 60	100	eigene	2011	0	1'200	
		Biodiesel	15'200'000	l	(Kaufmann, 2015) S. 60	0.88kg/l	Kaltschmitt	2009	13'376	598	
		Bioethanol	8'089'000	l	(Kaufmann, 2015) S. 60	0.79kg/l	Kaltschmitt	2009	6'390	1'136	
		Biomethan ⁵⁾	4'000'000	m3	Berechnung				3'057		

Bemerkungen:

¹⁾ Sofern nicht anders angegeben gelten die aufgeführten Werte als TS-Gehalte in %²⁾ **WAW Energieholz VEN:** Annahme: Nadelholz / Laubholz 20 % / 80 %, mit den entsprechenden Darrgewichten³⁾ **HPI Holzbrennst. und Papierreste VEN:** Annahme: Nadelholz / Laubholz 70% / 30 %, mit den entsprechenden Darrgewichten⁴⁾ **VGÄ Biogas VEN** Umgerechnet von Energie (kWh) auf m3 Biogas unter Annahme eines Energiegehalts von 6 kWh/m3 und umgerechnet auf t TS über die Molare Masse unter der Annahme einer Biogaszusammensetzung von 60 % CH₄, 40 % CO₂. Dieser Fluss enthält nur Biogas, welches zu Biomethan aufbereitet wird.⁵⁾ **Import Energieträger:** Importiertes Biomethan ist bereits aufbereitetes Biogas und enthält 96 % CH₄ und 4 % CO₂. Biogaskvolumen wurde aus GWh zurückgerechnet mit 10 kWh/m3.

3.4.5 Andere Industrien (AND)

Verarbeitung, Verkauf sowie Import und Export von ausgewählten biogenen Gütern aus Industriezweigen, die nicht den übrigen dargestellten Prozessen zuzuordnen sind, aber deren Güter in engem Bezug zu diesen Prozessen stehen. Es sind dies unter anderem Häute und Felle, Leder und Lederwaren, Pelze, Wolle und andere Tierhaare. (Abbildung 12, Tabelle 17, Tabelle 18)

Auch der Handel und die Versorgung der Landwirtschaft mit Saatgut und Setzlingen sowie Folien und anderen Waren aus Bioplastik sind über den Prozess AND dargestellt. Diese Güter werden fast ausschliesslich über Importe gedeckt.

Nicht berücksichtigt werden in dieser Studie die Textil-, Chemie- und Pharmaindustrie. Ebenso werden die bei der Herstellung und Verarbeitung anfallenden Abwasser- und Reststoffmengen des Prozesses AND nicht dargestellt.

Absatzzahlen für Bioplastics wurden für das Jahr 2014 aus der Studie von Baier et al. (2016) entnommen. Im Vergleich zum Gesamtkunststoffmarkt (ca. 1 Mio. t) liegt der Anteil der auf Biomasse basierenden Kunststoffe (ca. 3'000 t) noch niedrig (Baier et al., 2016).

Beim Saatgut wird die Versorgung der Landwirtschaft im Bereich Getreide und Kartoffeln hauptsächlich über Inlandproduktion gedeckt (Prozess PFL) (Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017; SBV, 2016). Bei Gemüse, Gräsern, Klee und Mais dagegen wird das Saatgut und die Setzlinge (aus überwiegend Schweizer Züchtungen) zum allergrössten Teil im Ausland produziert. Von dem in der Schweiz verbrauchten Gemüsesaatgut sowie den Setzlingen für Gemüse und andere Nutzpflanzen geht der Grossteil in den landwirtschaftlichen Pflanzenbau, ein kleiner Teil aber auch in den Warenkonsum (Privatgärten etc.). Gemüsesetzlinge werden bei der Einfuhr in die Schweiz nicht separat registriert, sondern in der gleichen Zolltarifnummer wie Rollrasen geführt (Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017). Die entsprechenden Import- und Exportzahlen sind deshalb tendenziell etwas zu hoch.

AND Konsumgüter WAK: verschiedene Güter biogenen oder anteilig biogenen Ursprungs, die mit den anderen Prozessen in Bezug stehen, z.B. Flechtwaren, Bioplastics, Wolle sowie importierte lebende Pflanzen (Balkonpflanzen, Gartenbau etc.), Saatgut und Setzlinge für den nicht-landwirtschaftlichen Konsum.

AND Saatgut und Pflanzenfolien PFL: für den landwirtschaftlichen Pflanzenbau bestimmtes Saatgut und Setzlinge (inkl. Rollrasen) sowie (direkt untergepflügte) Folien und Hilfsgüter aus Bioplastics (Baier et al., 2016; SBV, 2016).

AND Export: Ausfuhr ausgewählter biogener Güter aus Industriezweigen, die nicht den übrigen dargestellten Prozessen zuzuordnen sind, aber deren Güter in engem Bezug zu diesen Prozessen stehen (u.a. Leder, lebende Pflanzen, Saatgut, Wolle) (Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017).

Import AND: Einfuhr ausgewählter biogener Güter aus Industriezweigen, die nicht den übrigen dargestellten Prozessen zuzuordnen sind, aber deren Güter in engem Bezug zu diesen Prozessen stehen (u.a. Leder, lebende Pflanzen, Saatgut, Wolle) (Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017).

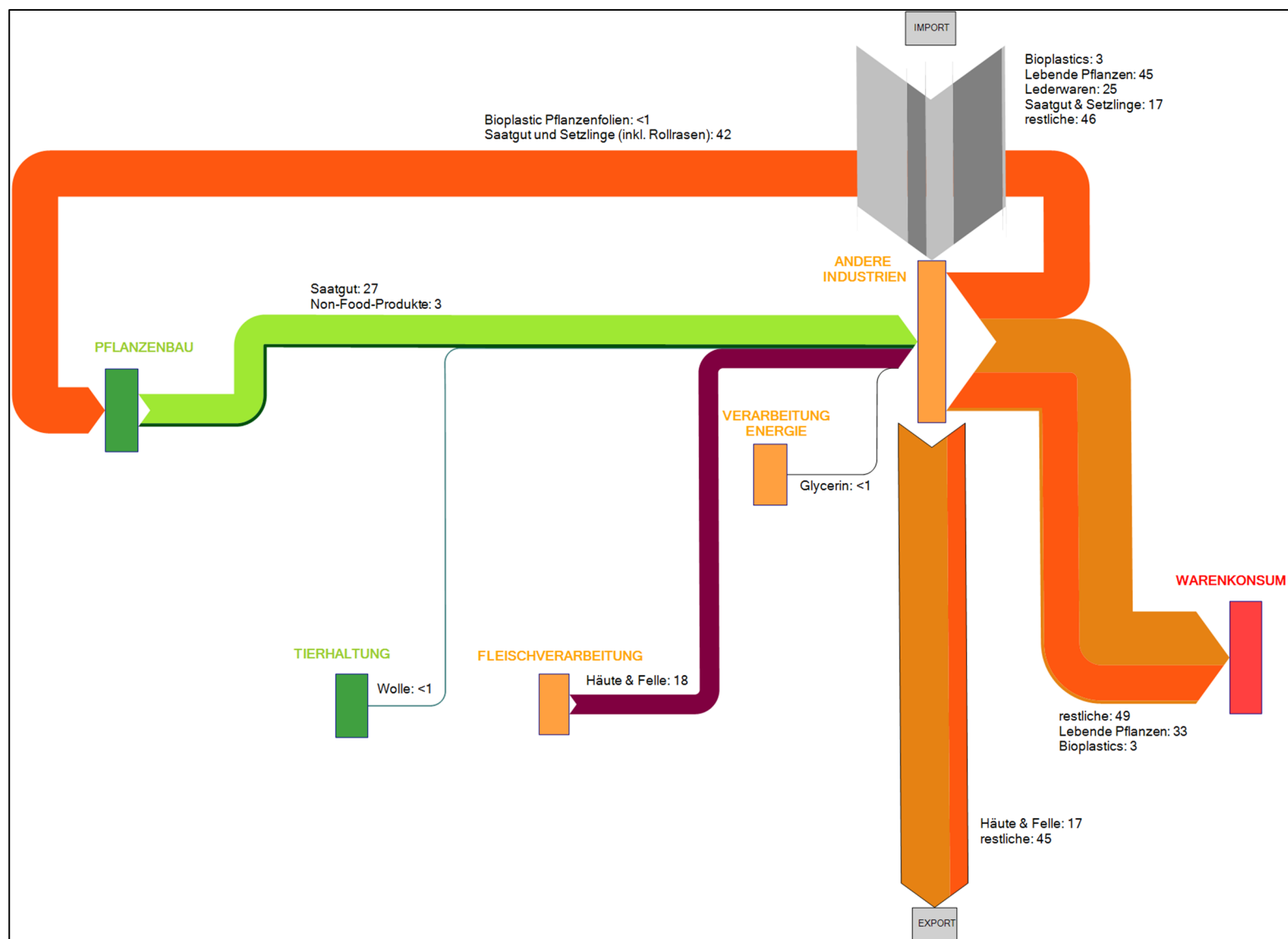


Abbildung 12 Biogene Input- und Outputflüsse für den Prozess «Andere Industrien» (AND). Flüsse sind in 1'000 t TS angegeben.

Tabelle 17 Güterflüsse (Output) aus dem Prozess «Andere Industrien» (AND)

Insgesamt flossen 2014 rund 0.19 Mio. Tonnen biogene Güter aus dem Prozess «Andere Industrien», was gegenüber 2009 einer Zunahme von 34 % entspricht.

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
Andere Industrien Output total									188'746	141'233	34
andere Industrien	Warenkonsum	AND Non-Food-Produkte WAK	158'362	t					84'814	53'222	59
		Inputströme in Warenkonsum aus anderen Industrien ¹⁾	158'362	t	eigene Berechnung				84'814	53'222	
		davon Bioplastics	3'050	t	(Baier et al., 2016)	95	eigene	2011	2'898	2'374	
		davon lebende Pflanzen	130'187	t	eigene Berechnung	25	eigene	2011	32'547	27'324	
andere Industrien	Pflanzenbau	AND Saatgut und Bioplastics PFL	108'114	t					42'432	44'779	-5
		Saatgut	58'248	t	(SBV, 2016), eigene Berechnung	versch.	eigene	2011	32'451	36'218	
		Setzlinge (inkl. Rollrasen)	49'856	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017) eigene Berechnung	versch.	eigene	2011	9'971	7'676	
		Bioplastics Mulchfolien	10	t	(Baier et al., 2016)	95	eigene	2011	10	884	
andere Industrien	Export	Export Saatgut und Non-Food-Produkte	93'276	t					61'500	43'232	42
		Haare, Borsten, Federn	3'709	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	eigene	2011	3'524	112	
		Bioplastics	0	t	eigene Annahme	95	eigene	2011	0	3'259	
		Elfenbein, Korallen, Schalen	117	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	98	eigene	2011	115	745	
		andere Waren tierischen Ursprungs	53'011	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	50	eigene	2011	26'506	9'861	
		lebende Pflanzen, Blumenwaren	1'297	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	eigene	2011	324	197	
		Saatgut	1'179	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	47	eigene	2011	551	390	
		davon Gemüse	26	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)						
		Pflanzen für Kosmetik Pharma	364	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	eigene	2011	91	90	
		Gummis, Harze, Pflanzensäfte	5'843	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	4'674	4'690	
		Flechtstoffe	4'283	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	3'426	608	
		Glycerin, Wachse, Fette	18	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	98	eigene	2011	18	26	
		Häute, Leder, Felle, Pelz	17'569	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	Lötscher	1997	16'691	17'515	
		Lederwaren	5'212	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	eigene	2011	4'951	3'337	
		Kork	593	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	eigene	2011	563	9	

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
		Flecht- und Korbmacherwaren	76	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	61	428	
		Wolle, Baumwolle, andere Spinnstoffe	5	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	eigene	2011	5	1'967	

Bemerkungen: ¹⁾ **AND Non Food-Produkte WAK:** Dieser Güterstrom wurde via Differenz zwischen Input- und Outputströmen des Prozesses «andern Industrien (AND)» berechnet.

Tabelle 18 Güterflüsse (Input) in den Prozess «Andere Industrien» (AND)

Insgesamt flossen 2014 rund 0.19 Mio. Tonnen biogene Güter in den Prozess «Andere Industrien», was einer Zunahme von 34 % gegenüber 2009 entspricht.

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
Andere Industrien Input total									188'746	141'233	34
Pflanzenbau	Andere Industrien	PFL Saatgut und Non-Food-Produkte AND							33'310	31'403	6
		Medizinalpflanzen & Gewürze	343	t	(SBV, 2016) 2.17	95	eigene	2011	326	323	
		Getreidesaatgut für CH-Gebrauch	24'973	t	(SBV, 2016) 2.24	87	Souci	2009	21'727	23'366	
		Kartoffelsaatgut für CH-Gebrauch	22'829	t	(SBV, 2016) 2.24	22	Souci	2009	5'022	5'414	
		weiteres Saatgut für CH-Gebrauch	549	t	(SBV, 2016) 2.24	50	eigene	2017	275		
		Pflanzkartoffeln für Export	136	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	22	eigene	2017	30		
		weiteres Saatgut für Export	1'043	t	eigene Berechnung	50	eigene	2017	522		
		Saatgut Zuckerrüben	0	t	(Meier, 2017)	87	Zuckerfabrik	2010	0	29	
		Setzlinge	5'036	t	eigene Berechnung ¹⁾	20	eigene	2017	1'007		
		Miscanthus, Hanf, Kenaf			(SBV, 2016) 2.16				1'710		
		Christbäume	6'260	m3	(SBV, 2016) 2.09	0.43 t/m3	Ökonom	1986	2'692	2'270	
Tierhaltung	Andere Industrien	THA Produkte Non-Food AND	559	t					531	432	23
		Wolle	559	t	(SBV, 2016) 3.19	95	eigene	2011	531	432	
Fleischverarbeitung	Andere Industrien	FLV Non-Food-Produkte AND	19'069	t					18'116	14'250	27
		Häute und Felle für Export	17'569	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	Lötscher	1997	16'691	12'825	
		Häute & Felle (Verarbeitung CH)	1'500	t	(Baum et al., 2012)	95	Lötscher	1997	1'425	1'425	
Verarb. Energie	Andere Industrien	VEN Nebenprodukte AND	50	t					49	114	-57
		Glycerin	50	t	eigene Berechnung	97	eigene	2011	49	114	
Import	andere Industrien	Import biogene Non-Food-Güter	290'886	t					136'741	95'034	44
		Haare, Borsten, Federn	1'780	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	eigene	2011	1'691	1'651	

Prozesse			Datenbasis 2014						2009		
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
		Elfenbein, Korallen, Schalen	3'167	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	98	eigene	2011	3'104	4'946	
		andere Waren tierischen Ursprungs	1'045	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	50	eigene	2011	523	439	
		lebende Pflanzen, Blumenwaren	181'340	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	eigene	2011	45'335	37'116	
		davon Setzlinge & Rollrasen	50'360	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	20	eigene	2011	10'072		
		Saatgut total	16'369	t					9'034	4'898	
		davon Getreidesaatgut	2'295	t	(SBV, 2016) 5.6	87	eigene	2011	1'997		
		davon weiteres Saatgut	14'074	t	(SBV, 2016) 5.6	50	eigene	2011	7'037		
		davon Gemüse	378	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)		eigene	2011	0		
		Pflanzen für Kosmetik Pharma	5'253	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	eigene	2011	1'313	1'241	
		Gummis, Harze, Pflanzensäfte	6'378	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	5'102		
		Flechtstoffe	5'207	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	4'166	4'466	
		Glycerin, Wachse, Fette	4'226	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	98	eigene	2011	4'141	2'651	
		Häute, Leder, Felle, Pelz	1'863	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	Lötscher	1997	1'770	2'173	
		Lederwaren	26'412	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	eigene	2011	25'091	22'677	
		Kork	4'872	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	eigene	2011	4'628	159	
		Flecht- und Korbmacherwaren	3'217	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	2'574	786	
		Wolle, Baumwolle, andere Spinnstoffe	26'707	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	eigene	2011	25'372	8'576	
		Bioplastics	3'050	t	(Baier et al., 2016)	95	eigene	2011	2'898	3'259	

Bemerkungen: ¹⁾ PFL Saatgut und Non-Food-Produkte AND: Annahme 10% von Import Setzlingen

3.5 Prozesse und Flüsse im Sektor Nutzung und Entsorgung

3.5.1 Warenkonsum (WAK)

Hierunter fällt der Verbrauch an essbaren und nicht essbaren biogenen Gütern durch die Schweizer Bevölkerung sowie durch die Garten- und Landschaftsbaubetriebe inklusive Selbstversorgung von landwirtschaftlichen Betrieben und inklusive Haustierfutter, jedoch ohne Energieträger. Die Outputströme des Prozesses sind ausnahmslos biogene Abfall- oder Reststoffe, die entsorgt werden müssen bzw. recycelt werden können. Dabei fällt mengenmässig vor allem der Altpapier- und Altholzstrom ins Gewicht. (Abbildung 13, Tabelle 19,

Tabelle 20)

Die Menge der anaerob vergärten Güter aus dem Prozess WAK hat sich von 2006 bis 2009 um über 60 % erhöht. Von 2009 bis 2014 erhöhte sich diese Menge um weitere 142 %. Besonders stark haben die Siedlungsabfälle, welche in einer industriellen oder landwirtschaftlichen Biogasanlage vergärt wurden zugenommen. Eine Menge von 9'000 t TS wird als Co-Substrate in kommunalen Faultürmen vergärt.

WAK Siedlungsabfälle VEN: Anteil der Abfälle, welcher durch Recycling zu Energieträgern umgewandelt werden kann (z.B. Friteusenfett). blieb seit 2009 nahezu konstant.

WAK Siedlungsabfälle KMP: Anteil der biogenen Abfälle, welcher in Kompostieranlagen aerob behandelt wird (Mandaliev and Schleiss, 2016). Die Menge nahm seit 2009 um 16 % leicht ab.

WAK Siedlungsabfälle VGÄ: Anteil der biogenen Abfälle, welcher über die öffentliche Sammlung oder über privatwirtschaftliche Organisationen (z.B. Gastroabfälle) in industriellen Biogasanlagen bzw. als Co-Substrate in landwirtschaftlichen Biogasanlagen und Faultürmen von ARA entsorgt wird. Die Siedlungsabfallmengen, welche in einer industriellen (VGÄ 3) bzw. in einer landwirtschaftlichen (VGÄ 4) Biogasanlage verwertet werden, wurden für das Bezugsjahr 2013 fundiert in einer Studie des BAFU erhoben (Mandaliev and Schleiss, 2016). Die Mengen der in den Faultürmen verarbeiteten Güter aus dem Prozess WAK wurden über eigene Befragungen erhoben und für die Schweiz abgeschätzt (ARA Bern, 2013; AVA Abwasserverband Altenrhein, 2017; Bangerter, 2017; Burger, 2017).

WAK Siedlungsabfälle KVA: biogener Anteil des Hauskehrichts welcher über die öffentliche Abfuhr in Kehrichtverbrennungsanlagen transportiert wird. Der biogene Anteil von Bauabfällen wird nicht berücksichtigt. Im 2014 wurden 2'791'000 t FM Siedlungsabfälle in Kehrichtverbrennungsanlagen verbrannt (inkl. Fürstentum Lichtenstein) (BAFU, 2015b). Der biogene Anteil im Haushaltskehricht beträgt gemäss einer Erhebung zur Kehrichtzusammensetzung aus dem Jahr 2012 bezogen auf die Masse rund 51 % (inkl. Papier, Karton, organische Naturprodukte) (BAFU, 2014). Dies ergibt total einen biogenen Anteil von rund 1'432'000 t FM, der im 2014 in einer KVA verbrannt wurde. Verglichen mit einer vergleichbaren Studie zur Kehrichtzusammensetzung aus dem Jahr 2003 nahm der biogene Anteil im Kehricht um rund 2% zu (BUWAL, 2003). Da auch die Menge an Siedlungsabfällen seit 2009 stieg, nahm der Güterfluss aus dem Warenkonsum in die KVA um rund 10 % zu.

WAK Abwasser ARA: Abgabe biogenen Materials (vor allem menschliche Ausscheidungen) in die Kanalisation (ohne Industrie). Für die vorliegende Studie wurde der CSB-Wert pro Einwohner und Tag aus der Vorgängerstudie (Baum et al., 2012) herangezogen und auf die gesamte Schweizer Bevölkerung im 2014 hochgerechnet.

WAK Speisereste THA: separat gesammelte Speisereste aus der Gastronomie und Grossküchen (Spitäler, Kantinen etc.), die der Tierfütterung zugeführt werden. Seit dem Inkrafttreten der Verordnung über die Entsorgung von tierischen Nebenprodukten 2011 dürfen jedoch keine Speisereste mit tierischem Anteil mehr an Nutztiere verfüttert werden (VTNP, 2011).

WAK Altmaterial IVB: Anteil von Altmaterialien, der über eine industrielle Verbrennung energetisch genutzt wird. Im Wesentlichen sind das derzeit Altöle (Kaufmann, 2015).

WAK Altpapier und Altholz HPI: In der Schweiz gesammelte Menge an Altpapier und Karton sowie recyceltes Altholz. Diese Güter werden in der Holz- und Papierindustrie wieder verwendet oder (über diese) ins Ausland exportiert (Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017; Primas et al., 2015; ZPK, 2015).

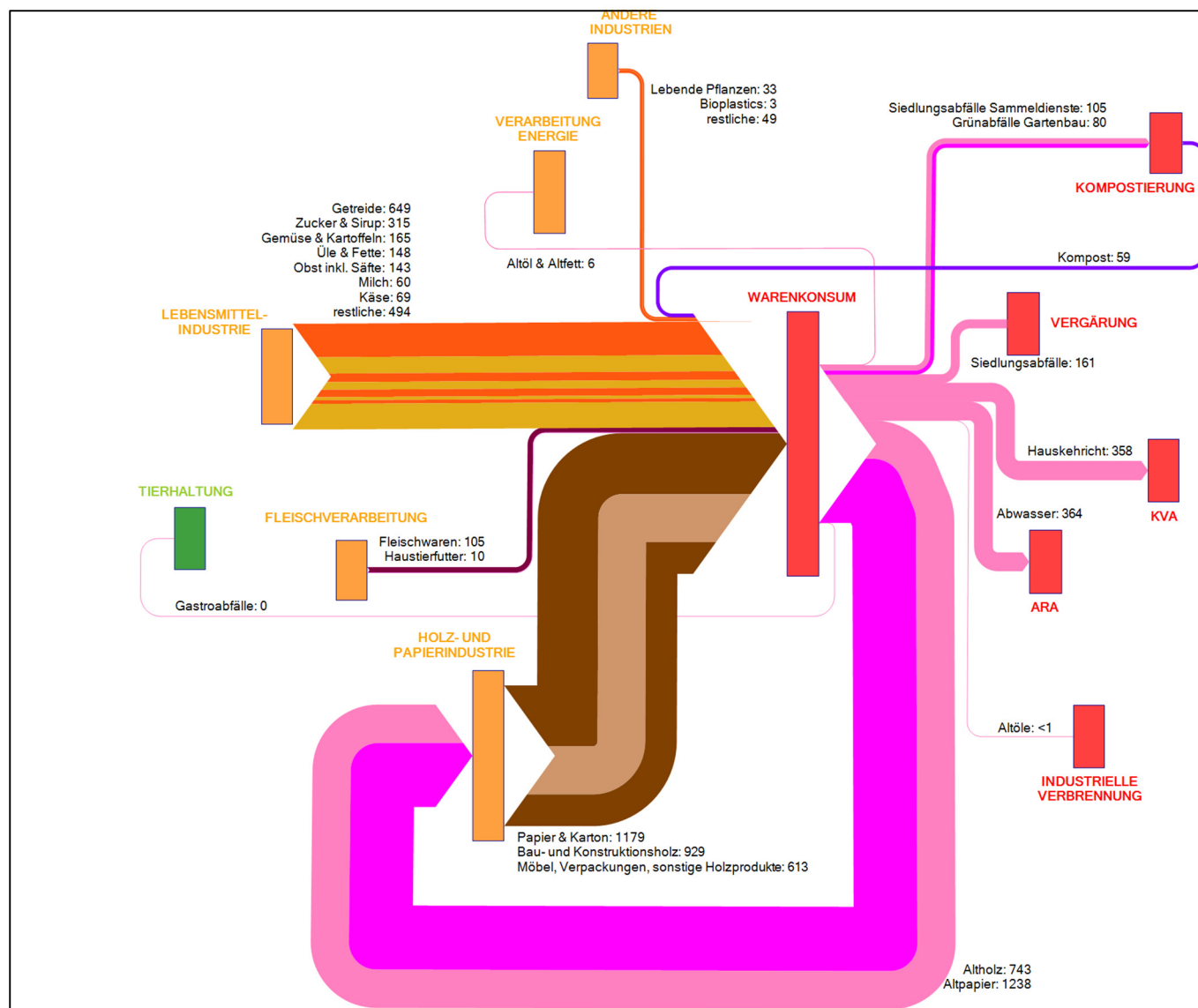


Abbildung 13 Biogene Input- und Outputflüsse für den Prozess «Warenkonsum» (WAK). Flüsse sind in 1'000 t TS angegeben.

Tabelle 19 Güterflüsse (Output) aus dem Prozess «Warenkonsum» (WAK)

Insgesamt flossen 2014 rund 3.05 Mio. Tonnen biogene Güter aus dem Warenkonsum, was gegenüber 2009 einer Zunahme von 3 % entspricht.

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
Warenkonsum OUTPUT total									3'053'769	2'951'504	3
Warenkonsum	Verarb. Energie	WAK Siedlungsabfälle VEN	5'500	t					5'500	5'400	2
		Altspeiseöl	5'500	t	(Frei, 2017)	100	Souci	2004	5'500	5'400	
Warenkonsum	Kompostierung	WAK Siedlungsabfälle KMP	462'024	t					184'810	220'371	-16
		aus Gartenbau	200'734	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	40	Baier	2008	80'294	61'795	
		aus öffentlichen Diensten	0	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	40	Baier	2008	0	12'671	
		aus öffentl. Sammeldiensten	261'290	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	40	Baier	2008	104'516	145'906	
Warenkonsum	Vergärung	WAK Siedlungsabfälle VGÄ	643'435	t					160'859	66'580	142
		Siedlungsabfälle in VGÄ 2	36'000	t	Hochrechnung aus (ARA Bern, 2013; AVA Abwasserverband Altenrhein, 2017; Bangerter, 2017; Burger, 2017)	20	eigene	2011	9'000	6'000	
		Siedlungsabfälle in VGÄ 3	472'681	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	25	eigene	2011	118'170	52'229	
		Siedlungsabfälle in VGÄ 4	134'754	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	25	eigene	2011	33'689	8'350	
		total aus Gartenbau und Grünflächenunterhalt	86'103	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	25	eigene	2011	21'526	13'909	
		total aus öffentliche Sammeldienste (Separatsammlung)	277'766	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	25	eigene	2011	69'442	43'659	
		total aus Gewerbe	~ 243'000			25	eigene	2011	~ 60'750		
Warenkonsum	KVA	WAK Siedlungsabfälle KVA	1'431'783	t					357'946	325'850	10
		biogener Anteil Kehricht (Entsorgung CH)	1'431'783	t	(BAFU, 2014, 2015b)	25	Lötscher	1997	357'946	325'850	
		biogener Anteil exportierter Kehricht	0	t	(Bunge, 2017)	25	Lötscher	1997	0	0	
Warenkonsum	ARA	WAK Siedlungsabwasser ARA	363'978	t CSB					363'978	341'696	7
		Haushaltsabwässer	363'978	t CSB	Berechnung aufgrund Einwohnerzahlen 2014.				363'978	341'696	
Warenkonsum	Tierhaltung	WAK Speisereste THA	0	t					0	39'885	

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
		Gastroabfälle	0	t	(VTNP, 2011)				0	39'885	
Waren-konsum	industr. Verbrennung	WAK Altmaterial IVB	232'000	l					211	600	-65
		Altspeiseöl ¹⁾	232'000	l	(Kaufmann, 2015) S. 60	100	Souci	2004	211	600	
Waren-konsum	Holz- und Papierind.	WAK Altpapier und Altholz HPI							1'980'465	1'951'122	2
		Altholz ²⁾	1'485'647	m3	Berechnung aus Altholzflüssen (Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017; Primas et al., 2015)	0.5t/m3	eigene	2017	742'824	752'754	
		Altpapier	1'360'046	t	(ZPK, 2015) S. 18	91	Müller	1995	1'237'642	1'198'368	

Bemerkungen:

¹⁾ **WAK Altmaterial IVB:** es wurde mit einer Dichte von Öl von 0.91 kg/l gerechnet.²⁾ **WAK Altpapier und Altholz HPI:** Für Altholz wird mit einer Darrdichte von 0.5 t / m3 gerechnet.

Tabelle 20 Güterflüsse (INPUT) in den Prozess «Warenkonsum» (WAK)

Insgesamt flossen 2014 rund 5.02 Mio. Tonnen biogene Güter in den Warenkonsum, was einer Zunahme von 5 % gegenüber 2009 entspricht.

Prozesse			Datenbasis 2014							2009		
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]	
Warenkonsum INPUT total									5'023'856	4'777'001	5	
Holz- und Papierind.	Warenkonsum	HPI Papier und Holzprodukte WAK							2'720'738	2'697'964	1	
		Papier & Karton	1'295'738	t	(ZPK, 2015) Tabelle S. 18	91	Müller	1995	1'179'122	1'365'464		
		Bau- und Konstruktionsholz	1'857'300	m3	(Lehner et al., 2014) ¹⁾	50			928'650	780'000		
		Möbel, Verpackungen, sonstige	1'225'933	m3	(Lehner et al., 2014) ¹⁾	50			612'966	552'500		
LM-Industrie	Warenkonsum	LMI Pflanzliche Nahrungsmittel WAK ²⁾	6'656'574	t					2'043'674	1'858'023	10	
		Getreide (inkl. Mehl, Reis)	745'814	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	87	Souci	2009	648'858	481'840		
		Kartoffeln (und Stärke)	354'264	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	22	Souci	2009	77'938	81'318		
		Zucker (Zucker, minus Zuckeraustauschstoffe)	314'583	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	100	Souci	2009	314'583	356'642		
		Honig	9'448	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	89	Souci	2009	8'409	8'405		
		Hülsenfrüchte	8'202	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	25	Souci	2009	2'050	3'662		
		Nüsse	68'582	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	95	Souci	2009	65'153	28'659		
		Kakao	49'860	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	94	Souci	2009	46'868	31'883		
		Gemüse	869'035	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	10	Souci	2009	86'903	74'513		
		Obst (inkl. Obstsäfte)	955'226	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	15	Souci	2009	143'284	105'041		
		Eier	97'717	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	26	Souci	2009	25'406	22'098		
		Fische und Schalthiere	63'854	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	25	Souci	2009	15'964	16'949		
		Milchprodukte	2'064'669	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	12.6	Souci	2009	260'148	248'486		
		davon Konsummilch	476'994	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	12.6	Souci	2009	60'101	87'234		
		Quark und Frischkäse	169'524	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	12.6	Souci	2009	21'360	1'165		
		Käse (Weich- und Hartkäse)	550'953	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	12.6	Souci	2009	69'420	24'608		
		Rahm	274'230	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	12.6	Souci	2009	34'553	92'625		
		Joghurt	127'974	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	12.6	Souci		16'125	25'379		
		andere Milcherzeugnisse (Frischmilchprodukte & Dauermilchwaren)	465'360	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	12.6	Souci	2009	58'635	17'474		
		Butter	44'874	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	85	Souci	2009	38'143	37'189		

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
		tierische Fette (ohne Butter)	3'324	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	99	Souci	2009	3'291	45'164	
		Pflanzliche Öle und Fette	148'429	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	100	Souci	2009	148'429	147'093	
		Ölfrüchte	30'554	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	95	Souci	2009	29'026		
		Wein (inkl. Obstwein)	287'667	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	12	Souci	2009	34'520	37'202	
		Bier	473'230	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	8.5	Souci	2009	40'225	38'604	
		Branntwein & Spirituosen ³⁾	18'282	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	40	Souci	2009	7'313	1'959	
		Kaffee	37'486	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	97	Souci	2009	36'362	81'932	
		Tee	4'986	t	(SBV, 2016) 6.5 und 11.3	93	Souci	2009	4'637	1'970	
		Tabak ⁴⁾	6'486	t	(Swiss Cigarette, 2015)	95	eigene		6'162	7'414	
Fleisch- verarbeitung	Warenkonsum	FLV Fleischprodukte WAK	462'855	t					115'714	112'582	3
		Petfood (Fleischanteil) ⁵⁾	41'698	t	(Anis AG, 2015)	25	Souci	2009	10'424	8'249	
		Fleisch- und Fleischwaren	421'157	t	(SBV, 2016) 6.4	25	Souci	2009	105'289	104'333	
andere Industrien	Warenkonsum	AND Non-Food-Produkte WAK	158'362	t					84'814	53'222	59
		Inputströme aus AND in WAK ⁶⁾	158'362		Berechnung				84'814	53'222	
		davon Bioplastics	3'050	t	(Baier et al., 2016)	95			2'898	2'374	
		davon lebende Pflanzen	130'187	t	Berechnung	25			32'547	27'324	
Kompostierung	Warenkonsum	KMP Kompost WAK	109'105	m3					58'917	55'210	7
		Rekultivierung	0	m3		54	BUWAL	1993	0	1'475	
		Gartenbau	86'781	m3	(Mandaliev and Schleiss, 2016) S. 22, Bezugsjahr 2013	54	BUWAL	1993	46'862	31'677	
		Private	22'324	m3	(Mandaliev and Schleiss, 2016) S. 22, Bezugsjahr 2013	54	BUWAL	1993	12'055	22'058	

Bemerkungen:

¹⁾ **HPI Papier und Holzprodukte WAK:** Bezugsjahr 2011, für Möbel und Verpackungen wurde auf das Jahr 2014 via Wohnbevölkerung extrapoliert, für Bau- und Konstruktionsholz wurden die Daten fürs Bezugsjahr 2011 genommen.

²⁾ **LMI Pflanzliche Nahrungsmittel WAK:** Für diese Flüsse wurde der Nahrungsmittelverbrauch pro Kopf (SBV, 2016) 6.5 mit der ortsanwesenden Bevölkerung multipliziert (SBV, 2016) 11.3.

³⁾ **LMI Pflanzliche Nahrungsmittel WAK:** bei Branntwein und Spirituosen wurde ein TS Gehalt von 40 % angenommen. In der Vorgängerstudie wurde ein TS von 10 % angenommen.

⁴⁾ **LMI Pflanzliche Nahrungsmittel WAK:** 10'247 Mio. Zigaretten à 0.633g wurden 2014 konsumiert (Swiss Cigarette, 2015).

⁵⁾ **FLV Fleischprodukte WAK:** im 2014 lebten rund 1.765 Mio. Katzen und 0.55 Mio. Hunde in der Schweiz.

⁶⁾ **AND Non-Food-Produkte WAK:** Güterstrom AND Non Food-Produkte WAK wurde via Differenz zwischen Input- und Outputströmen der 'andern Industrien' berechnet.

3.5.2 Nutzung Energieträger (NEN)

Darunter wird die Nutzung biogener Energieträger (inklusive Abfälle) als Brenn- oder Treibstoff (Strom, Wärme, Kraft) zusammengefasst. Bei diesem Prozess steht im Gegensatz zur industriellen Verbrennung (IVB) nicht die stoffliche Entsorgung, sondern die energetische Nutzung der überwiegend für diesen Zweck produzierten Güter im Vordergrund. In diese Kategorie fallen Biomassekraftwerke und Biogas gespeiste Gasturbinen genauso wie das Cheminée im Wohnzimmer oder der mit Biogas betriebene Stadtbus (Hartmann, 1995). (Abbildung 14, Tabelle 21, Tabelle 22)

Da Asche kein organisches Material darstellt, wurde sie für die vorliegende Studie nicht mehr bilanziert. In der Vorgängerstudie wurde die anfallende Asche noch berücksichtigt, aber keine Rückstände aus der Rauchgasreinigung oder Feinstaub (Baum et al., 2012).

Der grösste Inputfluss in die NEN stammt aus der Verarbeitung der Energie (VEN) mit rund 1.9 Mio Tonnen TS. Seit 2009 stieg dieser Inputfluss um rund 8 % an. Einzelne darin enthaltene Teilflüsse veränderten sich jedoch stärker seit 2009.

- Pflanzenöle werden kaum mehr als Energieträger verwendet. Es sind nur noch wenige Anlagen in Betrieb, die Pflanzenöle energetisch direkt verwenden.
- Die Verwendung von Biodiesel und Bioethanol nahm stark zu gegenüber 2009 und der Verbrauch steigt nach wie vor an. Der grösste Teil des verbrauchten Biodiesels und der gesamte Anteil Bioethanol stammt aus dem Import.
- Glycerin wird vermehrt direkt in Biogasanlagen als Co-Substrat verwertet und weniger direkt verbrannt. Seit 2009 nahm dieser Anteil um 90 % ab.
- Seit 2009 stieg die Anzahl der Biogasanlagen an. Eingespeistes Biomethan wird spezifisch gefördert durch die schweizerische Erdgasindustrie.

Der zweit grösste Inputfluss in die NEN stammt aus der Vergärung (VGÄ). Das zu Strom und Wärme verwertete Biogas aus der Vergärung hat seit 2009 um 42 % stark zugenommen.

Separierte Heizschnitzel aus der Vergärung (VGÄ), als auch aus der Kompostierung (KMP) haben seit 2009 um gut 22'000 t TS zugenommen.

NEN Verbrennungsrückstände PFL: Anteil der Asche aus Holzverbrennungen, der im Bereich der Landwirtschaft (z.B. über Beimengungen zum Kompost) auf die Felder ausgebracht wird.

NEN Verbrennungsrückstände WAW: Anteil der Asche aus Holzverbrennungen, der auf Waldflächen ausgebracht wird.

NEN Verbrennungsrückstände DEP: Anteil der Asche aus Holzverbrennungen, der auf eine Deponie gebracht wird.

NEN Verbrennungsrückstände KVA: Anteil der Asche aus Holzverbrennungen, der in der KVA entsorgt wird.

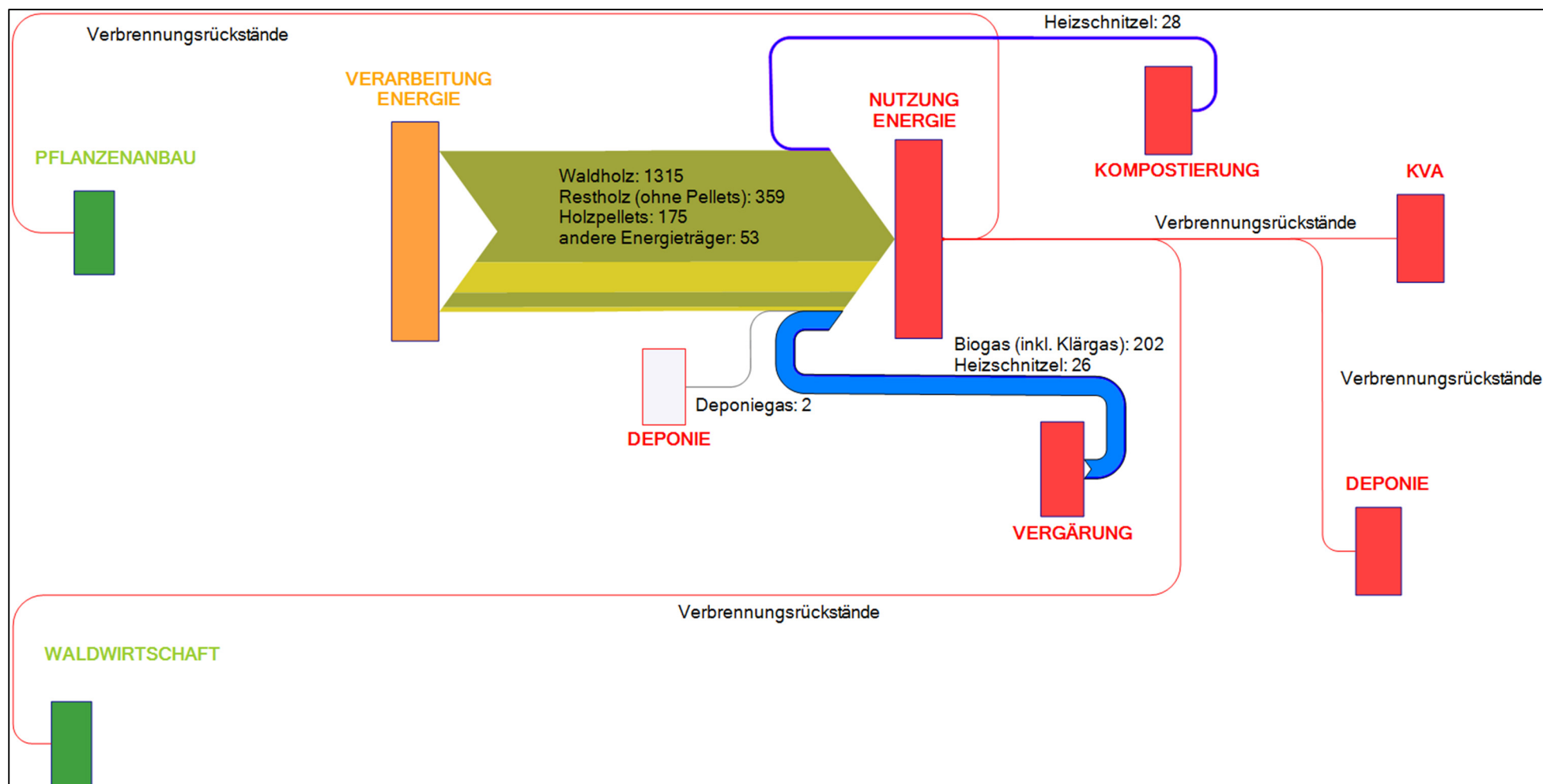


Abbildung 14 Biogene Input- und Outputflüsse für den Prozess «Nutzung Energieträger» (NEN). Flüsse sind in 1'000 t TS angegeben.

Tabelle 21 Güterflüsse (OUTPUT) aus dem Prozess «Nutzung Energieträger» (NEN)

Da Asche keine biogene Masse darstellt, wird für 2014 kein Massenfluss aus der Nutzung von Energieträgern bilanziert.

Prozesse			Datenbasis 2014				2009				
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
Nutzung Energieträger OUTPUT total									0	17'191	
Nutzung Energie	Pflanzenbau	NEN Verbrennungsrückstände PFL			siehe Bemerkung ¹⁾				0	7'947	
		biogener Ascheanteil		k.A.					0	7'947	
Nutzung Energie	Waldwirtschaft	NEN Verbrennungsrückstände DEP			siehe Bemerkung ¹⁾				0	649	
		biogener Ascheanteil		k.A.					0	649	
Nutzung Energie	Deponie	NEN Verbrennungsrückstände DEP			siehe Bemerkung ¹⁾				0	1'622	
		biogener Ascheanteil		k.A.					0	1'622	
Nutzung Energie	KVA	NEN Verbrennungsrückstände KVA			siehe Bemerkung ¹⁾				0	6'974	
		biogener Ascheanteil		k.A.					0	6'974	

Bemerkung: ¹⁾ ab Update 2014 wird Asche nicht mehr mengenmässig bilanziert, da Asche kein organisches Material darstellt.

Tabelle 22 Güterflüsse (INPUT) in den Prozess «Nutzung Energieträger» (NEN)

Insgesamt flossen 2014 rund 2.16 Mio. Tonnen biogene Güter in die Nutzung von Energieträgern, was einer Zunahme von 8 % gegenüber 2009 entspricht.

Prozesse			Datenbasis 2014							2009		
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]	
Nutzung Energieträger INPUT total									2'159'167	2'003'517	8	
Verarb. Energie	Nutzung Energie	VEN Biogene Energieträger NEN							1'901'358	1'818'774	5	
		Waldholz in CH genutzt	2'370'000	m3	(Primas et al., 2015) S. 30	¹⁾	Ökonom	1986	1'315'350	1'246'050		
		Holzpellets	340'000	m3	(Primas et al., 2015) S. 30	¹⁾	Ökonom	1986	174'533	123'192		
		Restholz ohne Pellets	710'000	m3	(Primas et al., 2015) S. 30	¹⁾	Ökonom	1986	358'550	424'200		
		Pflanzenöl	232'000	l	(Kaufmann, 2015) S. 60	100	Kaltschmitt	2009	211	2'026		
		Biodiesel	21'072'000	l	(Kaufmann, 2015) S. 60	100	Kaltschmitt	2009	18'543	6'614		
		Bioethanol	8'089'000	l	(Kaufmann, 2015) S. 60	100	Kaltschmitt	2009	7'118	1'136		
		Glycerin	100	t	Schätzung (Baier, 2017)	97	eigene	2011	97	998		
		Holzkohle ²⁾	12'309	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	eigene	2011	11'694	11'407		
		aufbereitetes Biogas (Biomethan) ³⁾	19'968'646	m3	(Kaufmann, 2015) Anhang B				15'262	3'152		
Kompostierung	Nutzung Energie	KMP Heizschnitzel NEN	43'619	t					28'352	19'857	43	
		Heizschnitzel	43'619	t	(Schleiss, 2017)	65	BUWAL	1993	28'352	19'857		
Vergärung	Nutzung Energie	VGÄ Biogas NEN	168'511'66	m3					227'689	160'610	42	
VGÄ4		Landwirtschaftliche Biogasanlagen ⁴⁾	42'953'333	m3	(Kaufmann, 2015) Anhang B, S.56				51'544	22'945		
VGÄ3		Biogas Gewerbe/Industrie ⁴⁾	32'333'333	m3	(Kaufmann, 2015) Anhang B, S.59				38'800	17'866		
VGÄ2		Klärgas ⁴⁾	80'233'333	m3	(Kaufmann, 2015) Anhang B, S.60				96'280	99'349		
VGÄ1		Biogas Industrieabwasser (anaerob) ⁴⁾	12'866'667	m3	(Kaufmann, 2015) Anhang B, S.60				15'440	9'028		
		Heizschnitzel ⁵⁾	125'000	m3					25'625	11'422		
		davon Heizschnitzel VGÄ3 ⁵⁾	120'000	m3	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	20.5	Energie Schweiz	2014	24'600	1'574		
		davon Heizschnitzel VGÄ4 ⁵⁾	5'000	m3	(Mandaliev and Schleiss, 2016) abgelesen aus Grafik	20.5	Energie Schweiz	2014	1'025	9'847		
Deponie	Nutzung Energie	DEP Deponiegas NEN	1'455'000	m3					1'767	4'276	-59	
		Deponiegas ⁶⁾	1'455'000	m3	(Kaufmann, 2015) S. 58				1'767	4'276		

Bemerkungen:

- ¹⁾ **VEN Biogene Energieträger NEN:** Das Darrgewicht von Nadelholz liegt bei 0.43 t/m³, jenes von Laubholz bei 0.68 t/m³. Das Laubholz / Nadelholz Verhältnis variiert zwischen 30:70 bis 50:50.
- ²⁾ **VEN Biogene Energieträger NEN:** berechnet aus Import minus Export
- ³⁾ **VEN Biogene Energieträger NEN:** Annahme: Biogas 60% CH₄ und 40% CO₂, aufbereitetes Biogas (=Biomethan) 96% Methan, 4% CO₂
- ⁴⁾ **VGÄ Biogas NEN:** direkt verstromtes Biogas (zu Wärme und Strom); Umgerechnet von Energie (kWh) auf m³ Biogas unter Annahme eines Energiegehalts von 6 kWh/m³ und umgerechnet auf t TS über die Molare Masse unter der Annahme einer Biogaszusammensetzung von 60 % CH₄, 40 % CO₂.
- ⁵⁾ **VGÄ Biogas NEN:** 1 m³ Fichtenschnitzelholz entspricht 170 kg Holz, 1 m³ Buchenschnitzelholz entspricht 240 kg Holz (Holzenergie Schweiz, 2014)
- ⁶⁾ **DEP Deponiegas NEN:** Umgerechnet von Energie (kWh) auf m³ Biogas unter Annahme eines Energiegehalts von 6 kWh/m³ und umgerechnet auf t TS über die Molare Masse unter der Annahme einer Biogaszusammensetzung von 60 % CH₄, 40 % CO₂.

3.5.3 Kompostierung (KMP)

Dieser Prozess umfasst die Kompostierung von Reststoffen und biogenen Abfällen in den Teilbereichen Feldrandkompostierung und Platzkompostierung inkl. Hallen- und Boxenkompostierung. Er beinhaltet also keine private Gartenkompostierung. (Abbildung 15, Abbildung 16, Tabelle 23, Tabelle 24)

Die Datenquellen der Input- und Outputströme stammen aus der BAFU-Studie von Mandaliev und Schleiss (2016). Die Daten dieser Studie beziehen sich auf das Kalenderjahr 2013. Für das Kalenderjahr 2014 sind keine Daten auf nationaler Ebene in einem vergleichbaren Bericht verfügbar.

Die Output-Menge aus der Kompostierung hat verglichen zu 2009 um rund 30'000 t TS zugenommen, was 18 % entspricht. Dies kann auf die steigende Anzahl Kompostieranlagen zurückgeführt werden. Waren es 2009 noch ca. 200 sind es 2014 bereits 260 Kompostieranlagen (Mandaliev and Schleiss, 2016).

Neu wird in der vorliegenden Update-Studie 2014 für den Prozess Kompostierung zusätzlich ein Subsystem mit zwei Teilprozessen betrachtet: Feldrandkompostierung (FRK) und Platzkompostierung (PLK: inkl. Hallen- und Boxenkompostierung).

Teilprozess 1, Feldrandkompostierung (FRK)

Hier handelt es sich um im landwirtschaftlichen Bereich durch die Landwirte selbst kompostierte Reststoffe und Grüngut. Die Kompostmieten werden entlang der bewirtschafteten Felder angelegt und bearbeitet. Neben Ernterückständen und geringen Anteilen festen Hofdüngers werden meist die biogenen Abfälle von einer oder mehreren Gemeinden in der Umgebung angenommen. Das angenommene Material wird während einer gewissen Zeit gesammelt um dann genügend Material für eine effiziente Bearbeitung zu haben. (Mandaliev and Schleiss, 2016)

Teilprozess 2, Platzkompostierung inkl. Hallen- und Boxenkompostierung (PLK)

Bei diesem Teilprozess handelt es sich um die Kompostierung auf befestigten Plätzen, wobei der kontrollierte Kompostierungs-Prozess auf wasserundurchlässigem Boden stattfindet. Für die Kompostierung auf befestigten Plätzen ist es wichtig, dass die eingesammelten Mengen in genügender Grösse anfallen (100 – 1'000 t/a). Der überwiegende Teil des schweizweit anfallenden Grünguts von gut 80 % wird in der PLK industriell verarbeitet. (Mandaliev and Schleiss, 2016)

Die Aufteilung der Input-Flüsse aus dem Warenkonsum und dem Pflanzenbau auf FRK und PLK beruhen auf Annahmen und stellen keine belastbaren Zahlenwerte dar. Die Summen, welche aus dem Warenkonsum in den Gartenbau respektive in öffentliche Sammelstellen gelangen sind jedoch erhobene Werte. Diese Aufteilung in FRK und PLK wurde vorgenommen, um die existierenden Flüsse darstellen zu können.

KMP Kompost PFL: im landwirtschaftlichen Pflanzenbau eingesetzter Kompost inkl. Rekultivierung. Hier findet mit gut 55 % der überwiegende Teil der Kompostmenge Verwendung. Drei Viertel des Komposts stammt aus der PLK und ein Viertel aus der FRK.

KMP Heizschnitzel NEN: in der Vorsortierung separierte Holzanteile des Grünguts, welche für Heizzwecke genutzt werden.

KMP Kompost WAK: Anteil des Komposts, welcher für den privaten Gebrauch oder für den Garten- und Landschaftsbau inklusive Substrat- und Erdmischungen eingesetzt wird. Der überwiegende Teil des Komposts stammt mit gut 95 % aus der PLK.

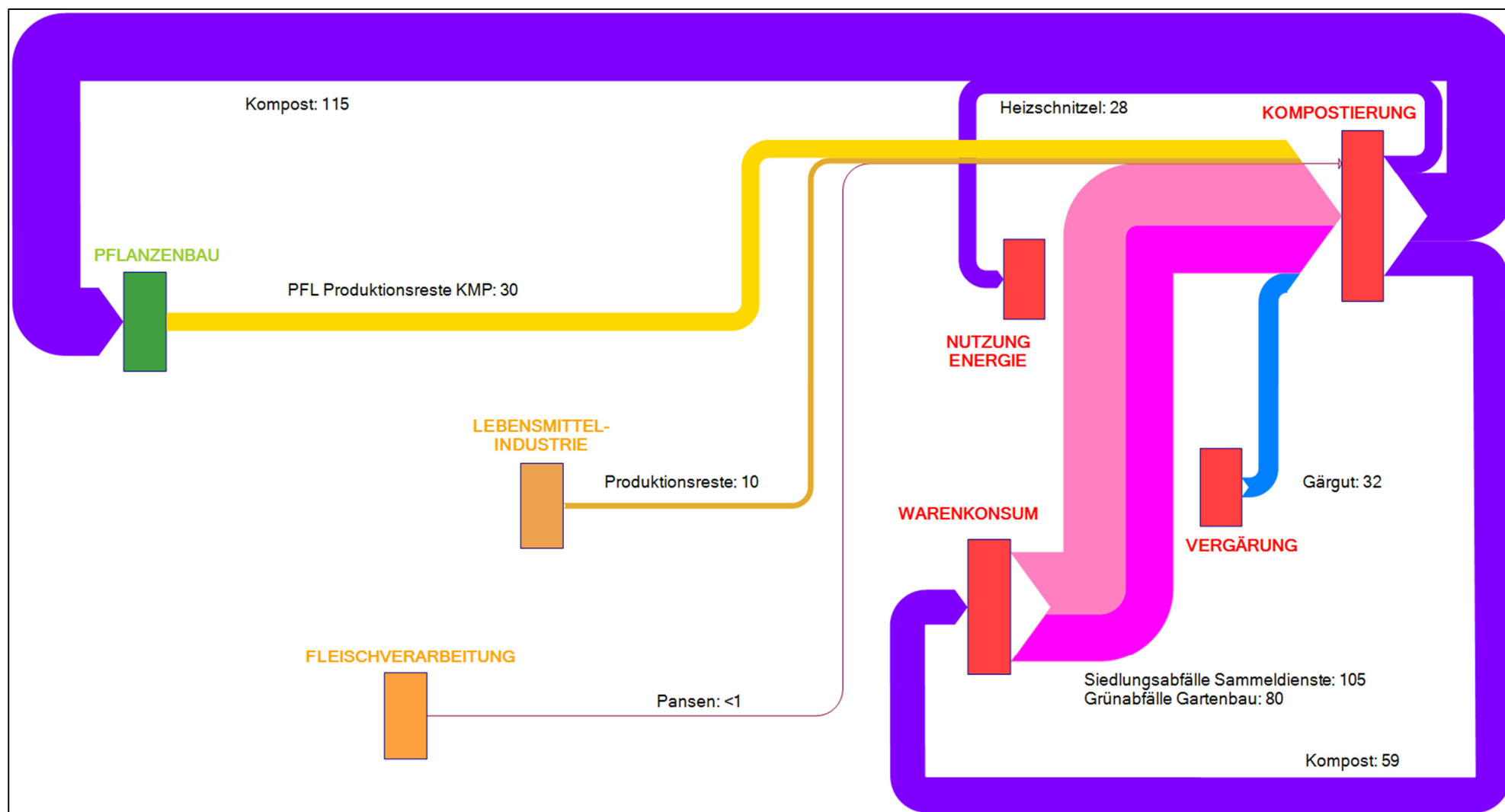


Abbildung 15 Biogene Input- und Outputflüsse für den Prozess «Kompostierung» (KMP). Flüsse sind in 1'000 t TS angegeben. Kompakte Grafik ohne Teilprozesse.

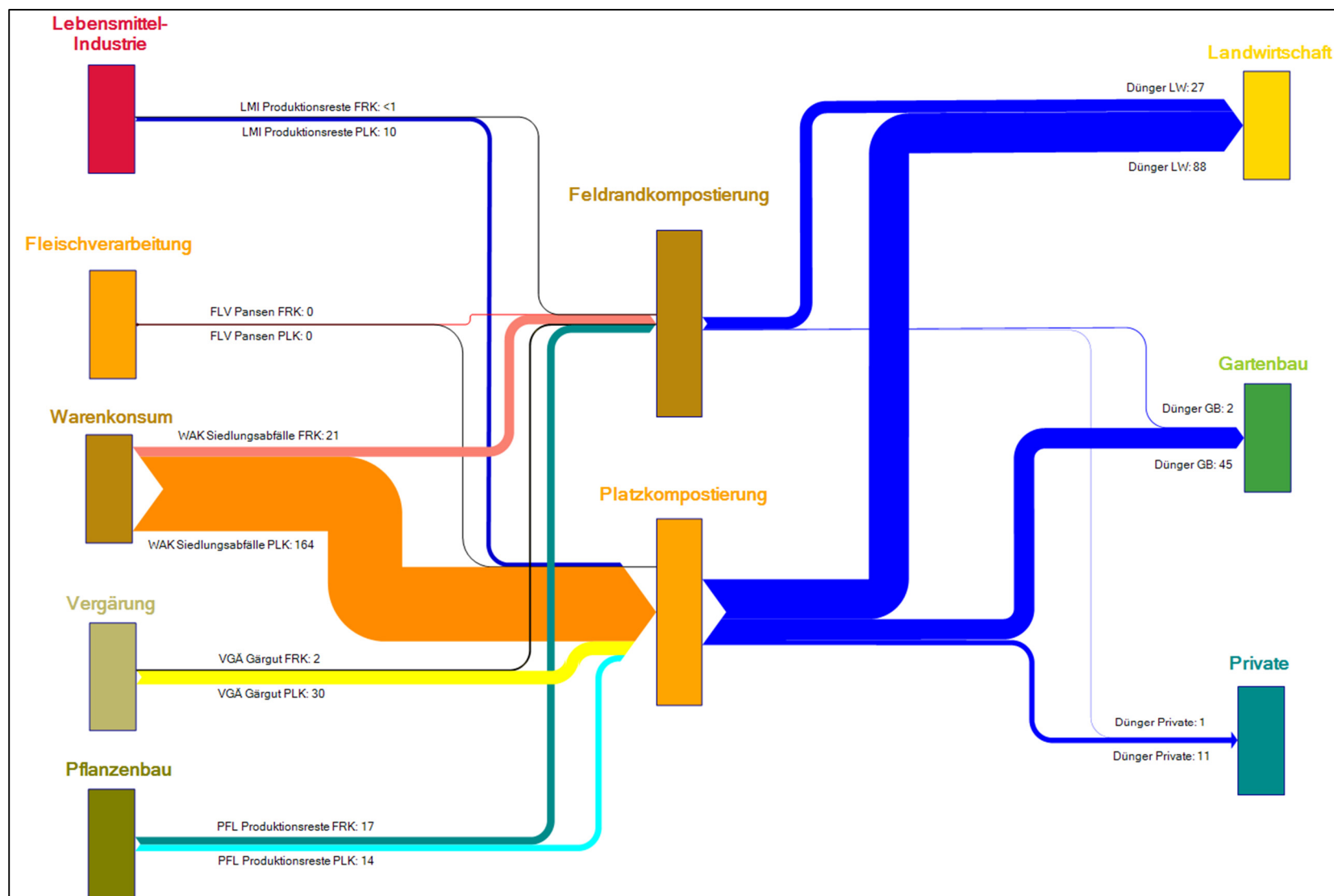


Abbildung 16 Biogene Input- und Outputflüsse für den Prozess «Kompostierung» (KMP) mit den Teilprozessen Feldrandkompostierung (FRK) und Platzkompostierung (PLK). Flüsse sind in 1'000 t TS angegeben.

Tabelle 23 Güterflüsse (OUTPUT) aus dem Prozess «Kompostierung» (KMP)

Insgesamt flossen 2014 rund 0.20 Mio. Tonnen biogene Güter aus der Kompostierung, was gegenüber 2009 einer Zunahme von 18 % entspricht.

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
Kompostierung Output total			365'454	t					202'143	171'991	18
Kompostierung	Pflanzenbau	KMP Kompost PFL	212'730	t					114'874	96'924	19
		in Landwirtschaft	212'730	t		54	BUWAL	1993	114'874	96'924	
		davon aus FRK	49'900	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	54	BUWAL	1993	26'946		
		davon aus PLK	162'830	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	54	BUWAL	1993	87'928		
Kompostierung	Nutzung Energie	KMP Heizschnitzel NEN	43'619	t					28'352	19'857	43
		Verwertung als Heizschnitzel ¹⁾	43'619	t	(Schleiss, 2017)	65	BUWAL	1993	28'352	19'857	
		davon aus PLK ²⁾	43'619	t	(Schleiss, 2017)	65	BUWAL	1993	28'352		
		davon aus FRK ²⁾			(Schleiss, 2017)	65	BUWAL	1993			
Kompostierung	Warenkonsum	KMP Kompost WAK	109'105	t					58'917	55'210	7
		Rekultivierung ³⁾	k.A	t					k.A	1'475	
		in Gartenbau	86'781	t					46'862	31'677	
		davon aus FRK	3'536	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	54	BUWAL	1993	1'909		
		davon aus PLK	83'245	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	54	BUWAL	1993	44'952		
		zu Privaten	22'324						12'055	22'058	
		davon aus FRK	1'260	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	54	BUWAL	1993	680		
		davon aus PLK	21'064	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	54	BUWAL	1993	11'375		

Bemerkung:

¹⁾ **KMP Heizschnitzel NEN:** 1m3 Heizschnitzel aus der Kompostierung entspricht 0.36 t FS (Holzenergie Schweiz, 2014), die FS hat einen angenommenen TS-Gehalt von 65 %.

²⁾ **KMP Heizschnitzel NEN:** Bemerkung Heizschnitzel werden einfachheitshalber der PLK zugewiesen. Der genaue Anteil der FRK ist nicht bekannt.

³⁾ **KMP Kompost WAK Rekultivierung** ist in den aktuellen Erhebungen in KMP Kompost PFL Landwirtschaft inbegriffen (Schleiss, 2017).

Tabelle 24 Güterflüsse (INPUT) in den Prozess «Kompostierung» (KMP)

Insgesamt flossen 2014 rund 2.16 Mio. Tonnen biogene Güter in die Kompostierung, was einer Zunahme von 8 % gegenüber 2009 entspricht.

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
Kompostierung Input total			626'323	t					256'929	260'484	-1
LM-Industrie	Kompostierung	LMI Produktionsreste KMP	24'052	t					9'621	17'957	-46
		Produktionsresten aus LMI	24'052	t					9'621	17'957	
		davon in FRK	100	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	40	Baier	2008	40		
		davon in PLK	23'952	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	40	Baier	2008	9'581		
Fleischverarbeitung	Kompostierung	FLV Pansen KMP	0	t					0	656	
		Panseninhalt aus Fleischverarbeitung ¹⁾								656	
		davon in FRK	k.A.	t	(Schleiss, 2017)	*	Tritt	1992	k.A.		
		davon in PLK	k.A.	t	(Schleiss, 2017)	*	Tritt	1992	k.A.		
Warenkonsum	Kompostierung	WAK Siedlungsabfälle KMP	462'024	t					184'810	220'371	-16
		aus Gartenbau	200'734		(Mandaliev and Schleiss, 2016)				80'294	61'795	
		davon in FRK	40'147	t	Abschätzung	40	Baier	2008	16'059		
		davon in PLK	160'587	t	Abschätzung	40	Baier	2008	64'235		
		aus öffentlichen Sammeldiensten	261'290	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)				104'516	145'906	
		davon in FRK	13'065	t	Abschätzung	40	Baier	2008	5'226		
		davon in PLK	248'226	t	Abschätzung	40	Baier	2008	99'290		
		öffentliche Dienste ²⁾	k.A.							12'671	
Vergärung	Kompostierung	VGÄ Gärgut KMP	64'000	t					32'000	21'500	49
VGÄ4		Gärgut zur Nachrotte (Landw.)	4'000	t	(Schleiss, 2017)	50	Schleiss	2005	2'000	4'300	
VGÄ3		Gärgut zur Nachrotte (Gewerbe/Industrie)	60'000	t	(Schleiss, 2017)	50	Schleiss	2005	30'000	17'200	
Pflanzenbau	Kompostierung	PFL Produktionsreste KMP	76'247	t					30'499		
		Produktionsreste in FRK	41'945	t	Abschätzung	40	Baier	2008	16'778	k.a.	
		Produktionsreste in PLK	34'302	t	Abschätzung	40	Baier	2008	13'721	k.a.	

Bemerkungen: ¹⁾ **FLV Pansen KMP** ist in der aktuellen Studie aufgeteilt in Panseninhalte in FRK sowie in Panseninhalte in Kompostierung. In der Vorgängerstudie wurde diese Unterscheidung noch nicht gemacht (Baum et al., 2012). Jedoch ist dieser Fluss in der aktuellen Studie mit ca. 0 t pro Jahr vernachlässigbar.

²⁾ **WAK Siedlungsabfälle KMP** öffentliche Dienste ist neu in WAK Siedlungsabfälle KMP Gartenbau inbegriffen.

3.5.4 Vergärung (VGÄ)

Dieser Prozess beinhaltet die anaerobe Vergärung von Biomasse, insbesondere von Abfällen, Hofdünger, Klärschlämmen und Energiepflanzen, in Biogas- und Klärgasanlagen sowie die anaerobe Abwasserbehandlung. (Abbildung 17, Abbildung 18, Abbildung 19, Tabelle 25, Tabelle 26)

Da der Prozess Vergärung wegen seiner dynamischen Veränderung innerhalb der letzten Jahre von besonderem Interesse ist, wurde bereits in der Vorgängerstudie (Baum et al., 2012) eine detaillierte Betrachtung in Form eines Subsystems mit vier Teilprozessen vorgenommen. Diese detaillierte Betrachtung wurde in der vorliegenden Studie wieder aufgegriffen. Der Prozess Vergärung wird analog zur Vorgehensweise für die anderen Prozesse als Gesamtprozess (ohne Teilprozesse) dargestellt (Abbildung 17). Zusätzlich wird der Gesamtprozess Vergärung aber auch mit den Teilprozessen und den dazu gehörenden Input- und Outputflüssen im Detail visualisiert (Abbildung 19).

Teilprozess anaerobe Abwasserbehandlung (VGÄ 1):

Hierbei handelt es sich um die Nutzung anaerober Vergärungsprozesse für die industrielle Abwasserreinigung. Diese Anlagen finden sich fast ausschliesslich in Produktionsbetrieben der LMI, z.B. der Früchte- und Gemüseverarbeitung.

Teilprozess Faultürme der Abwasserreinigungsanlagen (VGÄ 2):

Hier wird die Klärgasproduktion aus Rohschlamm der ARA sowie allfälliger Co-Substrate betrachtet. Schweizweit existieren ca. 300 Anlagen mit Faultürmen. In einem geringen Anteil davon werden neben Schlamm aus der Abwasserreinigung auch Co-Substrate angeliefert und vergärt.

Teilprozess industrielle Biogasanlage (VGÄ 3):

Von gewerblich-industriellen Biogasanlagen spricht man dann, wenn mehrheitlich Abfälle aus dem Siedlungsraum und der Industrie verarbeitet werden. Die Substrate stammen somit nicht oder zum grösseren Teil nicht von landwirtschaftlichen Betrieben. Die Raumplanungsverordnung (RPO, Art. 34a, 2007) definiert die Zonenzugehörigkeit dieser Anlagen. Typische Input-Materialien in gewerblich-industrielle Biogasanlagen sind Produktionsreste aus der LMI und Grünabfälle.

Teilprozess landwirtschaftliche Biogasanlage (VGÄ 4):

Gemäss Raumplanungsverordnung (RPO, Art. 34a, 2007) kann eine Biogasanlage in der landwirtschaftlichen Zone betrieben werden, wenn die verarbeiteten Substrate zu mehr als der Hälfte ihrer Masse vom Standortbetrieb oder aus anderen Landwirtschaftsbetrieben stammen, die innerhalb einer Fahrdistanz von in der Regel 15 km liegen. Die Quellen der restlichen Substrate müssen innerhalb einer Fahrdistanz von in der Regel 50 km liegen. Für das Bezugsjahr 2009 lagen die landwirtschaftlichen Anlagen bezüglich installierter elektrischer Leistung sowie Biogasproduktion mit einem Anteil von 53 % knapp vor den industriellen Biogasanlagen. Für das Bezugsjahr 2014 liegen die industriellen Anlagen neu mit 51 % knapp vor den landwirtschaftlichen Anlagen (Kaufmann, 2015).

Der Prozess Vergärung unterliegt derzeit starken Veränderungen. Staatliche Fördermassnahmen, Gesetzesänderungen sowie private und industrielle Bestrebungen nach mehr Stromproduktion aus erneuerbaren Energiequellen haben in den letzten Jahren dazu geführt, dass sich der Anteil der

Abfallbiomasse, der anaerob vergärt wird, deutlich vergrössert hat. Dies ist teilweise auf die erhöhte Abdeckung der Separatsammlung und der gewerblich-industriellen Entsorgung zurück zu führen. Zusätzlich gingen in den letzten Jahren einige innovative und vergleichsweise grosse Vergärungsanlagen in Betrieb. Ein Vergleich zu 2009 zeigt einen deutlichen Anstieg der Inputmengen in den Prozess Vergärung um knapp 160'000 t TS, was rund 34 % entspricht. Seit 2009 nahm der Anteil an genutztem Biogas für die Verstromung und Wärmeproduktion in einem Blockheizkraftwerk (NEN, ohne Heizschnitzel) um rund 35 % zu. Der Anteil an Biogas, welches nach einer Aufreinigung ins Erdgasnetz eingespeist wird bzw. als Autogas Verwendung findet (VEN) stieg sogar um rund 359 %. Mengenmässig dominiert jedoch der Anteil für die Verstromung und zur Wärmeproduktion noch deutlich.

Das Verfütterungsverbot von tierischen Nebenprodukten gilt seit Mitte 2011 auch in der Schweiz, die sich damit der Rechtsprechung der Europäische Union anpasst (VTNP, 2011). Dieses Verbot widerspiegelt sich in einem beträchtlichen Anstieg des Güterstroms aus der Lebensmittelindustrie sowie aus dem Warenkonsum (Gastronomie) in die Vergärung. Der Güterstrom der Produktionsreste aus der Lebensmittelindustrie in industrielle Biogasanlagen (VGÄ3) nahm z.B. gegenüber 2009 um rund 1722 % zu.

Zum nachhaltig verwertbaren Potential von Biomassen für die Vergärung in der Schweiz bestehen mehrere Studien, welche in ihren Berechnungen und Abschätzungen z.T. stark voneinander abweichen (Wellinger et al., 2016). Die aktuellste Bewertung des Biomassepotentials für die Vergärung findet sich in der umfassenden Studie zum Biomassepotential in der Schweiz von (Thees et al., 2017).

VGÄ Biogas NEN: Die Gesamtmenge des produzierten und direkt verstromten Gases (ohne Schlupf und Leckagen) aus landwirtschaftlichen und industriellen Biogasanlagen sowie aus Faultürmen (Klärgas) und aus der anaeroben Abwasserreinigung. Die Gasmenge in TS wurde aus der erzielten Energiemenge (für Strom und Wärme) (Kaufmann, 2015) zurückgerechnet unter der Annahme eines Energieinhalts von 6 MWh/1'000 m³ Biogas (entspricht einem Methananteil von 60 %). Für die TS Menge wurde hier sowohl das CH₄, als auch das CO₂ berücksichtigt. Unter diesen Güterstrom fallen zusätzlich noch die aussortierten Heizschnitzel aus der VGÄ 3 und VGÄ 4. Insgesamt stieg dieser Güterstrom seit 2009 um rund 42 % an.

VGÄ Biogas VEN: Die Gesamtmenge des Gases (ohne Schlupf und Leckagen) aus landwirtschaftlichen und industriellen Biogasanlagen sowie aus Faultürmen (Klärgas), welche gereinigt und zu Biomethan aufbereitet wurde (z.B. für die Einspeisung ins Erdgasnetz oder als Autogas). Die Mengen wurden ebenfalls aus der erzielten Energiemenge zurückgerechnet (Kaufmann, 2015). Ebenfalls wurde für die TS Menge sowohl das CH₄, als auch das CO₂ berücksichtigt. Dieser Güterstrom stieg seit 2009 um rund 359 % an.

VGÄ Gärgut KMP: Gärgut, welches zur Nachrotte auf Kompostieranlagen überführt wird (Schleiss, 2017). Seit 2009 nahm dieser Güterstrom um knapp 50 % zu. Rund 94 % des nachkompostierten Gärgut stammt aus gewerblich-industriellen Biogasanlagen (Schleiss, 2017). Hier wird der Grossteil des Grünguts verwertet.

VGÄ Gärgut PFL: Gärgut, welches in flüssiger oder fester Form als Dünger in der Landwirtschaft genutzt wird (CVIS, 2015; Mandaliev and Schleiss, 2016). Das als Dünger in der Landwirtschaft verwendete Gärgut stammt aus den beiden Teilprozessen landwirtschaftliche und industrielle

Biogasanlagen. Im Vergleich zu 2009 wurde 2014 mengenmässig rund 55 % mehr Gärgut als Dünger in der Landwirtschaft verwendet.

VGÄ Abwasser ARA: Nicht abgebaute Produktionsreste aus der anaeroben Industrieabwasserbehandlung (VGÄ 1).

VGÄ Klärschlamm KVA: Anteil des Klärschlamms, welcher in Kehrrichtverbrennungsanlagen entsorgt wird (Tezcan, 2013).

VGÄ Klärschlamm IVB: Anteil des Klärschlamms, welcher in industriellen Verbrennungsanlagen, Zementwerken oder Monoverbrennungen entsorgt wird (Tezcan, 2013).

VGÄ Klärschlamm DEP: Klärschlamm, welcher direkt deponiert wird. Dieser Güterfluss wurde sowohl für das Bezugsjahr 2009, als auch für 2014 mit 0 t TS bilanziert.

VGÄ Klärschlamm Export: Exportierte Menge an Klärschlamm aus Faultürmen von Abwasserreinigungsanlagen. 2009 wurde dieser Güterfluss als Fluss aus der KVA heraus bilanziert.

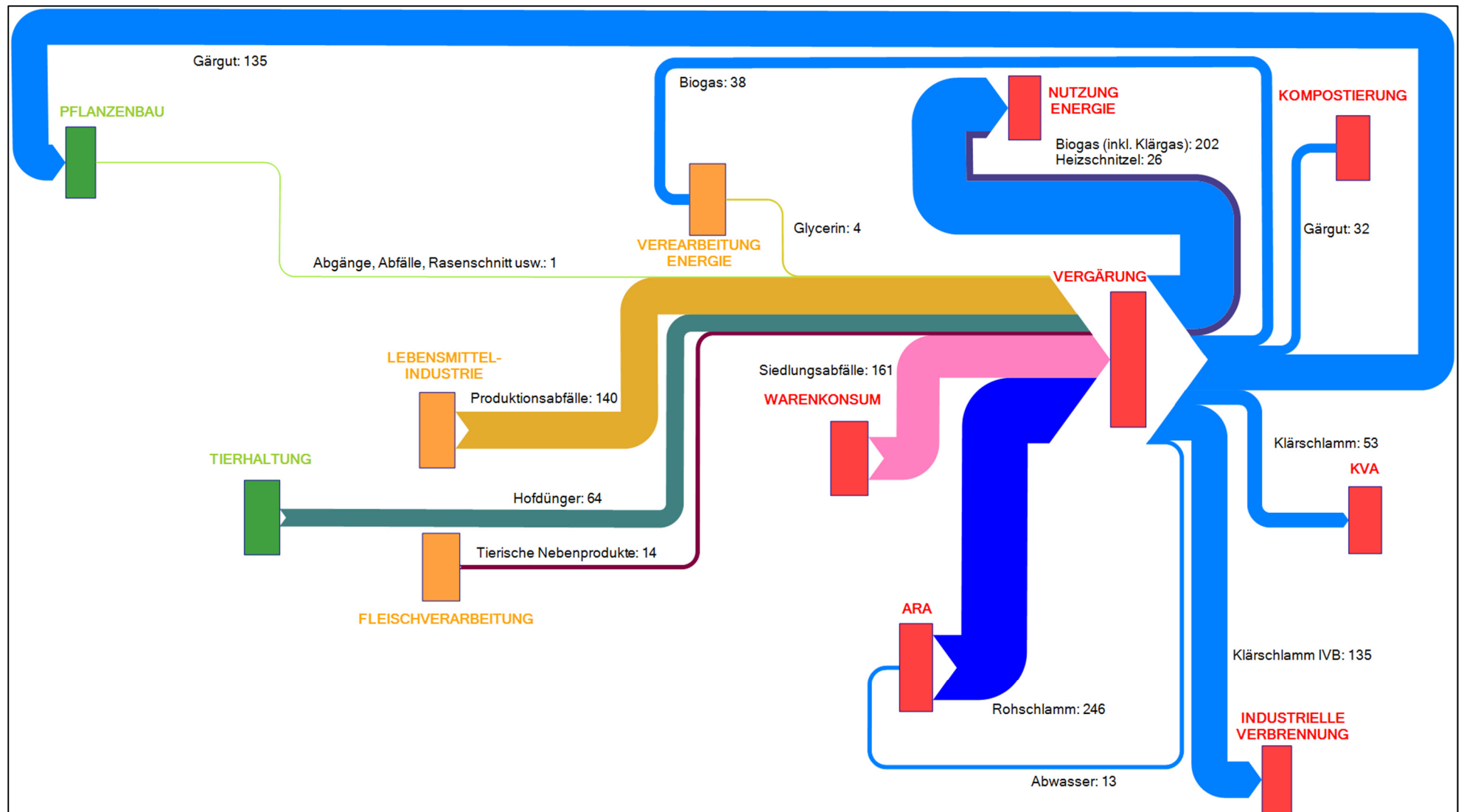


Abbildung 17 Biogene Input- und Outputflüsse für den Prozess «Vergärung» (VGÄ). Flüsse sind in 1'000 t TS angegeben. Kompakte Grafik ohne Teilprozesse.

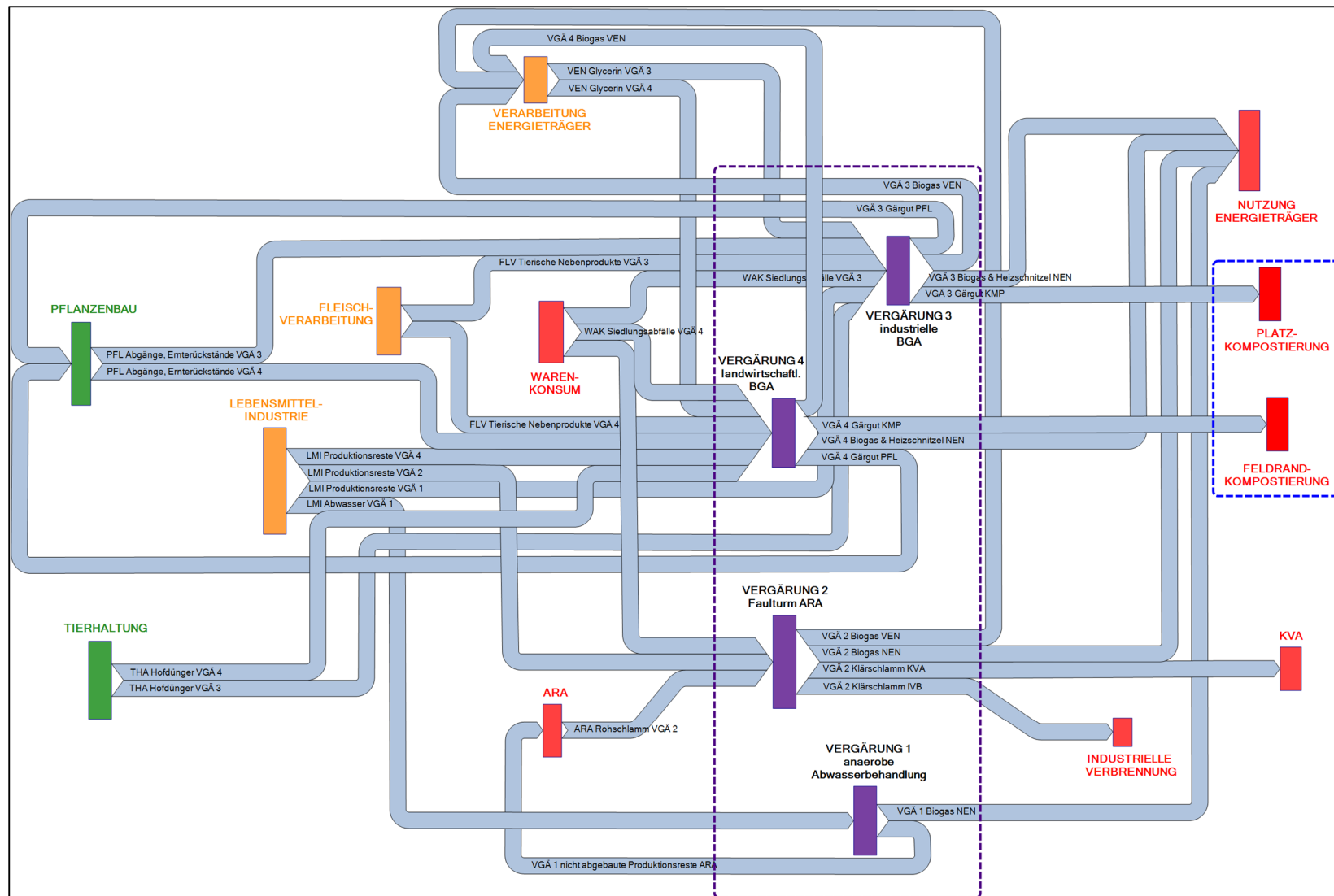


Abbildung 18 Struktur der biogenen Massenflüsse (ohne Massen) des Prozesses «Vergärung» (VGÄ) mit den vier Teilprozessen Vergärung 1 (VGÄ1) bis Vergärung 4 (VGÄ4).

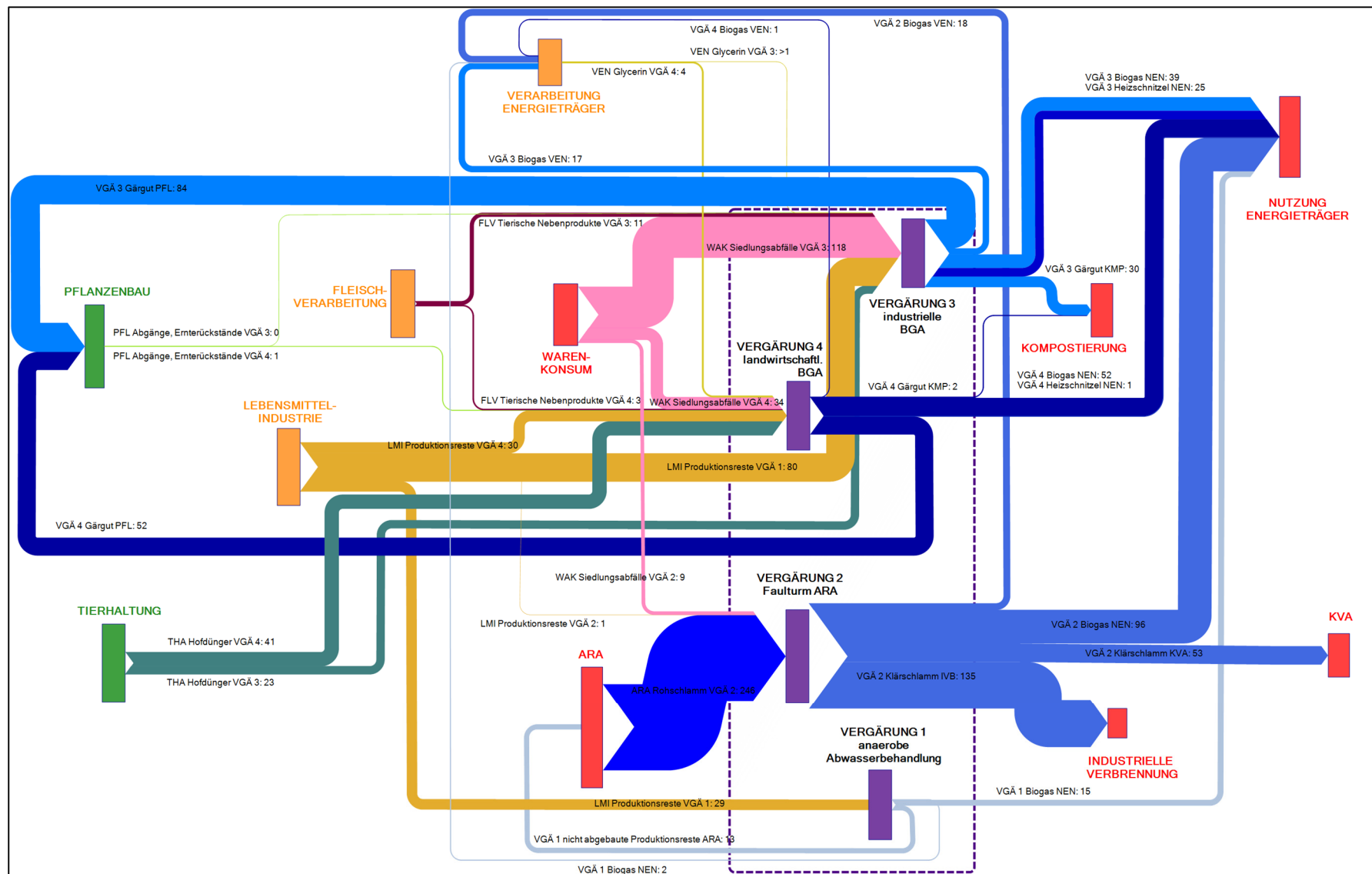


Abbildung 19 Biogene Input- und Outputflüsse für den Prozess «Vergärung» (VGÄ) mit den Teilprozessen Vergärung 1 (VGÄ1) bis Vergärung 4 (VGÄ4). Flüsse sind in 1'000 t TS angegeben.

Tabelle 25 Güterflüsse (Output) aus dem Prozess «Vergärung» (VGÄ)

Insgesamt flossen 2014 rund 0.64 Mio. Tonnen biogene Güter aus der Vergärung, was gegenüber 2009 einer Zunahme von 30 % entspricht.

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
Vergärung OUTPUT total									635'644	487'277	30
Vergärung	Nutzung Energie	VGÄ Biogas NEN	168'386'667 125'000	m3 Biogas m3 Heizschnitzel					227'689	160'610	42
VGÄ4	Verbrauch Biogas	Landwirtschaftliche Biogasanlagen ¹⁾	42'953'333	m3	(Kaufmann, 2015) Anhang B, S.56				51'544	22'945	
VGÄ3	Verbrauch Biogas	Biogas Gewerbe/Industrie ¹⁾	32'333'333	m3	(Kaufmann, 2015) Anhang B, S.59				38'800	17'866	
VGÄ2	Nutzung Klärgas	Klärgas ¹⁾	80'233'333	m3	(Kaufmann, 2015) Anhang B, S.60				96'280	99'349	
VGÄ1	Verbrauch Biogas	Biogas Industrieabwasser (anaerob) ¹⁾	12'866'667	m3	(Kaufmann, 2015) Anhang B, S.60				15'440	9'028	
VGÄ3 und 4		Heizschnitzel ²⁾	125'000	m3					25'625	11'422	
VGÄ3		davon VGÄ 3 Heizschnitzel ²⁾	120'000	m3	(Mandaliev and Schleiss, 2016) ³⁾	20.5	Energie Schweiz	2014	24'600	1'574	
VGÄ4		davon VGÄ 4 Heizschnitzel ²⁾	5'000	m3	(Mandaliev and Schleiss, 2016) ³⁾ abgelesen aus Grafik	20.5	Energie Schweiz	2014	1'025	9'847	
Vergärung	Verarb. Energie	VGÄ Biogas VEN	31'949'833	m3 Biogas					38'340	8'346	359
VGÄ4	Einspeisung Gasnetz	Biogas aus landwirtsch. Anlagen ¹⁾	1'204'833	m3	(Kaufmann, 2015) Anhang B, S.56				1'446	1'161	
VGÄ3	Autogas & Netzeinspeisung	Biogas aus Gewerbe/Industrie ¹⁾	14'025'000	m3	(Kaufmann, 2015) Anhang B, S.59				16'830	3'477	
VGÄ2	Einspeisung Erdgasnetz	Klärgas aus ARA ¹⁾	15'300'000	m3	(Kaufmann, 2015) Anhang B, S.60				18'360	3'708	
VGÄ1	Einspeisung Erdgasnetz	Biogas Industrieabwasser (anaerob) ¹⁾	1'420'000	m3	(Kaufmann, 2015) Anhang B, S.60				1'704		
Vergärung	Kompostierung	VGÄ Gärgut KMP	64'000	t					32'000	21'500	49
VGÄ4		Gärgut zur Nachrotte ³⁾	4'000	t	(Schleiss, 2017)	50	Schleiss	2005	2'000	4'300	
VGÄ3		Gärgut zur Nachrotte ³⁾	60'000	t	(Schleiss, 2017)	50	Schleiss	2005	30'000	17'200	
Vergärung	Pflanzenbau	VGÄ Gärgut PFL	929'200	t					135'120	87'327	55
VGÄ4		festes Gärgut ³⁾	10'400	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	50	Schleiss	2005	5'200	30'989	
VGÄ3		festes Gärgut ³⁾	112'800	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	50	Schleiss	2005	56'400	27'436	
VGÄ4		flüssiges Gärgut ³⁾	580'000	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	8	Hauben-sak	2005	46'400	15'330	
VGÄ3		flüssiges Gärgut ³⁾	226'000	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	12	Schleiss	2005	27'120	13'572	

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
Vergärung	ARA	VGÄ Abwasser ARA							13'153	7'494	76
VGÄ1		nicht abgebaute Produktionsreste			eigene Berechnung				13'153	7'494	
Vergärung	KVA	VGÄ Klärschlamm KVA							53'037	56'560	-6
VGÄ2		Klärschlamm			(Tezcan, 2013) S.2 ⁴⁾				53'037	56'560	
Vergärung	Industr. Verbrennung	VGÄ Klärschlamm IVB							135'279	145'440	-7
		Klärschlamm in Zementwerke			(Tezcan, 2013) S.2 ⁴⁾				52'382	44'440	
VGÄ2		Klärschlamm in Schlamm-Monoverbrennung			(Tezcan, 2013) S. 2 ⁴⁾				82'897	101'000	
Vergärung	Deponie	VGÄ Klärschlamm DEP							0	0	
VGÄ2		Klärschlamm			(Tezcan, 2013) S.2 ⁴⁾				0	0	
Vergärung	Export	VGÄ Klärschlamm Export	3'422	t					1'027	0	
VGÄ2		Klärschlamm	3'433	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	30	BAFU	2015	1'027	0 ⁵⁾	

Bemerkungen:

¹⁾ **VGÄ Biogas NEN** und **VGÄ Biogas VEN** Umgerechnet von Energie (kWh) auf m3 Biogas (CH4 und CO2) unter Annahme eines Energiegehalts von 6 kWh/m3 und umgerechnet auf t TS über die Molare Masse unter der Annahme einer Biogaszusammensetzung von 60 % CH4, 40 % CO2.

²⁾ **VGÄ Biogas NEN**: 1 m3 Fichtenschnitzelholz entspricht 170 kg Holz, 1 m3 Buchenschnitzelholz entspricht 240 kg Holz (Holzenergie Schweiz, 2014)

³⁾ **VGÄ Gärgut PFL**: VGÄ4 landwirtschaftliche Co-Vergärung, VGÄ3 industrielle Vergärung, Annahme festes Gärgut 0.8 kg/l, flüssiges Gärgut 1kg/l, Daten für das Bezugsjahr 2013

⁴⁾ **VGÄ Klärschlamm KVA; VGÄ Klärschlamm IVB; VGÄ Klärschlamm DEP; VGÄ Klärschlamm Export**: Bezugsjahr 2012

⁵⁾ **VGÄ Klärschlamm Export**: exportierter Klärschlamm wurde im 2009 als Export aus der KVA erfasst. Er betrug 2175 t TS.

Tabelle 26 Güterflüsse (Input) in den Prozess «Vergärung» (VGÄ)

Insgesamt flossen 2014 rund 0.63 Mio. Tonnen biogene Güter in die Vergärung, was einer Zunahme von 34 % gegenüber 2009 entspricht.

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
Vergärung INPUT total									629'906	470'394	34
Pflanzenbau	Vergärung	PFL Pflanzenbiomasse VGÄ	11'000	t					1'430	2'194	-35
		Abgänge, Abfälle, Rasenschnitt (VGÄ 3)	1'000	t	(Schleiss, 2017)	13	Ökostrom Schweiz	2010	130	8	
		Abgänge, Abfälle, Rasenschnitt (VGÄ 4)	10'000	t	(Schleiss, 2017)	13	Ökostrom Schweiz	2010	1'300	2'187	
Tierhaltung	Vergärung	THA Hofdünger VGÄ ¹⁾	559'000	t					63'620	41'321	54
		Hofdünger (VGÄ 3)	45'000	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	50	eigene	2017	22'500	5'399	
		Hofdünger (VGÄ 4)	514'000	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	8	Haubensak	2016	41'120	35'922	
LM-Industrie	Vergärung	LMI Produktionsreste VGÄ							139'988	33'431	319
		anaerobe Abwasserbehandlung (VGÄ 1)	28'593	t CSB	(Kaufmann, 2015) 7.2, S. 60				28'593	9'451	
		Produktionsreste in Faultürme (VGÄ 2) ²⁾	24'000	t	Berechnung aus (Bangerter, 2017; Burger, 2017)	4	eigene	2011	960	4'000	
		Produktionsreste BGA Industrie (VGÄ 3)	400'000	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	20	eigene	2011	80'000	4'391	
		Produktionsreste BGA Landwirtschaft (VGÄ 4)	100'000	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	30	eigene	2011	30'436	15'589	
Fleischverarbeitung	Vergärung	FLV Tierische Nebenprodukte VGÄ	72'500	t					13'650	4'616	196
		Produktionsreste TNP (VGÄ 3)	50'000	t	(Schleiss, 2017) inkl. inländische Gastroabfälle	21	Ökostrom Schweiz	2010	10'500	1'793	
		Produktionsreste TNP (VGÄ 4)	22'500	t	(Schleiss, 2017) inkl. inländische Gastroabfälle	14	Ökostrom Schweiz	2010	3'150	2'823	
Verarb. Energie	Vergärung	VEN Nebenprodukte VGÄ	4'100	t					3'977	2'136	86
		Glycerin (VGÄ 3)	100	t	(Schleiss, 2017)	97	eigene	2011	97	693	
		Glycerin (VGÄ 4)	4'000	t	(Schleiss, 2017)	97	eigene	2011	3'880	1'443	
Warenkonsum	Vergärung	WAK Siedlungsabfälle VGÄ	643'435	t					160'859	66'580	142
		Siedlungsabfälle in VGÄ 2	36'000	t	Hochrechnung aus (ARA Bern, 2013; AVA Abwasserverband Altenrhein, 2017; Bangerter, 2017; Burger, 2017)	25	eigene	2011	9'000	6'000	
		Siedlungsabfälle in VGÄ 3	472'681	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	25	eigene	2011	118'170	52'229	
		Siedlungsabfälle in VGÄ 4	134'754	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	25	eigene	2011	33'689	8'350	

Prozesse			Datenbasis 2014						2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t] Tendenz [+ %]
<i>total aus Gartenbau und Grünflächenunterhalt</i>			86'103	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	25	eigene	2011	21'526	13'909
<i>total aus öffentliche Sammeldienste (Separatsammlung)</i>			277'766	t	(Mandaliev and Schleiss, 2016)	25	eigene	2011	69'442	43'659
<i>total aus Gewerbe</i>			~243'000	t		25	eigene	2011	~ 60'750	
ARA	Vergärung	ARA Rohschlamm VGÄ	6'159'533	t					246'381	320'116 -23
		Rohschlamm ³⁾	6'159'533	t	(Thees et al., 2017)	4	WSL	2017	246'381	320'116

Bemerkungen:

¹⁾ **THA Hofdünger VGÄ:** In die gewerblich-industrielle Vergärung (VGÄ 3) kommt an Hofdünger nur Rinderfestmist und Hühnermist, keine Gülle. Weshalb ein TS Wert von 50 % angenommen wurde.

²⁾ **LMI Produktionsreste VGÄ:** Annahme VGÄ 2 v.a. Molke mit einem tiefen TS-Gehalt.

³⁾ **ARA Rohschlamm VGÄ:** Unterschiedliche Berechnungsmethoden 2009 / 2014.

3.5.5 Abwasserreinigung (ARA)

In diesem Prozess werden kommunale und industrielle Einrichtungen zur Abwasserreinigung zusammengefasst. Die auf dem Gelände von Abwasserreinigungsanlagen oft vorhandenen Faultürme sowie industrie-eigene Einrichtungen zur anaeroben Abwasserbehandlung sind nicht Teil des Prozesses, sondern sind im Prozess Vergärung (VGÄ) als Teilprozess integriert. (Abbildung 20, Tabelle 27, Tabelle 28)

Die Frachtmengen (Inputströme) der Industrien liegen als CSB Werte aus der Studie „Bericht Methanisation“ vor Leon et al. (2016). Es wurde die Annahme getroffen, dass 40 % der CSB Fracht aus den Industrien in kommunalen Abwasserreinigungsanlagen und 60 % in betriebsinternen Abwasserreinigungsanlagen gereinigt werden. Letztere werden in diesem Bericht jedoch nicht explizit erfasst.

Laut Tezcan (2013), werden 3 % des Klärschlamm exportiert, 27 % gelangt in Kehrlichtverbrennungsanlagen, ebenfalls 27 % wird in Zementwerken verbrannt und 43 % wird in Schlammverbrennungsanlagen verarbeitet.

ARA Rohschlamm VGÄ: Anteil des Rohschlamm (Primär- und Überschussschlamm), welcher zur Gasgewinnung in die Faultürme geleitet wird (Thees et al., 2017). Der Anteil am gesamten Rohschlamm, der in die Vergärung geht wurde dabei von Kind und Levy (2012) auf 93 % geschätzt. Die restlichen 7 % des Rohschlamm werden oft nach Entwässerung thermisch verwertet (Daten hier nicht dargestellt).

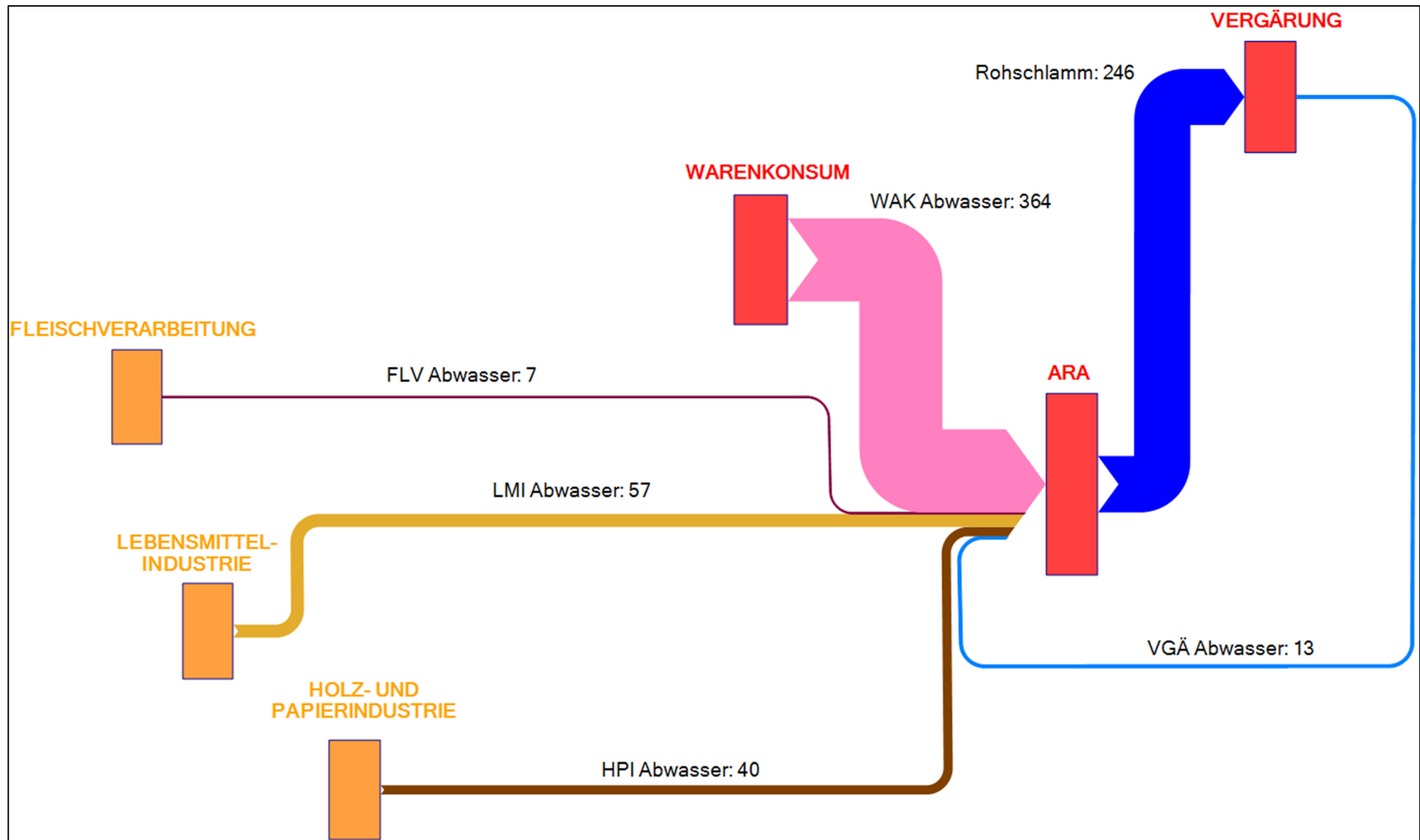


Abbildung 20 Biogene Input- und Outputflüsse für den Prozess «Abwasserreinigung» (ARA). Flüsse sind in 1'000 t TS angegeben.

Tabelle 27 Güterflüsse (Output) aus dem Prozess «Abwasserreinigung» (ARA)

Insgesamt flossen 2014 rund 0.25 Mio. Tonnen biogene Güter aus der Abwasserreinigung, was einer Abnahme von 23 % gegenüber 2009 entspricht.

Prozesse			Datenbasis 2014							2009		
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]	
ARA OUTPUT total									246'381	320'116	-23	
ARA	Vergärung	ARA Rohschlamm Vergärung	6'159'533	t					246'381	320'116	-23	
		Rohschlamm ¹⁾	6'159'533	t	(Thees et al., 2017)	4	WSL	2017	246'381	320'116		

Bemerkungen: ¹⁾ ARA Rohschlamm VGÄ: Unterschiedliche Berechnungsmethoden 2009 / 2014.

Tabelle 28 Güterflüsse (Input) in den Prozess «Abwasserreinigung» (ARA)

Insgesamt flossen 2014 rund 0.48 Mio. Tonnen biogene Güter in die Abwasserreinigung, was einer geringen Abnahme von 1 % gegenüber 2009 entspricht.

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
ARA INPUT total									480'930	487'668	-1
Holz- und Papierind.	ARA	HPI Abwässer ARA	40'214	t CSB					40'214	60'000	-33
		Abwasser ¹⁾	40'214	t CSB	Berechnung aus (Leon et al., 2016)				40'214	60'000	
LM-Industrie	ARA	LMI Abwässer ARA	57'016						57'016	73'478	-22
		Abwasser Lebensmittelindustrie ¹⁾	57'016	t CSB	Berechnung aus (Leon et al., 2016)				57'016	73'478	
Fleischverarbeitung	ARA	FLV Abwasser ARA	6'570	t CSB					6'570	5'000	31
		Abwasser ¹⁾	6'570	t CSB	Berechnung aus (Leon et al., 2016)				6'570	5'000	
Warenkonsum	ARA	WAK Siedlungsabwasser ARA	363'978	t CSB					363'978	341'696	7
		Haushaltsabwässer	363'978	t CSB	Hochrechnung mit aktuellen Einwohnerzahlen				363'978	341'696	
Vergärung	ARA	VGÄ Abwasser ARA							13'153	7'494	76
VGÄ1		nicht abgebaute Produktionsreste			eigene Berechnung ²⁾				13'153	7'494	

Bemerkung:

¹⁾ **HPI Abwässer ARA, LMI Abwässer ARA, FLV Abwasser ARA:** Es wurde angenommen, dass 60 % betriebsintern und 40 % in kommunalen Abwasserreinigungsanlagen gereinigt wird.

²⁾ **VGÄ Abwasser ARA:** Annahme LMI VGÄ1 minus Biogas Industrie (anaerob) TS.

3.5.6 Kehrichtverbrennung (KVA)

Der Prozess, welcher die Verbrennung von (biogenen oder anteilig biogenen) Abfällen in der Kehrichtverbrennungsanlage umfasst, hat lediglich einen stofflichen (anorganischen) Outputstrom, die Verbrennungsrückstände (Abbildung 21, Tabelle 29, Tabelle 30).

Bei den Verbrennungsrückständen werden keine Rückstände der Rauchgasreinigung berücksichtigt, da eine Zuordnung auf biogene Güter schwer möglich ist.

Für die Verbrennungsrückstände wird ein Fluss ohne Mengenabgaben dargestellt.

KVA Verbrennungsrückstände DEP: Anteil an den Schlacken und Aschen, der den in der KVA entsorgten biogenen Gütern zurechenbar ist und deponiert wird.

KVA Export: sämtliche Siedlungsabfälle (inklusive Klärschlamm) aus Industrie und Haushalt, die zur Entsorgung ins Ausland exportiert werden (Bunge, 2017; Tezcan, 2013).

Import KVA: sämtliche ausländischen Siedlungsabfälle (inklusive Klärschlamm), welche in die Schweiz eingeführt und dort verbrannt werden (BAFU, 2015b). Es wird dabei zu Grunde gelegt, dass die Zusammensetzung (biogener Anteil) des importierten Hauskehrichts weitgehend dem Schweizer Abfall entspricht (BAFU, 2014).

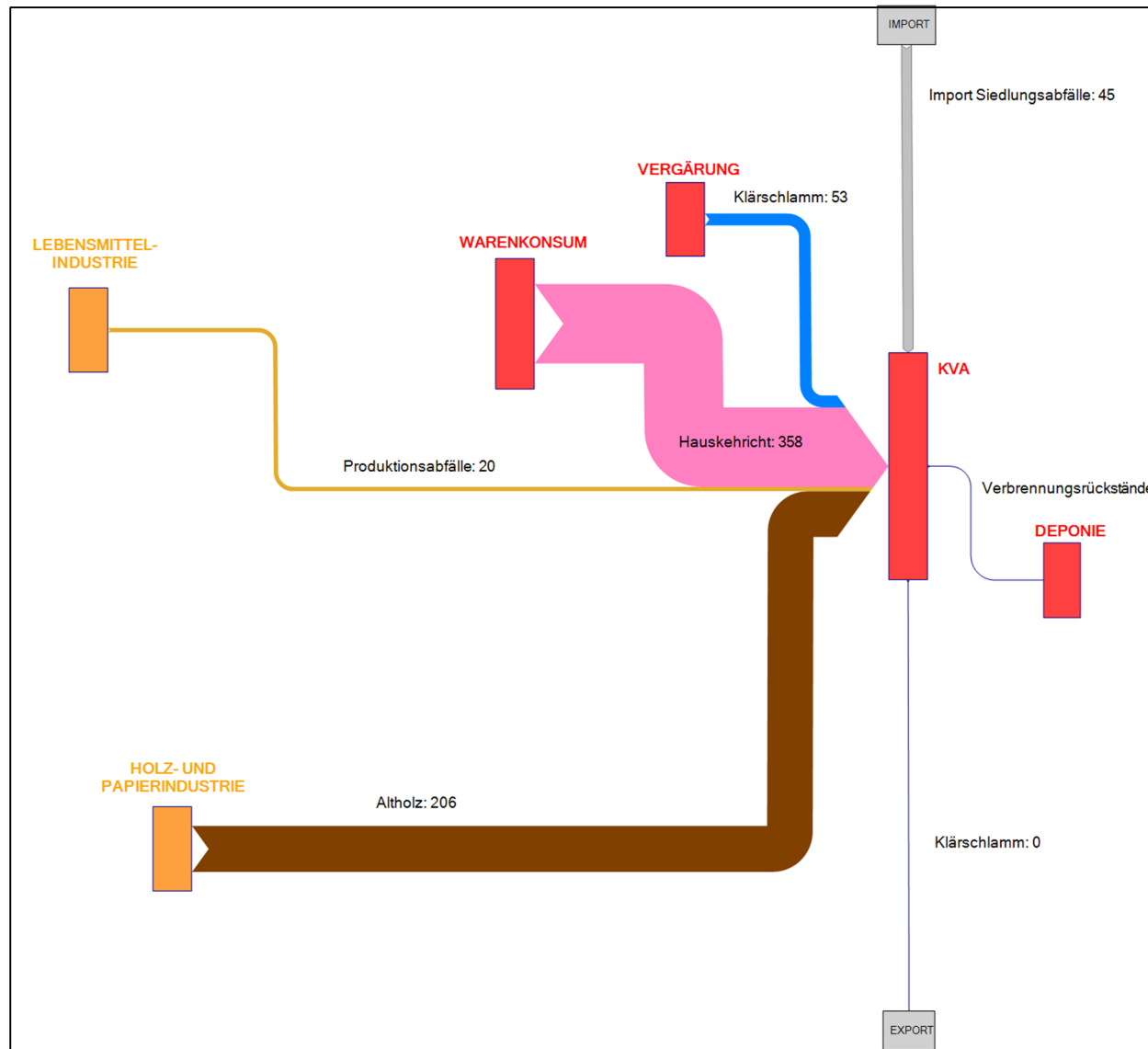


Abbildung 21 Biogene Input- und Outputflüsse für den Prozess «Kehrichtverbrennung» (KVA). Flüsse sind in 1'000 t TS angegeben.

Tabelle 29 Güterflüsse (Output) aus dem Prozess «Kehrichtverbrennung» (KVA)

Da Asche keine biogene Masse darstellt und 2014 weder Siedlungsabfälle noch Klärschlamm exportiert wurden, floss 2014 kein Massenfluss aus der Kehrichtverbrennung.

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
KVA OUTPUT total									0	9'788	
KVA	Deponie	KVA Verbrennungsrückstände DEP							0	7'613	
		Asche ¹⁾							0	7'613	
KVA	Export	Export Abfälle							0	2'175	
		biogene Siedlungsabfälle	0	t	(Bunge, 2017)				0	0	
		exportierter Klärschlamm			(Tezcan, 2013) S. 2				0	2'175	

Bemerkungen: ¹⁾ **KVA Verbrennungsrückstände DEP:** ab Update 2014 wird Asche nicht mehr mengenmässig bilanziert, da Asche kein organisches Material darstellt.

Tabelle 30 Güterflüsse (Input) in den Prozess «Kehrichtverbrennung» (KVA)

Insgesamt flossen 2014 rund 0.68 Mio. Tonnen biogene Güter in die Kehrichtverbrennung, was einer Abnahme von 11 % gegenüber 2009 entspricht.

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
KVA INPUT total									682'429	765'617	-11
Holz- und Papierind.	KVA	HPI übrige Brennst. Holz und (Papier) KVA	412'784	m3					206'392	188'354	10
		Altholz	411'600	m3	(Primas et al., 2015) S. 63	50	Primas	2015	205'800	188'354	
LM-Industrie	KVA	LMI Produktionsreste KVA							20'000	153'297	-87
		Produktionsreste	(Mosberger et al., 2016)						20'000	153'297	
Nutzung Energie	KVA	NEN Verbrennungsrückstände KVA	k.A.						k.A.	6'974	
		biogener Ascheanteil ¹⁾								6'974	
Warenkonsum	KVA	WAK biogene Siedlungsabfälle KVA	1'431'783	t					357'946	325'850	10
		biogener Anteil Kehricht (Entsorg. CH) ²⁾	1'431'783	t	(BAFU, 2014)	25	Lötscher	1997	357'946	325'850	
		biogener Anteil exportierter Kehricht	0	t	(Bunge, 2017)	25	Lötscher	1997	0	0	
Vergärung	KVA	VGÄ Klärschlamm KVA							53'037	56'560	-6
		VGÄ2 Klärschlamm	(Tezcan, 2013)						53'037	56'560	
Import	KVA	Import Abfall	178'611	t					45'055	34'583	30
		importierter Klärschlamm	8'037	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	30	Tezcan	2013	2'411	484	
		biogener Anteil Siedlungsabfälle	170'574	t	(BAFU, 2015b)	25	Lötscher	1997	42'644	34'099	

Bemerkungen: ¹⁾ **NEN Verbrennungsrückstände KVA:** ab 2014 wird Asche nicht mehr mengenmässig bilanziert, da Asche kein organisches Material darstellt.

²⁾ **WAK biogene Siedlungsabfälle KVA:** Der biogene Anteil im Haushaltskehricht beträgt gemäss einer Erhebung zur Kehrichtzusammensetzung aus dem Jahr 2012 bezogen auf die Masse rund 51 % (inkl. Papier, Karton, organische Naturprodukte) (BAFU, 2014)

3.5.7 Deponie (DEP)

Der Prozess DEP und das Lager DEP sind separat dargestellt, da es sich um zwei voneinander unabhängige Teilprozesse handelt (Abbildung 22, Tabelle 31, Tabelle 32).

Der Prozess DEP umfasst die Deponierung von anorganischen Verbrennungsrückständen (aus den Prozessen NEN, KVA, VGÄ und IVB). Diese Flüsse werden ab Update 2014 zwar noch dargestellt, jedoch nicht mehr bilanziert, da Asche kein biogenes Gut darstellt. Der Prozess DEP verursacht selber keinen Outputstrom.

Deponien fungieren auch als Lager, aus denen Deponiegas (Outputstrom) entweicht. Die Befüllung dieses Lagers fand jedoch in der Vergangenheit durch die Deponierung organischen Materials statt. Ein aktueller Inputstrom an organischem Material in dieses Lager fehlt, da keine organischen Deponierungen mehr erlaubt sind (TVA, 2011) .

DEP Deponiegas NEN: Nutzung des entweichenden Deponiegases für Energiezwecke

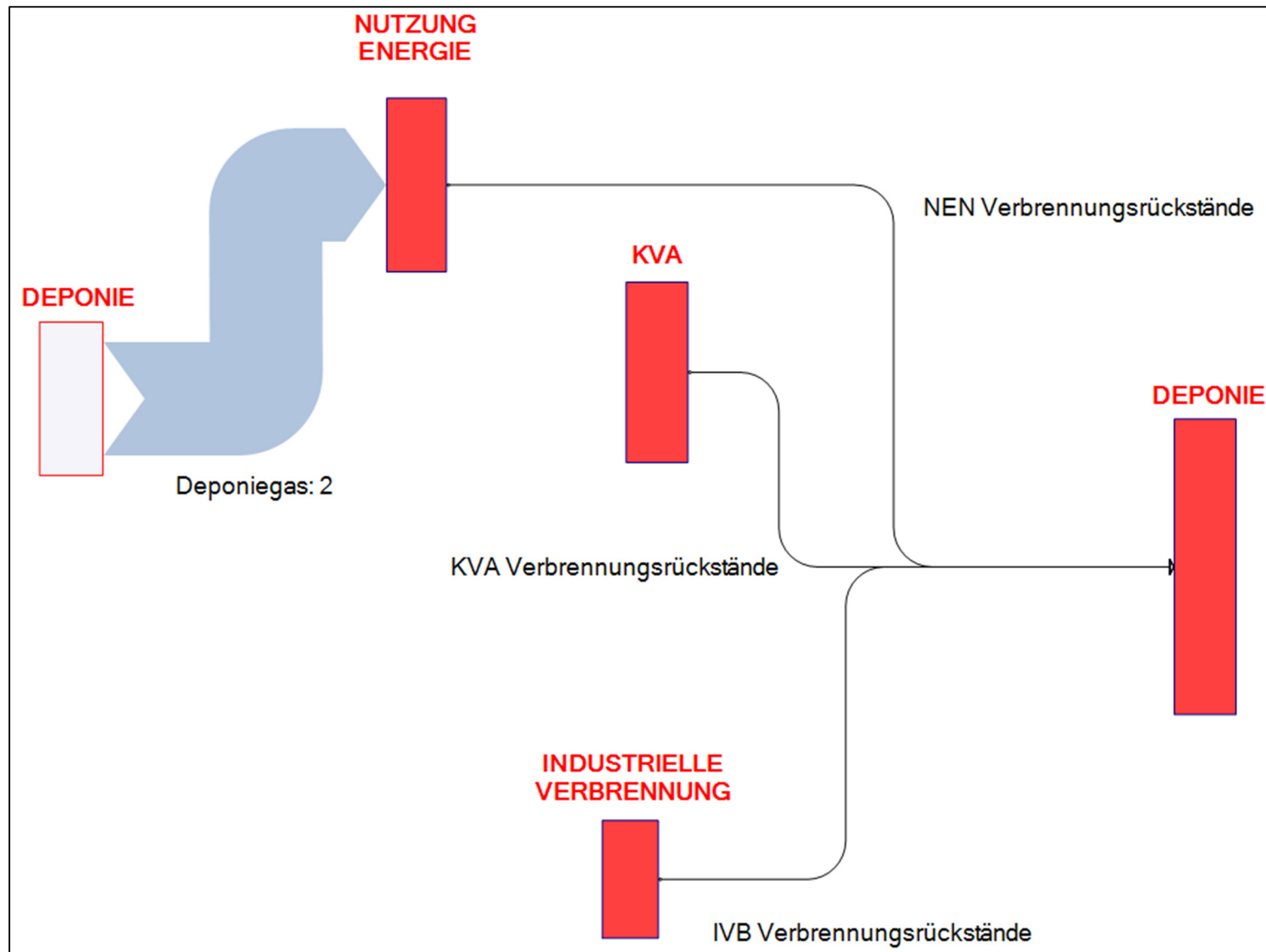


Abbildung 22 Biogene Input- und Outputflüsse für den Prozess «Deponie» (DEP). Flüsse sind in 1'000 t TS angegeben.

Tabelle 31 Güterflüsse (Output) aus dem Prozess «Deponie» (DEP)

2014 flossen knapp 0.002 Mio. Tonnen biogene Güter in Form von Deponiegas aus Deponien, was einer Abnahme von 59 % gegenüber 2009 entspricht.

Prozesse			Datenbasis 2014						2009		
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
Deponie OUTPUT total									1'767	4'276	-59
Deponie	Nutzung Energie	DEP Deponiegas NEN	1'455'000	m3					1'767	4'276	
		Deponiegas ¹⁾	1'455'000	m3	(Kaufmann, 2015) S. 67				1'767	4'276	

Bemerkung: ¹⁾ **DEP Deponiegas NEN:** Umgerechnet von Energie (kWh) auf m3 Biogas unter Annahme eines Energiegehalts von 6 kWh/m3 und umgerechnet auf t TS über die Molare Masse unter der Annahme einer Biogaszusammensetzung von 60 % CH₄, 40 % CO₂.

Tabelle 32 Güterflüsse (Input) in das Lager «Deponie» (DEP)

Da Asche keine biogene Masse darstellt, wird für 2014 kein Massenfluss in Deponien bilanziert.

Prozesse			Datenbasis 2014						2009		
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
Deponie Input total									0	14'310	
Nutzung Energie	Deponie	NEN Verbrennungsrückstände DEP			siehe Bemerkung ¹⁾				0	1'622	
		biogener Ascheanteil							0	1'622	
Vergärung	Deponie	VGÄ Klärschlamm DEP			siehe Bemerkung ¹⁾				0	0	
		VGÄ2 Klärschlamm-Asche							0	0	
KVA	Deponie	KVA Verbrennungsrückstände DEP			siehe Bemerkung ¹⁾				0	7'613	
		Asche							0	7'613	
industr. Verbrennung	Deponie	IVB Verbrennungsrückstände DEP			siehe Bemerkung ¹⁾				0	5'076	
		biogener Ascheanteil							0	5'076	

Bemerkung: ¹⁾ ab Update 2014 wird Asche nicht mehr mengenmässig bilanziert, da Asche kein organisches Material darstellt.

3.5.8 Industrielle Verbrennung (IVB)

Dieser Prozess beinhaltet die Verwertung biogener (bzw. anteilig biogener) Abfälle mittels Verbrennung in industriellen Fertigungsprozessen. Hauptzweck ist die stoffliche Entsorgung dieser Abfälle (im Gegensatz zu NEN Nutzung Energieträger, bei der die energetische Nutzung im Vordergrund steht). Bedeutende Beispiele sind die Monoverbrennungen von Klärschlamm oder TNP in Zementwerken. Auch die Kategorie 19 der Holzenergiestatistik fällt hierunter (Altholz-, Restholz-, Rindennutzung in vorwiegend industriellen Feuerungen). (Abbildung 23, Tabelle 33, Tabelle 34)

Die Verbrennungsrückstände sind entsorgungspflichtig und dürfen nicht in die Landwirtschaft ausgebracht werden, sondern müssen deponiert werden. Zu den Ascheanteilen werden in der vorliegenden Studie keine Mengenangaben mehr gemacht, da es sich dabei um kein biogenes Material handelt. Es wird nur ein Güterfluss ohne Mengenangabe dargestellt.

Im Jahr 2014 sind verglichen zu 2009 ca. 11 % mehr biogene Güter in den industriellen Verbrennungen verwertet worden. Bei diesem Anstieg handelt es sich hauptsächlich um Altholz, welches energetisch verwertet wurde (Primas et al., 2015).

IVB Verbrennungsrückstände DEP: biogener Ascheanteil der verbrannten Güter, welcher deponiert wird.

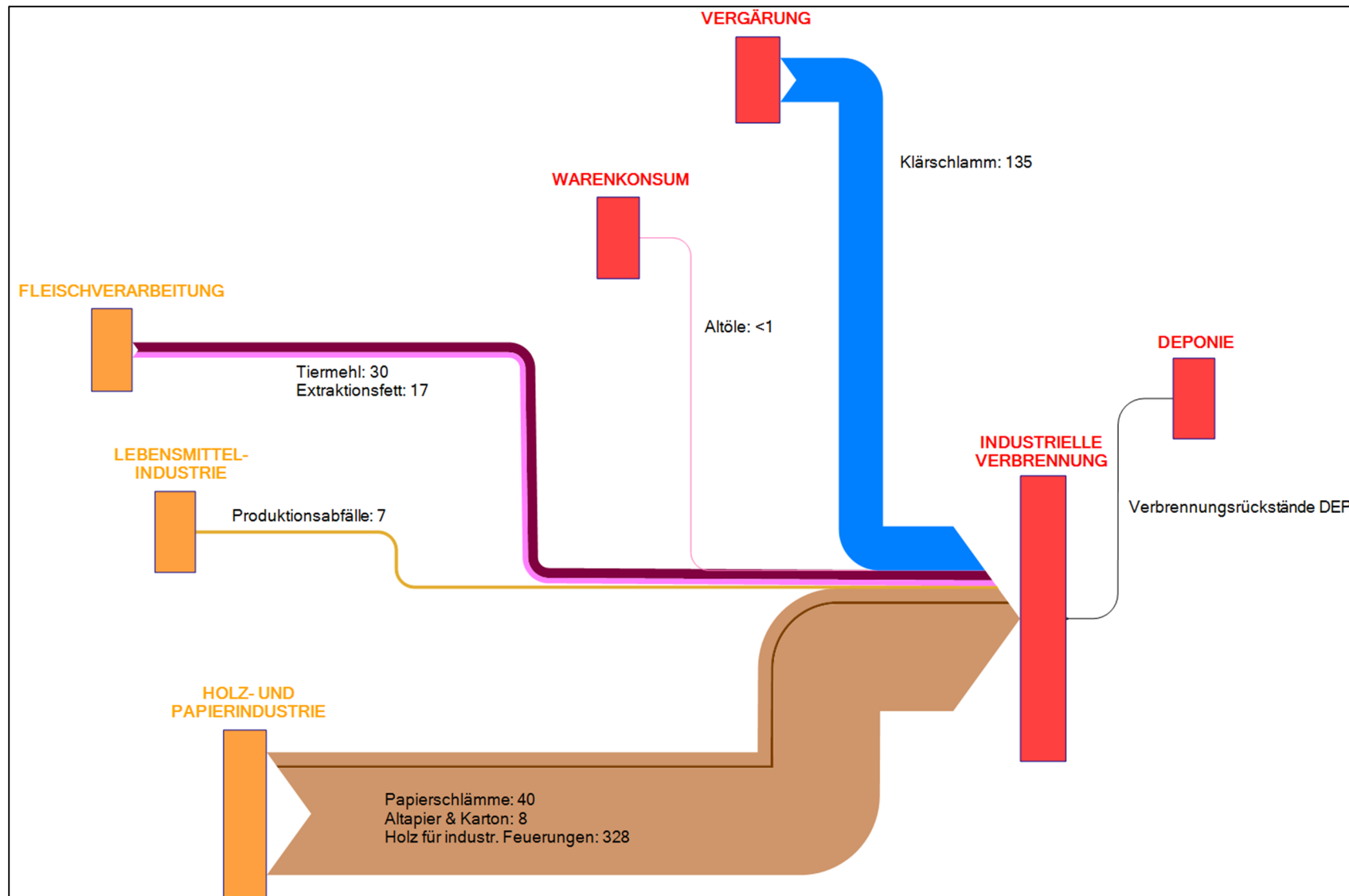


Abbildung 23 Biogene Input- und Outputflüsse für den Prozess «Industrielle Verbrennung» (IVB). Flüsse sind in 1'000 t TS angegeben.

Tabelle 33 Güterflüsse (Output) aus dem Prozess «Industrielle Verbrennung» (IVB)

Da Asche keine biogene Masse darstellt, wird für 2014 kein Massenfluss aus der Industriellen Verbrennung bilanziert.

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
Industrielle Verbrennung Output total									0	5'076	
Industr. Verbrennung	Deponie	IVB Verbrennungsrückstände DEP							0	5'076	
		biogener Ascheanteil ¹⁾							0	5'076	
Industr. Verbrennung	Pflanzenbau	IVB Verbrennungsrückstände PFL							0	k.A.	
		biogener Ascheanteil ¹⁾							0		

Bemerkung: ¹⁾ IVB Verbrennungsrückstände DEP und IVB Verbrennungsrückstände PFL: ab 2014 wird Asche nicht mehr mengenmässig bilanziert, da Asche kein organisches Material darstellt.

Tabelle 34 Güterflüsse (Input) in den Prozess «Industrielle Verbrennung» (IVB)

Insgesamt flossen 2014 rund 0.67 Mio. Tonnen biogene Güter aus der Industriellen Verbrennung, was einer Abnahme von 11 % gegenüber 2009 entspricht.

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
Industrielle Verbrennung Input total									565'495	507'597	11
Holz- und Papierind.	industr. Verbrennung	HPI übrige Brennst. Holz und Papier IVB	k.A.						375'571	298'919	26
		Altpapier/Karton			(Kaufmann, 2015) Anhang B 6.2 ¹⁾				8'261	10'407	
		Papierschlämme			(Kaufmann, 2015) Anhang B 6.2 ¹⁾				39'678	29'407	
		Zellstoffablaugen ²⁾									
		Kategorie 19 (industrielle Feuerungen)	655'265	m3	(Primas et al., 2015) S. 70	0.5t/m3	eigene	2017	327'633	259'105	
		davon Altholz	560'000	m3	(Primas et al., 2015) S. 30	0.5t/m3	eigene	2017	280'000	176'000	
LM- Industrie	industr. Verbrennung	LMI Produktionsreste IVB	k.A.						7'480	9'000	-17
		Tabakstaub			Hochrechnung (Baum et al., 2012)				7'480	9'000	
Fleisch-verarbeitung	industr. Verbrennung	FLV tierische Nebenprodukte IVB	49'051	t					46'954	53'638	-12
		Rohmenge zu TMF Bazenheid	44'253	t	(TMF, 2015) S.5						
		Rohmenge zu GZM	91'070	t	(GZM, 2016) S. 7						
		Bazenheid Tiermehl	9'308	t	(TMF, 2015) S. 5	94	Lötscher	1997	8'750	9'907	
		GZM Tiermehl	22820	t	(GZM, 2016) S. 8	94	Lötscher	1997	21'451	25380	
		GZM Extraktionsfett	11150	t	(GZM, 2016) S. 8	99	Lötscher	1997	11'039	11880	
		Bazenheid Extraktionsfett	5'773	t	(TMF, 2015) S. 5	99	Lötscher	1997	5'715	6'472	
Warenkonsum	industr. Verbrennung	WAK Altmaterial IVB	232'000	l					211	600	-65
		Altspeiseöl	232'000	l	(Kaufmann, 2015) S. 60	100	Souci	2004	211	600	
Vergärung	industr. Verbrennung	VGÄ Klärschlamm IVB							135'279	145'440	-7

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
VGÄ2		Klärschlamm in Zementwerke			(Tezcan, 2013) S. 2 ³⁾				52'382	44440	
		Klärschlamm in Schlamm-Monoverbrennung			(Tezcan, 2013) S. 2 ³⁾				82'897	101000	

Bemerkungen:

¹⁾ **HPI übrige Brennst. Holz und Papier IVB:** Die Endenergie (GWh) wurde mit einem Heizwert Hu von 4.7 kWh/kg auf die Menge Trockensubstanz (t TS) zurückgerechnet.

²⁾ **HPI übrige Brennst. Holz und Papier IVB:** Zellstoffablaugung Borregaard Schweiz nicht mehr aktiv

³⁾ **VGÄ Klärschlamm IVB:** Daten aus der Studie von Tezcan (2013) beziehen sich aufs Jahr 2012

3.5.9 Import- und Exportmengen (IMP, EXP)

In die Schweiz importierte und aus der Schweiz exportierte Güter werden direkt den jeweiligen Prozessen zugeordnet. Die Quellen des Imports sowie die Senken des Exports werden nicht weiter spezifiziert, d.h. es werden keine Herkunfts- oder Zielländer angegeben. Die Datenlage für die Flüsse Import und Export ist mehrheitlich gut. Für Konsumgüter der Sektoren Produktion und Verarbeitung stammen die Daten vor Allem aus der Aussenhandelsstatistik, dem Jahrbuch Wald und Holz, vom Verband der Schweizerischen Zellstoff-, Papier- und Kartonindustrie (ZPK) und vom Schweizer Bauernverband während im Sektor Nutzung und Entsorgung auf Abfallstatistiken des Bundes zurückgegriffen wird (BAFU, 2015a, 2015b; Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017; SBV, 2016; ZPK, 2015).

Während die Exporte 2014 verglichen mit 2009 um rund 9 % rückläufig waren, stiegen die Importe um rund 5 % an. Einzelne Teilflüsse änderten sich jedoch stärker.

Im Einzelnen umfassen die Import- und die Exportflüsse folgende Güter:

Import THA: lebende Tiere sowie für die Tierfütterung bestimmte Waren (v.a. Getreide, Soja, Stroh), welche in die Schweiz eingeführt werden. Über den Import von Hofdünger existieren kaum zuverlässige Daten, weshalb dieser Fluss in der vorliegenden Studie nicht erfasst wurde.

Import HPI: sämtliche Papier- und Holzzeugnisse inkl. Zellstoff sowie importierte Zwischen- und Abfallprodukte.

Import LMI: sämtliche für den menschlichen Verzehr eingeführten Lebensmittel und Genussmittel und deren Ausgangsprodukte.

Import FLV: eingeführtes Schlachtvieh und Fleischprodukte. Der für die Herstellung von Tierfutter importierte Fluss enthält einen nicht weiter spezifizierten Anteil an pflanzlichem Material.

Import AND: nicht für den menschlichen Verzehr eingeführte biogene Güter und Zwischenprodukte mehrheitlich pflanzlichen Ursprungs.

Import VEN: in die Schweiz eingeführte Produkte und Nebenprodukte der Energieverarbeitung.

Import KVA: eingeführte Siedlungsabfälle (inklusive Klärschlamm und Rohschlamm), welche in der Schweiz verbrannt werden. Es wird davon ausgegangen, dass der biogene Anteil des eingeführten Hauskehrichts weitgehend demjenigen des Schweizer Kehrichts entspricht.

THA Export: ausgeführte lebende Tiere sowie zur Tierfütterung bestimmte Waren, welche ausgeführt werden. Nach wie vor sind kaum zuverlässige Daten zum Export von Hofdünger greifbar, weshalb dieser Fluss in der vorliegenden Studie nicht erfasst wurde.

HPI Export: sämtliche Papier- und Holzzeugnisse sowie Zwischen- und Abfallprodukte, welche ausgeführt werden.

LMI Export: Ausfuhr von Lebensmitteln und Genussmitteln, welche im Inland produziert, verarbeitet oder umgeschlagen, d.h. zuvor importiert wurden.

FLV Export: ausgeführte Schlachttiere und Fleischprodukte sowie Knochen, Leder und Häute. Exportiertes Tierfutter enthält einen nicht weiter spezifizierten Anteil an pflanzlichem Material.

AND Export: nicht für den menschlichen Verzehr ausgeführte biogene Güter und Zwischenprodukte.

VEN Export: ins Ausland ausgeführte Produkte und Nebenprodukte der Energieverarbeitung.

KVA Export: sämtliche Siedlungsabfälle (inklusive Klärschlamm und Rohschlamm) aus Industrie und Haushalt, die zur Entsorgung ins Ausland exportiert werden.

Tabelle 35 **Güterflüsse «Export»**

Insgesamt flossen 2014 rund 3.54 Mio. Tonnen biogene Güter in den Export, was gegenüber 2009 einer Abnahme von 9 % entspricht.

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
Export total			4'497'182	t					3'543'660	3'906'668	-9
Tierhaltung	Export	Export Tiere und Tierfutter	36'441	t					30'189	23'281	30
		lebende Tiere	3'422	t	(SBV, 2016) 5.2	30	eigene	2011	1'027	1'179	
		Hülsenfrüchte FM	26	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	Souci	2009	7	0	
		Mehl, Pellets, Stärke, Gries FM	0	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	90	eigene	2011	0	21	
		Sojabohnen FM	0	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	92	Souci	2009	0	39	
		Kerne, Samen, ölhaltige FM	85	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	98	Souci	2009	83	86	
		Mehl aus Zuckerrüben, Algen, Johannisbrot FM	0	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	90	eigene	2011	0	27	
		Heu und Futterrüben FM	391	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	88	ART	2006	344	3'520	
		pflanzliche Öle & Fette FM	3	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	100	eigene	2011	3	4	
		andere Öle und Fettmischungen FM	365	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	100	eigene	2011	365	142	
		Glucose, Zucker FM	3'031	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	100	Souci	2009	3'031	3'026	
		Kakao Verarbeitungsreste FM	0	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	94	Souci	2009	0	14	
		Hefen FM	4'046	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	90	eigene	2011	3'641	2'801	
		Grieben, Fleisch- & Fischpellets FM	12'767	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	90	eigene	2011	11'490	6'185	
		Sojakuchen u.a. Verarbeitungsreste FM	3'243	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	90	Müller	1995	2'919	3'274	
		Tierfutterzubereitungen FM	8'609	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	6'887	2'391	
		Fettsäuren FM	24	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	60	eigene	2011	14	18	
		Stroh und Spreu	429	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	88	Sattler	2006	378	554	
Holz- und Papierind.	Export	Export Papier und Holz	3'440'431	t					2'873'593	3'241'068	-11
		Papier & Karton	891'325	t	(ZPK, 2015) S. 11	91	Müller	1995	811'106	962'438	
		Faserstoffe	105'853	t	(ZPK, 2015) S. 19	50	eigene	2011	52'927	30'188	
		davon Zellstoff	10'157	t	(ZPK, 2015) S. 19	50	eigene	2011	5'079	9'287	
		davon deinked Pulp	95'620	t	(ZPK, 2015) S. 19	50	eigene	2011	47'810	18'013	

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
		davon Holzstoff	76	t	(ZPK, 2015) S. 19	50	eigene	2011	38	2'888	
		Altpapier	499'621	t	(ZPK, 2015) S. 16	91	Müller	1995	454'655	500'949	
		Stammholz (Nadel & Laub)	608'028	t					486'422	391'080	
		davon Nadel	450'669	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	eigene	2017	360'535	211'560	
		davon Laub	157'359	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	eigene	2017	125'887	179'520	
		Industrieholz Laub und Nadel	79'981	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	eigene	2017	63'985	63'820	
		davon Nadel								35'260	
		davon Laub								28'560	
		Energieholz (Nadel & Laub)	7'568	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	eigene	2017	6'054	k.a.	
		Schnittholz (Nadel & Laub)							87'373	206'920	
		davon Nadel	93'556	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	eigene	2017	74'845	192'640	
		davon Laub	15'660	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	eigene	2017	12'528	14'280	
		Furniere	1'707	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	eigene	2011	1'366	1'339	
		Sperrholz	2'714	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	eigene	2011	2'171	1'678	
		Spanplatten	1'259	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	1'007	768	
		Faserplatten	4'474	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	3'579	153'034	
		Holzwolle/Holzmehl	224	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	179	143	
		Holzschliff	76	t	(BAFU, 2015a) S. 107	80	eigene	2017	61	1'911	
		Zellulose	95'761	t	(BAFU, 2015a) S. 107	80	eigene	2011	76'609	48'500	
		Halbfabrikate	1'939	t	(BAFU, 2015a) S. 107	80	eigene	2011	1'551	1'928	
		Bahnschwellen	16'113	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	12'890	10'746	
		Baumaterial	37'100	t	(BAFU, 2015a) S. 107	80	eigene	2011	29'680	15'174	
		Packmaterial	32'502	t	(BAFU, 2015a) S. 107	80	eigene	2011	26'002	16'408	
		Holzwaren	4'598	t	(BAFU, 2015a) S. 107	80	eigene	2011	3'678	4'872	
		Möbel	43'006	t	(BAFU, 2015a) S. 107	80	eigene	2011	34'405	30'500	
		Bücher, Zeitungen, Drucke	27'866	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	22'293	47'532	
		Holzgebäude vorgefertigt	1'893	t	(BAFU, 2015a) S. 107	80	eigene	2011	1'514	1'528	
		vertrauliche Transaktionen Holz	353'560	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	282'848	187'113	

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
		Restholz und Altholz davon Restholz davon Altholz	514'047	t	(BAFU, 2015a) S. 102	80	eigene	2017	411'238	562'500 158'000 404'500	
LM-Industrie	Export	Export Lebensmittel	716'690	t					480'441	428'949	12
		Fisch, Krebs, Weichtiere	617	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	Souci	2009	154	62	
		Milch und Rahm	16'792	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	Souci	2009	4'198	10'176	
		Joghurt, Kefir	6'969	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	13	Souci	2009	906	977	
		Molke u. ä.	90'878	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	6	Souci	2009	5'453	3'814	
		Butter	3'126	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	85	Souci	2009	2'657	3'573	
		Käse und Quark	63'675	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	55	Souci	2009	35'021	31'359	
		Eier	375	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	26	Souci	2009	98	41	
		Honig	632	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	89	Souci	2009	562	453	
		geniessbare Waren tierischen Ursprungs	23	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	eigene	2011	6	2	
		Kartoffeln	3'821	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	22	Souci	2009	841	330	
		Tomaten	169	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	16	Souci	2009	27	26	
		Speisezwiebeln, Knoblauch, Lauch	81	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	12	Souci	2009	10	5	
		Kohlgewächse	95	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	9	Souci	2009	9	7	
		Salate und Zichorien	103	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	6	Souci	2009	6	8	
		Karotten, Wurzelgemüse	6	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	12	Souci	2009	1	146	
		Gurken	4	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	4	Souci	2009	0	3	
		Hülsenfrüchte	14	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	Souci	2009	4	2	
		andere Gemüse	332	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	10	Souci	2009	33	42	
		Gemüse getrocknet	95	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	98	Souci	2009	93	161	
		Hülsenfrüchte getrocknet	44	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	98	Souci	2009	43	50	
		Nüsse	720	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	Souci	2009	684	519	
		Bananen	7	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	26	Souci	2009	2	0	
		Zitrusfrüchte	231	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	12	Souci	2009	28	14	
		andere Früchte & Obst	7'080	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	15	Souci	2009	1'062	472	

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
		getrocknete Früchte	239	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	98	Souci	2009	234	99	
		Schalen von Früchten	22	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	Souci	2009	21	4	
		Kaffee	58'297	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	97	Souci	2009	56'548	27'569	
		Tee, Gewürze	4'626	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	Souci	2009	4'395	1'673	
		Getreide	4'111	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	87	Souci	2009	3'577	1'176	
		Müllereierzeugnisse	7931	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	90	Souci	2009	7'138	5'405	
		Sojabohnen	31	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	92	Souci	2009	29	292	
		Kerne, Samen, ölhaltige Pflanzen	278	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	98	Souci	2009	272	606	
		Hopfen	30	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	90	eigene	2011	27	34	
		andere geniessbare pflanzliche Waren	27	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	20	eigene	2011	5	43	
		tierische Öle und Fette	1'512	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	100	Souci	2009	1'512	1'064	
		pflanzliche Öle & Fette	503	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	100	Souci	2009	503	3'788	
		andere Öle und Fettmischungen	18'746	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	100	Souci	2009	18'746	5'466	
		Zucker und Zuckerwaren	28'407	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	100	Souci	2009	28'407	21'154	
		Kakao	128'943	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	94	Souci	2009	121'206	99'125	
		Getreidezubereitungen	168'445	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	87	eigene	2011	146'547	130'090	
		Gemüse-, Fruchtzubereitung	49'031	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	15	Souci	2009	7'355	25'871	
		verschiedene LM Zubereitungen (Saucen, Suppen, Brühen)	8'080	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	15	eigene	2011	1'212	24'340	
		Getränke und alkohol. Flüssigkeiten	10'182	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	10	Souci	2009	1'018	869	
		Tabak	31'360	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	eigene	2011	29'792	28'039	
Fleisch- verarbeitung	Export	Export Fleischerzeugnisse und TNP	144'067	t					52'907	48'582	9
		Fleisch	3'709	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	Souci	2009	927	5'662	
		Därme, Blasen und Magen	522	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	30	Binzegger	2000	157	1'192	
		Knochen	52'701	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	57	Tritt	1992	30'040	20'969	
		Hunde- und Katzenfutter (inkl. Pflanzliche Anteile)	86'522	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	eigene	2011	21'631	20'587	
		Fleischzubereitungen	613	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	eigene	2011	153	173	

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
andere Industrien	Export	Export Saatgut und Non-Food-Produkte	93'276	t					61'500	43'232	42
		Haare, Borsten, Federn	3'709	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	eigene	2011	3'524	112	
		Bioplastics	0	t	(Baier et al., 2016)	95	eigene	2011	0	3'259	
		Elfenbein, Korallen, Schalen	117	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	98	eigene	2011	115	745	
		andere Waren tierischen Ursprungs	53'011	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	50	eigene	2011	26'506	9'861	
		lebende Pflanzen, Blumenwaren	1'297	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	eigene	2011	324	197	
		Saatgut	1'179	t	Hochrechnung (Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	47	eigene	2011	551	390	
		davon Gemüse	26	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)						
		Pflanzen für Kosmetik Pharma	364	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	eigene	2011	91	90	
		Gummis, Harze, Pflanzensäfte	5'843	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	4'674	4'690	
		Flechtstoffe	4'283	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	3'426	608	
		Glycerin, Wachse, Fette	18	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	98	eigene	2011	18	26	
		Häute, Leder, Felle, Pelz	17'569	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	Lötscher	1997	16'691	17'515	
		Lederwaren	5'212	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	eigene	2011	4'951	3'337	
		Kork	593	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	eigene	2011	563	9	
		Flecht- und Korbmacherwaren	76	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	61	428	
		Wolle, Baumwolle, andere Spinnstoffe	5	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	eigene	2011	5	1'967	
Verab. Energie	Export	Export Biogene Energieträger	62'855	t					44'004	119'382	-63
		Glycerin	3	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	97	eigene	2011	3	978	
		Wald-Energieholz	62'833	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	70	eigene	2011	43'983	118'296	
		Brennholz rund oder in Bündeln	7'568	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	70	eigene	2011	5'298	15'887	
		Hackschnitzel Nadel	17'207	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	70	eigene	2011	12'045	70'379	
		Hackschnitzel Laub	38'058	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	70	eigene	2011	26'641	32'029	
		Holzkohle	19	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	eigene	2011	18	108	
KVA	Export	Export Abfälle	0	t					0	2'175	
		biogene Siedlungsabfälle	0	t	(Bunge, 2017)				0	0	

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
		exportierter Klärschlamm	0	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	30	BAFU	2015	0	2'175 ¹⁾	
Vergärung	Export	VGÄ Klärschlamm Export	3'422	t					1'027	0	
VGÄ2		Klärschlamm	3'422	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	30	BAFU	2015	1'027	0 ¹⁾	

Bemerkungen: ¹⁾ **Export Abfälle** und **VGÄ Klärschlamm Export**: exportierter Klärschlamm wurde im 2009 als Export aus der KVA erfasst, im 2014 wird er als Exportstrom aus der Vergärung angegeben.

Tabelle 36 **Güterflüsse «Import»**

Insgesamt wurden 2014 rund 6.76 Mio. Tonnen biogene Güter importiert, was gegenüber 2009 einer Zunahme von 5 % entspricht.

Prozesse			Datenbasis 2014						2009		
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
Import Output total									6'763'031	6'469'632	5
Import	Tierhaltung	Import Tiere und Tierfutter	1'474'947	t					1'288'747	1'144'043	13
		lebende Tiere	4'900	t	Berechnung über GVE	30	eigene	2011	1'470	1'843	
		lebende Fische	556	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	Souci	2009	139	160	
		Garnelenschalen, auch gemahlen, zu Futterzwecken	1	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	eigene	2011	0	1	
		Tierblut	195	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	20	eigene	2011	39	64	
		Kleinfische, Krebse, Weichtiere	61	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	Souci	2009	15	20	
		andere Meerestiere ohne Fische	7'069	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	Souci	2009	1'767	614	
		Hülsenfrüchte (trocken)	15'162	t	(SBV, 2016) 4.2	87	SBV	2010	13'191	5'685	
		Wurzeln und Knollen	1	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	24	Souci	2009	0	859	
		Nüsse, Schalenfrüchte etc.	0	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	Souci	2009	0	1	
		Getreide	381'666	t	(SBV, 2016) 4.2	87	SBV	2010	332'049	286'736	
		Mehl, Pellets, Stärke, Gries	14'223	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	90	eigene	2011	12'801	19'746	
		Sojabohnen	8'359	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	92	Souci	2009	7'690	16'009	
		Kerne, Samen, ölhaltige	9'087	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	98	Souci	2009	8'905	8'267	
		Mehl aus Zuckerrüben, Algen, Johannisbrot	1'780	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	90	eigene	2011	1'602	2'624	
		Heu und Futterrüben	180'665	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	88	ART	2006	158'985	124'095	
		Dattelkerne	0	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	Souci	2009	0	1	
		tierische Öle und Fette	6'624	t	(SBV, 2016) 4.2	100	eigene	2011	6'624	7'596	
		pflanzliche Öle & Fette	5'510	t	(SBV, 2016) 4.2	100	eigene	2011	5'510	3'722	
		andere Öle und Fettmischungen	7'215	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	100	eigene	2011	7'215	2'621	
		Glucose, Zucker	7'925	t	(SBV, 2016) 4.2	100	Souci	2009	7'925	8'876	
		Kakaoabfälle	864	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	94	Souci	2009	812	2'429	
		Paniermehl	1'611	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	90	eigene	2011	1'450	1'481	
		Hefen	5'226	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	90	eigene	2011	4'703	7'028	

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
		Grieben, Fleisch- & Fischpellets	3'300	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	94	Lötscher	1997	3'102	6'045	
		Sojakuchen u.a. Verarbeitungsreste	467'498	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	90	Müller	1995	420'748	335'048	
		Tierfutterzubereitungen	41'669	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	33'335	25'992	
		modifizierte Stärken	10'231	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	8'185	11'392	
		Fettsäuren	7'575	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	60	eigene	2011	4'545	366	
		Stroh und Spreu	285'974	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	86	Sattler	2006	245'938	264'723	
Import	Holz- und Papierind.	Import Holz- und Papier	3'941'548	t					3'238'716	3'405'794	-5
		Papier & Karton	928'859	t	(ZPK, 2015) S. 12	91	Müller	1995	845'262	940'635	
		Faserstoffe total	172'795	t	(ZPK, 2015) S. 19	50	eigene	2011	86'398	227'009	
		davon Zellstoff	160'414	t	(ZPK, 2015) S. 19	50	eigene	2011	80'207	222'323	
		davon deinked Pulp	12'024	t	(ZPK, 2015) S. 19	50	eigene	2011	6'012	2'775	
		davon Holzstoff	357	t	(ZPK, 2015) S. 19	50	eigene	2011	179	1'911	
		Altpapier	319'465	t	(BAFU, 2015a) S. 106	91	Müller	1995	290'713	86'798	
		Stammholz (Nadel & Laub)	79'907	t	(BAFU, 2015a) S. 107				63'926	72'860	
		davon Stammholz Nadel	43'609	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	eigene	2017	34'887	52'460	
		davon Stammholz Laub	36'298	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	eigene	2017	29'038	20'400	
		Industrieholz (Nadel & Laub)	75'099	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	eigene	2017	60'079	64'890	
		davon Industrieholz Nadel								61'490	
		davon Industrieholz Laub								3'400	
		Schnittholz (Nadel & Laub)	229'146	t			eigene	2017	183'317	201'230	
		davon Schnittholz Nadel	188'332	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	eigene	2017	150'666	163'830	
		davon Schnittholz Laub	40'814	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	eigene	2017	32'651	37'400	
		Furniere	3'377	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	eigene	2011	2'702	2'663	
		Sperrholz	119'293	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	eigene	2011	95'434	73'650	
		Spanplatten	157'360	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	eigene	2011	125'888	130'031	
		Faserplatten	113'135	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	eigene	2011	90'508	89'366	
		Holzwolle/Holzmehl	571	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	457	1'798	
		Holzschliff	357	t	(BAFU, 2015a) S. 107	80	eigene	2011	286	2'888	

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
		Zellulose	168'382	t	(BAFU, 2015a) S. 107	80	eigene	2011	134'706	643'200	
		Halbfabrikate	58'571	t	(BAFU, 2015a) S. 107	80	eigene	2011	46'857	36'390	
		Bahnschwellen	6'873	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	5'498	7'940	
		Baumaterial	300'675	t	(BAFU, 2015a) S. 107	80	eigene	2011	240'540	147'021	
		Holzverpackungen	148'756	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	119'005	94'091	
		Holzwaren	51'863	t	(BAFU, 2015a) S. 107	80	eigene	2011	41'490	45'426	
		Möbel	327'272	t	(BAFU, 2015a) S. 107	80	eigene	2011	261'818	172'000	
		Bücher, Zeitungen, Drucke	252'531	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	202'025	177'638	
		Holzgebäude vorgefertigt	39'800	t	(BAFU, 2015a) S. 107	80	eigene	2011	31'840	22'670	
		Restholz und Altholz	387'461	t	(BAFU, 2015a) S. 106	80	eigene	2011	309'969	165'600	
		davon Restholz								165'500	
		davon Altholz								100	
Import	LM-Industrie	Import Lebensmittel	3'248'861	t					1'679'824	1'500'323	12
		Fisch, Krebs, Weichtiere	46'649	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	Souci	2009	11'662	10'748	
		Milch und Rahm	26'351	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	Souci	2009	6'588	7'548	
		Joghurt, Kefir	11'321	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	13	Souci	2009	1'472	1'375	
		Molke u. ä.	7'962	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	6	Souci	2009	478	349	
		Butter	276	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	85	Souci	2009	235	51	
		Käse und Quark	53'845	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	55	Souci	2009	29'615	24'255	
		Eier	39'123	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	26	Souci	2009	10'172	10'708	
		Honig	7'686	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	89	Souci	2009	6'841	6'743	
		geniessbare Waren tierischen Ursprungs	8	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	eigene	2011	2	2	
		Kartoffeln	40'161	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	22	Souci	2009	8'835	6'147	
		Tomaten	36'885	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	16	Souci	2009	5'902	6'387	
		Speisezwiebeln, Knoblauch, Lauch	9'525	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	12	Souci	2009	1'143	1'315	
		Kohlgewächse	24'539	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	9	Souci	2009	2'209	2'135	
		Salate und Zichorien	38'412	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	6	Souci	2009	2'305	2'545	
		Karotten, Wurzelgemüse	8'254	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	12	Souci	2009	990	473	

Prozesse			Datenbasis 2014						2009		
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
		Gurken	16'444	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	4	Souci	2009	658	619	
		Hülsenfrüchte	4'927	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	Souci	2009	1'232	891	
		andere Gemüse	103'645	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	10	Souci	2009	10'365	9'179	
		Gemüse getrocknet	3'296	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	98	Souci	2009	3'230	3'401	
		Hülsenfrüchte getrocknet	6'140	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	98	Souci	2009	6'017	2'840	
		Nüsse	3'555	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	Souci	2009	3'377	25'548	
		Bananen	85'412	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	26	Souci	2009	22'207	21'000	
		Zitrusfrüchte	133'525	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	12	Souci	2009	16'023	15'490	
		andere Früchte & Obst	257'906	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	15	Souci	2009	38'686	37'589	
		getrocknete Früchte	3'817	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	98	Souci	2009	3'741	3'136	
		Schalen von Früchten	490	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	Souci	2009	466	455	
		Kaffee	152'747	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	97	Souci	2009	148'165	116'034	
		Tee, Gewürze	12'664	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	Souci	2009	12'031	8'418	
		Getreide	454'421	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	87	Souci	2009	395'346	266'026	
		Müllereierzeugnisse	124'254	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	90	Souci	2009	111'829	108'491	
		Sojabohnen	6'231	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	92	Souci	2009	5'733	4'430	
		Kerne, Samen, ölhaltige Pflanzen	18'006	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	98	Souci	2009	17'646	35'946	
		Hopfen	99	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	90	eigene	2011	89	77	
		andere geniessbare pflanzliche Waren	26'509	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	20	eigene	2011	5'302	5'765	
		tierische Öle und Fette	2'154	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	100	Souci	2009	2'154	1'455	
		pflanzliche Öle & Fette	120'613	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	100	Souci	2009	120'613	124'979	
		andere Öle und Fettmischungen	12'077	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	100	Souci	2009	12'077	8'639	
		Zucker und Zuckerwaren	251'488	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	100	Souci	2009	251'488	250'848	
		Kakao	115'800	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	94	Souci	2009	108'852	96'529	
		Getreidezubereitungen	209'851	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	87	eigene	2011	182'570	150'828	
		Gemüse-, Fruchtzubereitung	222'221	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	15	eigene	2011	33'333	33'109	
		verschiedene LM Zubereitungen (Saucen, Suppen, Brühen)	124'652	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	15	eigene	2011	18'698	15'982	
		Getränke und alkohol. Flüssigkeiten	404'968	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	10	Souci	2009	40'497	35'936	

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
		Rohtabak	19'952	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	eigene	2011	18'954	35'903	
Import	Fleisch- verarbeitung	Import Fleisch und Schlachttiere	244'383	t					61'529	58'856	5
		Fleisch	115'392	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	Souci	2009	28'848	27'140	
		Därme, Blasen und Magen	4'926	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	30	Binzegger	2000	1'478	1'553	
		Knochen	265	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	57	Tritt	1992	151	164	
		Fleischzubereitungen	40'938	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	eigene	2011	10'235	9'541	
		Hunde- und Katzenfutter (inkl. Pflanzliche Anteile)	80'818	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	eigene	2011	20'205	19'917	
		lebende Schlachttiere	2'044	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	30	eigene	2011	613	541	
Import	andere Industrien	Import biogene Non-Food-Güter	290'886	t					136'741	95'034	44
		Haare, Borsten, Federn	1'780	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	eigene	2011	1'691	1'651	
		Elfenbein, Korallen, Schalen	3'167	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	98	eigene	2011	3'104	4'946	
		andere Waren tierischen Ursprungs	1'045	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	50	eigene	2011	523	439	
		lebende Pflanzen, Blumenwaren	181'340	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	eigene	2011	45'335	37'116	
		davon Setzlinge & Rollrasen	50'360	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	20	eigene	2011	10'072		
		Getreidesaatgut	2'295	t	(SBV, 2016) 5.6	87	eigene	2011	1'997		
		weiteres Saatgut	14'074	t	(SBV, 2016) 5.6	50	eigene	2011	7'037	4'898	
		davon Gemüse	378	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)		eigene	2011			
		Pflanzen für Kosmetik Pharma	5'253	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	25	eigene	2011	1'313	1'241	
		Gummi, Harze, Pflanzensäfte	6'378	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	5'102		
		Flechtstoffe	5'207	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	4'166	4'466	
		Glycerin, Wachse, Fette	4'226	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	98	eigene	2011	4'141	2'651	
		Häute, Leder, Felle, Pelze	1'863	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	Lötscher	1997	1'770	2'173	
		Lederwaren	26'412	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	eigene	2011	25'091	22'677	
		Kork	4'872	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	eigene	2011	4'628	159	
		Flecht- und Korbmacherwaren	3'217	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	2'574	786	
		Wolle, Baumwolle, andere Spinnstoffe	26'707	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	eigene	2011	25'372	8'576	
		Bioplastics	3'050	t	(Baier et al., 2016)	95	eigene	2011	2'898	3'259	

Prozesse			Datenbasis 2014							2009	
Prozess AUS	Prozess IN	Güterstrom	Menge FS	Einheit	Quelle für 2014	TS [%]	Quelle	Jahr	Menge TS [t]	Menge TS [t]	Tendenz [+ %]
Import	Verarb. Energie	Import Energieträger							312'420	230'998	35
		Glycerin	3'671	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	97	eigene	2011	3'561	1'452	
		Wald-Energieholz	342'905	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	274'324	107'504	
		Brennholz rund oder in Bündeln	13'954	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	11'163	7'716	
		Hackschnitzel Nadel	191'493	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	153'194	95'422	
		Hackschnitzel Laub	8'162	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	80	eigene	2011	6'530	4'366	
		Holzkohle	12'328	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	95	eigene	2011	11'712	11'515	
		Pflanzenöl	0	l	(Kaufmann, 2015) S. 60	100			0	1'290	
		davon Altspeiseöl	0	l	(Kaufmann, 2015) S. 60	100			0	1'200	
		Biodiesel	15'200'000	l	(Kaufmann, 2015) S. 60	100			13'376	598	
		Bioethanol	8'089'000	l	(Kaufmann, 2015) S. 60	100			6'390	1'136	
		Biomethan	4'000'000	m3	Abschätzung				3'057		
Import	KVA	Import Abfall	178'611	t					45'055	34'583	30
		importierter Klärschlamm	8'037	t	(Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017)	30	Tezcan	2012	2'411	484	
		biogener Anteil Siedlungsabfälle	170'574	t	(BAFU, 2015b)	25	Lötscher	1997	42'644	34'099	

4 Literaturverzeichnis

- Abegg, M., Brändli, U.-B., Cioldi, F., Fischer, C., Herold-Bonardi, A., Huber, M., Keller, M., Meile, R., Rösler, E., Speich, S., Traub, B., Vidondo, B., 2014. Viertes Schweizerisches Landesforstinventar - Ergebnistabellen und Karten im Internet zum LFI 2009-2013 (LFI4b). [Published online 06.11.2014] Available from World Wide Web
<<http://www.lfi.ch/resultate/>> Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL
<https://doi.org/10.21258/1000001>. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL.
- Amstutz, T., 2007. persönliche Mitteilung, SBV Schweizerischer Bauernverband.
- Anis AG, 2015. Animal Identitiy Service AG (ANIS), Geschäftsbericht 2014.
- ARA Bern, 2013. Analyse der vorhandenen Kapazitäten. TBF + Partner AG / Hunziker Betatech.
- ART Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon, 2006. Richtzahlen 2006 zur landwirtschaftlichen Buchhaltung. Koordinationskonferenz für die Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten. Arbeitsausschuss Richtzahlen, Ettenhausen.
- AVA Abwasserverband Altenrhein, 2017. Geschäftsbericht 2016, AVA Altenrhein.
- Baccini, P., Bader, H.-P., 1996. Regionaler Stoffhaushalt. Erfassung, Bewertung und Steuerung. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- BAFU, 2015a. Jahrbuch Wald und Holz (Jahrbuch). Hrsg. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1520: 162 S.
- BAFU, 2015b. Abfallmengen und Recycling 2014 im Überblick. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern.
- BAFU, 2014. Erhebung der Kehrrechtzusammensetzung 2012. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- BAFU, 2010. Jahrbuch Wald und Holz (Jahrbuch). Hrsg. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1025.
- BAFU, 2007. Holznutzungspotential im Schweizer Wald auf Basis LFI3. bearbeitet von Peter Hofer und Jürg Altweg, GEO Partner AG.
- Baier, U., 2017. persönliche Mitteilung.
- Baier, U., Haubensak, M., Grüter, R., Ulmer, S., 2016. Schlussbericht "BAW vergären & kompostieren? Produkt- und sortenspezifische Beurteilung der Eignung von biologisch abbaubaren Werkstoffen (BAW) zur Verwertung in Schweizer Biogas- & Kompostieranlagen." ZHAW (nicht publiziert).
- Bangerter, T., 2017. persönliche Mitteilung, ARA Thunersee.
- Baum, S., Baier, U., 2009. Biogene Güterflüsse. Umwelt Perspektiven. 6/2009, 28 - 31.
- Baum, S., Baier, U., 2008. Biogene Güterflüsse der Schweiz 2006. Massen- und Energieflüsse., Umwelt-Wissen Nr. 0831. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- Baum, S., Hartmann, F., Baier, U., 2012. Biogene Güterflüsse der Schweiz - Update 2009. ZHAW (nicht publiziert).
- BFS, 2017a. Eidgenössische Holzverarbeitungserhebung - Rundholzeinschnitt, Schnitt- und Restholz in den Sägereien - nach Grössenklassen. Bundesamt für Statistik (BFS), Bern.
www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/land-forstwirtschaft.assetdetail.2382375.html, abgerufen am 19.07.2017.
- BFS, 2017b. Eidgenössische Holzverarbeitungserhebung - Restholzverwertung in den Sägereien nach Grössenklassen. Bundesamt für Statistik (BFS), Bern.

- www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/land-forstwirtschaft/forstwirtschaft/holzverarbeitung.assetdetail.335292.html, abgerufen am 19.07.2017.
- Bill, W., 1996. Auswirkungen des SBV/VSTA/VSM-Fütterungskonzeptes. Anfallende Nebenprodukte Konsequenzen auf Schlachtbetriebe. Bill Biofilter und Consulting, Wädenswil.
- Binzegger, J., 2000. Biogas aus Schlachtnebenprodukten: Konzept für die Region Zimmerberg. Semesterarbeit HSW, Wädenswil.
- Blaser, F., 2010. persönliche Mitteilung, Zuckerfabriken Aarberg und Frauenfeld.
- Boos, J., 2008. persönliche Mitteilung, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen, ZHAW Wädenswil.
- Bunge, R., 2017. persönliche Mitteilung, Hochschule für Technik Rapperswil, HSR.
- Burger, S., 2017. persönliche Mitteilung, Klärwerk Werdhölzli.
- BUWAL, 2003. Erhebung der Kehrrichtzusammensetzung 2001/2. Schriftenreihe Umwelt Nr. 356. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- CVIS, 2015. Inspektorat der Kompostier- und Vergärbranche Schweiz, Jahresbericht 2015.
- Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, 2009. Der kleine Souci -Fachmann - Kraut. Lebensmitteltabelle für die Praxis. Bearbeitet von Senser, F., Scherz, H. & Kirchhoff, E. 4. Auflage, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart.
- Eidg. Zollverwaltung EZV, 2017. Aussenhandel der Schweiz nach Waren und Ländern (2014). Datenbank swiss-impex mit elektronischen Daten, Oberzolldirektion, Abteilung Aussenhandelsstatistik und Wirtschaftsfragen, Bern. www.swiss-impex.admin.ch, abgerufen im Zeitraum vom 01.01. - 15.06.2017.
- Erdin, D., 2017. persönliche Mitteilung, SBV Schweizerischer Bauernverband.
- Erni, M., 2017. persönliche Mitteilung, WSL.
- Frei, U., 2017. persönliche Mitteilung.
- Giuliani, S., 2017. persönliche Mitteilung, SBV Schweizerischer Bauernverband.
- GZM, 2016. Umweltbericht_GZM 2015. GZM Extraktionswerk AG, Lyss.
- Hartmann, H., 1995. "Energie aus Biomasse". Informationsschriften der VDI-Gesellschaft Energietechnik; Teil IX der Reihe Regenerative Energien.
- Holzenergie Schweiz, 2014. Holzenergie Schweiz - 403 Energieinhalt von Holzschnitzeln und Pellets/Graue Energie.
- Hutter, H., 2017. persönliche Mitteilung, Schweizerischer Getreideproduzentenverband.
- Interessengemeinschaft Industrieholz, 2008. pers. Mitteilung durch Herrn Walter Riegger, Zürich.
- Kaufmann, U., 2015. Schweizerische Statistik der Erneuerbaren Energien - Ausgabe 2014. im Auftrag des BFE Bundesamt für Energie (Hrsg.), Bern.
- Kaufmann, U., 2010. Schweizerische Statistik der Erneuerbaren Energien - Ausgabe 2009. im Auftrag des BFE Bundesamt für Energie (Hrsg.), Bern.
- Kind, E., Levy, G.A., 2012. Energieeffizienz und Energieproduktion auf ARA. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern.
- Kunz, C., 2017. persönliche Mitteilung, Vereinigung Schweizerischer Kartoffelproduzenten.

- Lehner, L., Kinnunen, H., Weidner, U., Lehner, J., Pauli, B., Menk, J., 2014. Branchenanalyse "Analyse und Synthese der Wertschöpfungskette (WSK) Wald und Holz in der Schweiz." Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern.
- Leon, J., Membrez, Y., Engeli, H., Wellinger, A., 2016. Rapport «Méthanisation des eaux usées industrielles en Suisse», Evaluation du potentiel techniquement réalisable et élaboration d'une stratégie de développement. Bern.
- LRV, 1985. Schweizerische Luftreinhalteverordnung LRV. Gesetzestext 814.318.142.1 vom 16. Dezember 1985 (Stand am 1. Januar 2008).
- Mandaliev, P., Schleiss, K., 2016. Kompostier- und Vergärungsanlagen. Erhebung in der Schweiz und in Lichtenstein. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1602: 32 S.
- Meier, M., 2017. persönliche Mitteilung, Schweizer Zucker AG.
- Meyer, S., 2017. persönliche Mitteilung, Verband Schweizer Gemüseproduzenten.
- Mosberger, L., Gröbly, D., Buchli, J., Müller, C., Baier, U., 2016. Organische Verluste aus der Lebensmittelindustrie in der Schweiz - Massenflussanalyse nach Branchen, Ursachen / Verwertung. Wissenschaftlicher Schlussbericht ZHAW.
- Müller, D., Oehler, D., Baccini, P., 1995. Regionale Bewirtschaftung von Biomasse. VDF Hochschulverlag ETHZ, Zürich.
- Primas, A., Stettler, Y., Cloos, L., 2015. Schweizerische Holzenergiestatistik. Erhebung für das Jahr 2014. Basler und Hofmann AG, Zürich.
- RPO, Art. 34a, 2007. Raumplanungsverordnung - Bauten und Anlagen zur Energiegewinnung aus Biomasse.
- Sattler, M., 2006. Biomasse vom Feld aus neuen Bio-Landbaumethoden. Potenzialstudie in der Region Nordwestschweiz. Ökozentrum, Langenbruck.
- SBV, 2016. Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung 2015. Eigenverlag SBV, SBV Schweizerischer Bauernverband, Brugg.
- SBV, 2015. Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung 2014. Eigenverlag SBV, SBV Schweizerischer Bauernverband, Brugg.
- SBV, 2010. Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung 2009. Eigenverlag SBV, SBV Schweizerischer Bauernverband, Brugg.
- SBV, 2007. Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung 2006. Eigenverlag SBV, SBV Schweizerischer Bauernverband, Brugg.
- Scheurer, K., Baier, U., 2001. Biogene Güter in der Schweiz: Massen- und Energieflüsse., Report 41 878. BfE Bundesamt für Energie, Bern.
- Schleiss, K., 2017. persönliche Mitteilung, Umwelt- und Kompostberatung, Grenchen.
- Swiss Cigarette, 2015. Factsheet zu den Mitgliedern von Swiss Cigarette und zum Schweizer Zigarettenmarkt. Bern.
- Taverna, R., Gautschi, M., Hofer, P., 2016. Das nachhaltig verfügbare Holznutzungspotenzial im Schweizer Wald. Schweiz Z Forstwes 167: 162 - 171.
- Tezcan, M., 2013. Klärschlamm Entsorgung in der Schweiz, Klärschlammhebung 2012, Projektarbeit BMS-Praktikum. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern.
- Thees, O., Burg, V., Erni, M., Bowmann, G., Lemm, R., 2017. Biomassenpotenziale der Schweiz für die energetische Nutzung - Ergebnisse des Schweizerischen Energiekompetenzzentrums SCCER BIOSWEET (No. WSL Berichte, Heft 57). WSL, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf.

- TMF, 2015. TMF Extraktionswerk AG - Bazenheid - Geschäftsbericht 2014. Bazenheid.
- TVA, 2011. Technische Verordnung über Abfälle, SR 814.600, Art. 11, Bern.
- VTNP, 2011. Schweizerische Verordnung über die Entsorgung von tierischen Nebenprodukten (VTNP). Gesetzestext 916.441.22 vom 25. Mai 2011 (Stand 1. Januar 2016).
- Wellinger, A., Baier, U., Rüschi Pfund, F., 2016. Inländisches Biogaspotential der Schweiz - Auswertung von bestehenden Berichten zum Thema Biomasse- und Biogaspotenzial.
- ZPK, 2015. Jahresbericht 2014, Verband der Schweizerischen Zellstoff-, Papier- und Kartonindustrie (ZPK).

A 1 Massenfluss-Grafiken für das Bezugsjahr 2009

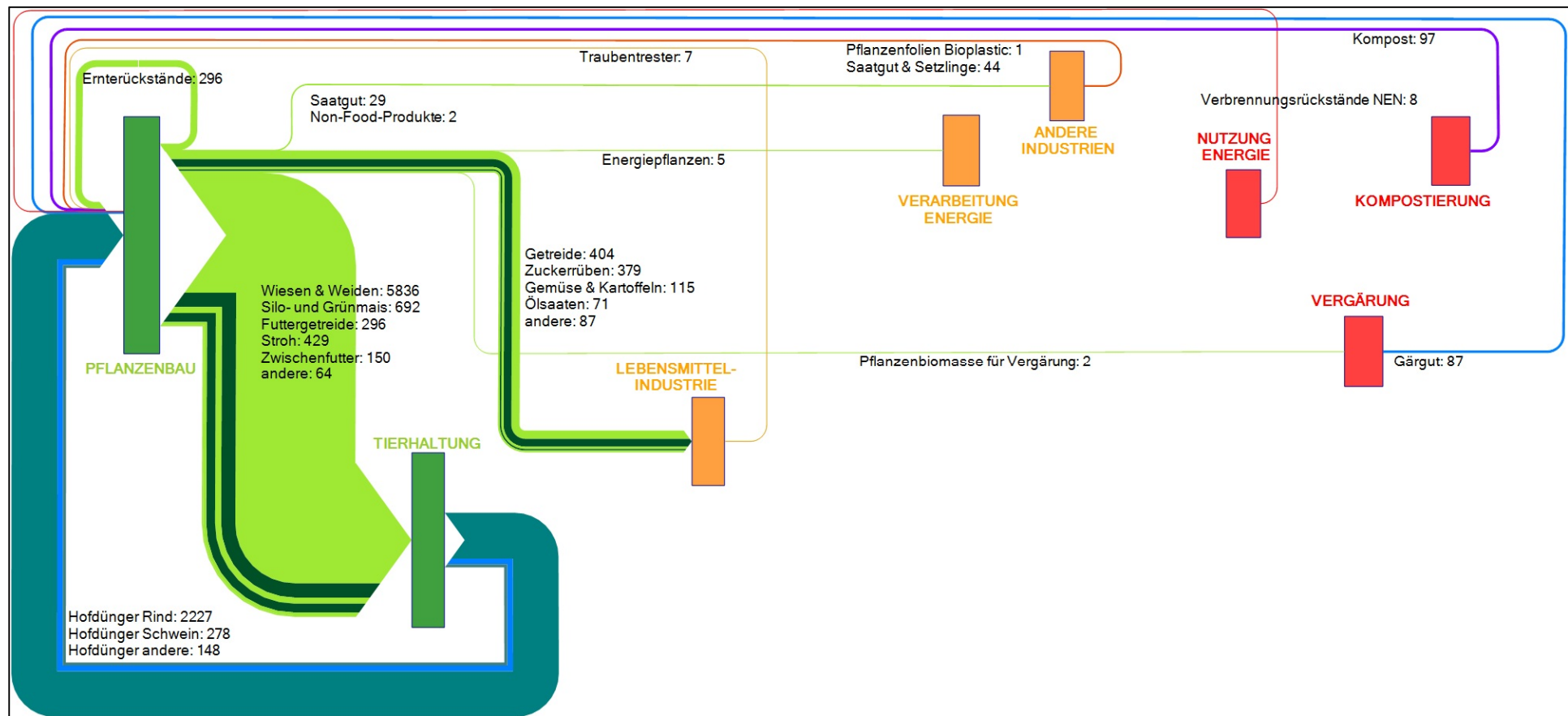


Abbildung 24 Biogene Input- und Outputströme für den Prozess «Pflanzenbau». Flüsse sind in 1'000 t TS angegeben.

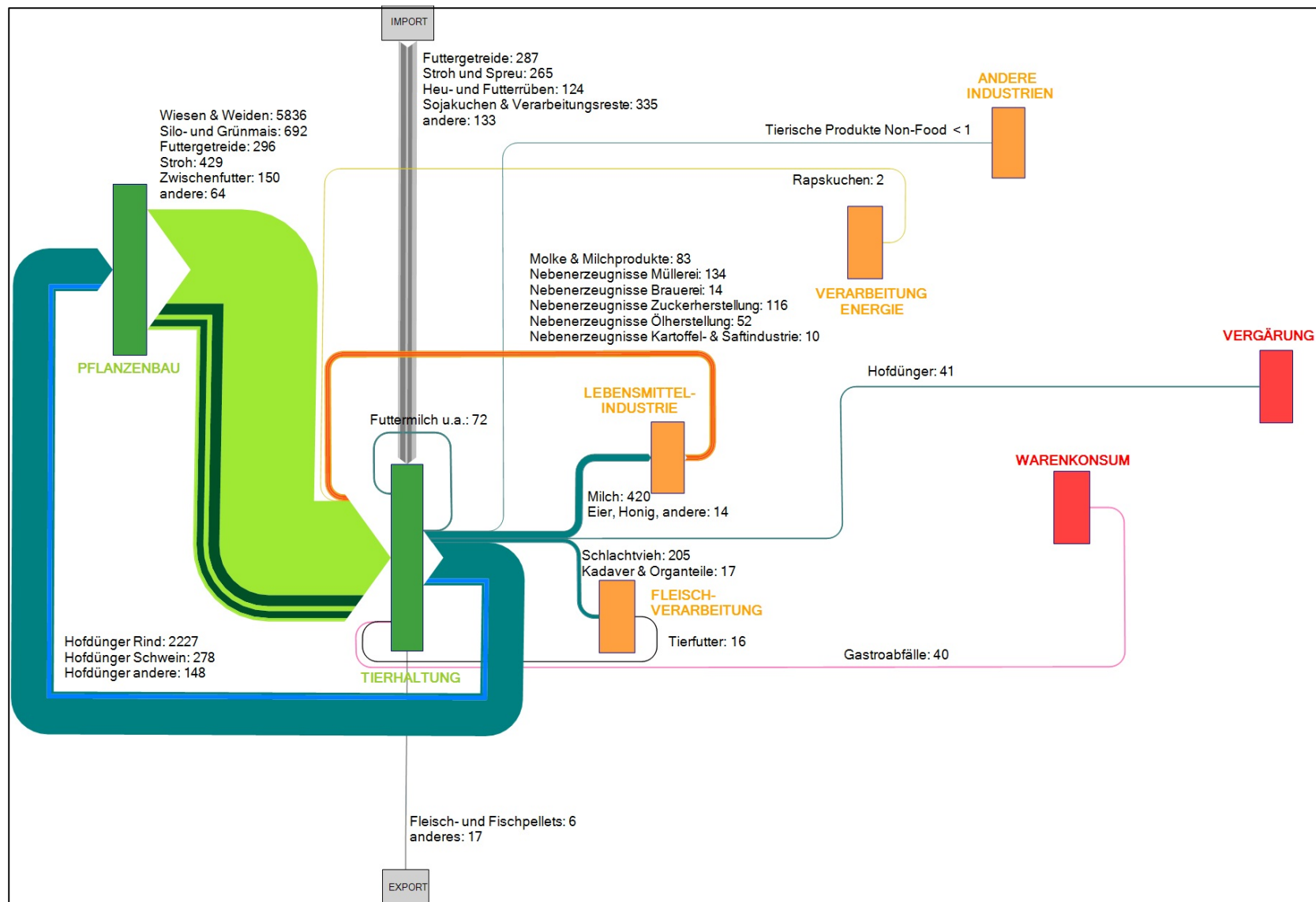


Abbildung 25 Biogene Input- und Outputströme für den Prozess «Tierhaltung». Flüsse sind in 1'000 t TS angegeben.

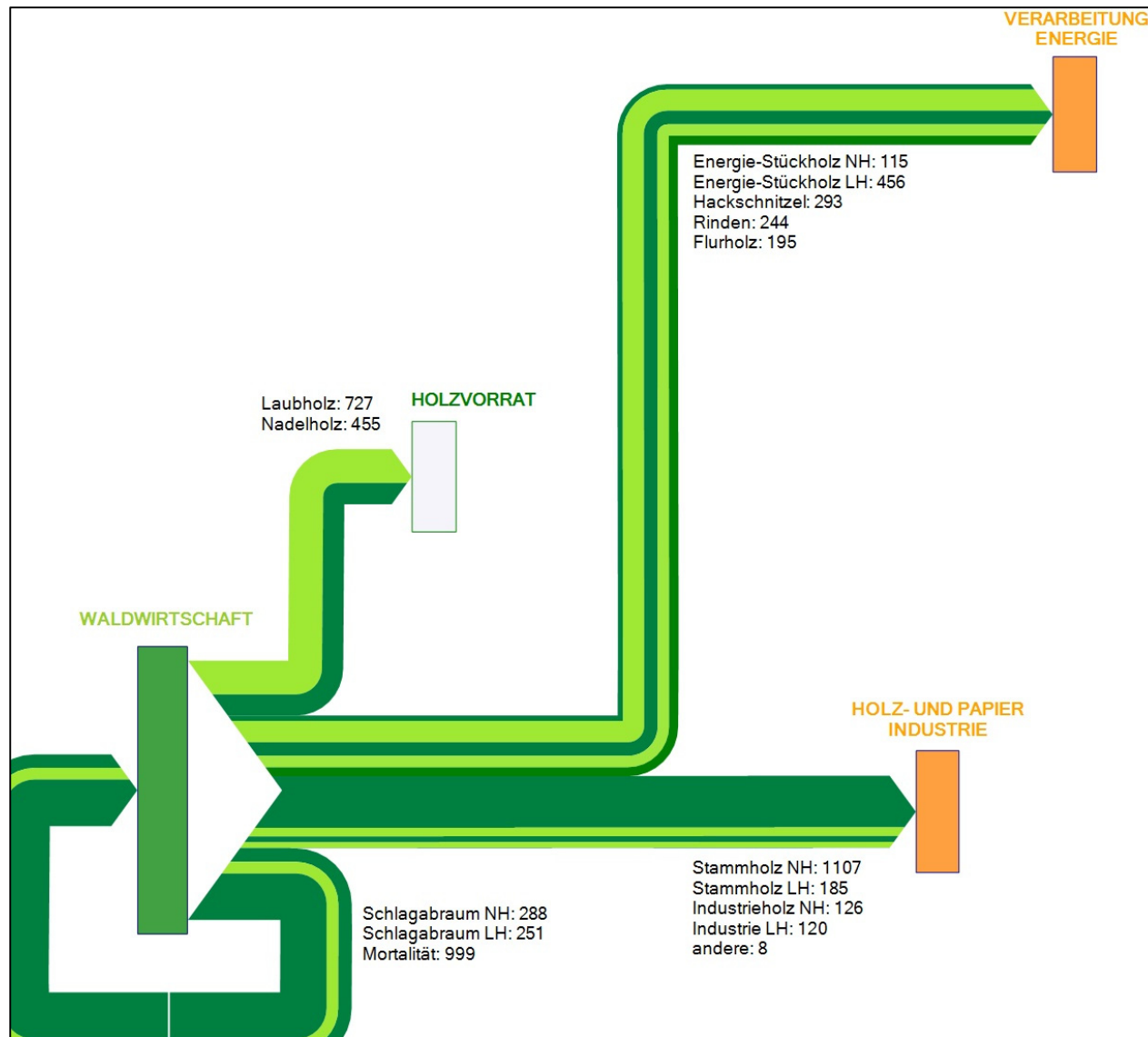


Abbildung 26 Biogene Input- und Outputströme für den Prozess «Waldwirtschaft». Flüsse sind in 1'000 t TS angegeben.

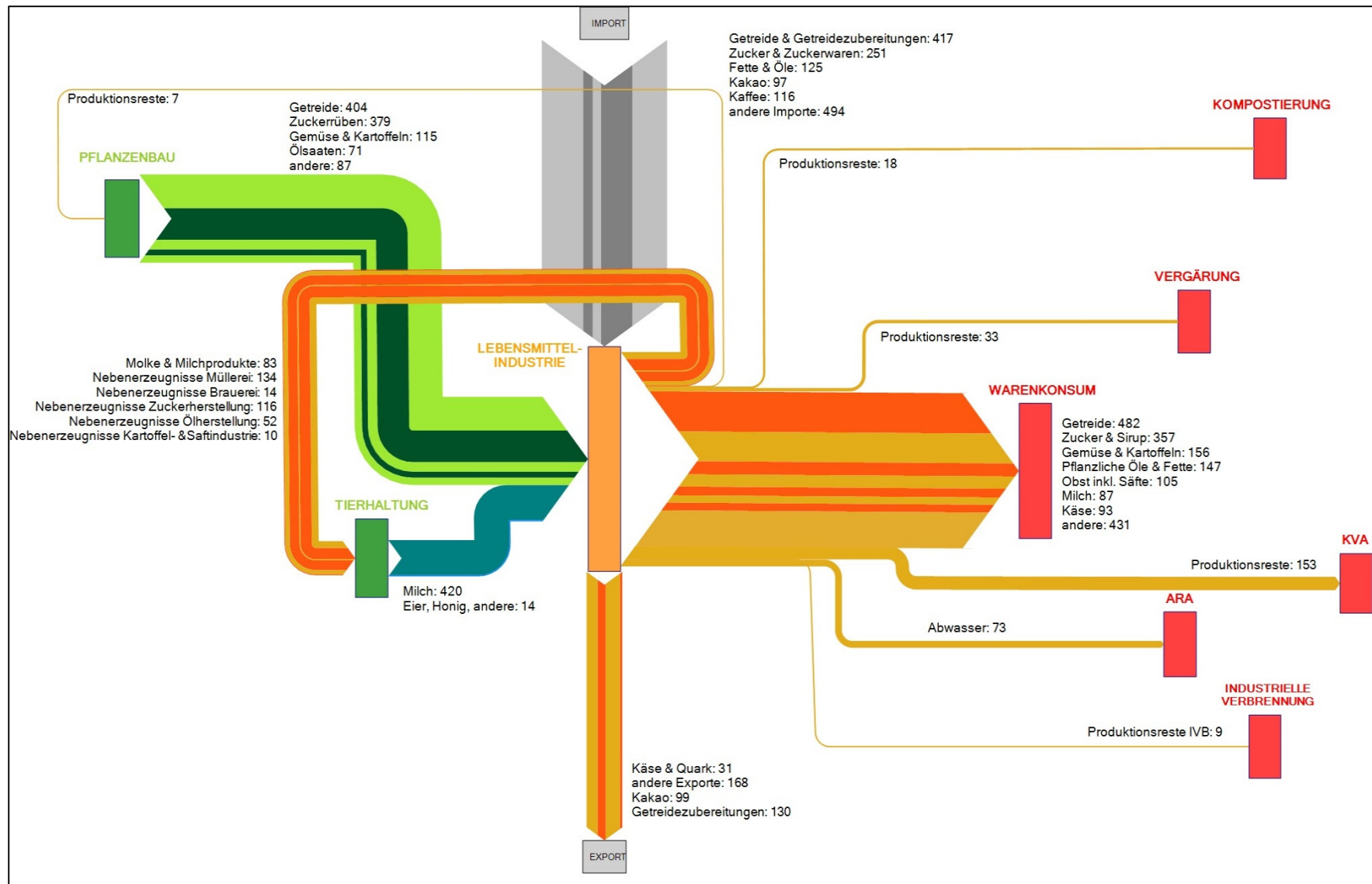


Abbildung 27 Biogene Input- und Outputströme für den Prozess «Lebensmittelindustrie». Flüsse sind in 1'000 t TS angegeben.

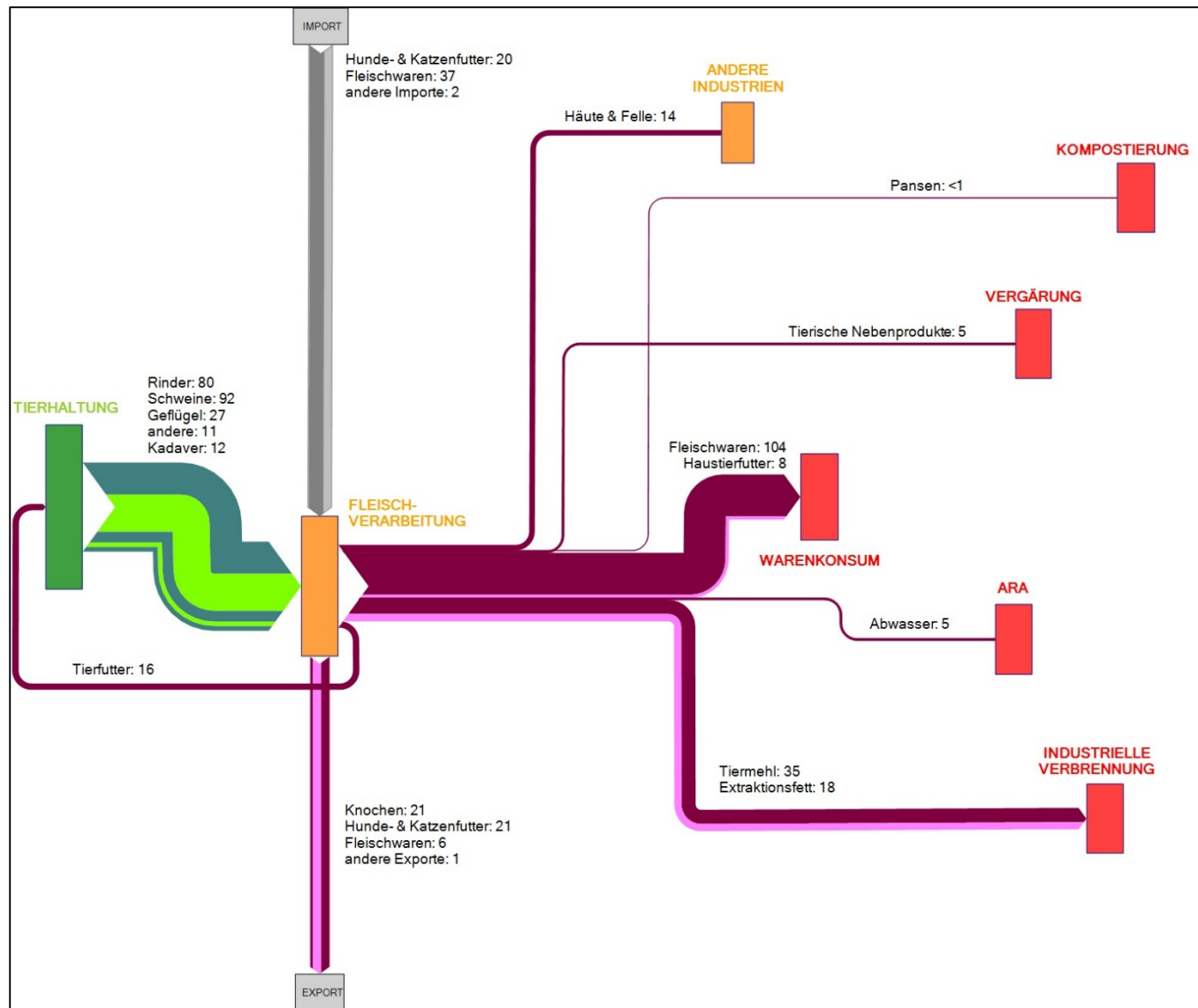


Abbildung 28 Biogene Input- und Outputströme für den Prozess «Fleischverarbeitung». Flüsse sind in 1'000 t TS angegeben.

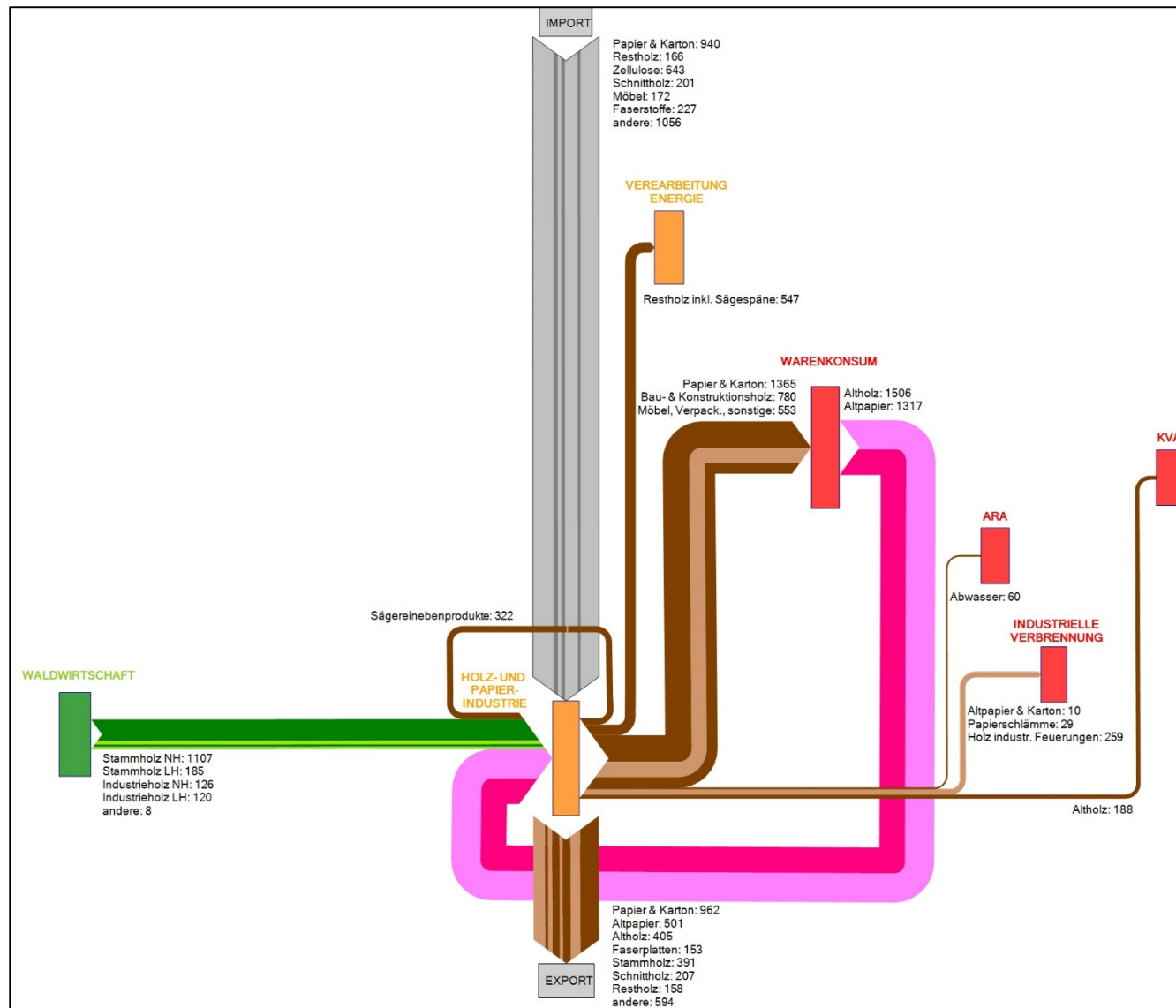


Abbildung 29 Biogene Input- und Outputströme für den Prozess «Holz- und Papierindustrie». Flüsse sind in 1'000 t TS angegeben.

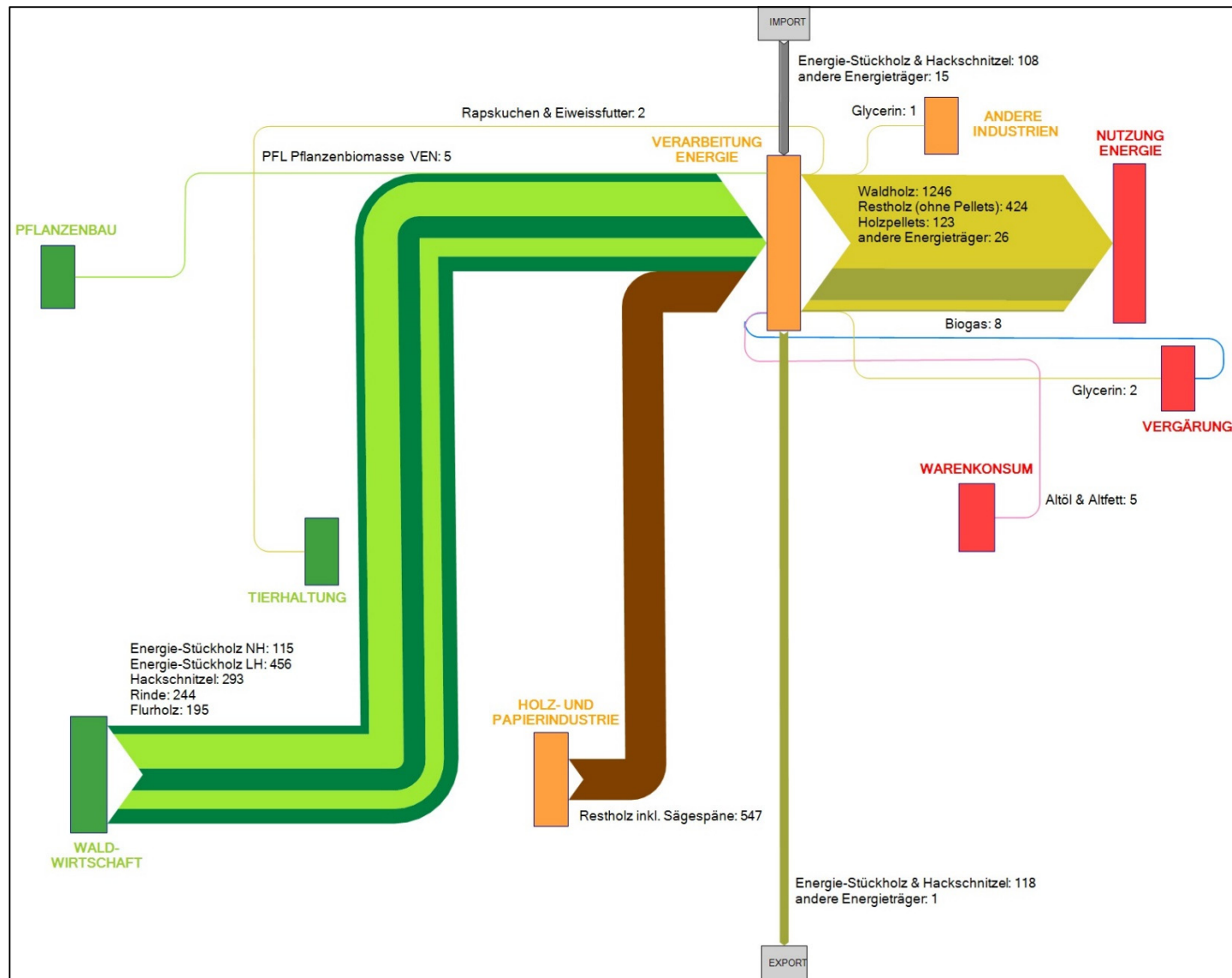


Abbildung 30 Biogene Input- und Outputströme für den Prozess «Verarbeitung Energieträger». Flüsse sind in 1'000 t TS angegeben.

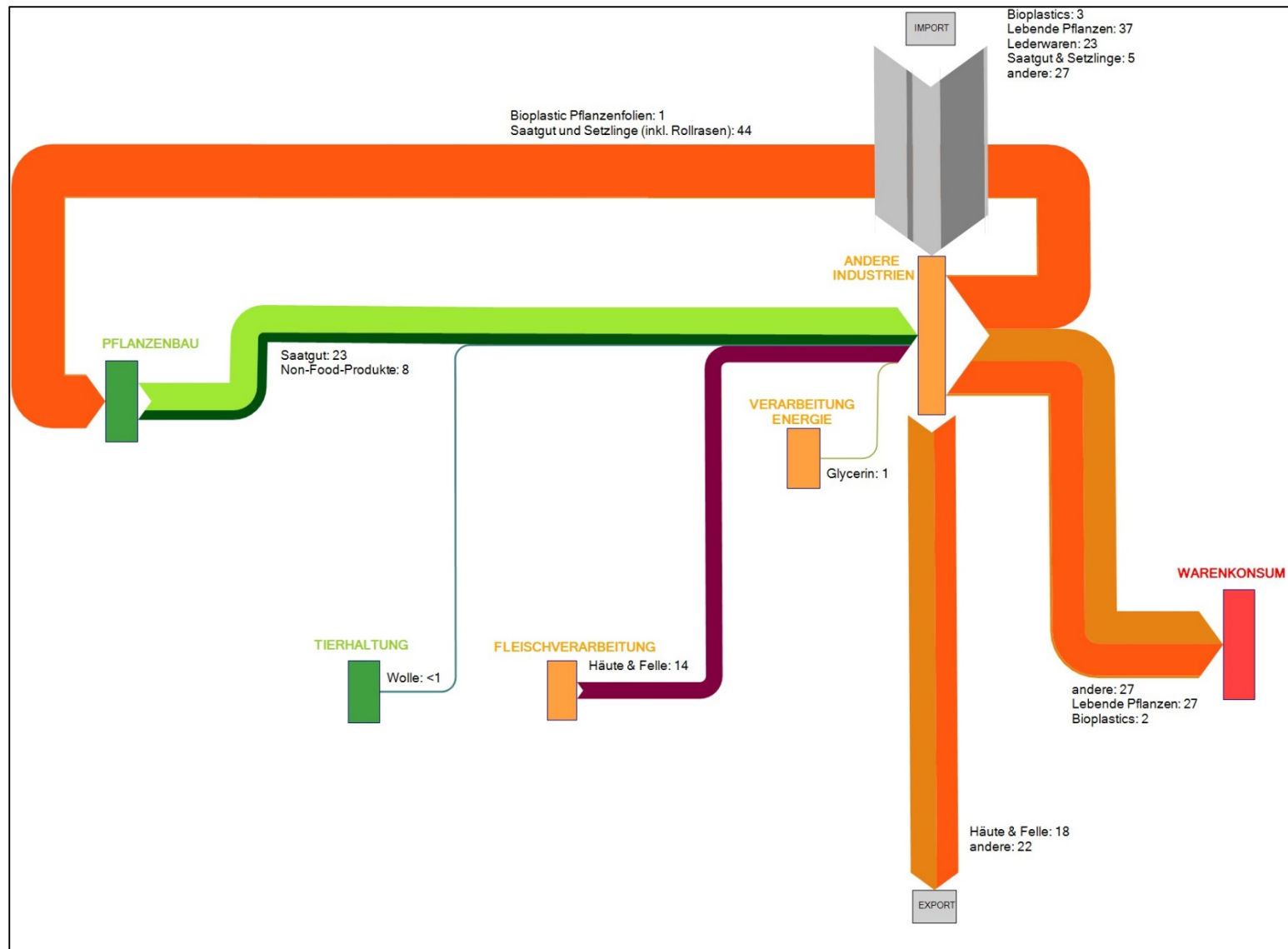


Abbildung 31 Biogene Input- und Outputströme für den Prozess «Andere Industrien». Flüsse sind in 1'000 t TS angegeben.

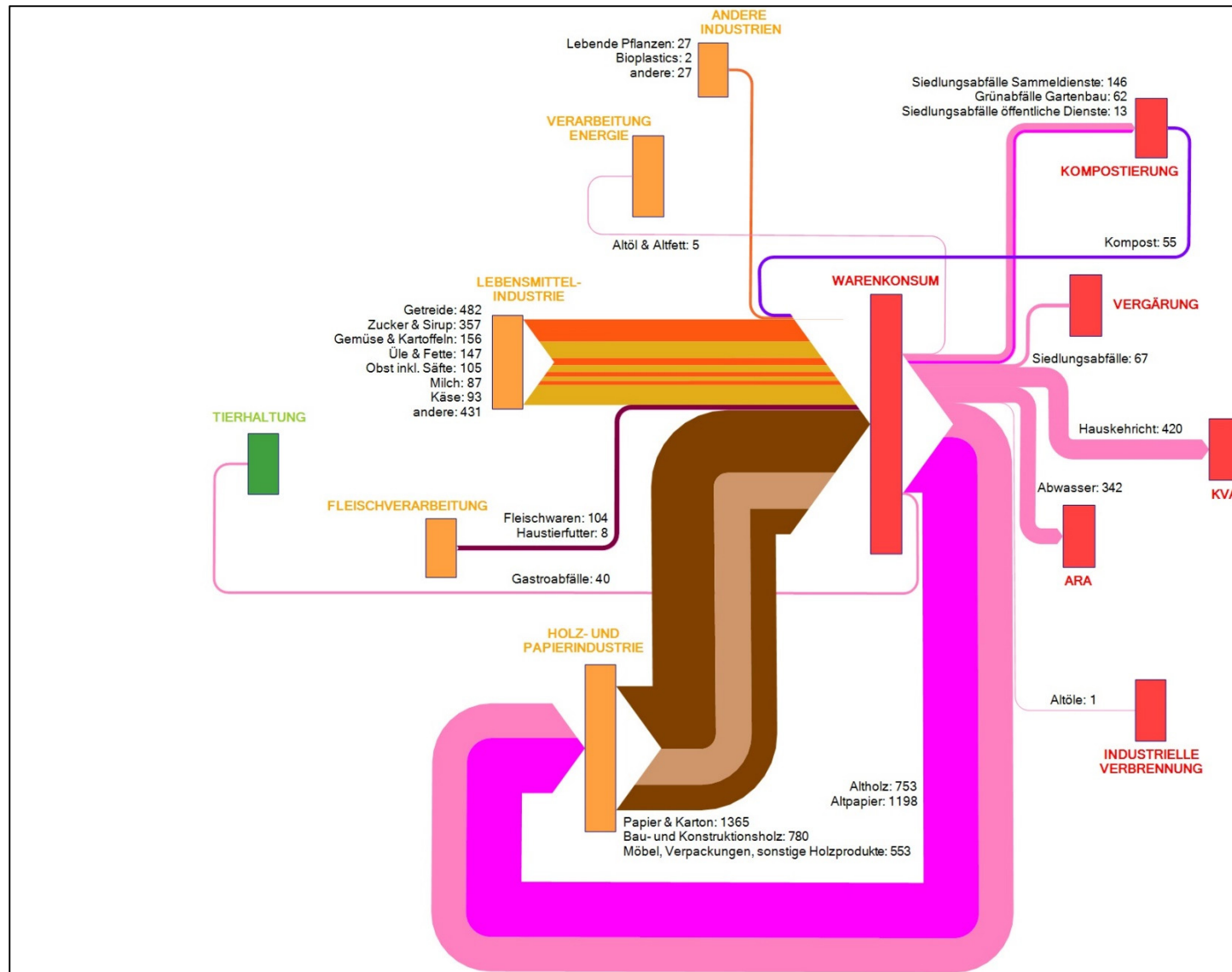


Abbildung 32 Biogene Input- und Outputströme für den Prozess «Warenkonsum». Flüsse sind in 1'000 t TS angegeben.

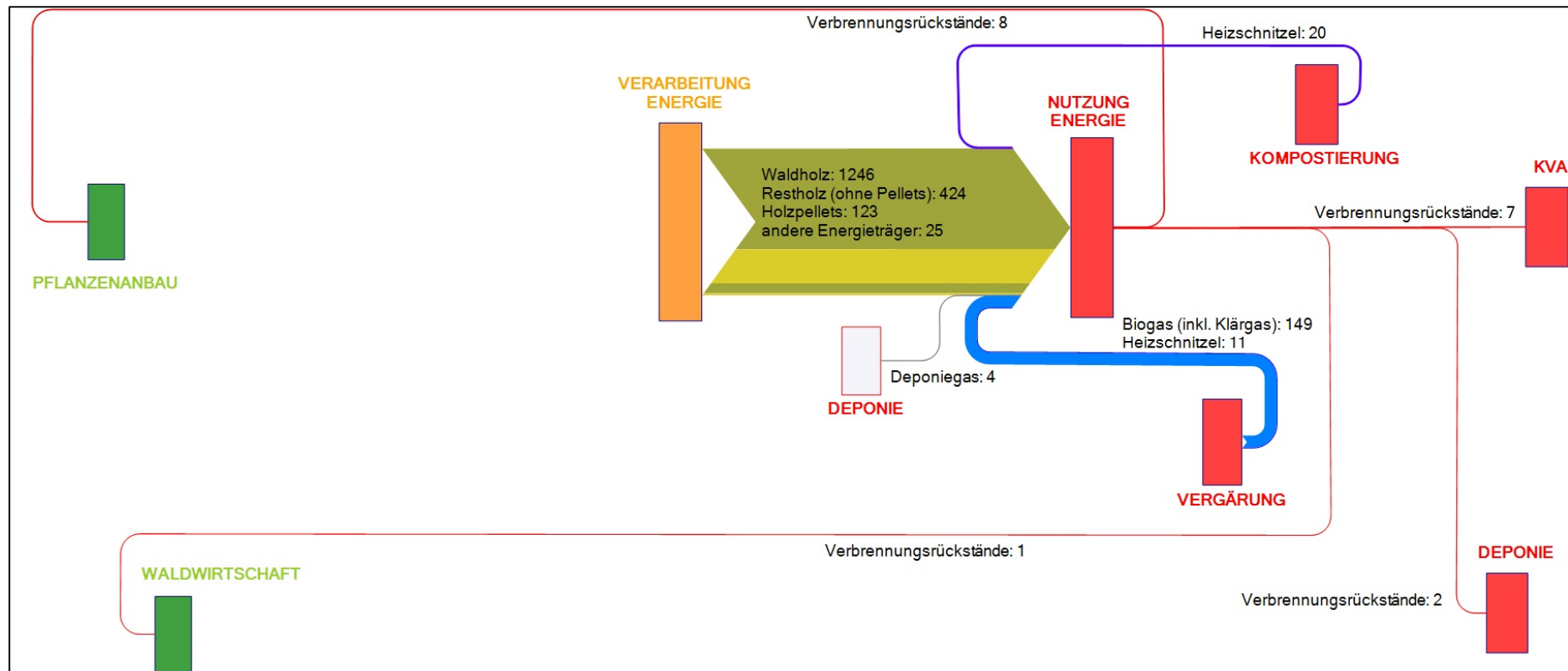


Abbildung 33 Biogene Input- und Outputströme für den Prozess «Nutzung Energieträger». Flüsse sind in 1'000 t TS angegeben.

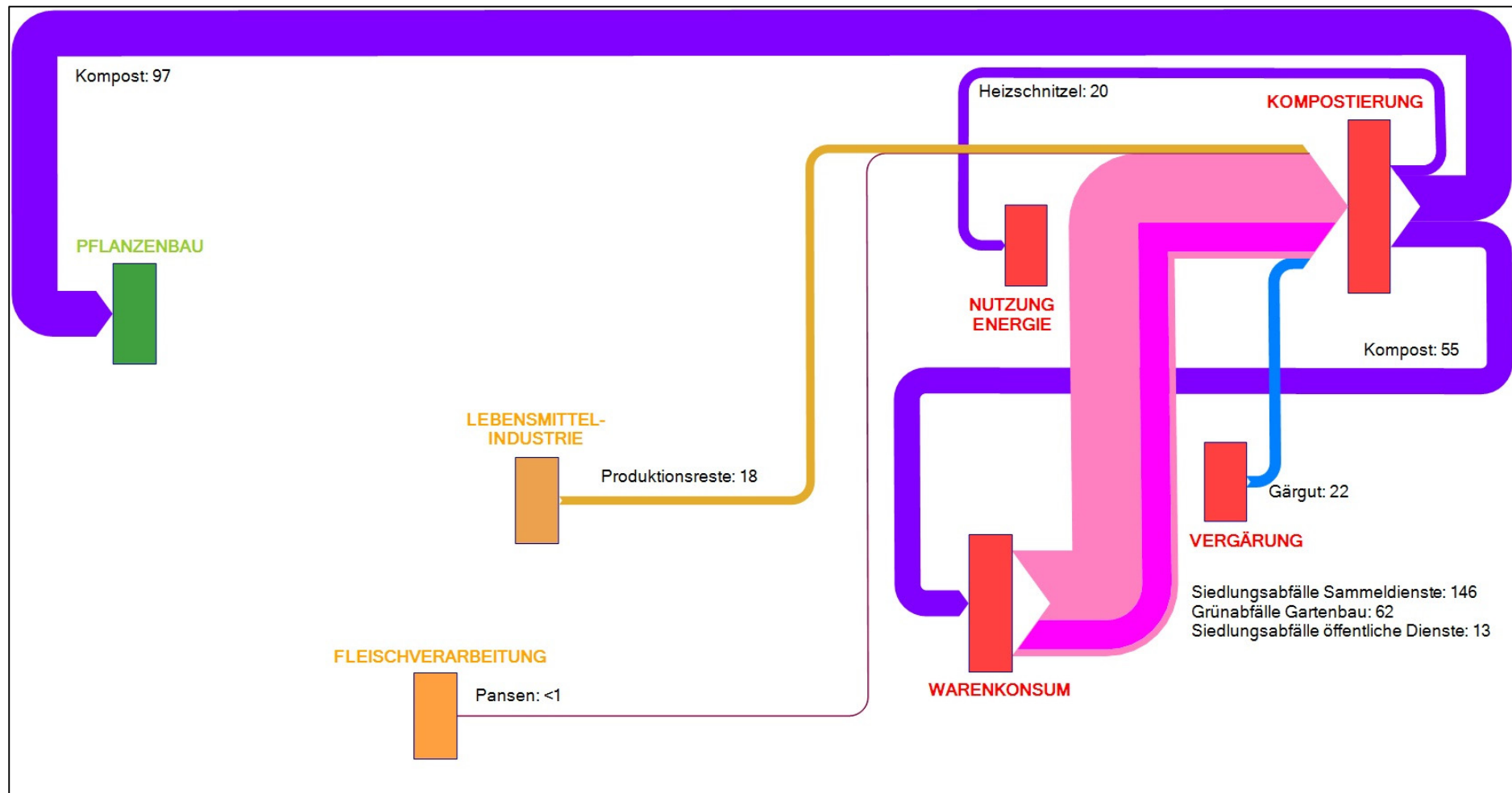


Abbildung 34 Biogene Input- und Outputströme für den Prozess «Kompostierung». Flüsse sind in 1'000 t TS angegeben.

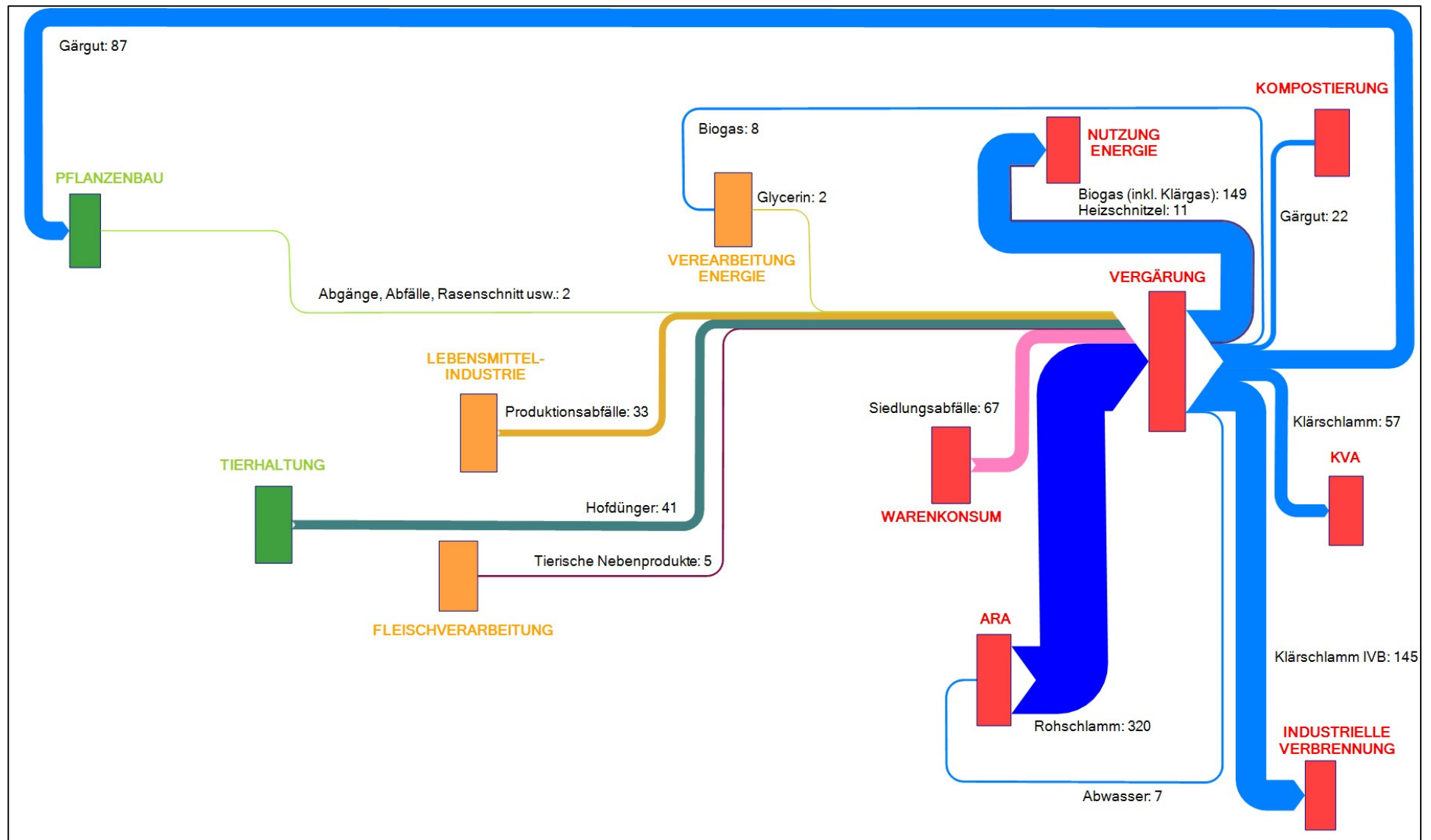


Abbildung 35 Biogene Input- und Outputströme für den Prozess «Vergärung» (kompakte Grafik). Flüsse sind in 1'000 t TS angegeben.

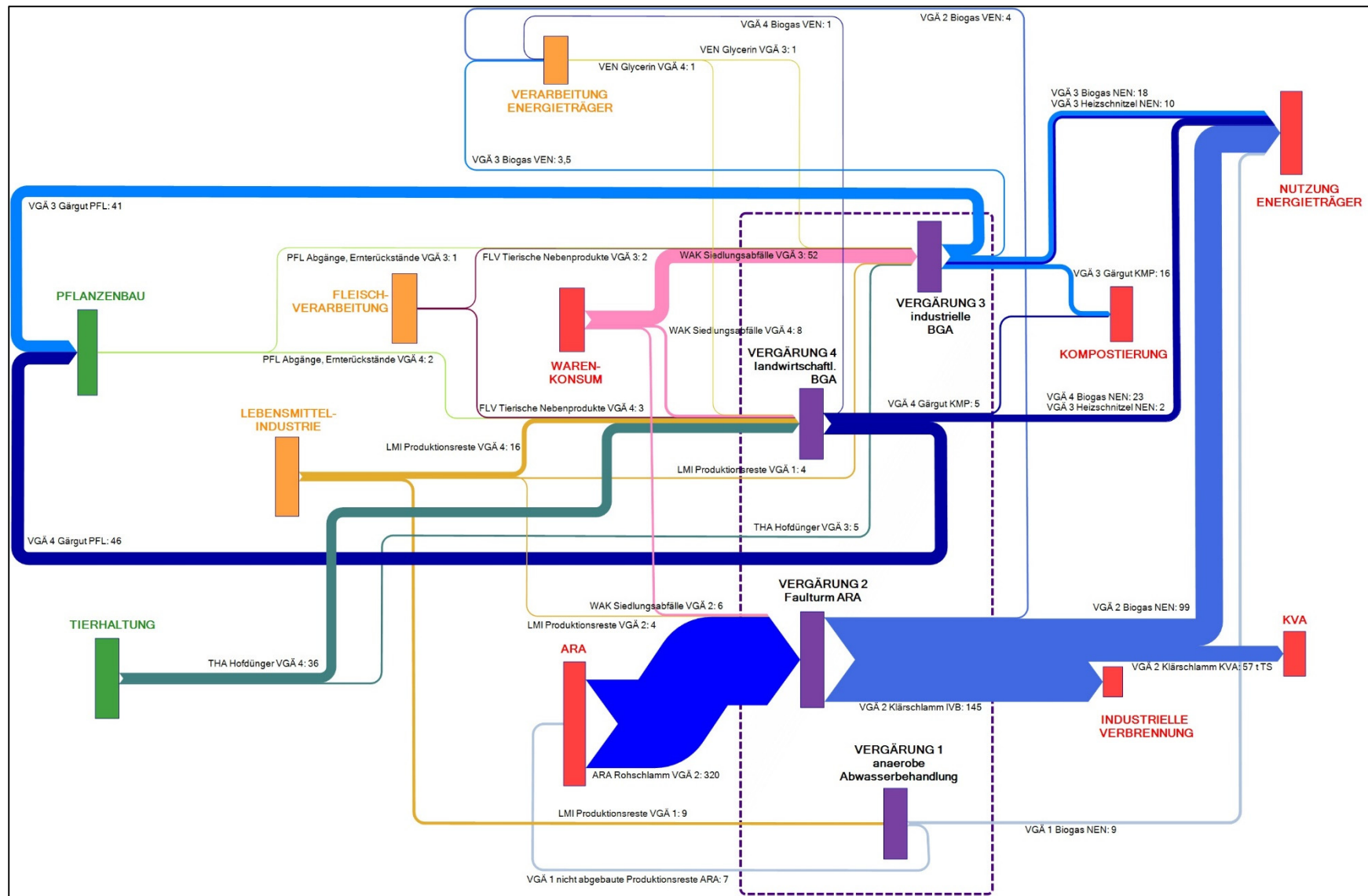


Abbildung 36 Biogene Input- und Outputströme für den Prozess «Vergärung» (detaillierte Grafik mit den vier Teilprozessen). Flüsse sind in 1'000 t TS angegeben.

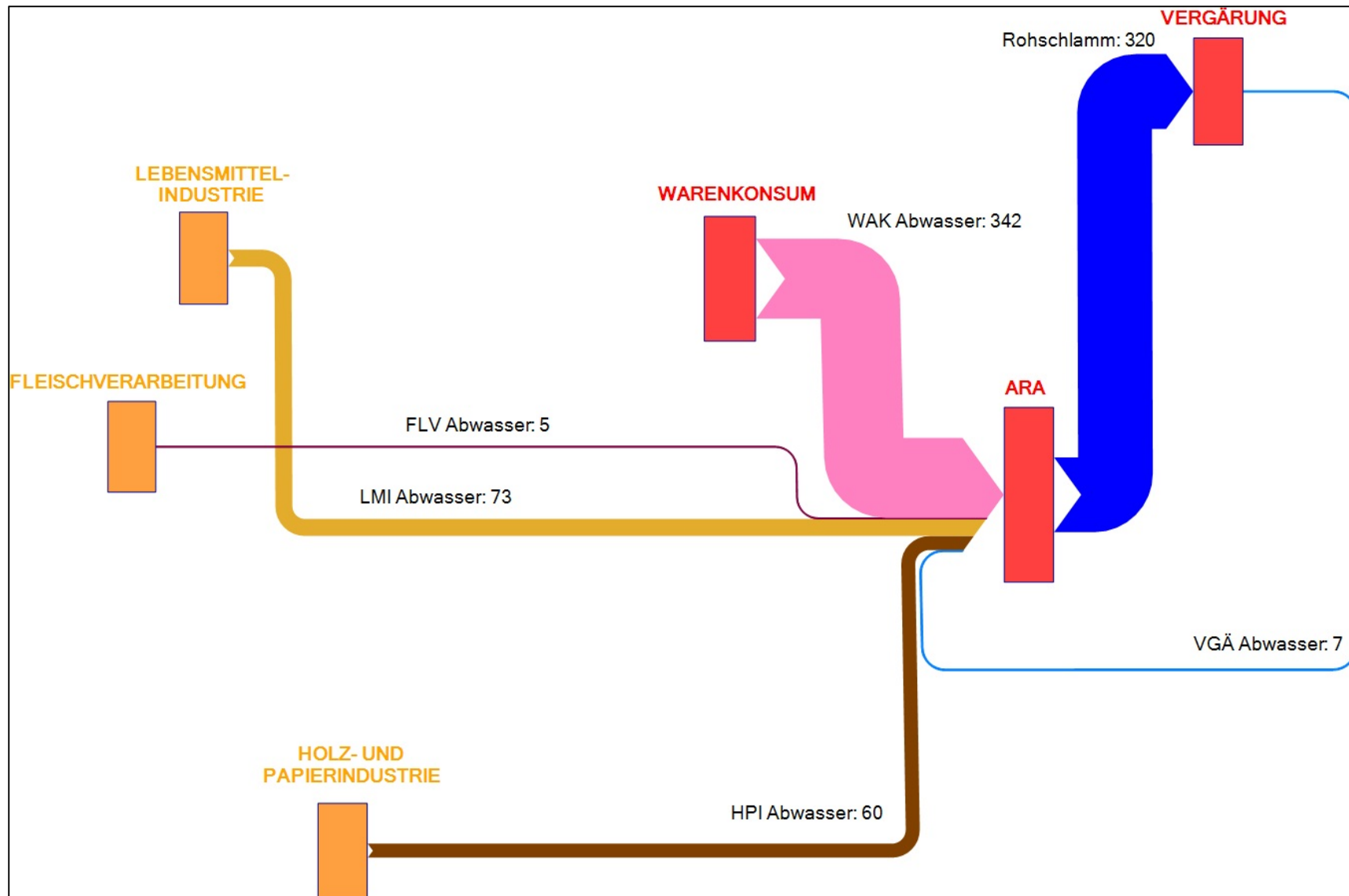


Abbildung 37 Biogene Input- und Outputströme für den Prozess «Abwasserreinigung». Flüsse sind in 1'000 t TS angegeben.

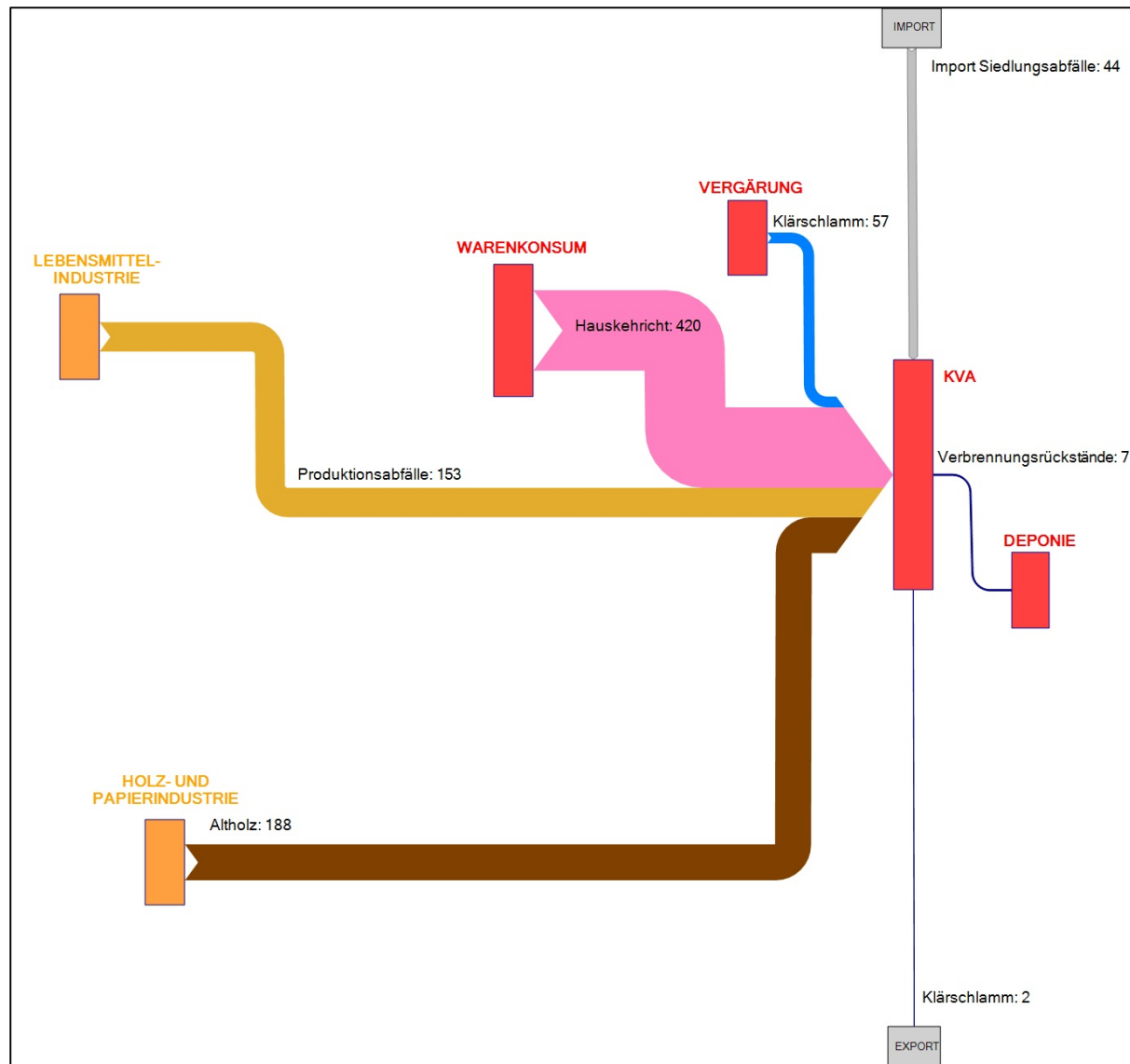


Abbildung 38 Biogene Input- und Outputströme für den Prozess «Kehrichtverbrennung». Flüsse sind in 1'000 t TS angegeben.

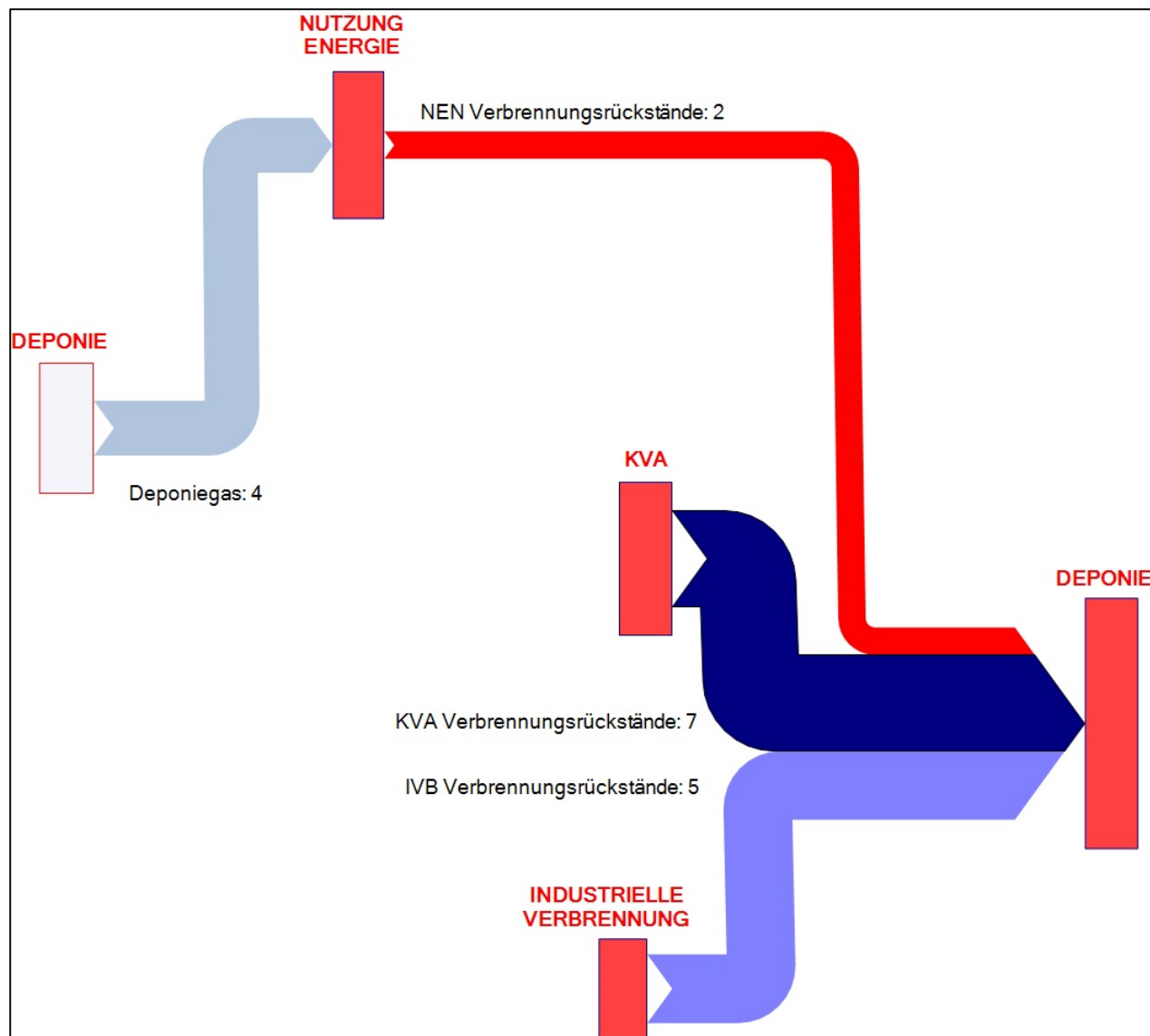


Abbildung 39 Biogene Input- und Outputströme für den Prozess «Deponie». Flüsse sind in 1'000 t TS angegeben.

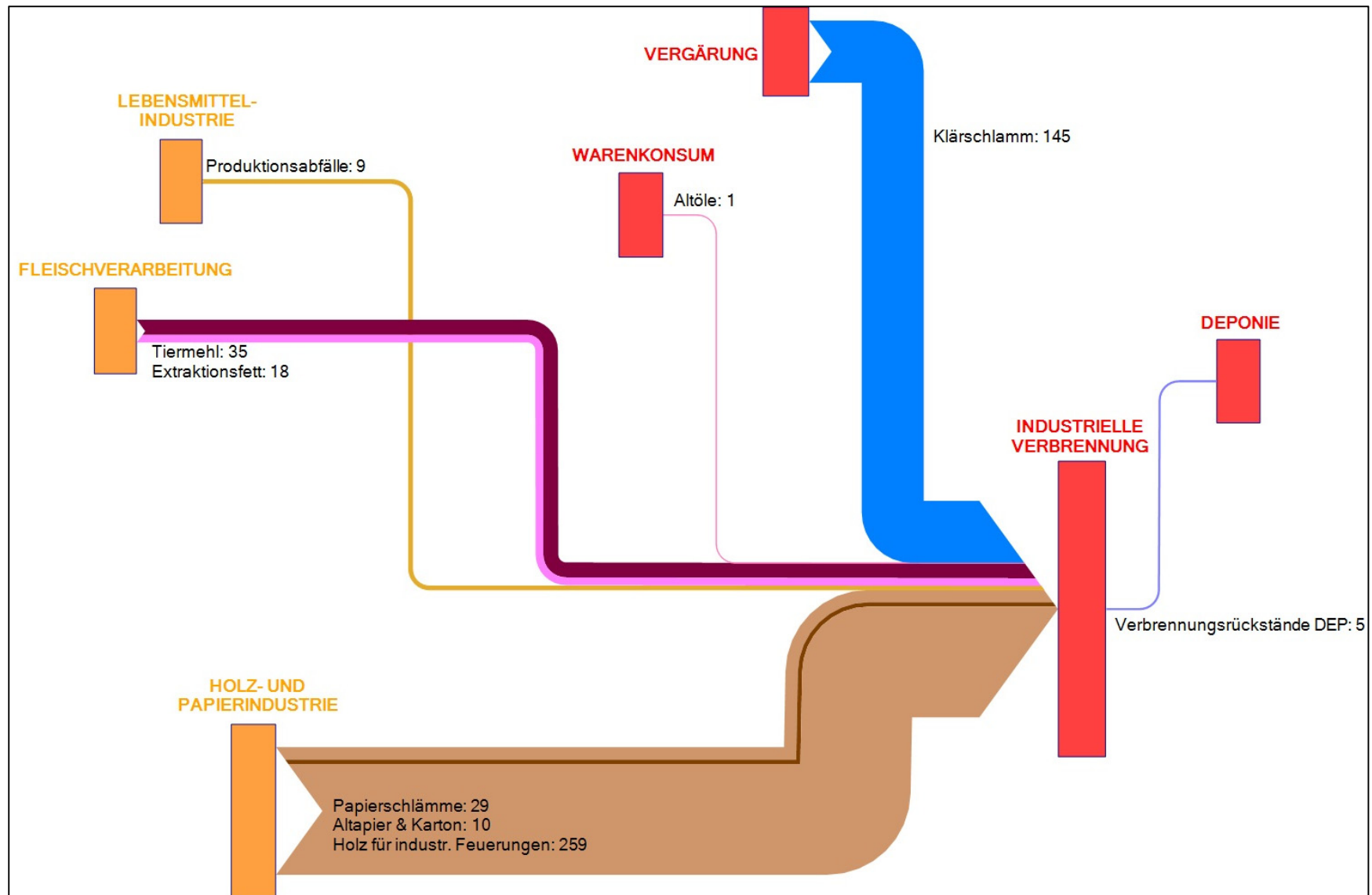


Abbildung 40 Biogene Input- und Outputströme für den Prozess «Industrielle Verbrennung». Flüsse sind in 1'000 t TS angegeben