

Zürcher Hochschule  
für Angewandte Wissenschaften



# **Biogene Güterflüsse der Schweiz 2006**

## **Massen- und Energieflüsse**

**2008**

**Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften**

**BAFU**

Bundesamt für Umwelt  
Abteilung Abfall & Rohstoffe  
CH-3003 Bern  
  
Kaarina Schenk  
Tel. 031 324 46 03  
kaarina.schenk@bafu.admin.ch

**BFE**

Bundesamt für Energie  
Sektion Erneuerbare Energien  
CH-3003 Bern  
  
Bruno Guggisberg  
Tel. 031 322 56 40  
bruno.guggisberg@bfe.admin.ch

**BLW**

Bundesamt für Landwirtschaft  
Direktionsbereich Strategie und Evaluation  
Fachbereich Ökologie  
CH-3003 Bern  
  
Reto Burkard  
Tel. 031 322 58 77  
reto.burkard@blw.admin.ch

---

**ZHAW**

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften  
Dep. Life Sciences und Facility Management  
Abteilung Biotechnologie  
  
Fachgruppe Umweltbiotechnologie  
Einsiedlerstr. 29/31  
8820 Wädenswil  
  
Prof. Dr. Urs Baier  
Tel. 058 934 5714  
urs.baier@zhaw.ch  
  
Dr. Sebastian Baum  
Tel. 058 934 58 23  
sebastian.baum@zhaw.ch

# Inhaltsverzeichnis

1	ZUSAMMENFASSUNG .....	4
2	METHODIK .....	5
2.1	VORGEHENSWEISE .....	5
2.2	MASSENFLÜSSE .....	8
2.3	ENERGIEFLÜSSE .....	8
2.4	DEFINITIONEN .....	8
3	ERGEBNISSE.....	10
3.1	STRUKTUR DER GÜTERFLÜSSE.....	10
3.2	GESAMTDARSTELLUNG MASSENFLÜSSE .....	12
3.3	GESAMTDARSTELLUNG ENERGIEFLÜSSE .....	13
3.4	BESCHREIBUNG DER PROZESSE UND FLÜSSE IM BEREICH PRODUKTION .....	14
3.4.1	Pflanzenbau (PFL).....	14
3.4.2	Tierhaltung (THA) .....	18
3.4.3	Waldwirtschaft (WAW) .....	22
3.5	BESCHREIBUNG DER PROZESSE UND FLÜSSE IM BEREICH VERARBEITUNG .....	25
3.5.1	Lebensmittelindustrie (LMI) .....	25
3.5.2	Fleischverarbeitung (FLV).....	31
3.5.3	Holz- und Papierindustrie (HPI) .....	35
3.5.4	Verarbeitung Energieträger (VEN).....	40
3.5.5	Andere Industrien (IND).....	44
3.6	BESCHREIBUNG DER PROZESSE UND FLÜSSE IM BEREICH NUTZUNG UND ENTSORGUNG .....	48
3.6.1	Warenkonsum (WAK).....	48
3.6.2	Nutzung Energieträger (NEN).....	53
3.6.3	Kompostierung (KMP) .....	56
3.6.4	Vergärung (VGÄ) .....	59
3.6.5	Abwasserreinigung (ARA).....	63
3.6.6	Kehrichtverbrennung (KVA) .....	66
3.6.7	Deponien (DEP) .....	69
3.6.8	Industrielle Verbrennung (IVB).....	71
3.7	BESCHREIBUNG DER FLÜSSE IM BEREICH IMPORT UND EXPORT .....	74
3.8	BRUTTO- UND ENDENERGIE .....	80
4	AUSBLICK.....	81
5	LITERATURVERZEICHNIS .....	82
6	ANHANG.....	85

# 1 Zusammenfassung

Die vorliegende Studie wurde im Auftrag des Bundesamt für Umwelt (BAFU) mit dem Ziel erstellt, alle relevanten biogenen Güterflüsse der Schweiz im Jahre 2006 anhand bestehender statistischer Erhebungen zu erfassen und zu visualisieren.

Für die drei Sektoren Produktion, Verarbeitung sowie Nutzung & Entsorgung wurde eine passende Datenstruktur erarbeitet, welche die Güterflüsse zwischen insgesamt sechzehn Prozessen in einem In- und Outputschema erfasst. Grundlage war dabei die Studie „Biogene Güter in der Schweiz. Massen- und Energieflüsse“ aus dem Jahr 2001 mit Datenbasis 1998/1999.

Die Struktur der Prozesse und Güterflüsse wurde gegenüber der älteren Studie insbesondere hinsichtlich der Aspekte Erneuerbare Energien und Aussenhandel (Im- und Exporte an der Schweizer Landesgrenze) erweitert und verfeinert. Die meist als Masse Frischsubstanz vorliegenden Daten wurden zur besseren Vergleichbarkeit in Trockensubstanz und Bruttoenergieinhalt (unterer Heizwert) umgerechnet. Die Visualisierung der Ströme erfolgte über Sankey-Diagramme, welche die Massen- und Energieflussdaten mengenproportional darstellen. Zusätzlich zu den Gesamtdarstellungen wurden für alle Prozesse detaillierte Abbildungen und Tabellen erstellt, die sämtliche erfassten Teilströme ausweisen.

Die bezüglich Masse und Energieinhalt wichtigsten Güterflüsse entstehen im Produktionssektor, also aus den Prozessen Pflanzenbau, Tierhaltung und Waldwirtschaft. Im Sektor Verarbeitung dominieren In- und Outputströme aus dem Prozess Holz- und Papierindustrie, wobei insbesondere Im- und Exporte ins Gewicht fallen. Die Güterflüsse im Sektor Nutzung & Entsorgung spielen mit Ausnahme des Warenkonsums im Vergleich zum Produktionssektor mengenmässig eine geringe Rolle.

Die Studie gibt einen umfassenden und aktuellen Überblick über die biogenen Güter der Schweiz und dient als Grundlage für Überlegungen und Abschätzungen bei Nutzung und Management biogener Ressourcen insbesondere im Bereich der Erneuerbaren Energien. Datenquellen und Datenstruktur sind so gewählt, dass eine Aktualisierung mit vertretbarem Aufwand möglich ist. Aufgrund der engen Verknüpfung der erfassten biogenen Güterflüsse mit dem Sektor Landwirtschaft wird eine Erweiterung der vorliegenden Datenbasis (Nährstoffflüsse biogener Güter der Schweiz) als sinnvoll erachtet.

## 2 Methodik

### 2.1 Vorgehensweise

#### Terminologie:

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich nicht um eine Stoffflussanalyse [2]. Statt einzelner Stoffe, werden Güter bzw. Gruppen von Gütern betrachtet, die je nach Prozess mehr oder weniger stark umgewandelt bzw. miteinander vermischt werden. Die Summen eingehender und ausgehender Güterflüsse eines Prozesses sind deshalb oftmals nicht gleich gross bzw. können gar 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 [2].

#### Biogene Güter:

Als biogen werden in dieser Studie alle Güter biologischen oder organischen Ursprungs verstanden. Nicht darunter fallen jedoch fossile Güter wie Mineralöl und Erdgas und deren Produkte, obwohl sie ebenfalls biologischen Ursprungs sind, da sie nicht erneuerbar und somit nicht nachhaltig nutzbar sind. Oftmals handelt es sich bei Gütern um Mischprodukte, die sowohl einen biogenen als auch einen andersartigen 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.

#### System:

Als zeitliche Systemgrenze wurde das Kalenderjahr 2006 gewählt. Als geographische Systemgrenze wurde die Schweizer Landesgrenze definiert, an welcher die Zu- und Abflüsse als Im- und Exporte erfasst werden. Die sechzehn 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 dreibuchstabile Kürzel an Anfang und Ende der Flussbezeichnung steht für den jeweiligen Output- und Input-Prozess (siehe Abkürzungsverzeichnis im Anhang 1).

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 einfach 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 Im- 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 2006 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 2006, 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 (bis auf die im Folgenden beschriebenen Ausnahmen) nicht dargestellt. Zwei Spezialfälle sind die beiden Lager Holzvorrat (HVO) und Deponie (DEP), dargestellt mit der Füllfarbe weiss. Ersteres ist seit vielen Jahren ein 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: das daraus entstehende Biogas wird heute verwertet. Derzeit dürfen ohne Vorbehandlung keine organischen Deponierungen mehr getätigt werden.

#### Daten:

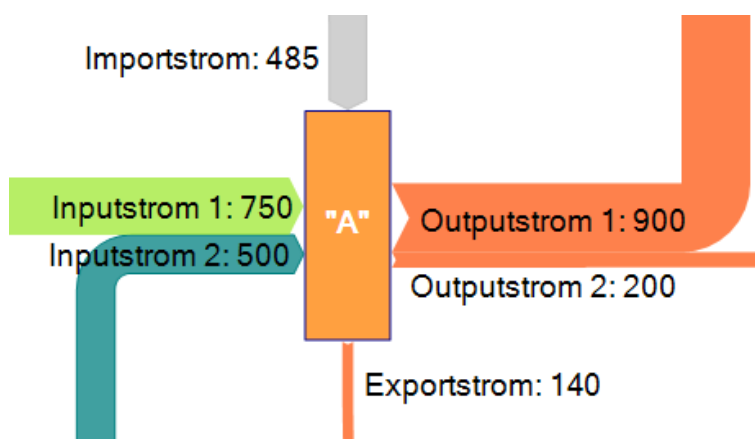
Es wurden keine eigenen Daten erhoben, sondern ausschliesslich bereits vorhandene Daten erfragt und ausgewertet. Als Grundlage dienten Statistiken, Erhebungen und andere Veröffentlichungen für das Kalenderjahr 2006 sowie persönliche Mitteilungen von entsprechenden Fachleuten. Konnten keine Zahlen für 2006 ermittelt werden, wurden die jüngsten verfügbaren Daten verwendet und wenn möglich mit aktuellen verfügbaren Indikatoren auf das Jahr 2006 hochgerechnet bzw. Abschätzungen vorgenommen. 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.) wurde Datenlücken in Einzelfällen rechnerisch geschlossen. Wo möglich erfolgte ein Datenvergleich mit der Universität Zürich (Social and Industrial Ecology; Department of Geography), die über das zeitgleich laufende BAFU-Projekt „Phosphorflüsse in der Schweiz. Stand, Risiken und Handlungsoptionen“ in einer ähnlichen Thematik recherchierte [65]. Konkrete Zahlen wurden nicht übernommen, dienten aber der Absicherung der eigenen Daten und Abschätzungen.

Die Datenlage ist je nach Sektor und Prozess sehr unterschiedlich. Es wird bei der Prozess- und Flussbeschreibung auf die jeweilige Qualität der Daten eingegangen. Zur Verbesserung der Datenlage bei fehlenden Primärdaten wurden folgende Vorgehensweisen gewählt:

- Kombination älterer Daten mit aktuellen verfügbaren Indikatoren (Bsp. Hofdünger: ältere Zahlen Hofdünger pro Tier; aktuelle Zahlen Viehbestand)
- Rückrechnung aus erzielten Energiemengen (Bsp. Deponiegas)
- Abschätzung über Vergleichswerte im Ausland (Bsp. Bioplastics; EU)
- Überprüfung durch redundante Daten unterschiedlicher Quellen (Bsp. Energieholz: Forststatistik, Holzenergiestatistik)
- Abschätzung fehlender Output- über Inputströme des Folgeprozesses (Output Lebensmittelindustrie über Input Warenkonsum)
- Rechnerische Lösung (Bsp. Verwertung von Lebensmittelresten)

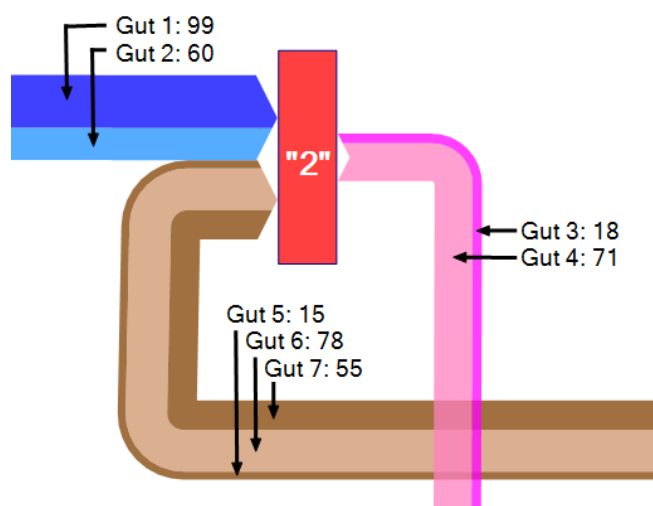
#### Darstellung:

Als Darstellungsform wurde ein Input-Output-Schema gewählt, das sich im Grundprinzip an der Methode der Stoffflussanalyse orientiert und dementsprechend auf einer Massenbilanz über bestehende Prozesse bzw. das Gesamtsystem Schweiz basiert. Die zusätzliche Darstellung mittels Sankey-Diagrammen ermöglicht eine mengenproportionale Visualisierung der Massen- und Energieflussdaten. 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. Im- 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 (Version 1.2). Berechnungen wurden separat mit Microsoft Excel durchgeführt.



**Abbildung 1:** Beispiel für einen Prozess („A“) mit zwei Input- und zwei Outputströmen (horizontal), sowie Import- und Exportstrom (vertikal). Outputstrom 1 ist entsprechend seiner Wertigkeit 4.5-mal breiter als Outputstrom 2.

Neben dem Gesamtdiagramm, das alle biogenen Güterströme der Schweiz einbezieht, wurden für alle Prozesse separate Sankey-Diagramme erstellt. In diesen werden alle Input- und Outputströme des jeweiligen Prozesses mit allfälligen Teilströmen dargestellt. Die Anordnung der beteiligten Prozesse aus der Gesamtdarstellung bleibt bestehen. Die Breite der Güterströme 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. Das folgende Beispiel in Abbildung 2 soll dies veranschaulichen.



**Abbildung 2:** Lesehilfe bei der Beschriftung der Sankey-Diagramme. Die Zuordnung der Beschriftung zu den entsprechenden Teilflüssen (Gütern) ist abhängig von der Pfeilrichtung.

## 2.2 Massenflüsse

Die Massenflüsse sind auf die Trockensubstanz (TS) der Güter bezogen. 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). Die Umrechnung erfolgte in der Regel über entsprechenden Prozentangaben TS, welche der Literatur entnommen oder bei einem Fehlen von Quellen selbst abgeschätzt wurden (siehe Anhang 2).

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, da Gewicht und Oxidationswert je nach chemischer Verbindung in sehr unterschiedlichen Verhältnissen zueinander stehen können. Grundlage der hier vorgenommenen Schätzung ist die Oxidation von 1kg Glucose, bei der in etwa 1kg Sauerstoff benötigt wird.

## 2.3 Energieflüsse

Die Energieflüsse beziehen sich auf den unteren Heizwert ( $H_U$ ) der Trockensubstanz, also der wasserfreien Güter. Die Erfassung der Energieflüsse erfolgte rein rechnerisch über die Zuweisung von charakteristischen Energiewerten zu den TS-Werten (bzw. Volumenwerten bei Energieträgern wie Biogas, Agrodiesel) der jeweiligen Güter (siehe Anhang 3). Der daraus resultierende Energieinhalt der Güterströme versteht sich als Bruttoenergie, das heisst Energieaufwendungen für Transport, Verarbeitung und Trocknung sowie bei der Nutzung relevante Konversionsfaktoren sind nicht berücksichtigt. Der untere Heizwert wird in MWh bzw. GWh angegeben.

Neben der Gesamtdarstellung der Energieflüsse wurde für die drei Prozesse „Nutzung Energie“, „KVA“ und „Industrielle Verbrennung“, in denen eine effektive energetische Nutzung der Güter stattfindet, eine Aufstellung des daraus resultierenden Energieoutputs visualisiert. Die Energieflüsse wurden dabei in die Kategorien Wärmeenergie, Elektrizität und Treibstoff untergliedert. Diese Daten stammen aus der Statistik der erneuerbaren Energien [41].

## 2.4 Definitionen

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

Schafftholz:

Darunter wird die gesamte Holzmasse in Rinde inklusive Stock (Holz- und Wurzelmasse unterhalb des Fallschnitts), jedoch ohne Astmaterial verstanden. Schafftholz ist die Aufnahmeeinheit des Landesforstinventars [4].



**Restholz:**

Die hier verwendete Definition stammt aus der Luftreinhalteverordnung LRV [60]. 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 [38]. Um diese Begriffe nicht zu vermengen, wird in dieser Studie dafür der Begriff „Sägereirestholz“ verwendet.

**Holzbrennstoffe:**

Gemäss Luftreinhalteverordnung [60] gelten als Holzbrennstoffe naturbelassenes stückiges Holz einschliesslich anhaftender Rinde, (insbesondere Scheitholz, Holzbriketts, Reisig und Zapfen), naturbelassenes nichtstückiges 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 [60] 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 (Definition gemäss Verordnung über die Entsorgung von tierischen Nebenprodukten VTNP [61]).

**Endenergie:**

Die Energie, welche vom Endverbraucher (z.B. einem Industriebetrieb, einem Gebäude, einem Haushalt) zum Zwecke der weiteren Umwandlung und Nutzung bezogen bzw. eingekauft wird. Beispiele: Heizöl, Erdgas, Fernwärme (als Heisswasser oder Prozessdampf), die aus dem Netz bezogene Elektrizität, die vom Betrieb energetisch genutzten Industrieabfälle [42].

**Unterer Heizwert  $H_U$  (Energieinhalt eines Brennstoffes):**

Wärmemenge, die bei vollständiger Verbrennung einer Mengeneinheit eines Brennstoffes (kg,  $m^3$ ) frei wird, wenn das bei der Verbrennung gebildete Wasser dampförmig vorliegt und die Verbrennungsprodukte bis auf die Bezugstemperatur von 25°C (ISO Bedingungen) abgekühlt werden [42].

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Struktur der Güterflüsse

Zur Erstellung der Struktur wurden folgende drei Sektoren mit insgesamt 16 Prozessen unterschieden.

**Tabelle 1: Sektoren und Prozesse**

<b>Sektor Produktion</b>	<b>Sektor Verarbeitung</b>	<b>Sektor Nutzung &amp; Entsorgung</b>
Pflanzenbau (PFL) Tierhaltung (THA) Waldwirtschaft (WAW)	Fleischverarbeitung (FLV) Lebensmittelindustrie (LMI) Holz- und Papierindustrie (HPI) Verarbeitung Energie (VEN) andere Industrien (IND)	Warenkonsum (WAK) Kompostierung (KMP) Vergärung (VGÄ) Kehrichtverbrennung (KVA) industrielle Verbrennung (IVB) Nutzung Energie (NEN) Abwasserreinigung (ARA) Deponien (DEP)

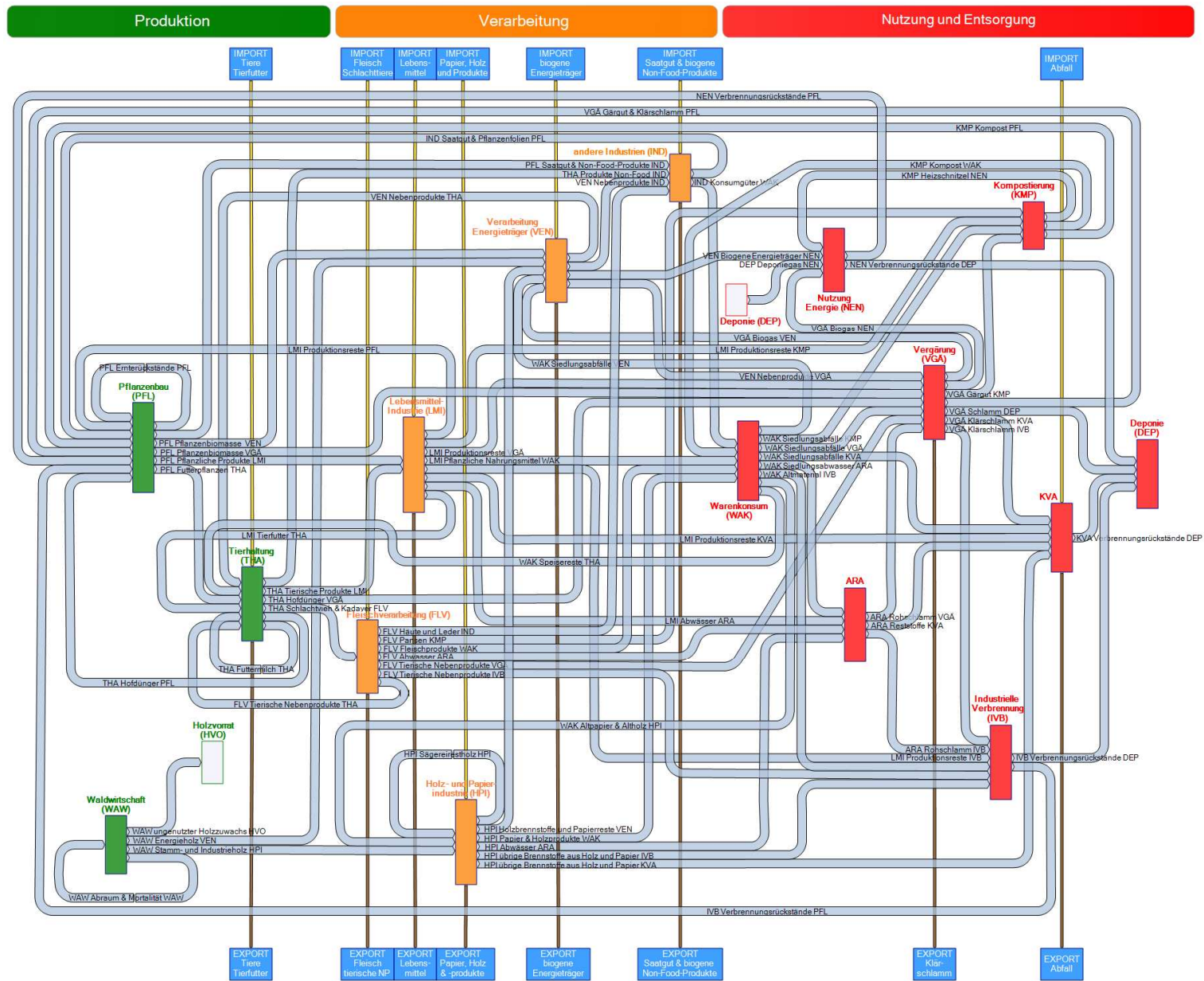


Abbildung 3: Datenstruktur der Prozesse und Güterflüsse

### 3.2 Gesamtdarstellung Massenflüsse

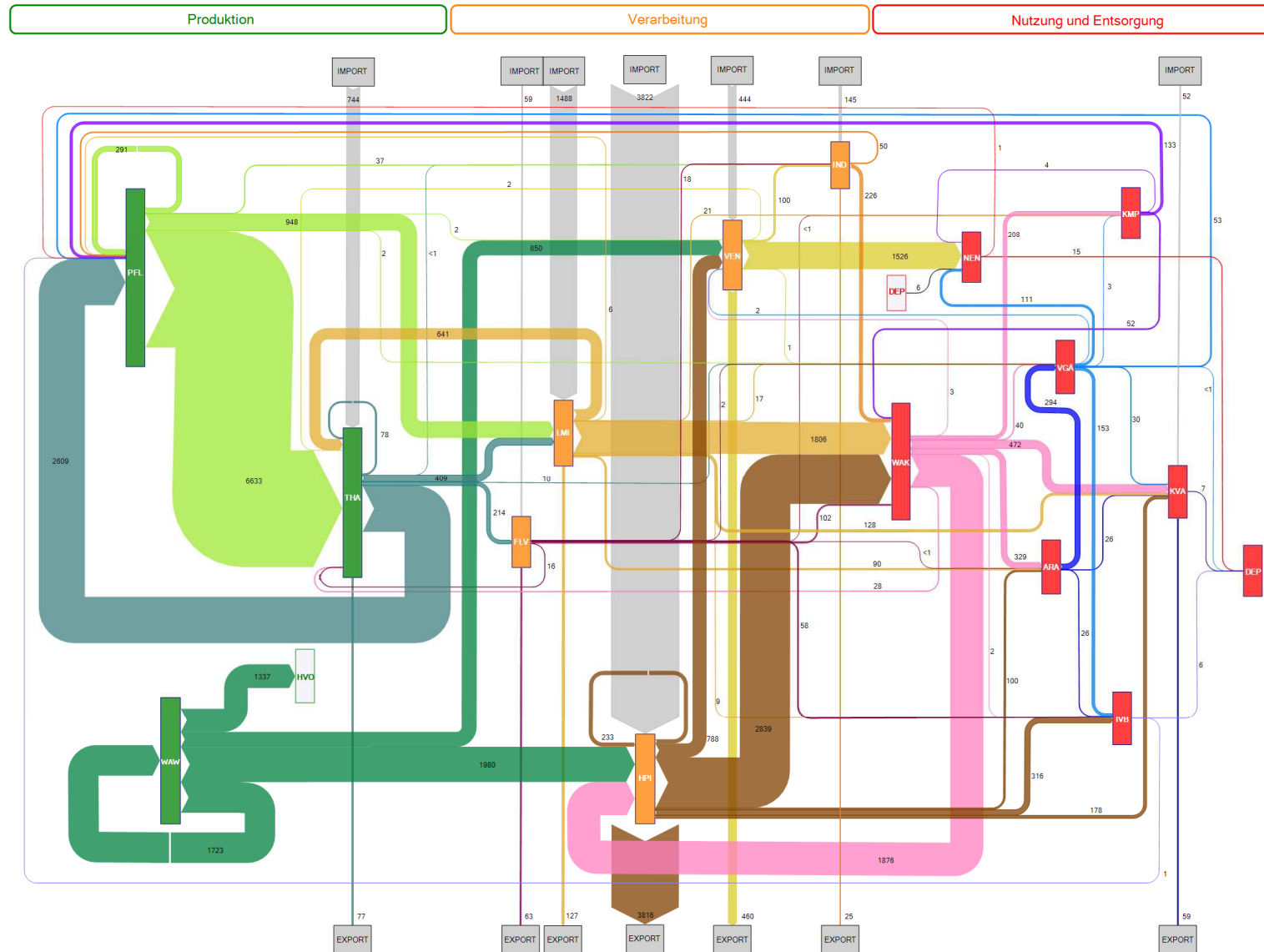


Abbildung 4: Gesamtdarstellung der Massenflüsse (in 1000 t TS)

### 3.3 Gesamtdarstellung Energieflüsse

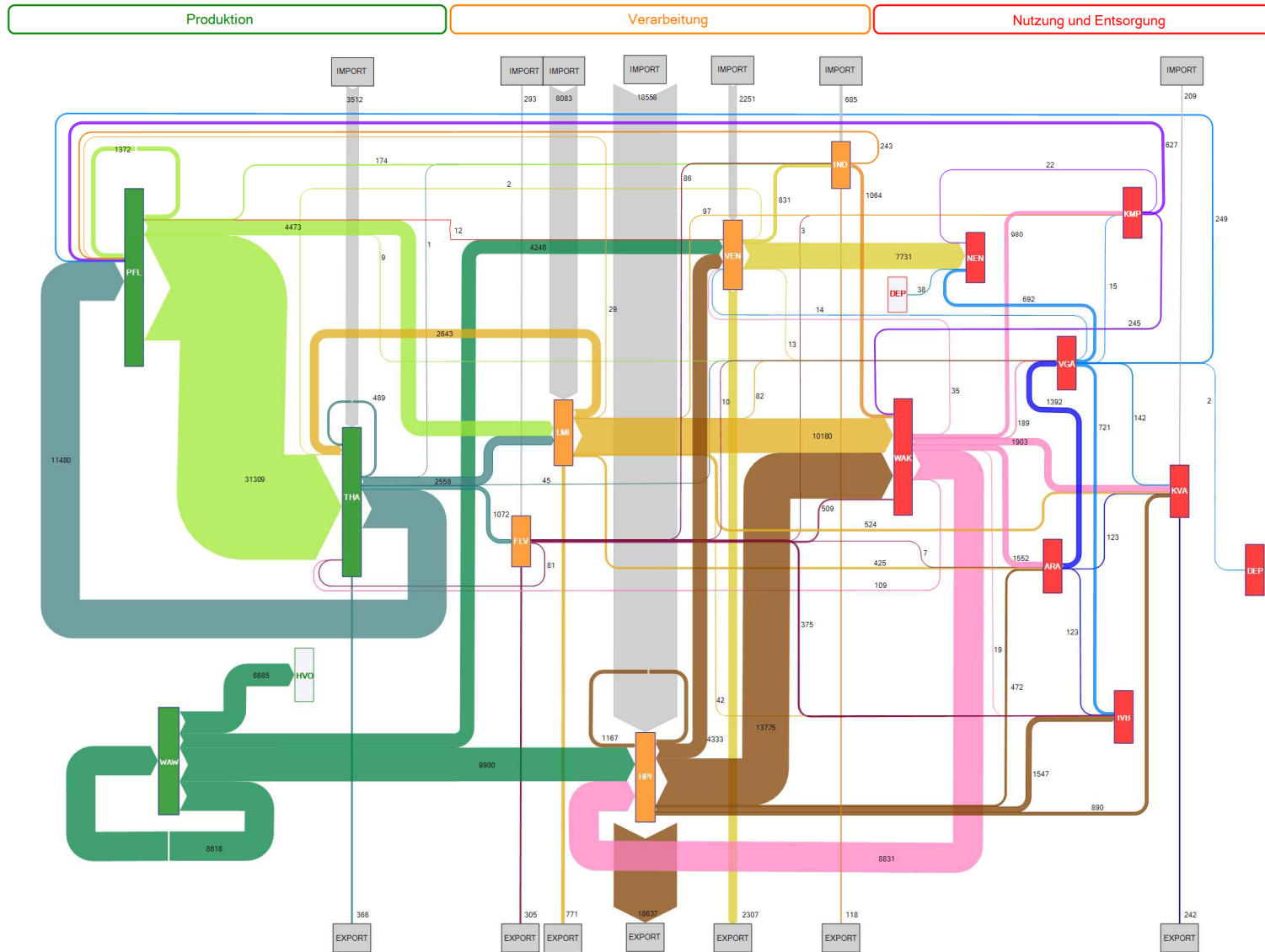


Abbildung 5: Gesamtdarstellung der Energieflüsse (H<sub>v</sub> in GWh bezogen auf die TS)

## 3.4 Beschreibung der Prozesse und Flüsse im Bereich Produktion

### 3.4.1 Pflanzenbau (PFL):

Der Prozess Pflanzenbau umfasst die gesamte landwirtschaftliche Pflanzenproduktion, ohne Garten- und Landschaftsbau (Teil des Warenkonsums, WAK) und ohne Holzpflanzen (Waldwirtschaft, WAW). Der Grossteil des Zahlenmaterials stammt aus den statistischen Erhebungen und Schätzungen des Schweizerischen Bauernverbandes [56], der seine Daten zum Teil wiederum auf andere Quellen wie Forschungsanstalten, Bundesamt für Statistik etc bezieht. Die Pflanzenmengen, welche als Tierfutter verwendet werden, dominieren deutlich.

- PFL Pflanzliche Produkte LMI: sämtliche für den menschlichen Verzehr bestimmten Pflanzen aus der landwirtschaftlichen Produktion: Gemüse, Kartoffeln, Getreide, Ölsaaten, Zuckerrüben [68], Beeren und Früchte. Genussmittel (Tabak) wurden ebenfalls hierunter subsumiert. Da der SBV lediglich die Mengen der an Erstabnehmer gelieferten Getreideproduktion erfasst, wurde die fehlende Menge des Eigenverbrauchs in landwirtschaftlichen Betrieben über die Anzahl familieneigener Beschäftigter und den jährlichen pro-Kopf-Verbrauch geschätzt.
- PFL Futterpflanzen THA: Grünfutter, Heu, Emd, Stroh, Silomais sowie verschiedene Hack- und Hülsenfrüchte, Kartoffeln und Getreide, die für die Fütterung bestimmt sind. Die jüngsten verfügbaren Zahlen für Grünfutter, Heu, Emd und Silomais stammen aus dem Jahr 2004.
- PFL Saatgut & Non-Food-Produkte IND: für die Saat produziertes bzw. zurückbehaltenes Pflanzenmaterial (insbesondere Zuckerrüben, Kartoffeln und Getreide [56]) sowie Pflanzen, welche nicht zum Verzehr oder zur Energiegewinnung angebaut werden: das sind vor allem Hanf, Flachs und Medizinalpflanzen. In den Medizinalpflanzen-Zahlen sind geringe Mengen an Gewürzen subsumiert (gleiche Zolltarifnummer). Es werden in der Schweiz derzeit betrieblich keine Nicht-Holz-Pflanzenfasern für Dämmmaterialien verarbeitet [28].
- PFL Pflanzenbiomasse VEN: Energiepflanzen wie Raps, Chinaschilf und Sonnenblumen.
- PFL Pflanzenbiomasse VGÄ: landwirtschaftliche pflanzliche Abgänge und Abfälle, Rasenschnitt u.a., welche direkt der anaeroben Vergärung zugeführt werden [49].
- PFL Ernterückstände PFL: auf dem Feld verbliebene oder wieder ausgebrachte Ernterückstände. Die genaue Menge der Ernterückstände wird nicht mehr erfasst, man geht von 5-10% der Erträge aus, wobei die Gemüse- und Obstrückstände an der oberen Grenze der Bandbreite liegen dürften [55]. 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 Ernterückstände unter 1% betragen dürften [18].

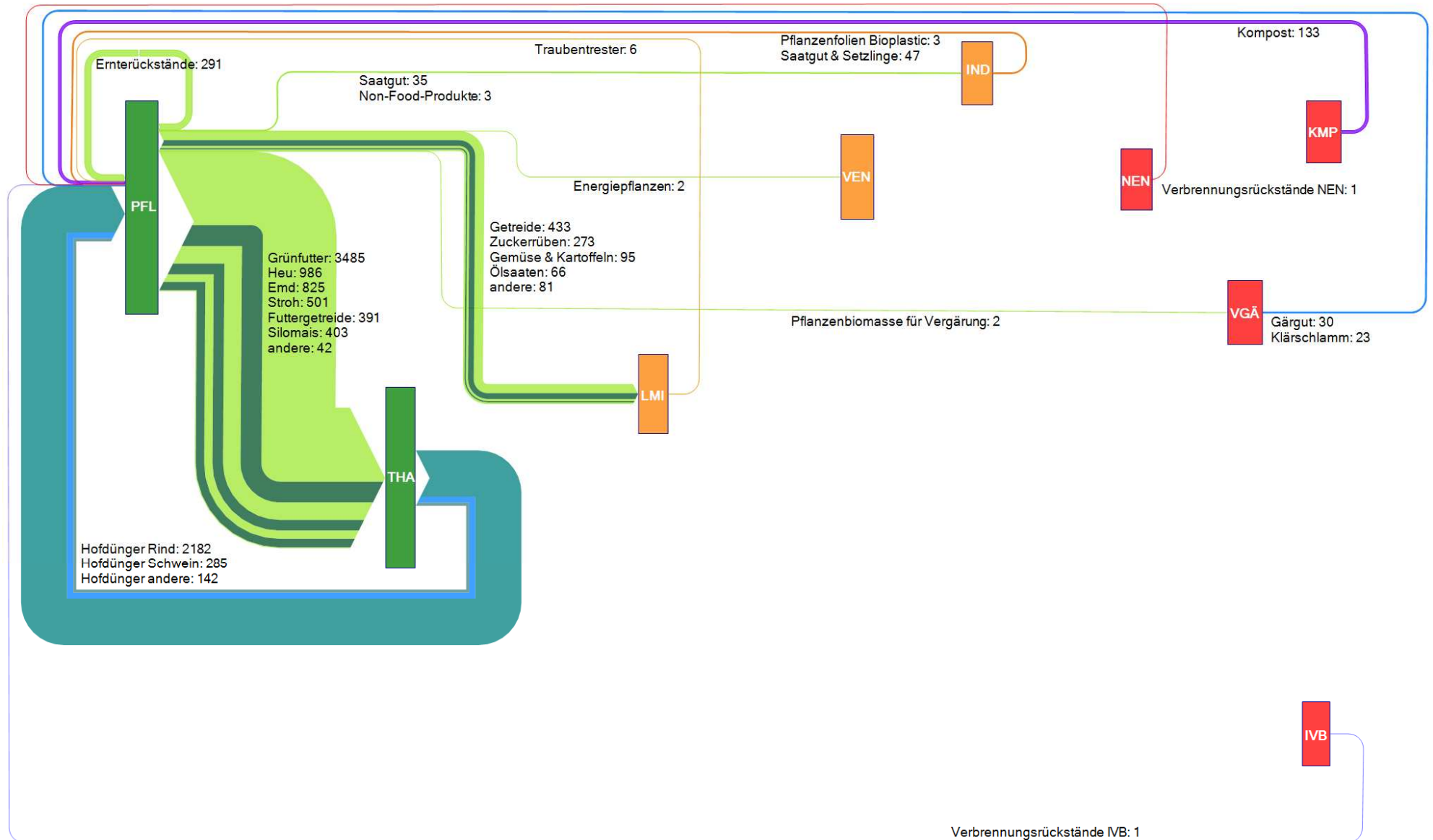


Abbildung 6: biogene In- und Outputströme für den Prozess Pflanzenbau (PFL) in 1'000 Tonnen TS

Tabelle 2: Güterflüsse (Output) aus dem Prozess Pflanzenbau (PFL)

Prozess IN	Güterstrom und Teilströme	Quelle	Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh
<b>Pflanzenbau</b>	<b>PFL Ernterückstände PFL</b>		<b>554'143 t</b>	<b>290'753</b>	<b>1'372'355</b>
	Ernterückstände	Email Theres Amstutz, SBV	[55] 554'143 t	290'753	1'372'355
<b>Verarb. Energie</b>	<b>PFL Pflanzenbiomasse VEN</b>		<b>5'201 t</b>	<b>2'487</b>	<b>16'050</b>
	Raps	Schweizerischer Bauernverband	[56] 3'000 t	750	7'800
	Sonnenblumen	Schweizerischer Bauernverband	[56] 41 t	9	94
	Miscanthus	Schweizerischer Bauernverband	[56] 2'160 t	1'728	8'156
<b>Vergärung</b>	<b>PFL Pflanzenbiomasse VGÄ</b>		<b>7'993 t</b>	<b>1'998</b>	<b>9'432</b>
	Abgänge, Abfälle, Rasenschnitt etc.	Ökostromschweiz	[49] 7'993 t	1'998	9'432
	Energiepflanzen für Biogas		0 t	0	0
<b>LM-Industrie</b>	<b>PFL Pflanzliche Produkte LMI</b>		<b>2'905'826 t</b>	<b>947'773</b>	<b>4'913'751</b>
	Gemüse	Schweizerischer Bauernverband	[56] 288'859 t	28'886	140'385
	Kartoffeln	Schweizerischer Bauernverband	[56] 299'472 t	65'884	320'195
	Getreide Erstabnehmer	Schweizerischer Bauernverband	[56] 486'888 t	423'593	2'058'660
	Getreide Eigenverbrauch	Schweizerischer Bauernverband	[56] 11'220 t	9'761	47'439
	Ölsaaten	Schweizerischer Bauernverband	[56] 72'944 t	65'650	676'191
	Weintrauben	Schweizerischer Bauernverband	[56] 128'070 t	24'333	114'853
	Hopfen	Schweizerischer Bauernverband	[56] 28 t	25	119
	Obst	Schweizerischer Bauernverband	[56] 365'044 t	54'757	258'451
	Beeren	Schweizerischer Bauernverband	[56] 10'516 t	1'472	6'949
	Zuckerrüben	Zuckerrübenstatistik	[68] 1'242'785 t	273'413	1'290'508
	Tabak	Schweizerischer Bauernverband	[56] 1'270 t	1'207	5'695
<b>Tierhaltung</b>	<b>PFL Futterpflanzen THA</b>		<b>24'092'654 t</b>	<b>6'655'229</b>	<b>31'538'638</b>
	Kartoffeln	Schweizerischer Bauernverband	[56] 160'555 t	35'322	166'720
	Futterrüben	Schweizerischer Bauernverband	[56] 100'000 t	22'000	103'840
	Kohl-, Wasserrüben, Futtermöhren	Schweizerischer Bauernverband	[56] 16'700 t	1'670	7'882
	Futtergetreide	Schweizerischer Bauernverband	[56] 449'025 t	390'652	1'843'876
	Hülsenfrüchte	Schweizerischer Bauernverband	[56] 19'574 t	4'894	23'097
	Grünfutter	Schweizerischer Bauernverband	[56] 19'362'400 t	3'485'232	16'450'295
	Heu	Schweizerischer Bauernverband	[56] 1'120'500 t	986'040	4'792'154
	Stroh	Schweizerischer Bauernverband	[56] 582'000 t	500'520	2'362'454
	Emd	Schweizerischer Bauernverband	[56] 938'500 t	825'880	3'898'154
	Silomais	Schweizerischer Bauernverband	[56] 1'343'400 t	403'020	1'890'164
<b>Andere Industrien</b>	<b>PFL Saatgut &amp; Non-Food-Produkte IND</b>			<b>36'620</b>	<b>173'639</b>
	Hanf	Schweizerischer Bauernverband	[56] 44 t	44	208
	Flachs	Schweizerischer Bauernverband	[56] 118 t	30	139
	Medizinal & Gewürze	Schweizerischer Bauernverband	[56] 324 t	308	1'453
	Saatgut Getreide	Schweizerischer Bauernverband	[56] 27'177 t	23'644	111'600
	Saatgut Kartoffeln	Schweizerischer Bauernverband	[56] 25'776 t	5'671	27'560
	Saatgut Zuckerrüben	Zuckerrübenstatistik	[68] 23'653 t	5'204	24'561
	Dämmmaterial	S. Grass, pers. Mitteilung	[28] 0 t	0	0
	Christbäume	Schweizerischer Bauernverband	[56] 4'000 m3	1'720	8'118
<b>Summe</b>				<b>7'934'861</b>	<b>38'023'864</b>



Tabelle 3: Güterflüsse (Input) in den Prozess Pflanzenbau (PFL)

Prozess OUT	Güterstrom und Teilströme	Quelle	Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh	
Tierhaltung	THA Hofdünger PFL		<b>21'741'757 t</b>	<b>2'609'011</b>	<b>11'479'648</b>	
		Hofdünger Schwein	Menzi et al. 1998 [46]	2'373'749 t	284'850	1'253'339
		Hofdünger Rind	Schweizer Bauernverband [56]	18'187'274 t	2'182'473	9'602'881
	anderer Hofdünger	(Quellen für alle 3 Teilströme)	1'180'734 t	141'688	623'428	
andere Industrien	IND Saatgut & Bioplastics PFL		<b>122'574 t</b>	<b>49'997</b>	<b>242'536</b>	
		Saatgut	(errechneter Wert)	84'684 t	39'880	193'819
		Setzlinge (inkl. Rollrasen)	(errechneter Wert)	34'506 t	6'901	33'539
	Bioplastics Mulchfolien	European Bioplastics, Redilo GmbH [26] [53]	3'385 t	3'216	15'178	
LM-Industrie	LMI Produktionsreste PFL		<b>32'018 t</b>	<b>6'083</b>	<b>28'713</b>	
		Traubentrester	Scheurer & Baier [57]	32'018 t	6'083	28'713
Vergärung	VGÄ Gärgut & Klärschlamm PFL			<b>52'746</b>	<b>248'960</b>	
		festes Gärgut	Jahresbericht 2007 ARGE Inspektorat & [37]	38'124 t	19'062	89'973
		flüssiges Gärgut (Presswasser)	Berichtszahlen K. Schleiss, 2006 [59]	91'439 t	10'973	51'791
	Klärschlamm	Abfallstatistiken Schweiz 2006 [7]		22'711	107'196	
industr. Verbrennung	IVB Verbrennungsrückstände PFL		<b>1'000 t</b>	<b>1'000</b>	<b>0</b>	
		biogener Ascheanteil	(eigene Schätzung)		1'000	0
Kompostierung	KMP Kompost PFL		<b>245'817 t</b>	<b>132'741</b>	<b>626'538</b>	
		Landwirtschaft	Jahresbericht 2007 ARGE Inspektorat [37]	245'817 t	132'741	626'538
Nutzung Energie	NEN Verbrennungsrückstände PFL			<b>1'000</b>	<b>0</b>	
		biogener Ascheanteil	(eigene Schätzung)		1'000	0
<b>Summe</b>			<b>22'143'166 t</b>	<b>2'852'578</b>	<b>12'626'395</b>	

### 3.4.2 Tierhaltung (THA):

Sie beinhaltet die landwirtschaftliche Tierhaltung zuzüglich Wildtieren, Tieren aus Nicht-Landwirtschaftsbetrieben (z.B. Pferde-Höfen) und Fischen, jedoch keine Haustiere. Teil des Prozesses sind auch die Herstellung von Tierfutter sowie Im- & Export von Tieren und Tierfutter. Das mengenmässig mit Abstand bedeutendste Gut des Prozesses THA ist der Hofdünger, gefolgt von Milch. Auch für diesen Prozess stammen die Daten zum grössten Teil aus der Statistik des Schweizerischen Bauernverbands [56]. Bei den Angaben zur Hofdüngermenge wurden die Schätzungen von Menzi et al. [46] mit aktuellen SBV-Angaben zum Viehbestand hochgerechnet. Ab etwa 2010 kann für Hofdünger mit detaillierten Daten gerechnet werden: die vom Bundesamt für Landwirtschaft initiierte Webapplikation HODUFLU (Hofdüngerflüsse) soll dann eine harmonisierte Erfassung und Verwaltung der Hofdüngermengen gewährleisten.

- 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 ist die Kuhmilch.
- THA Schlachtvieh & Kadaver FLV: in der Schweiz produzierte und importierte Tiere, welche in die Schlachtbetriebe gelangen. Diese Zahlen wurden aus den Schlachtgewichten [56] über den jeweiligen typischen Schlachtabgang zurückgerechnet [15]. Ausserdem sind in diesem Strom zu entsorgende Tierkadaver [64] [30] enthalten. Dieser umfasst neben Nutztieren aus der Landwirtschaft auch einen Anteil an Haustierkadavern [40] [39].
- THA Hofdünger VGÄ: Anteil des Hofdüngers, welcher in landwirtschaftlichen Biogasanlagen anaerob vergärt wird [49].
- THA Hofdünger PFL: Anteil des Hofdüngers, welcher als Dünger auf die Felder ausgebracht wird.
- THA Non-Food-Produkte IND: im Bereich der Tierhaltung anfallende, nicht zum Verzehr bestimmte Güter (wie Schafwolle), welche in anderen Industrien verarbeitet oder exportiert werden.
- 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.

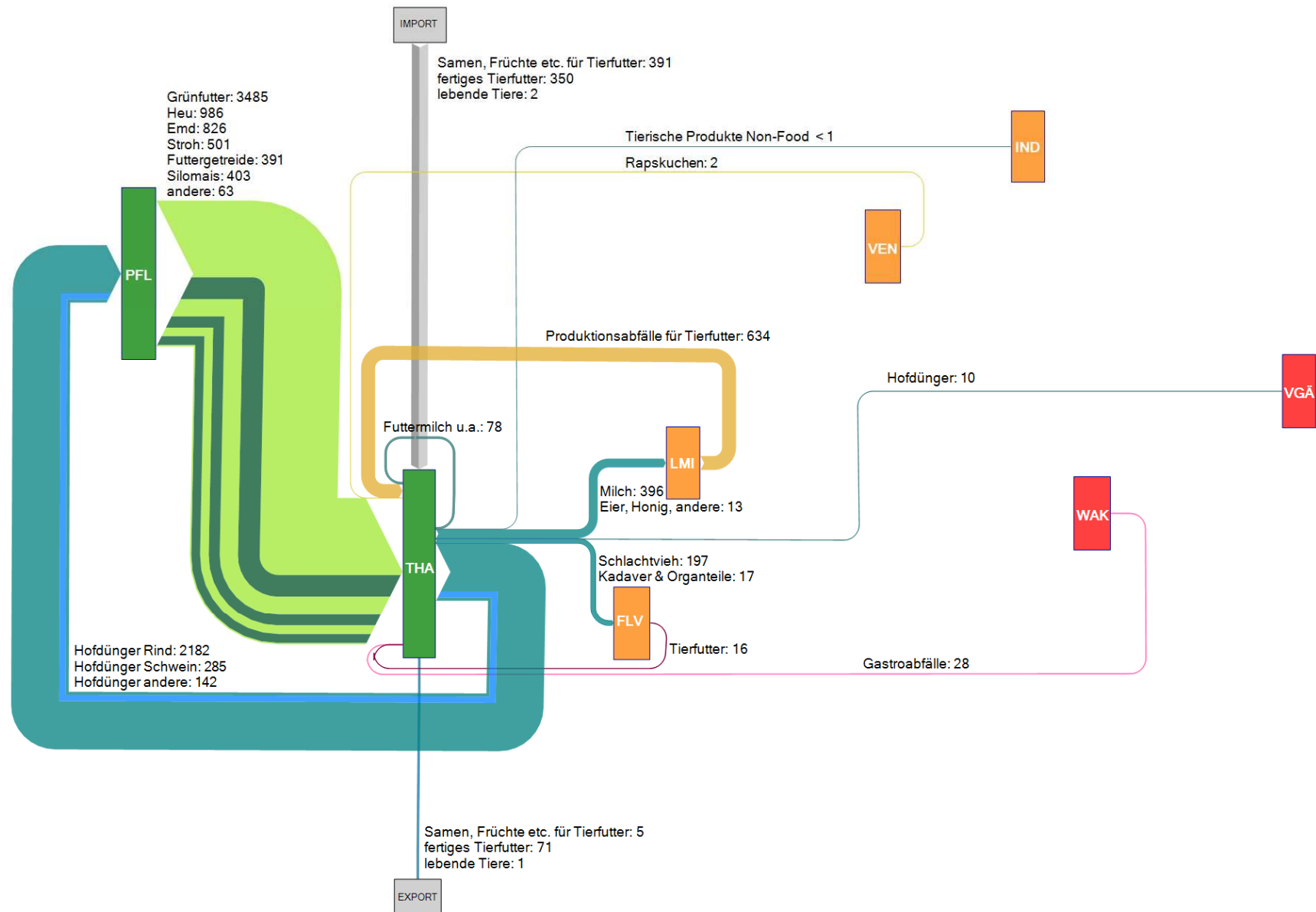


Abbildung 7: biogene In- und Outputströme für den Prozess Tierhaltung (THA) in 1'000 Tonnen TS

Tabelle 4: Güterflüsse (Output) aus dem Prozess Tierhaltung (THA)

Prozess IN	Güterstrom und Teilströme	Quelle	Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh
<b>LM-Industrie</b>	<b>THA Tierische Produkte LMI</b>		<b>3'341'558 t</b>	<b>409'090</b>	<b>2'557'644</b>
	Fisch, Krebs, Weichtiere	Schweizerischer Bauernverband [56]	1'365 t	341	1'706
	Eier	Schweizerischer Bauernverband [56]	36'667 t	9'533	65'781
	Honig	Schweizerischer Bauernverband [56]	3'626 t	3'227	15'232
	Milch	Schweizerischer Bauernverband [56]	3'299'900 t	395'988	2'474'925
<b>Fleischverarbeitung</b>	<b>THA Schlachtvieh &amp; Kadaver FLV</b>		<b>706'544 t</b>	<b>214'377</b>	<b>1'071'885</b>
	Ochsen	Schweizerischer Bauernverband [56]	13'970 t	4'191	20'955
	Rinder	Schweizerischer Bauernverband [56]	37'926 t	11'378	56'889
	Stiere	Schweizerischer Bauernverband [56]	57'577 t	17'273	86'365
	Kühe	Schweizerischer Bauernverband [56]	90'386 t	27'116	135'580
	Kälber	Schweizerischer Bauernverband [56]	53'830 t	16'149	80'745
	Schweine	Schweizerischer Bauernverband [56]	312'635 t	93'790	468'952
	Schafe	Schweizerischer Bauernverband [56]	12'356 t	3'707	18'533
	Ziegen	Schweizerischer Bauernverband [56]	805 t	242	1'208
	Pferde	Schweizerischer Bauernverband [56]	1'575 t	473	2'363
	Geflügel	Schweizerischer Bauernverband [56]	71'793 t	21'538	107'690
	Kaninchen	Schweizerischer Bauernverband [56]	2'451 t	735	3'676
	Wild	Schweizerischer Bauernverband [56]	3'065 t	920	4'598
	Organteile	Schweizerischer Bauernverband [56]	13'691 t	4'107	20'537
		Kantonales Veterinäramt Aargau [39]			
		Kantonales Veterinäramt Zürich [40]			
	Kadaver Kleintier	TMF, Herr Käufeler [64]	27'605 t	10'214	51'069
	Kadaver Grossvieh (>200 kg)	(alle drei Quellen für Kadaver)	6'879 t	2'545	12'726
<b>Vergärung</b>	<b>THA Hofdünger VGÄ</b>		<b>85'184 t</b>	<b>10'222</b>	<b>44'977</b>
	Hofdünger Schwein	Ökostromschweiz [49]	34'120 t	4'094	18'015
	Hofdünger Rind	Ökostromschweiz [49]	44'396 t	5'328	23'441
	anderer Hofdünger	Ökostromschweiz [49]	6'668 t	800	3'521
<b>Pflanzenbau</b>	<b>THA Hofdünger PFL</b>		<b>21'741'757 t</b>	<b>2'609'011</b>	<b>11'479'648</b>
	Hofdünger Schwein	Menzi et al. 1998 [46]	2'373'749 t	284'850	1'253'339
	Hofdünger Rind	Schweizerischer Bauernverband [56]	18'187'274 t	2'182'473	9'602'881
	anderer Hofdünger	Schweizerischer Bauernverband [56]	1'180'734 t	141'688	623'428
<b>Andere Industrien</b>	<b>THA Produkte Non-Food IND</b>		<b>284 t</b>	<b>270</b>	<b>1'273</b>
	Wolle	Schweizerischer Bauernverband [52]	284 t	270	1'273
<b>Tierhaltung</b>	<b>THA Futtermilch, Honig, Eier THA</b>		<b>649'133 t</b>	<b>78'213</b>	<b>489'149</b>
	Futtermilch	Schweizerischer Bauernverband [56]	647'000 t	77'640	485'250
	Honig	Schweizerischer Bauernverband [56]	30 t	27	126
	Bruteier	Schweizerischer Bauernverband [56]	2'103 t	547	3'773
<b>Export</b>	<b>Export Tiere &amp; Tierfutter</b>		<b>98'525 t</b>	<b>77'442</b>	<b>365'758</b>
	Tiere	Schweizerischer Bauernverband [56]	2'756 t	827	4'134
	lebende Fische	Schweizerischer Bauernverband [56]	0 t	0	0
	Samen, Früchte, Stroh, Futter	Schweizerischer Bauernverband [56]	6'572 t	5'258	24'816
	Futterwaren	Schweizerischer Bauernverband [56]	89'197 t	71'358	336'808
	lebende Schlachttiere	Schweizerischer Bauernverband [56]	0 t	0	0
<b>Summe</b>			<b>26'622'985</b>	<b>3'398'625</b>	<b>16'010'334</b>

Tabelle 5: Güterflüsse (Input) in den Prozess Tierhaltung (THA)

Prozess OUT	Güterstrom und Teilströme	Quelle	Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh
<b>Pflanzenbau</b>	<b>PFL Futterpflanzen THA</b>		<b>24'092'654 t</b>	<b>6'655'229 0</b>	<b>31'538'638</b>
	Kartoffeln	Schweizerischer Bauernverband [56]	160'555 t	35'322	166'720
	Futtermöhren	Schweizerischer Bauernverband [56]	100'000 t	22'000	103'840
	Kohl-, Wasserrüben, Futtermöhren	Schweizerischer Bauernverband [56]	16'700 t	1'670	7'882
	Futtergetreide	Schweizerischer Bauernverband [56]	449'025 t	390'652	1'843'876
	Hülsenfrüchte	Schweizerischer Bauernverband [56]	19'574 t	4'894	23'097
	Grünfütter	Schweizerischer Bauernverband [56]	19'362'400 t	3'485'232	16'450'295
	Heu	Schweizerischer Bauernverband [56]	1'120'500 t	986'040	4'792'154
	Stroh	Schweizerischer Bauernverband [56]	582'000 t	500'520	2'362'454
	Emd	Schweizerischer Bauernverband [56]	938'500 t	825'880	3'898'154
	Silomais	Schweizerischer Bauernverband [56]	1'343'400 t	403'020	1'890'164
<b>Tierhaltung</b>	<b>THA Futtermilch, Honig, Eier THA</b>		<b>649'133</b>	<b>78'213</b>	<b>489'149</b>
	Futtermilch	Schweizerischer Bauernverband [56]	647'000 t	77'640	485'250
	Honig	Schweizerischer Bauernverband [56]	30 t	27	126
	Bruteier	Schweizerischer Bauernverband [56]	2'103 t	547	3'773
<b>Verarb. Energie</b>	<b>VEN Nebenprodukte THA</b>		<b>1'950 t</b>	<b>1'950</b>	<b>1'950</b>
	Rapskuchen	(errechneter Wert)	1'950 t	1'950	9'204
<b>LM-Industrie</b>	<b>LMI Tierfutter THA</b>	Hersener und Meier [32]	k.A.	<b>633'849</b>	<b>2'643'151</b>
<b>Fleischverarbeitung</b>	<b>FLV Tierische Nebenprodukte THA</b>		<b>70'000</b>	<b>16'100</b>	<b>80'500</b>
	Tierfutter aus NP	Herr Benz, Hansjörg Deutsch AG [30]	70'000 t	16'100	80'500
<b>Warenkonsum</b>	<b>WAK Speisereste THA</b>		<b>200'000 t</b>	<b>28'000</b>	<b>108'920</b>
	Gastroabfälle	Perler und Bruhn [51]	200'000 t	28'000	108'920
<b>Import</b>	<b>Import Tiere &amp; Tierfutter</b>		<b>935'016 t</b>	<b>743'979</b>	<b>3'512'245</b>
	Samen, Früchte, Stroh, Futter	Schweizerischer Bauernverband [56]	489'062 t	391'250	1'846'698
	Futterwaren	Schweizerischer Bauernverband [56]	437'938 t	350'350	1'653'654
	lebende Fische	Aussenhandelsstatistik [25]	524 t	131	655
	Tiere	Schweizerischer Bauernverband [56]	7'492 t	2'248	11'238
<b>Summe</b>				<b>8'157'321</b>	<b>38'374'552</b>

### 3.4.3 Waldwirtschaft (WAW):

Sie umfasst die pflanzliche Holzproduktion (inkl. Rinde) in den Schweizer Wäldern ohne Parks und Gärten. Jährlich entstehen hier etwa 11.3 Mio Festmeter Biomasse (davon 9.5 Mio Festmeter Schafftholz) [24][4]. Von dieser zuwachsenden Biomasse wird ein grosser Teil genutzt oder natürlich zersetzt [24][3]. Die Differenz führt zu einem Vorratsanstieg in den Schweizer Wäldern.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird der Export von Rohholz über den Prozess HPI dargestellt (siehe Kapitel 2.1). Die Produktionszahlen von Stamm- und Industrieholz liegen sehr detailliert vor [8]. Auch die aufwändig ermittelten Zuwachszahlen der Wälder dürften von hoher Genauigkeit sein. Die Berechnung der Trockensubstanzen erfolgte durch eine direkte Umrechnung von Festmetern (m<sup>3</sup>) in Tonnen TS über die Darrgewichte (Gewicht bei einer Holzfeuchte von 0%) unterschieden nach Laub- und Nadelholz (0.68 bzw. 0.43 t TS/m<sup>3</sup>). Auf diese Weise wurde die Unsicherheit der stark schwankenden Holzfeuchtigkeit während der verschiedenen Produktions- und Verarbeitungsschritte umgangen.

- 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: Holzmengen, welche direkt für energetische Zwecke bereitgestellt bzw. weiterverarbeitet werden; Das sind in erster Linie Stück-Brennholz oder Hackschnitzel (inklusive Anteile des Schlagabraums). Die erste grosstechnische Anlage zur Holzvergasung in der Schweiz wurde erst 2007 in Betrieb genommen und schlägt sich deshalb noch nicht in der vorliegenden Bilanz nieder. Die genutzte Energiemenge, die im „Jahrbuch Wald und Holz“ [8] angegeben wird, ist (unter Einbezug von Im- und Exporten) etwas niedriger als die, welche die Holzenergiestatistik [52] aus der thermischen Nutzung zurückrechnet. Für die vorliegende Studie wurde die höhere Zahl verwendet, da so auch Eigennutzung im Privatwald und andere nicht-vermarktete Energieholzmengen sowie Schwemmholz und Flurholz Berücksichtigung finden [34].
- WAW ungenutzter Holzzuwachs HVO: Menge des jährlichen Holzzuwachses, welcher die Nutzungsmenge und Mortalität übersteigt und somit den Holzvorrat erhöht. Diese Zahl ist zwar abnehmend, beträgt aber noch immer 0.85 Mio Festmeter (bezogen auf das Schafftholz). Der Holzvorrat pro Hektar erhöht sich derzeit nicht mehr markant, jedoch führen neue Waldflächen zu einem weiter steigenden Vorrat [8][24].
- WAW Abraum und Mortalität WAW: Anteil des Schlagabraums, welcher nach Holzernte und -abtransport im Wald verbleibt bzw. dort verbrannt wird. Das sind durchschnittlich 12% des Schafftholzes [21] sowie das komplette Astmaterial. 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 LFI3 (drittes Schweizerisches Landesforstinventar) [24].

#### Holzvorrat (Lager):

Das Lager Holzvorrat umfasst die Menge an Holz (inkl. Rinde), welche sich in den Schweizer Wäldern befindet. Seit vielen Jahren übersteigt der Schweizer Holzzuwachs die Summe aus Nutzung und Mortalität, so dass sich das Lager immer weiter gefüllt hat und nun etwa 420 Mio Kubikmeter Schafftholz enthält [24], zu denen noch einmal etwa 68 Mio Festmeter an Astmaterial kommen. Diese Situation wird sich eines Tages wieder ändern. Statt eines Inputstroms werden dann Outputströme aus dem Lager Holzvorrat in die Prozesse Verarbeitung zu Energieträgern (VEN) oder Holz- und Papierindustrie (HPI) führen.

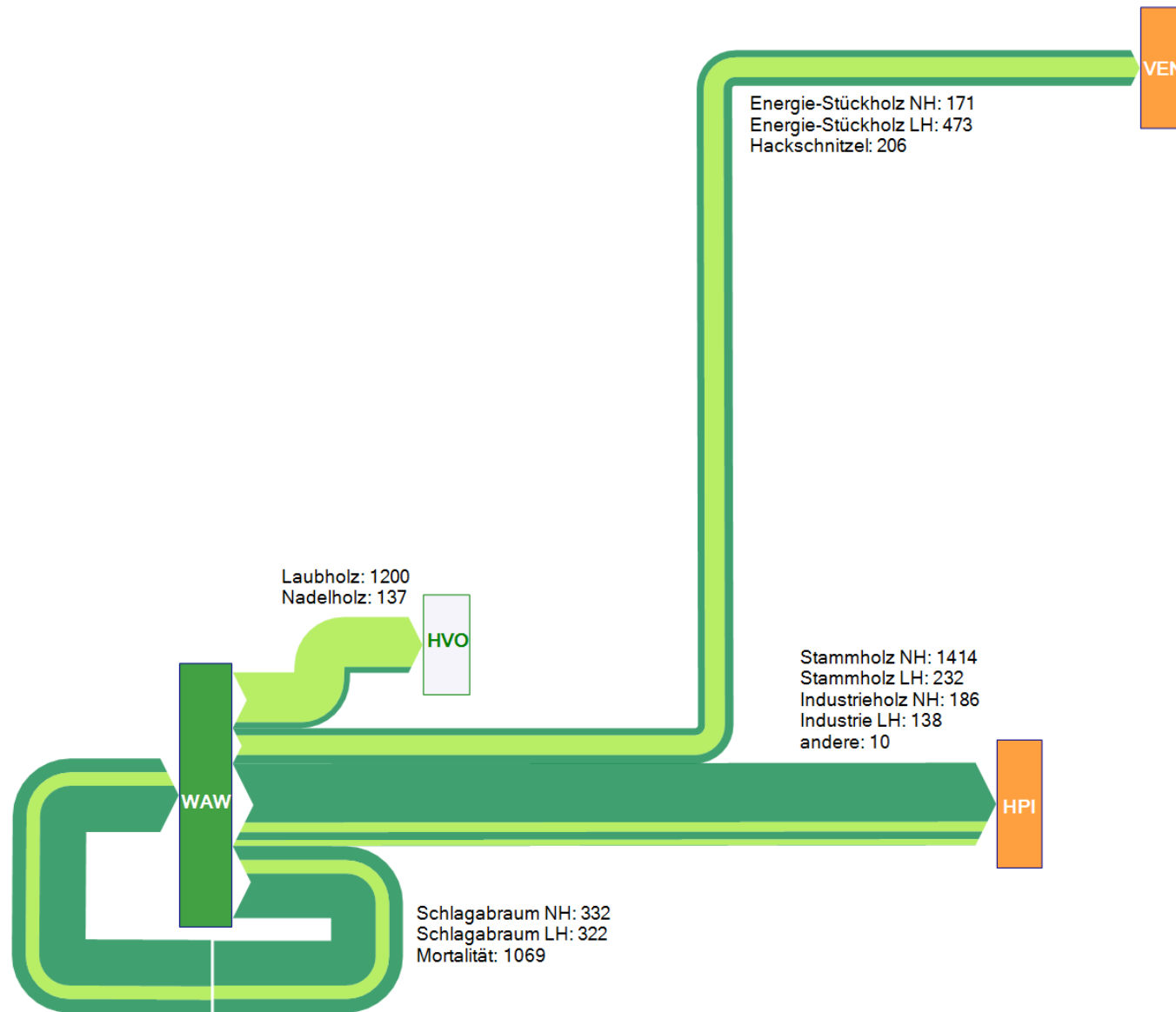


Abbildung 8: biogene In- und Outputströme für den Prozess Waldwirtschaft (WAW) in 1'000 Tonnen TS

Tabelle 6: Güterflüsse (Output) aus dem Prozess Waldwirtschaft (WAW)

Prozess IN	Güterstrom und Teilströme	Quelle		Menge FS		Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh
Holzvorrat (Lager)	<b>WAW ungenutzter Holzzuwachs HVO</b>			<b>2'083'583</b>	<b>m3</b>	<b>1'336'997</b>	<b>6'684'987</b>
	Zuwachs Nadelholz	Landesforstinventar III	[24]	319'357	m3	137'324	686'618
	Zuwachs Laubholz	Landesforstinventar III	[24]	1'764'226	m3	1'199'674	5'998'369
Verarb. Energie	<b>WAW Energieholz VEN</b>			<b>1'504'377</b>	<b>m3</b>	<b>849'634</b>	<b>4'248'170</b>
	nicht vermarktetes Energieholz NH	Holzenergiestatistik	[52]	75'449	m3	32'443	162'216
	nicht vermarktetes Energieholz LH	Holzenergiestatistik	[52]	11'928	m3	8'111	40'554
	Waldenergieholz Stück Nadel	Wald und Holz, Jahrbuch	[8]	322'000	m3	138'460	692'300
	Waldenergieholz Stück Laub	Wald und Holz, Jahrbuch	[8]	684'000	m3	465'120	2'325'600
	Kurzumtriebsplantagen			0	m3	0	0
	Hackschnitzel	Wald und Holz, Jahrbuch	[8]	411'000	m3	205'500	1'027'500
	Holzvergasung	Woodpower AG		0	m3	0	0
Holz/Papierindustrie	<b>WAW Stamm- und Industrieholz HPI</b>			<b>4'285'000</b>	<b>m3</b>	<b>1'979'950</b>	<b>9'899'750</b>
	Stammholz Nadel	Wald und Holz, Jahrbuch	[8]	3'289'000	m3	1'414'270	7'071'350
	Stammholz Laub	Wald und Holz, Jahrbuch	[8]	341'000	m3	231'880	1'159'400
	Industrieholz Nadel	Wald und Holz, Jahrbuch	[8]	432'000	m3	185'760	928'800
	Industrieholz Laub	Wald und Holz, Jahrbuch	[8]	203'000	m3	138'040	690'200
	übrige Holzsortimente	Wald und Holz, Jahrbuch	[8]	20'000	m3	10'000	50'000
Waldwirtschaft	<b>WAW Abraum &amp; Mortalität WAW</b>			<b>3'419'040</b>	<b>m3</b>	<b>1'723'149</b>	<b>8'615'743</b>
	ungenutzter Schlagabraum Nadel	Landesforstinventar III	[24]	772'643	m3	332'236	1'661'182
	ungenutzter Schlagabraum Laub	Landesforstinventar III	[24]	473'774	m3	322'166	1'610'831
	Holz mortalität Nadel	Landesforstinventar III	[24]	1'634'551	m3	702'857	3'514'284
	Holz mortalität Laub	Landesforstinventar III	[24]	538'072	m3	365'889	1'829'446
<b>Summe</b>				<b>11'292'000</b>	<b>m3</b>	<b>5'889'730</b>	<b>29'448'650</b>



## 3.5 Beschreibung der Prozesse und Flüsse im Bereich Verarbeitung

### 3.5.1 Lebensmittelindustrie (LMI):

Der Prozess beinhaltet die Herstellung, Verarbeitung, den Verkauf sowie Im- & Export von Lebensmitteln (und deren Produktionsabfällen und –nebenprodukten) inkl. Fisch, Schalentieren und Genussmitteln (Tabak) sowie der Selbstversorgung landwirtschaftlicher Betriebe, jedoch ohne den Anteil an Fleisch und Fleischerzeugnissen (Fleischverarbeitung, FLV). Die Schweizer Lebensmittelindustrie ist ein sehr heterogenes Gebilde mit branchenspezifisch äusserst unterschiedlichen Arbeitsschritten und entsprechend stark variierenden Produkten und Abfallmengen. Eine Gesamtbilanz der Produkte und Abfälle existiert nicht, die Datenlage ist gesamthaft eher unbefriedigend. Für einige Branchen liegen gute Daten vor (Bsp. Weinbau, Zuckerherstellung), für andere existieren keine aktuellen Angaben oder nur grobe Schätzungen. Da der Prozess Lebensmittelindustrie nur wenige Kohlenstoff zehrende Schritte beinhaltet (ausser Gärprozesse Käse, Brot, Alkohol), kann davon ausgegangen werden, dass die Differenz zwischen Input (produzierte oder importierte pflanzliche und tierische Produkte) und Warenkonsum annähernd der Menge an prozessinternen anfallenden Reststoffen entspricht. Die sich hier ergebende Zahl von 918'000 t TS stimmt mit Berechnungen über die Jahre 1989-1995 von damals 822'000 t TS relativ gut überein [44]. Wegen der dünnen Datenlage sind jedoch prozessinterne Verschiebungen zwischen den Flüssen von LMI zu THA, ARA und VGÄ explizit möglich.

- LMI Pflanzliche Nahrungsmittel WAK: Lebensmittelkonsum in der Schweiz (ohne Fleisch), berechnet über den mittleren Pro-Kopf-Verbrauch und die ständige Wohnbevölkerung 2006 [56][14]. Der Tabakkonsum wird über den Schweizerischen Verkauf von Zigaretten erfasst und über den durchschnittlichen Tabakgehalt pro Zigarette errechnet [62].
- LMI Produktionsreste PFL: Biogene Reststoffe der Lebensmittelproduktion, welche direkt in der Landwirtschaft verwendet werden. Dies ist zum Beispiel beim Traubentrester der Fall.
- LMI Produktionsreste KMP: der Kompostierung zugeführte Abfälle aus der LMI. Die Daten wurden aus Erhebungen des Inspektorats der Kompostier- und Vergärbranche auf die Gesamtschweiz hochgerechnet [37][36][59].
- LMI Produktionsreste VGÄ: in Biogasanlagen genutzte Abfallstoffe, ebenfalls über Daten der Kompostier- und Vergärbranche errechnet [37][36][59].
- LMI Produktionsreste KVA: Anteil der über die KVA entsorgten biogenen Reststoffe der Lebensmittelproduktion. Hier liegen nur etwa zehn Jahre alte Schätzungen vor [32]. Die Betriebe sind mit der Bekanntgabe dieser Daten sehr zurückhaltend, auch weil sie Vergleiche gegenüber der eventuell im Bereich Kreislaufschliessung besser aufgestellten Konkurrenz scheuen. Deshalb wurde die per KVA entsorgte Menge an Produktionsresten über die anderen In- und Outputströme rechnerisch ermittelt (siehe oben).
- LMI Abwässer ARA: über industrieeigene oder kommunale Kläranlagen entsorgte biogene Fracht der LMI. Darin enthalten sind auch Abwasserfrachten von Industriebetrieben insbesondere der Früchte- und Gemüseverarbeitung, welche ihre Abwässer mit einem anaeroben, biologischen Verfahren vorreinigen [41]. Die entsprechende Masse (knapp 19'000 t TS) wurde über den Energieinhalt des erzeugten Biogases zurückgerechnet. Aktuelle Erhebungen und Schätzungen im

Abwasserbereich liegen vereinzelt vor (z.B. Zuckerfabriken [69]) fehlen allerdings für die meisten Branchen der Lebensmittelindustrie. Im Rahmen des Projekts „MicroPoll“ erfolgte eine Auswertung von Stammdaten des BAFU (2003-2006) aus denen sich der industrielle CSB-Anteil im Abwasser, welches in kommunalen Anlagen gereinigt wird, errechnen lässt [45][31]. Er beträgt im Mittel rund 25%, was für alle Industriezweige zusammen knapp 120'000 t CSB entspricht [50]. Ein grosser Teil davon dürfte auf die LMI zurückgehen. Die hier berücksichtigte Gesamtsumme (industrieeigene und kommunale ARA) aus der LMI schätzt eine Abwasserfracht von 90'000 t TS [12].

- LMI Tierfutter THA: Anteil der Lebensmittelabfälle, der als Futter in der Tierhaltung Verwendung findet. Dieser Güterstrom ist nach dem Warenkonsum der bedeutendste Output aus der Nahrungsmittelindustrie. Schätzungsweise 78% aller Abfälle aus dem Prozess Lebensmittelindustrie fallen hierunter [32]. Die mengenmässig wichtigsten Anteile stammen aus der Getreideverarbeitung, gefolgt von der Milch-, Öl- und Zuckerverarbeitung [44].
- LMI Produktionsreste IVB: Abfälle, die industriell verbrannt werden, insbesondere der Staub aus der Tabakverarbeitung.

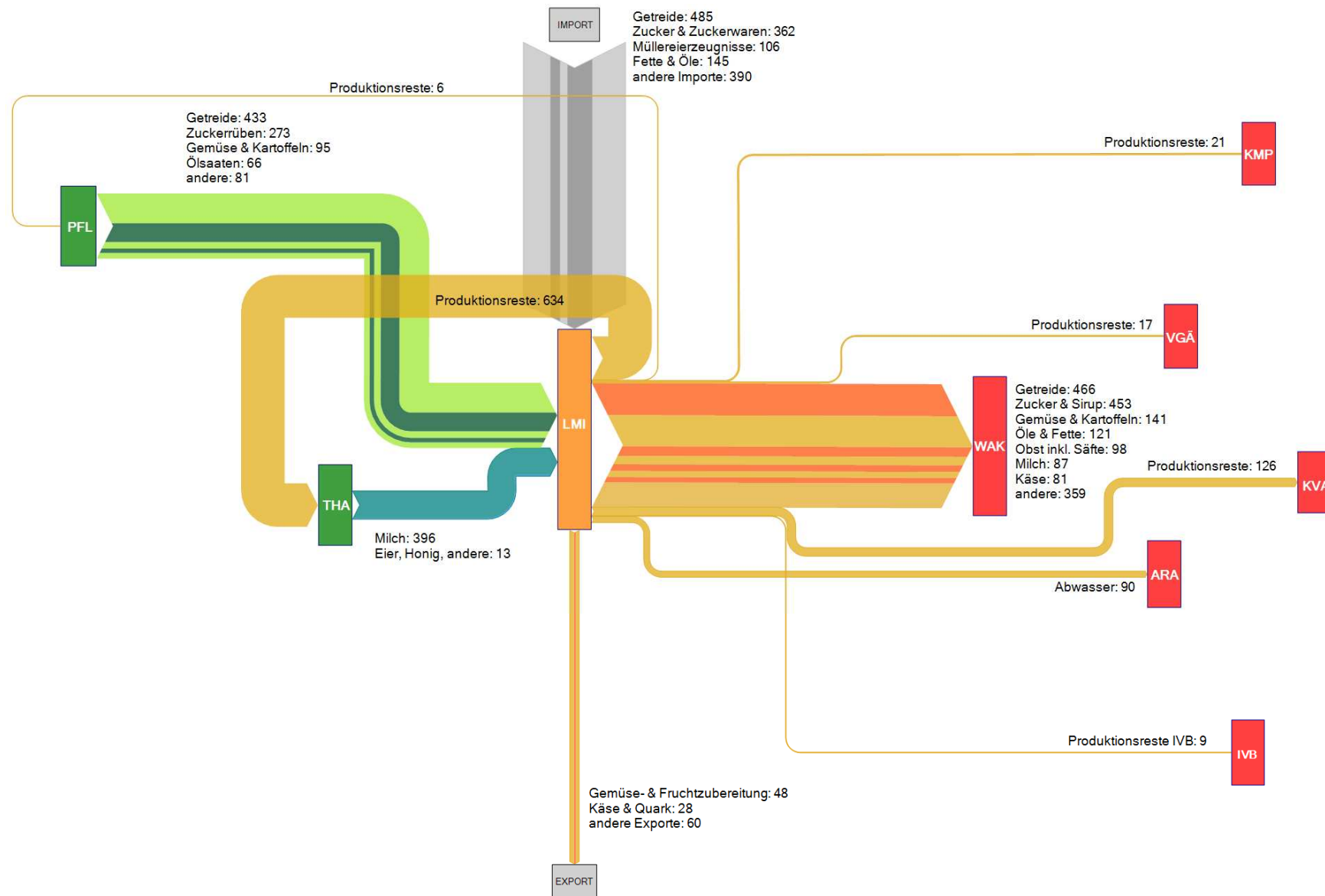


Abbildung 9: biogene In- und Outputströme für den Prozess Lebensmittelindustrie (LMI) in 1'000 Tonnen TS

Tabelle 7: Güterflüsse (Output) aus dem Prozess Lebensmittelindustrie (LMI)

Prozess IN	Güterstrom und Teilströme	Quelle	Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh	
Pflanzenbau	LMI Produktionsreste PFL		<b>32'018</b> t	<b>6'083</b>	<b>28'713</b>	
		Traubentrester	Scheurer & Baier [57]	32'018 t	6'083	28'713
Kompostierung	LMI Produktionsreste KMP		<b>51'613</b> t	<b>20'645</b>	<b>97'445</b>	
		biogene Güter Kompost	Jahresbericht 2007 ARGE Inspektorat [37] Berichtszahlen K. Schleiss [59]	51'613 t	20'645	97'445
Vergärung	LMI Produktionsreste VGÄ		<b>69'514</b> t	<b>17'379</b>	<b>82'027</b>	
		biogene Güter Vergärung	Jahresbericht 2007 ARGE Inspektorat [37] Berichtszahlen K. Schleiss [59]	69'514 t	17'379	82'027
Warenkonsum	LMI Pflanzliche Nahrungsmittel WAK		<b>4'905'104</b> t	<b>1'805'754</b>	<b>10'179'516</b>	
		Getreide (inkl. Mehl, Reis)	Schweizerischer Bauernverband [56]	535'373 t	465'775	2'263'665
		Kartoffeln (und Stärke)	Schweizerischer Bauernverband [56]	330'385 t	72'685	353'247
		Zucker (inkl. Sirup)	Schweizerischer Bauernverband [56]	452'777 t	452'777	2'137'107
		Honig	Schweizerischer Bauernverband [56]	9'010 t	8'019	37'851
		Hülsenfrüchte	Schweizerischer Bauernverband [56]	10'512 t	2'628	12'772
		Nüsse	Schweizerischer Bauernverband [56]	31'537 t	29'960	145'605
		Kakao	Schweizerischer Bauernverband [56]	25'530 t	23'998	116'630
		Gemüse	Schweizerischer Bauernverband [56]	685'548 t	68'555	333'176
		Obst (inkl. Obstsäfte)	Schweizerischer Bauernverband [56]	655'513 t	98'327	477'869
		Eier	Schweizerischer Bauernverband [56]	78'091 t	20'304	140'095
		Fische und Schalthiere	Schweizerischer Bauernverband [56]	58'568 t	14'642	73'210
		Milch	Schweizerischer Bauernverband [56]	727'597 t	87'312	545'698
		Kondensmilch	Schweizerischer Bauernverband [56]	6'007 t	1'802	11'263
		Milchpulver	Schweizerischer Bauernverband [56]	24'028 t	23'067	144'168
		Käse	Schweizerischer Bauernverband [56]	147'922 t	81'357	575'195
		Rahm	Schweizerischer Bauernverband [56]	62'323 t	23'683	220'248
		andere Milcherzeugnisse	Schweizerischer Bauernverband [56]	90'105 t	13'516	84'473
		Butter	Schweizerischer Bauernverband [56]	42'049 t	35'742	360'990
		Pflanzliche Öle und Fette	Schweizerischer Bauernverband [56]	120'891 t	120'891	1'245'174
		tierische Fette (ohne Butter)	Schweizerischer Bauernverband [56]	2'253 t	2'230	22'970
		Wein (inkl. Obstwein)	Schweizerischer Bauernverband [56]	293'592 t	35'231	267'756
		Bier	Schweizerischer Bauernverband [56]	408'475 t	34'720	187'490
		Branntwein	Schweizerischer Bauernverband [56]	17'270 t	1'727	13'125
		Kaffee	Schweizerischer Bauernverband [56]	79'593 t	77'205	364'407
		Tee	Schweizerischer Bauernverband [56]	2'253 t	2'095	9'888
		Tabak	Swiss Cigarette [62]	7'904 t	7'509	35'443

(Fortsetzung nächste Seite)

(Fortsetzung von voriger Seite)

Prozess IN	Güterstrom und Teilströme	Quelle	Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh	
<b>industr. Verbrennung</b>	<b>LMI Produktionsreste IVB</b>		<b>k.A.</b>	<b>0</b>	<b>8'892</b>	<b>41'970</b>
	Tabakstaub	Statistik erneuerbarer Energien [41]		0 0	8'892	41'970
<b>KVA</b>	<b>LMI Produktionsreste KVA</b>		<b>k.A.</b>	<b>125'779</b>	<b>524'498</b>	
	Gemüseverarbeitung	Hersener und Meier [32]		1'000	4'170	
	Kaffeeverarbeitung	Hersener und Meier [32]		3'000	12'510	
	andere LMI-Verbrennung	(errechneter Wert)		121'779	507'818	
<b>ARA</b>	<b>LMI Abwässer ARA</b>	Baier & Zweifel [12]	<b>90'000</b>	<b>t CSB</b>	<b>90'000</b>	<b>424'800</b>
	davon Zuckerrübenproduktion	Zuckerfabriken Aarberg & Frauenfeld [69]		1'047 t CSB	1'047	4'942
	davon Anaerobe Abwasserbehandlung	Statistik erneuerbarer Energien [41]			8'387	39'587
<b>Tierhaltung</b>	<b>LMI Tierfutter THA</b>	Hersener und Meier [32]			<b>633'849</b>	<b>2'643'151</b>
<b>Export</b>	<b>Export Lebensmittel</b>		<b>474'390</b>	<b>t</b>	<b>136'390</b>	<b>770'995</b>
	Fisch, Krebs, Weichtiere	Schweizerischer Bauernverband [56]		168 t	42	210
	Fischzubereitung, -konserven	Schweizerischer Bauernverband [56]		66 t	17	83
	Gemüse (inkl. Kartoffeln, Hülsenfrüchte)	Schweizerischer Bauernverband [56]		2'605 t	261	1'266
	Früchte	Schweizerischer Bauernverband [56]		3'650 t	548	2'661
	Milch und Rahm	Schweizerischer Bauernverband [56]		3'466 t	867	6'499
	Joghurt, Kefir	Schweizerischer Bauernverband [56]		7'677 t	998	5'200
	Molke u. ä.	Schweizerischer Bauernverband [56]		44'214 t	2'653	16'580
	Butter	Schweizerischer Bauernverband [56]		5 t	4	43
	Käse und Quark	Schweizerischer Bauernverband [56]		50'943 t	28'019	198'092
	Eier	Schweizerischer Bauernverband [56]		38 t	10	68
	Honig	Schweizerischer Bauernverband [56]		481 t	428	2'021
	geniessbare Waren tierischen Ursprungs	Schweizerischer Bauernverband [56]		16 t	4	19
	Pflanzen, Pflanzenteile	Schweizerischer Bauernverband [56]		1'594 t	239	1'129
	Kaffee, Tee, Gewürze	Schweizerischer Bauernverband [56]		14'539 t	13'812	67'127
	Getreide	Schweizerischer Bauernverband [56]		932 t	811	3'941
	Müllereierzeugnisse	Schweizerischer Bauernverband [56]		2'225 t	2'003	9'732
	Pflanzensäfte	Schweizerischer Bauernverband [56]		4'777 t	573	2'786
	Fette und Öle	Schweizerischer Bauernverband [56]		8'016 t	8'016	82'565
	Zucker und Zuckerwaren	Schweizerischer Bauernverband [56]		5'572 t	5'572	26'300
	Kakao	Schweizerischer Bauernverband [56]		318 t	299	1'411
	Gemüse-, Fruchtzubereitung	Schweizerischer Bauernverband [56]		319'948 t	47'992	233'242
	alkohol. Getränke und Flüssigkeiten	Schweizerischer Bauernverband [56]		3'140 t	314	1'884
	Tabak	(errechneter Wert)		24'117 t	22'911	108'139
<b>Summe</b>					<b>2'844'772</b>	<b>14'793'116</b>

Tabelle 8: Güterflüsse (Input) in den Prozess Lebensmittelindustrie (LMI)

Prozess OUT	Güterstrom und Teilströme	Quelle	Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh
<b>Pflanzenbau</b>	<b>PFL Pflanzliche Produkte LMI</b>		<b>2'905'826 t</b>	<b>947'773</b>	<b>4'913'751</b>
	Gemüse	Schweizerischer Bauernverband [56]	288'859 t	28'886	140'385
	Kartoffeln	Schweizerischer Bauernverband [56]	299'472 t	65'884	320'195
	Getreide Erstabnehmer	Schweizerischer Bauernverband [56]	486'888 t	423'593	2'058'660
	Getreide Eigenverbrauch	Schweizerischer Bauernverband [56]	11'220 t	9'761	47'439
	Ölsaaten	Schweizerischer Bauernverband [56]	72'944 t	65'650	676'191
	Weintrauben	Schweizerischer Bauernverband [56]	128'070 t	24'333	114'853
	Hopfen	Schweizerischer Bauernverband [56]	28 t	25	119
	Obst	Schweizerischer Bauernverband [56]	365'044 t	54'757	258'451
	Beeren	Schweizerischer Bauernverband [56]	10'516 t	1'472	6'949
	Zuckerrüben	Zuckerrübenstatistik [68]	1'242'785 t	273'413	1'290'508
	Tabak	Schweizerischer Bauernverband [56]	1'270 t	1'207	5'695
<b>Tierhaltung</b>	<b>THA Tierische Produkte LMI</b>		<b>3'341'558 t</b>	<b>409'090</b>	<b>2'557'644</b>
	Fisch, Krebs, Weichtiere	Schweizerischer Bauernverband [56]	1'365 t	341	1'706
	Eier	Schweizerischer Bauernverband [56]	36'667 t	9'533	65'781
	Honig	Schweizerischer Bauernverband [56]	3'626 t	3'227	15'232
	Milch	Schweizerischer Bauernverband [56]	3'299'900 t	395'988	2'474'925
<b>Import</b>	<b>Import Lebensmittel</b>		<b>2'850'873 t</b>	<b>1'487'909</b>	<b>8'083'413</b>
	Fisch, Krebs, Weichtiere	Schweizerischer Bauernverband [56]	40'471 t	10'118	50'589
	Fischzubereitung, -konserven	Schweizerischer Bauernverband [56]	21'703 t	5'426	27'129
	Gemüse (inkl. Kartoffeln, Hülsenfrüchte)	Schweizerischer Bauernverband [56]	312'075 t	31'208	151'668
	Früchte	Schweizerischer Bauernverband [56]	458'063 t	68'709	333'928
	Milch und Rahm	Schweizerischer Bauernverband [56]	27'625 t	6'906	51'797
	Joghurt, Kefir	Schweizerischer Bauernverband [56]	4'380 t	569	2'967
	Molke u. ä.	Schweizerischer Bauernverband [56]	4'784 t	287	1'794
	Butter	Schweizerischer Bauernverband [56]	4'508 t	3'832	38'701
	Käse und Quark	Schweizerischer Bauernverband [56]	33'360 t	18'348	129'720
	Eier	Schweizerischer Bauernverband [56]	37'049 t	9'633	66'466
	Honig	Schweizerischer Bauernverband [56]	6'415 t	5'709	26'948
	geniessbare Waren tierischen Ursprungs	Schweizerischer Bauernverband [56]	13 t	3	15
	Pflanzen, Pflanzenteile	Schweizerischer Bauernverband [56]	141'124 t	21'169	99'916
	Kaffee, Tee, Gewürze	Schweizerischer Bauernverband [56]	94'418 t	89'697	435'928
	Getreide	Schweizerischer Bauernverband [56]	557'349 t	484'894	2'356'583
	Müllereierzeugnisse	Schweizerischer Bauernverband [56]	117'737 t	105'963	514'982
	Pflanzensäfte	Schweizerischer Bauernverband [56]	6'589 t	791	3'843
	Fette und Öle	Schweizerischer Bauernverband [56]	144'946 t	144'946	1'492'944
	Zucker und Zuckerwaren	Schweizerischer Bauernverband [56]	361'990 t	361'990	1'708'593
	Kakao	Schweizerischer Bauernverband [56]	35'820 t	33'671	158'926
	Gemüse-, Fruchtzubereitung	Schweizerischer Bauernverband [56]	215'636 t	32'345	157'199
	alkohol. Getränke und Flüssigkeiten	Schweizerischer Bauernverband [56]	224'818 t	22'482	134'891
	Tabak	Aussenhandelsstatistik [25]	30'751 t	29'213	137'887
<b>Summe</b>			<b>9'098'257 t</b>	<b>2'844'772</b>	<b>15'554'808</b>

### 3.5.2 Fleischverarbeitung (FLV):

In diesen Prozess fällt die Schlachtung von Tieren, die Verarbeitung, der Verkauf sowie Im- & Export von Fleisch, Fleischerzeugnissen, tierischen Nebenprodukten (TNP) und bei der Schlachtung anfallenden Stoffwechselprodukten sowie von Pet-Food (Haustierfutter). Ausserdem wird die Verarbeitung von Tierkadavern als Teil dieses Prozesses betrachtet. Die im In- und Ausland produzierte und in der Schweiz verzehrte Menge an Fleisch und Fleischprodukten beläuft sich auf knapp 400'000 t FS.

Die insgesamt 230'000 t FS TNP teilen sich auf sieben Güterströme auf. In der Schweiz verteilt sich die Entsorgung der TNP auf die beiden Extraktionswerke TMF und GZM. Im Jahr 2006 war jedoch auch die Firma Geistlich, welche früher einen Grossteil der anfallenden Knochen verarbeitete, noch bis Dezember aktiv. Die dort verarbeiteten Mengen waren aber bereits deutlich zurückgegangen, weil die Schlachtbetriebe dazu übergegangen sind, die verwertbaren Knochen direkt ins Ausland zu exportieren (Gelatineherstellung).

- FLV Fleischprodukte WAK: sämtliche Fleischerzeugnisse (auch Importe), die in den Schweizer Konsum gelangen [56][14]. Darin werden auch importierte und in der Schweiz hergestellte Pet-Food-Produkte (aus Fleisch) einbezogen.
- FLV Tierische Nebenprodukte VGÄ: TNP und bei der Schlachtung anfallende Stoffwechselprodukte (Pansen-, Magen-, Darminhalte), welche anaerob vergärt werden [49].
- FLV Tierische Nebenprodukte IVB: Anteil der TNP, welche zumeist nach Umwandlung zu Tiermehl und Extraktionsfett industriell verbrannt werden (Zementwerke) [63] [29].
- FLV Tierische Nebenprodukte THA: Anteil der TNP, welcher als Futtermittel wieder in die Tierhaltung gelangt [30]. Die Betriebe Deutsch, Hunziker, Tännler und Züger verarbeiteten 2006 schätzungsweise 70'000 t TNP (FS) zu Schweinesuppe und Fett, die dann in Mastbetrieben als Futter eingesetzt werden [70]. Die Mengen dürften für das Jahr 2008 wegen des „Kannibalismusverbots“ (neue Anforderungen in der Verordnung über die Entsorgung von tierischen Nebenprodukten VTNP) deutlich darunter liegen [70].
- FLV Abwasser ARA: Stofffrachten die über das Abwasser in industrieeigene oder kommunale Kläranlagen gelangen. Dazu tragen vor allem die Abwassermengen aus den Extraktionswerken TMF, Bazenheid und GZM, Lyss [63] [29] sowie die eingeleiteten Blutmengen aus den Schlachthöfen bei.
- FLV Pansen KMP: Ein Teil der Stoffwechselprodukte wird bei der Schlachtung separiert, insbesondere Pansen mitsamt Panseninhalten werden dann der Feldrandkompostierung zugeführt. Man geht von einem auf diese Weise genutzten Anteil von 30% aus [15] [33].
- FLV Non-Food-Produkte IND: einige tierische Produkte vor allem Leder und Häute, welche bei der Schlachtung anfallen, werden in anderen Industriezweigen weiterverarbeitet werden [22]. Der grösste Anteil (über 90%) dieser Ware wird allerdings exportiert.

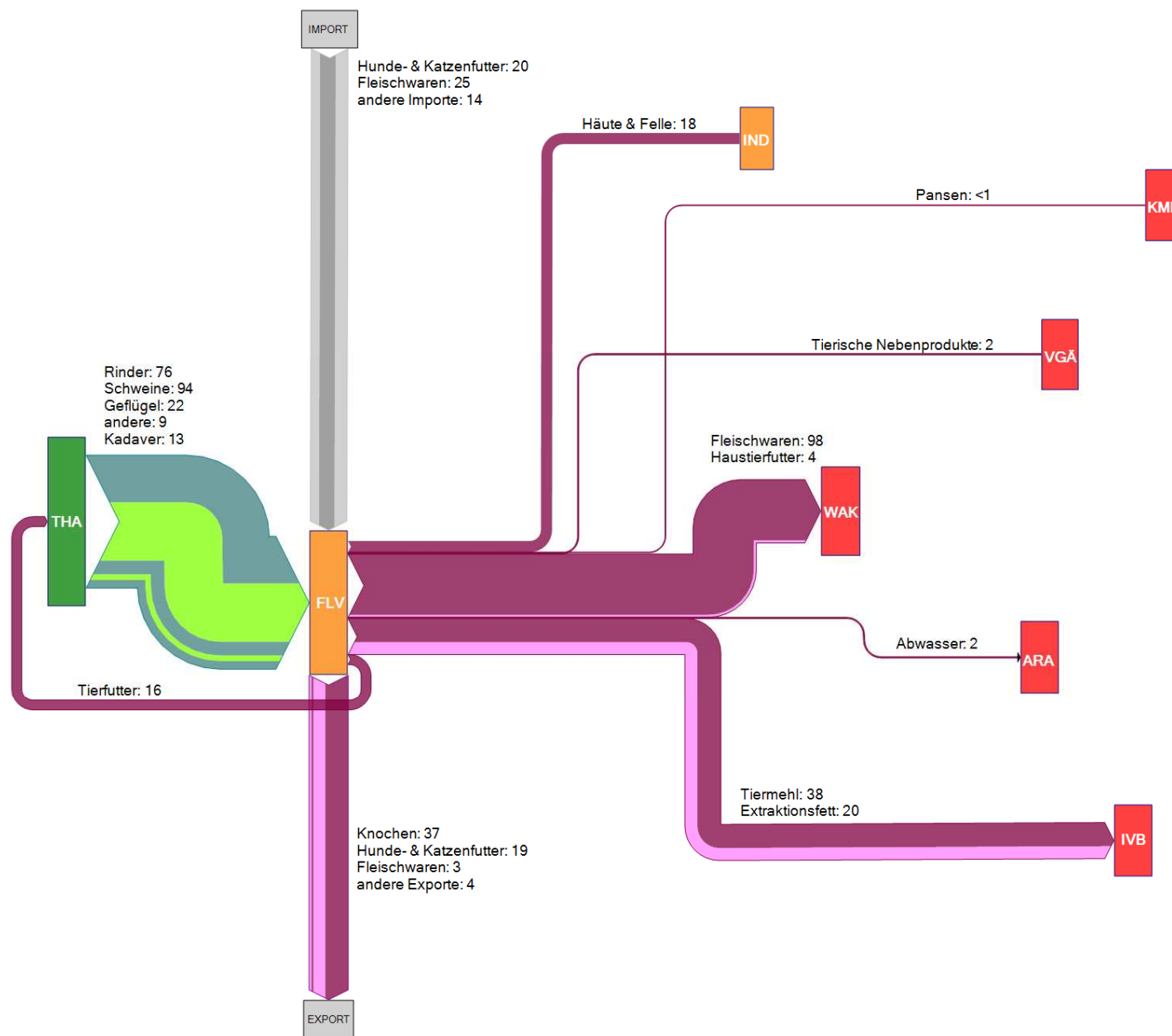


Abbildung 10: biogene In- und Outputströme für den Prozess Fleischverarbeitung (FLV) in 1'000 Tonnen TS



Tabelle 9: Güterflüsse (Output) aus dem Prozess Fleischverarbeitung (FLV)

Prozess IN	Güterstrom und Teilströme	Quelle		Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh
Warenkonsum	FLV Fleischprodukte WAK			<b>407'788 t</b>	<b>101'724</b>	<b>508'620</b>
		PET-Food	eigene Berechnungen	13'600 t	3'400	17'000
		Differenz Im/Ex Hundefutter	Aussenhandelsstatistik	[25] 892 t	223	1'115
		Fleisch- und Fleischwaren	Schweizerischer Bauernverband	[56] 393'296 t	98'324	491'620
Vergärung	FLV Tierische Nebenprodukte VGÄ			<b>9'886 t</b>	<b>1'977</b>	<b>9'886</b>
		tierische NP landwirts. Biogasanlagen	Ökostromschweiz	[49] 9'886 t	1'977	9'886
industr. Verbrennung	FLV tierische Nebenprodukte IVB			<b>230'000 t</b>	<b>57'860</b>	<b>375'496</b>
		Knochen	pers. Mitteilung, Soltermann GZM	[30] 5'000 t	0	0
		Entsorgung TNP via TMF Bazenheid	Extraktionswerk AG Bazenheid	[63] 51'073 t	0	0
		Entsorgung via GZM	Heinz Soltermann, GZM	[30] 115'900 t	0	0
		Bazenheid Tiermehl	Extraktionswerk AG Bazenheid	[63] 11'162 t	10'492	48'422
		GZM Tiermehl	Heinz Soltermann, GZM	[30] 28'993 t	27'253	125'775
		GZM Extraktionsfett	Heinz Soltermann, GZM	[30] 13'351 t	13'217	132'281
		Bazenheid Extraktionsfett	Extraktionswerk AG Bazenheid	[63] 6'966 t	6'896	69'019
Tierhaltung	FLV Tierische Nebenprodukte THA			<b>70'000 t</b>	<b>16'100</b>	<b>80'500</b>
		Tierfutter aus NP	Herr Benz, Hansjörg Deutsch AG	[30] 70'000 t	16'100	80'500
ARA	FLV Abwasser ARA			<b>1'537 t CSB</b>	<b>1'537</b>	<b>7'256</b>
		Blut von Schlachthöfen	eigene Schätzungen	800 t CSB	800	3'776
		Abwasser Bazenheid	Extraktionswerk AG Bazenheid	[63] 199 t CSB	199	940
		Abwasser GZM	Umweltbericht GZM	[29] 538 t CSB	538	2'539
Kompostierung	FLV Pansen KMP	Hess, 1997	[33]	<b>5'181 t</b>	<b>622</b>	<b>2'934</b>
Andere Industrien	FLV Non-Food-Produkte IND			<b>19'179 t</b>	<b>18'220</b>	<b>85'998</b>
		Häute und Felle für Export	Aussenhandelsstatistik	[25] 17'261 t	16'398	77'398
		Häute & Felle (Verarbeitung CH)	Internetseite centravo.ch	[22] 1'918 t	1'822	8'600
Export	Export Fleischerzeugnisse & TNP			<b>159'635 t</b>	<b>63'173</b>	<b>305'493</b>
		Mehl & Pellets von Fleisch	Aussenhandelsstatistik	[25] 3'572 t	3'358	16'788
		Knochen für Gelatine	pers. Mitteilung, Soltermann GZM	[30] 50'000 t	28'500	134'520
		andere Knochen	pers. Mitteilung, Soltermann GZM	[30] 15'000 t	8'550	40'356
		Hunde- und Katzenfutter	Aussenhandelsstatistik	[25] 77'259 t	19'315	96'574
		Fleischwaren	Schweizerischer Bauernverband	[56] 13'804 t	3'451	17'255
<b>Summe</b>				<b>261'213</b>	<b>1'376'183</b>	

Tabelle 10: Güterflüsse (Input) in den Prozess Fleischverarbeitung (FLV)

Prozess OUT	Güterstrom und Teilströme	Quelle	Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh
<b>Tierhaltung</b>	<b>THA Schlachtvieh &amp; Kadaver FLV</b>		<b>706'544 t</b>	<b>214'377</b>	<b>1'071'885</b>
	Ochsen	Schweizerischer Bauernverband [56]	13'970 t	4'191	20'955
	Rinder	Schweizerischer Bauernverband [56]	37'926 t	11'378	56'889
	Stiere	Schweizerischer Bauernverband [56]	57'577 t	17'273	86'365
	Kühe	Schweizerischer Bauernverband [56]	90'386 t	27'116	135'580
	Kälber	Schweizerischer Bauernverband [56]	53'830 t	16'149	80'745
	Schweine	Schweizerischer Bauernverband [56]	312'635 t	93'790	468'952
	Schafe	Schweizerischer Bauernverband [56]	12'356 t	3'707	18'533
	Ziegen	Schweizerischer Bauernverband [56]	805 t	242	1'208
	Pferde	Schweizerischer Bauernverband [56]	1'575 t	473	2'363
	Geflügel	Schweizerischer Bauernverband [56]	71'793 t	21'538	107'690
	Kaninchen	Schweizerischer Bauernverband [56]	2'451 t	735	3'676
	Wild	Schweizerischer Bauernverband [56]	3'065 t	920	4'598
	Organteile	Schweizerischer Bauernverband [56]	13'691 t	4'107	20'537
		GZM, Herr Soltermann [30]			
	Kadaver Kleintier	TMF, Herr Käufeler [64]	27'605 t	10'214	51'069
		GZM, Herr Soltermann [30]			
	Kadaver Grossvieh (>200 kg)	TMF, Herr Käufeler [64]	6'879 t	2'545	12'726
<b>Import</b>	<b>Import Fleisch &amp; Schlachttiere</b>		<b>211'193 t</b>	<b>58'863</b>	<b>293'112</b>
	Hunde- und Katzenfutter	Aussenhandelsstatistik [25]	78'151 t	19'538	97'689
	Fleisch	Schweizerischer Bauernverband [56]	99'689 t	24'922	124'611
	Därme, Blasen und Magen	Schweizerischer Bauernverband [56]	10'008 t	3'002	14'171
	andere Waren tierischen Ursprungs	Schweizerischer Bauernverband [56]	5'154 t	1'289	6'082
	Würste, Fleisch, Konserven	Schweizerischer Bauernverband [56]	9'669 t	2'417	12'086
	Mehl & Pellets von Fleisch	Aussenhandelsstatistik [25]	8'028 t	7'546	37'732
	lebende Schlachttiere	Schweizerischer Bauernverband [56]	494 t	148	741
<b>Summe</b>			<b>917'737 t</b>	<b>273'240</b>	<b>1'364'997</b>

### 3.5.3 Holz- und Papierindustrie (HPI):

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

Ein grosser Teil des Rundholzes gelangt in einem ersten Schritt in Sägereibetriebe. In der aktuellen Sägereistatistik (Holzverarbeitung) aus dem Jahr 2007 wird ein Sägereiestholzanteil von 39.5% angegeben, d.h. nur etwas mehr als 60% des Rohholzeinschnitts werden als Schnittholz weiterverkauft bzw. weiterverarbeitet [13]. Aus der älteren Sägereistatistik von 2002 geht hervor, dass Sägespäne einen Anteil von etwa einem Drittel am Sägereiestholz ausmachen [13]. Die Nebenprodukte werden zu 63% als Rohstoff für Papier, Zellstoffindustrie und in Plattenwerken, zu 28% als Energieholz verwendet (13% im eigenen Betrieb, 15% weiterverkauft) und zu 9% anderen Verwertungen zugeführt [13] [38].

Die Schweizer Papierindustrie (eigentlich: Zellstoff-, Papier- und Kartonindustrie) besitzt mit Borregaard nur einen Zellstoffproduzenten. Alle anderen Betriebe sind Papier- und Kartonproduzenten und stellen insbesondere hochwertige Spezialpapiere her.

Die Output-Ströme des HPI-Prozesses übersteigen die Input-Ströme leicht (um 5.6%). Hierfür dürften die Auflösung von Lagern und teilweise ungenaue Schätzungen verantwortlich sein.

- HPI Sägereiestholz HPI: prozessinterner Güterstrom, welcher die Nebenprodukte aus den Sägereien beinhaltet, u.a. Späne, Rinden, Spreissel, die stofflich genutzt, also in weiteren Prozessen der Holzwerkstoff- und Papierindustrie verwertet werden [13].
- HPI Holzbrennstoffe und Papierreste VEN: Im Prozess HPI anfallende oder zugeführte Güter, welche zu Energiezwecken bereitgestellt oder weiterverarbeitet werden. Das sind zum grossen Teil Nebenprodukte aus Sägereien, aber auch Lignosubstrat oder Nebenprodukte der zweiten und dritten Holzverarbeitungsstufe [19] [35] [66]. Der Grossteil der hier verwendeten Zahlen ist aus Angaben der Holzenergiestatistik und Im- und Exportzahlen zurückgerechnet [52] [25].
- HPI Papier- und Holzprodukte WAK: sämtliche in der Schweiz konsumierten Holz- und Papierprodukte wie Bauholz, Möbel, Spielzeug, Parkett, Faserplatten, Sperrholz, Papiere, Kartonagen etc. Produkte aus verschiedenen Materialien (z.B. Spanplatten: ca. 90% Holzanteil) werden anteilig berücksichtigt [13]. Der Schweizer Gesamtkonsum dieser Produkte beträgt zurzeit etwa 4.1 Mio m<sup>3</sup>, wobei 38% im Bauwesen, 27% für Papier und Karton und die restlichen 35% für Möbel, Verpackungen und sonstige Holzwaren Verwendung finden [6].
- HPI Abwässer ARA: Fracht des in industrieeigene oder kommunale Kläranlagen eingeleiteten Abwassers der HPI. Die Angaben für den Gesamtprozess HPI stellt eine auf verschiedenen Parameter beruhende eigene Schätzung dar [12]. Für grosse Teile des Prozesses sind keine aktuellen Abwasser-Daten verfügbar. Für die Papierindustrie (ohne Zellstoffproduktion) kann die in kommunale ARA eingeleitete Fracht hochgerechnet werden. Die Daten beruhen auf Abwassermengen und CSB-Werten eines Grossteils der Betriebe [66][67].
- 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 [13].
- HPI übrige Brennstoffe aus Holz und Papier KVA: Anteil des Altholzes und anderer Nebenprodukte der HPI, welcher über die Kehrichtverbrennung entsorgt wird [3].

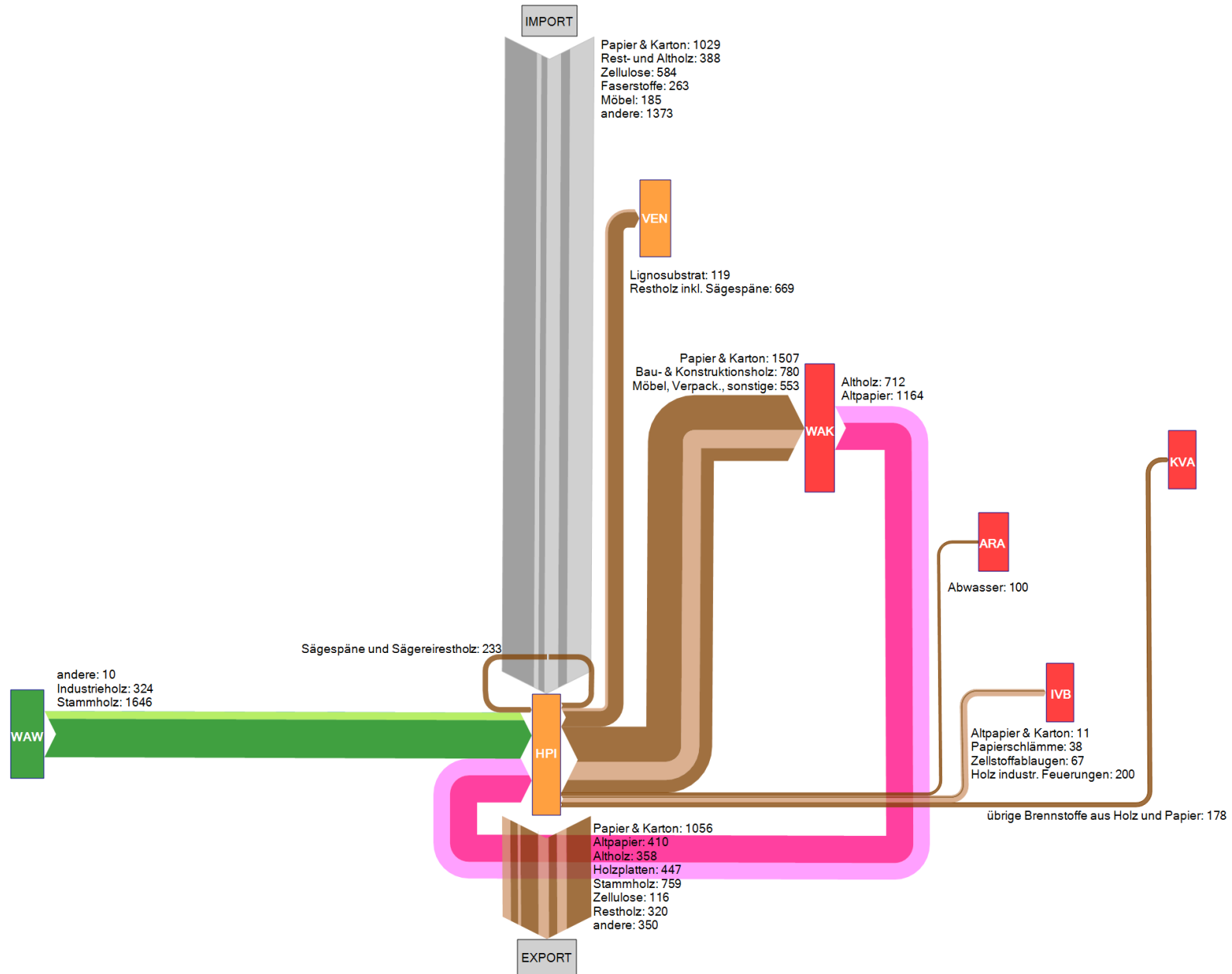


Abbildung 11: biogene In- und Outputströme für den Prozess Holz- und Papierindustrie (HPI) in 1'000 Tonnen TS

Tabelle 11: Güterflüsse (Output) aus dem Prozess Holz- und Papierindustrie (HPI)

Prozess IN	Güterstrom und Teilströme	Quelle		Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh
<b>Holz- &amp; Papierind.</b>	<b>HPI Sägereinebenprodukte HPI</b>			<b>530'797 m3</b>	<b>233'344</b>	<b>1'166'721</b>
	Sägereiestholz zur stoffl. Weiterverarbeitung	Sägereierhebung	[13]	530'797 m3	233'344	1'166'721
	davon für Zellstoff & Papier Inland	ZPK Jahresbericht 2006	[66]	245'000 m3	122'500	612'500
<b>Verarb. Energie</b>	<b>HPI Holzbrennst. &amp; Papierreste VEN</b>				<b>788'270</b>	<b>4'333'391</b>
	Restholz inkl. Sägemehl	Holzenergiestatistik	[52]	k.A.	669'470	3'347'351
	Lignosubstrat	Bianca Stuber, pers. Mitteilung	[19]	780'000 m3	118'800	986'040
<b>Warenkonsum</b>	<b>HPI Papier &amp; Holzprodukte WAK</b>				<b>2'839'460</b>	<b>13'775'351</b>
	Papier & Karton	ZPK Jahresbericht 2006	[66]	1'656'000 t	1'506'960	7'112'851
	davon Papier und Karton aus "neuem Holz"	Internetseite des BAFU	[6]	1'430'000 m3	715'000	3'575'000
	davon aus recyceltem Altpapier	(errechneter Wert)		1'278'667 t	1'163'587	5'817'935
	Bau- und Konstruktionsholz	Internetsite des BAFU	[6]	1'560'000 m3	780'000	3'900'000
	Möbel, Verpackungen, sonstige	Internetsite des BAFU	[6]	1'105'000 m3	552'500	2'762'500
<b>ARA</b>	<b>HPI Abwässer ARA</b>	Baier & Zweifel	[12]	<b>100'000 t CSB</b>	<b>100'000</b>	<b>472'000</b>
	davon Abwässer Papierindustrie komm. ARA	M. Häberli, pers. Mitteilung	[67]	3'035 t CSB	3'035	14'325
<b>industr. Verbrennung</b>	<b>HPI übrige Brennst. Holz &amp; Papier IVB</b>			k.A.	<b>315'915</b>	<b>1'547'180</b>
	Altpapier/Karton	Statistik erneuerbare Energien	[41]		10'941	51'640
	Papierschlämme	Statistik erneuerbare Energien	[41]		37'792	178'380
	Zellstoffablaugen	Statistik erneuerbare Energien	[41]		66'962	316'060
	Kategorie 19 (industrielle Feuerungen)	Statistik erneuerbare Energien	[41]		200'220	1'001'100
<b>KVA</b>	<b>HPI übrige Brennst. Holz &amp; Papier KVA</b>			<b>200'000 t</b>	<b>178'000</b>	<b>890'000</b>
	Altholz	Altholzstatistik	[3]	200'000 t	178'000	890'000

(Fortsetzung nächste Seite)

(Fortsetzung von voriger Seite)

Prozess IN	Güterstrom und Teilströme	Quelle	Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh
<b>Export</b>	<b>Export Papier &amp; Holz</b>			<b>3'816'071</b>	<b>18'637'171</b>
	Papier & Karton	ZPK Jahresbericht 2006	[66] 1'160'000 t	1'055'600	4'982'432
	Stammholz Nadel	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 1'250'000 m3	537'500	2'687'500
	Stammholz Laub	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 325'000 m3	221'000	1'105'000
	Industrieholz Nadel	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 123'000 m3	52'890	264'450
	Industrieholz Laub	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 30'000 m3	20'400	102'000
	Schnittholz Nadel	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 221'000 m3	95'030	475'150
	Schnittholz Laub	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 31'000 m3	21'080	105'400
	Furniere	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 6'000 m3	3'000	15'000
	Sperrholz	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 3'000 m3	1'500	7'500
	Spanplatten	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 385'000 m3	192'500	962'500
	Faserplatten	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 509'000 m3	254'500	1'272'500
	Holzwohle/Holzmehl	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 300 m3	150	750
	Holzschliff	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 0 m3	0	0
	Zellulose	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 231'000 m3	115'500	561'330
	Halbfabrikate	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 5'000 m3	2'500	12'500
	Baumaterial	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 55'000 m3	27'500	137'500
	Packmaterial	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 22'000 m3	11'000	55'000
	Holzwaren	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 10'000 m3	5'000	25'000
	Möbel	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 101'000 m3	50'500	252'500
	Holzgebäude vorgefertigt	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 1'700 m3	850	4'250
	Faserstoffe	ZPK Jahresbericht 2006	[66] 119'400 t	59'700	281'784
	Restholz	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 400'500 t	320'400	1'602'000
	Altholz	Altholzstatistik	[3] 402'500 t	358'225	1'791'125
	Altpapier	ZPK Tabellen JB 2006	[66] 450'270 t	409'746	1'934'000
<b>Summe</b>				<b>7'559'745</b>	<b>36'873'198</b>

Tabelle 12: Güterflüsse (Input) in den Prozess Holz- und Papierindustrie (HPI)

Prozess OUT	Güterstrom und Teilströme	Quelle	Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh
<b>Waldwirtschaft</b>	<b>WAW Stamm- und Industrieholz HPI</b>		<b>4'285'000 m3</b>	<b>1'979'950</b>	<b>9'899'750</b>
	Stammholz Nadel	Wald und Holz, Jahrbuch [8]	3'289'000 m3	1'414'270	7'071'350
	Stammholz Laub	Wald und Holz, Jahrbuch [8]	341'000 m3	231'880	1'159'400
	Industrieholz Nadel	Wald und Holz, Jahrbuch [8]	432'000 m3	185'760	928'800
	Industrieholz Laub	Wald und Holz, Jahrbuch [8]	203'000 m3	138'040	690'200
	übrige Holzsortimente	Wald und Holz, Jahrbuch [8]	20'000 m3	10'000	50'000
<b>Holz- &amp; Papierind.</b>	<b>HPI Sägereiebeneprodukte HPI</b>		<b>530'797 m3</b>	<b>233'344</b>	<b>1'166'721</b>
	Sägereierhebung	[13]			
	Sägereiestholz zur stoffl. Weiterverarbeitung	W. Riegger, pers. Mitteilung [38]	530'797 m3	233'344	1'166'721
	davon für Zellstoff & Papier Inland	ZPK Jahresbericht 2006 [66]	245'000 m3	122'500	612'500
<b>Warenkonsum</b>	<b>WAK Altpapier &amp; Altholz HPI</b>		<b>2'078'667 t</b>	<b>1'875'587</b>	<b>8'831'049</b>
	Altholz	Altholzstatistik [3]	800'000 t	712'000	3'560'000
	Altpapier	ZPK Tabellen JB 2006 [66]	1'278'667 t	1'163'587	5'271'049
<b>Import</b>	<b>Import Holz- &amp; Papier</b>			<b>3'821'694</b>	<b>18'557'944</b>
	Restholz gesamt (inkl. Altholz)	Wald und Holz Jahrbuch [8]	775'000 m3	387'500	1'937'500
	davon Restholz für Zellstoff Papierindustrie	ZPK Jahresbericht 2006 [66]	364'000 m3	182'000	910'000
	Faserstoffe total	ZPK Jahresbericht 2006 [66]	526'119 t	263'060	1'241'641
	davon Zellstoff	ZPK Jahresbericht 2006 [66]	521'184 t	260'592	1'229'994
	davon deinked Pulp	ZPK Jahresbericht 2006 [66]	1'259 t	630	2'971
	davon Holzstoff	ZPK Jahresbericht 2006 [66]	3'676 t	1'838	8'675
	Altpapier	ZPK Jahresbericht 2006 [66]	130'588 t	118'835	560'902
	Stammholz Nadel	Jahrbuch Wald und Holz [8]	12'000 m3	5'160	25'800
	Stammholz Laub	Jahrbuch Wald und Holz [8]	66'000 m3	44'880	224'400
	Industrieholz Nadel	Jahrbuch Wald und Holz [8]	267'000 m3	114'810	574'050
	Industrieholz Laub	Jahrbuch Wald und Holz [8]	1'000 m3	680	3'400
	Furniere	Jahrbuch Wald und Holz [8]	5'000 m3	2'500	12'500
	Sperrholz	Jahrbuch Wald und Holz [8]	143'000 m3	71'500	357'500
	Spanplatten	Jahrbuch Wald und Holz [8]	321'000 m3	160'500	802'500
	Faserplatten	Jahrbuch Wald und Holz [8]	147'000 m3	73'500	367'500
	Holzwohle/Holzmehl	Jahrbuch Wald und Holz [8]	4'000 m3	2'000	10'000
	Holzschliff	Jahrbuch Wald und Holz [8]	10'000 m3	5'000	25'000
	Zellulose	Jahrbuch Wald und Holz [8]	1'168'000 m3	584'000	2'838'240
	Halbfabrikate	Jahrbuch Wald und Holz [8]	67'000 m3	33'500	167'500
	Baumaterial	Jahrbuch Wald und Holz [8]	269'000 m3	134'500	672'500
	Packmaterial	Jahrbuch Wald und Holz [8]	182'000 m3	91'000	455'000
	Holzwaren	Jahrbuch Wald und Holz [8]	97'000 m3	48'500	242'500
	Möbel	Jahrbuch Wald und Holz [8]	369'000 m3	184'500	922'500
	Holzgebäude vorgefertigt	Jahrbuch Wald und Holz [8]	43'000 m3	21'500	107'500
	Papier & Karton	ZPK Jahresbericht 2006 [66]	1'131'000 t	1'029'210	4'857'871
<b>Summe</b>				<b>7'910'575</b>	<b>38'455'464</b>

### **3.5.4 Verarbeitung Energieträger (VEN):**

Bereitstellung, Verarbeitung und Veredelung von biogenen Rohstoffen zum Zweck der Energienutzung sowie Verkauf, Im- und Export von Ausgangs-, Neben- und Endprodukten dieser Prozesse. Im Prozess enthalten ist Biogas, welches durch CO<sub>2</sub>-Abtrennung aufbereitet und zum Teil ins Erdgasnetz eingespeist wird, nicht jedoch direkt verstromtes Biogas. In diesen Prozess fließen Güter, die zu Energiezwecken produziert werden (z.B. Chinaschilf; Waldenergieholz) als auch solche, die aus Reststoffen oder Nebenprodukten anderer Industrieprozesse (z.B. Sägemehl für die Holzpelletherstellung) stammen.

- VEN Nebenprodukte IND: Nebenprodukte wie Glycerin und Lignosubstrat, welche in anderen Industriezweigen (z.B. Kosmetik-, Zementindustrie) genutzt werden [49]. Die massenbezogene Ausbeute bei der Ethanolherstellung aus Lignosubstrat ist gering: mehr als 90% der TS gelangt zur Weiterverarbeitung in andere Industrien.
- VEN Energieträger NEN: Erneuerbare Energieträger wie Holzbrennstoffe, Pflanzenöl, Agrodiesel, Agroethanol, Holz-Biogas und aufbereitetes Biogas [19][56]. Die Holzbrennstoffe [52] dominieren diesen Fluss deutlich. Stark ansteigend ist der Anteil der Holzpellets auf mittlerweile 5% des gesamten Holzbrennstoffumsatzes (ohne KVA) [52].
- 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 Agrodieselherstellung.
- VEN Nebenprodukte THA: Anteil der Nebenprodukte aus dem VEN-Prozess, der verfüttert wird. Presskuchen aus der Rapspressung ergeben beispielsweise wertvolles Eiweissfutter.



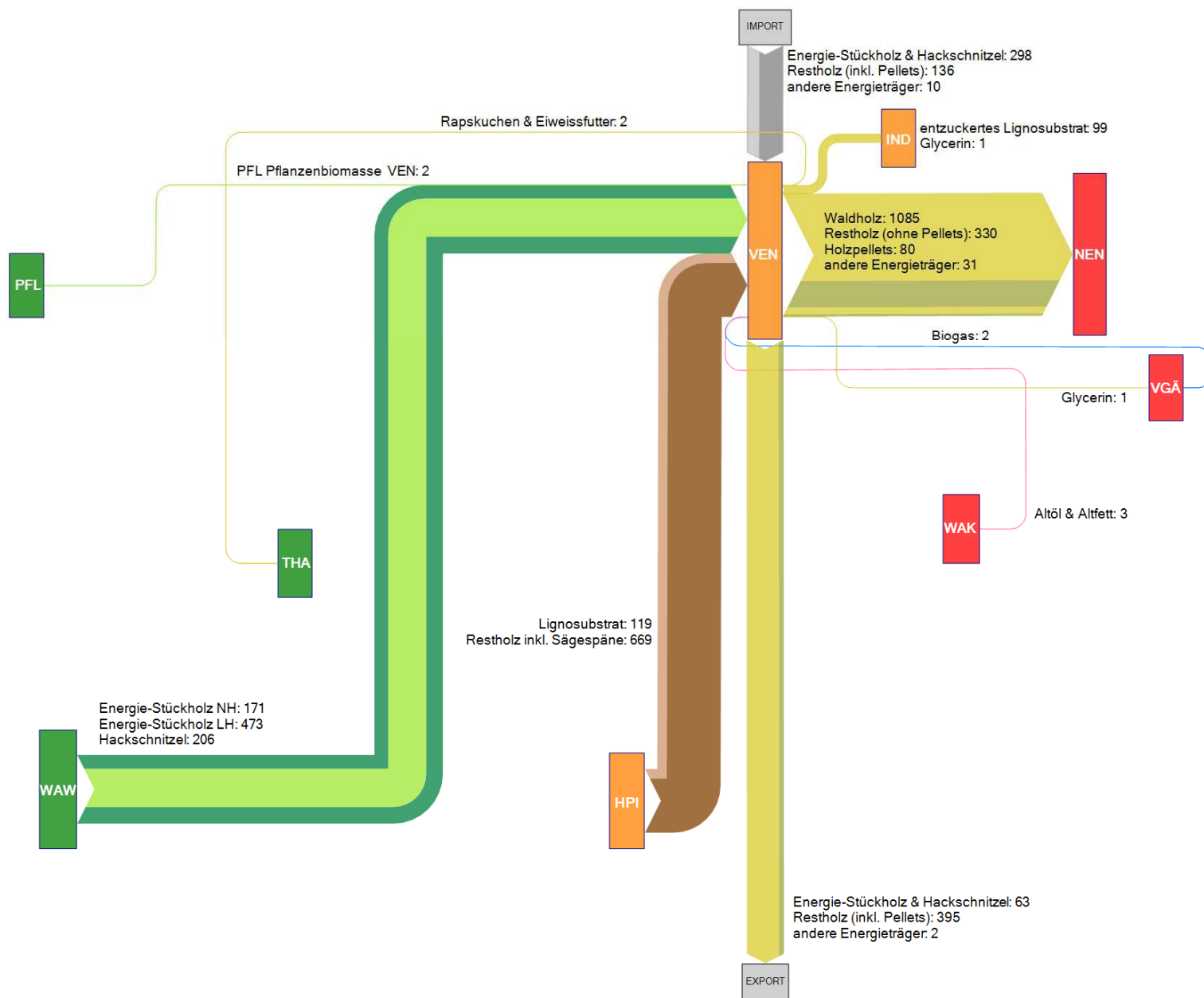


Abbildung 12: biogene In- und Outputströme für den Prozess Verarbeitung Energieträger (VEN) in 1'000 Tonnen TS

Tabelle 13: Güterflüsse (Output) aus dem Prozess Verarbeitung Energieträger (VEN)

Prozess IN	Güterstrom und Teilströme	Quelle		Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh
<b>Andere Industrien</b>	<b>VEN Nebenprodukte IND</b>				<b>99'913</b>	<b>831'170</b>
	entzuckertes Lignosubstrat	pers. Mitteilung Bianca Stuber	[19]	760'000 t	98'800	820'040
	Glycerin	Schweizerischer Bauernverband	[56]	883'300 l	1'113	11'130
<b>Nutzung Energie</b>	<b>VEN Biogene Energieträger NEN</b>				<b>1'525'984</b>	<b>7'730'665</b>
	Waldholz in CH genutzt	Holzenergiestatistik	[52]	2'170'000 m3	1'085'000	5'425'000
	Holzpellets	Holzenergiestatistik	[52]	160'000 m3	80'000	400'000
	Restholz ohne Pellets	Holzenergiestatistik	[52]	660'000 m3	330'000	1'650'000
	Pflanzenöl	Schweizerischer Bauernverband	[56]	845'000 l	769	7'869
	Agrodiesel	Schweizerischer Bauernverband	[56]	8'833'000 l	7'773	78'087
	Agroethanol (aus Landwirtschaft)	Schweizerischer Bauernverband	[56]	1'060'000 l	837	6'238
	Ethanol Borregaad	pers. Mitteilung Bianca Stuber	[19]	11'800'000 l	9'322	69'446
	Holzkohle	(errechneter Wert)		10'494 t	9'970	80'374
	aufbereitetes Biogas	Statistik erneuerbarer Energien 2006	[41]	2'275'000 m3	2'314	13'650
<b>Vergärung</b>	<b>VEN Nebenprodukte VGÄ</b>			<b>1'299 t</b>	<b>1'299</b>	<b>12'990</b>
	Glycerin	Ökostromschweiz	[49]	1'299 t	1'299	12'990
<b>Tierhaltung</b>	<b>VEN Nebenprodukte THA</b>			<b>1'950 t</b>	<b>1'950</b>	<b>1'950</b>
	Rapskuchen	(errechneter Wert)		1'950 t	1'950	9'204
<b>Export</b>	<b>Export Biogene Energieträger</b>			<b>556'307 t</b>	<b>459'642</b>	<b>2'307'299</b>
	Holz in Bündeln	Aussenhandelsstatistik	[25]	33'087 t	23'161	115'805
	Schnitzel Nadel	Aussenhandelsstatistik	[25]	11'347 t	7'943	39'715
	Schnitzel Laub	Aussenhandelsstatistik	[25]	45'423 t	31'796	158'981
	Holzpellets/Sägemehl	Aussenhandelsstatistik	[25]	464'710 t	395'004	1'975'018
	Altspeiseöl	Sonderabfallstatistik BAFU	[5]	1'720 t	1'720	17'630
	Holzkohle	Aussenhandelsstatistik	[25]	20 t	19	152
<b>Summe</b>					<b>2'088'789</b>	<b>10'884'073</b>

Tabelle 14: Güterflüsse (Input) in den Prozess Verarbeitung Energieträger (VEN)

Prozess OUT	Güterstrom und Teilströme	Quelle	Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh
Pflanzenbau	<b>PFL Pflanzenbiomasse VEN</b>		<b>5'201 t</b>	<b>2'487</b>	<b>16'050</b>
	Raps	Schweizerischer Bauernverband [56]	3'000 t	750	7'800
	Sonnenblumen	Schweizerischer Bauernverband [56]	41 t	9	94
	Miscanthus	Schweizerischer Bauernverband [56]	2'160 t	1'728	8'156
Waldwirtschaft	<b>WAW Energieholz VEN</b>		<b>1'504'377 m3</b>	<b>849'634</b>	<b>4'248'170</b>
	nicht vermarktetes Energieholz NH	Holzenergiestatistik [52]	75'449 m3	32'443	162'216
	nicht vermarktetes Energieholz LH	Holzenergiestatistik [52]	11'928 m3	8'111	40'554
	Waldenergieholz Stück Nadel	Wald und Holz, Jahrbuch [8]	322'000 m3	138'460	692'300
	Waldenergieholz Stück Laub	Wald und Holz, Jahrbuch [8]	684'000 m3	465'120	2'325'600
	Hackschnitzel	Wald und Holz, Jahrbuch [8]	411'000 m3	205'500	1'027'500
	Holzvergasung	Woodpower AG	0 m3	0	0
Holz- & Papierind.	<b>HPI Holzbrennst. &amp; Papierreste VEN</b>		<b>k.A.</b>	<b>788'270</b>	<b>4'333'391</b>
	Restholz inkl. Sägemehl	Holzenergiestatistik [52]		669'470	3'347'351
	Lignosubstrat	Bianca Stuber, pers. Mitteilung [19]	780'000 m3	118'800	986'040
Warenkonsum	<b>WAK Siedlungsabfälle VEN</b>		<b>3'750'000 l</b>	<b>3'413</b>	<b>35'149</b>
	alte Friteusenfette	Kandid Scherer, pers. Mitteilung [43]	3'750'000 l	3'413	35'149
Vergärung	<b>VGÄ Biogas VEN</b>		<b>2'275'000 m3</b>	<b>2'314 0</b>	<b>13'650</b>
	Biogas	Statistik erneuerbarer Energien 2006 [41]	2'275'000 m3	2'314 0	13'650
Import	<b>Import Energieträger</b>			<b>443'889</b>	<b>2'250'541</b>
	Brennholz, Holzabfälle	Schweizerischer Bauernverband [56]	510'353 t	433'800	2'169'000
	Brennholz rund oder in Bündeln	Aussenhandelsstatistik [25]	6'997 t	5'947	29'737
	Hackschnitzel Nadel	Aussenhandelsstatistik [25]	342'649 t	291'252	1'456'258
	Hackschnitzel Laub	Aussenhandelsstatistik [25]	1'255 t	1'067	5'334
	Holzpellets, Sägemehl	Aussenhandelsstatistik [25]	159'451 t	135'533	677'667
	Holzkohle	Schweizerischer Bauernverband [56]	10'514 t	9'988	80'526
	Biogas	Schweizerischer Bauernverband [56]	0 t	0	0
	Agrodiesel	Schweizerischer Bauernverband [56]	114'829 l	101	1'015
<b>Summe</b>				<b>2'087'693</b>	<b>10'883'301</b>

### 3.5.5 Andere Industrien (IND):

Verarbeitung, Verkauf sowie Im- & 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 & Felle, Leder & Lederwaren, Pelze, Wolle und andere Tierhaare.

Auch der Handel und die Versorgung der Landwirtschaft mit Saatgut und Setzlingen sowie Mulchfolien aus Bioplastics, die fast ausschliesslich aus dem Ausland gedeckt wird, ist über den Prozess IND dargestellt. Neben der Landwirtschaft finden Bioplastics auch im Warenkonsum Anwendung. Derzeit beläuft sich der Anteil von Bioplastics am Gesamtplastikmarkt der EU auf 5-10% [26]. Diese Angaben lassen sich in etwa auf die Schweiz übertragen [53].

Beim Saatgut wird die Versorgung der Landwirtschaft im Bereich Getreide (99%), Kartoffeln (ca. 90%) und Zuckerrüben (ca. 99%) hauptsächlich im Inland gedeckt (Prozess PFL) [72]. Bei Gemüse, Gräsern, Klee und Mais dagegen lässt man Saatgut und Setzlinge (aus überwiegend Schweizer Züchtungen) zum allergrössten Teil im Ausland produzieren [14][72]. Von dem in der Schweiz verbrauchten Gemüsesaatgut sowie den Setzlingen Gemüse und andere Nutzpflanzen geht der Grossteil in den landwirtschaftlichen Pflanzenbau, ein kleiner Teil (Annahme ca. 10%) 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 [25]: die entsprechenden Import- und Exportzahlen sind deshalb tendenziell etwas zu hoch.

Die bei Herstellungs- und Verarbeitung anfallenden Abwasser- und Reststoffmengen des Prozesses IND sind nicht dargestellt.

- IND Konsumgüter WAK: Bekleidung biogenen oder anteilig biogenen Ursprungs, Bioplastics (z.B. Essgeschirr) sowie importierte lebende Pflanzen (Balkonpflanzen, Gartenbau etc.) Saatgut und Setzlinge für den nicht-landwirtschaftlichen Konsum.
- IND Saatgut & Pflanzenfolien PFL: für den landwirtschaftlichen Pflanzenbau bestimmtes Saatgut und Setzlinge (inkl. Rollrasen) sowie (direkt untergepflügte) Mulchfolien aus Bioplastics.

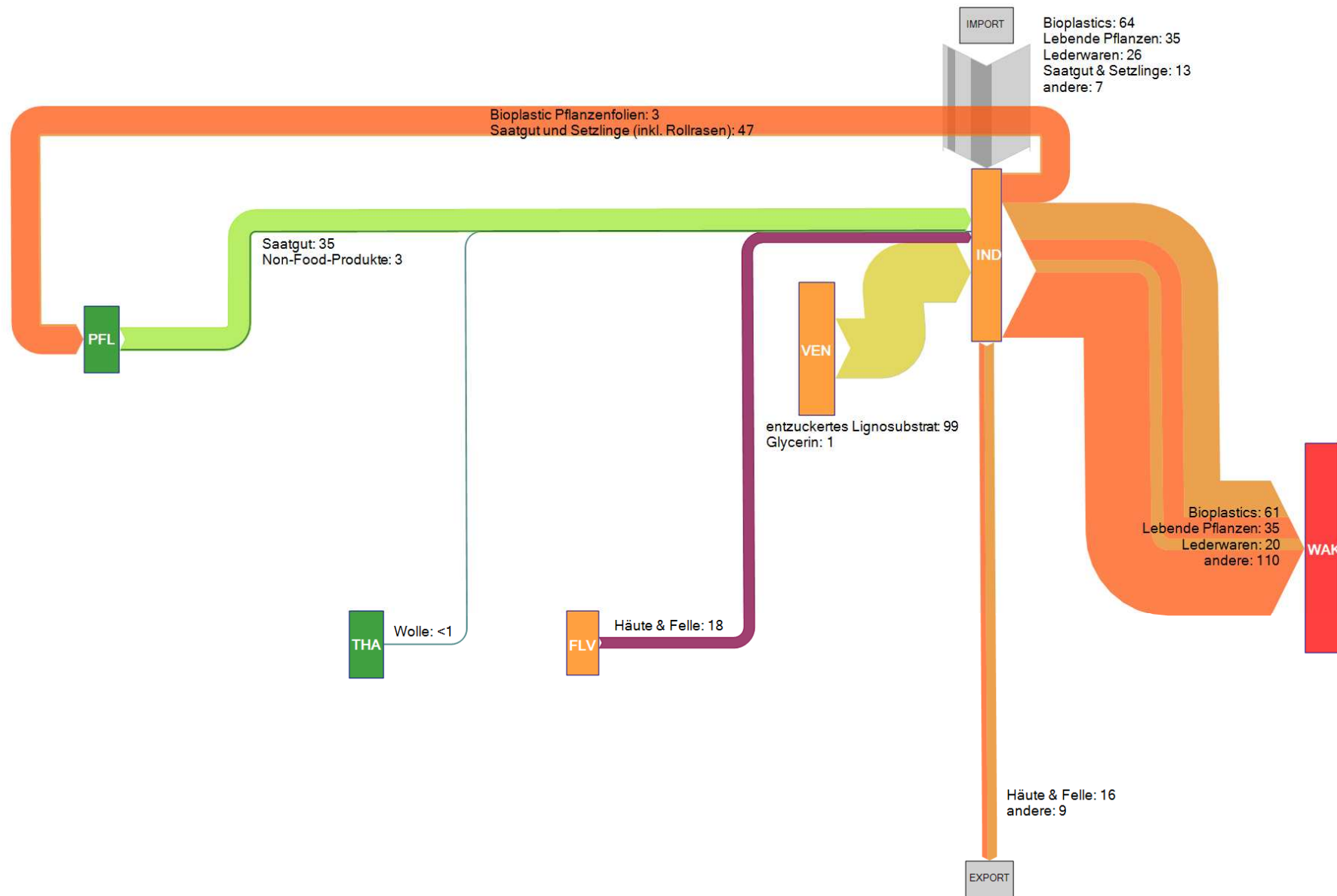


Abbildung 13: biogene In- und Outputströme für den Prozess Andere Industrien (IND) in 1'000 Tonnen TS

Tabelle 15: Güterflüsse (Output) aus dem Prozess Andere Industrien (IND)

Prozess IN	Güterstrom und Teilströme	Quelle	Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh	
<b>Warenkonsum</b>	<b>IND Non-Food-Produkte WAK</b>	(errechneter Wert)		<b>225'508</b>	<b>1'064'396</b>	
		European Bioplastics	[26]			
	davon Bioplastics	Redilo GmbH	[53]	64'314 t	61'098	288'385
	Import und Inputströme	(errechneter Wert)		k.A.	300'501	1'418'364
	Export und Outputströme	(errechneter Wert)		k.A.	-136'092	-642'353
	davon lebende Pflanzen	Aussenhandelsstatistik	[25]	139'530 t	34'883	164'645
	davon Lederwaren	Aussenhandelsstatistik	[25]	81'373 t	20'343	96'020
<b>Pflanzenbau</b>	<b>IND Saatgut &amp; Bioplastics PFL</b>		<b>122'574</b>	<b>t</b>	<b>49'997</b>	<b>242'536</b>
	Saatgut	(errechneter Wert)		84'684 t	39'880	193'819
	Setzlinge (inkl. Rollrasen)	(errechneter Wert)		34'506 t	6'901	33'539
		European Bioplastics	[26]			
	Bioplastics Mulchfolien	Redilo GmbH	[53]	3'385 t	3'216	15'178
<b>Export</b>	<b>Export Saatgut &amp; Non-Food-Produkte</b>		<b>28'893</b>	<b>t</b>	<b>24'996</b>	<b>118'057</b>
	lebende Pflanzen	Aussenhandelsstatistik	[25]	1'594 t	399	1'881
	Saatgut	Aussenhandelsstatistik	[25]	1'881 t	522	2'536
	Setzlinge (inkl. Rollrasen)	Aussenhandelsstatistik	[25]	95 t	19	92
	Häute und Felle	Aussenhandelsstatistik	[25]	17'261 t	16'398	77'398
	Lederwaren	Aussenhandelsstatistik	[25]	5'470 t	5'197	24'527
	Pelze	Aussenhandelsstatistik	[25]	43 t	41	193
	Wolle & Tierhaare	Aussenhandelsstatistik	[25]	2'549 t	2'422	11'430
<b>Summe</b>					<b>300'501</b>	<b>1'424'989</b>

Tabelle 16: Güterflüsse (Input) in den Prozess Andere Industrien (IND)

Prozess OUT	Güterstrom und Teilströme	Quelle	Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh
<b>Pflanzenbau</b>	<b>PFL Saatgut &amp; Non-Food-Produkte IND</b>			<b>36'620</b>	<b>173'639</b>
	Hanf	Schweizerischer Bauernverband [56]	44 t	44	208
	Flachs	Schweizerischer Bauernverband [56]	118 t	30	139
	Medizinal & Gewürze	Schweizerischer Bauernverband [56]	324 t	308	1'453
	Saatgut Getreide	Schweizerischer Bauernverband [56]	27'177 t	23'644	111'600
	Saatgut Kartoffeln	Schweizerischer Bauernverband [56]	25'776 t	5'671	27'560
	Saatgut Zuckerrüben	Zuckerrübenstatistik [68]	23'653 t	5'204	24'561
	Dämmmaterial	S. Grass, pers. Mitteilung [28]	0 t	0	0
	Christbäume	Schweizerischer Bauernverband [56]	4'000 m3	1'720	8'118
<b>Tierhaltung</b>	<b>THA Produkte Non-Food IND</b>		<b>284 t</b>	<b>270</b>	<b>1'273</b>
	Wolle	Schweizerischer Bauernverband [56]	284 t	270	1'273
<b>Verarb. Energie</b>	<b>VEN Nebenprodukte IND</b>			<b>99'913</b>	<b>831'170</b>
	entzuckertes Lignosubstrat	pers. Mitteilung Bianca Stuber [19]	760'000 t	98'800	820'040
	Glycerin	Schweizerischer Bauernverband [56]	883'300 l	1'113	11'130
<b>Fleischverarbeitung</b>	<b>FLV Non-Food-Produkte IND</b>		<b>19'179 t</b>	<b>18'220</b>	<b>85'998</b>
	Häute und Felle für Export	Aussenhandelsstatistik [25]	17'261 t	16'398	77'398
	Häute & Felle (Verarbeitung CH)	Internetseite centravo.ch [22]	1'918 t	1'822	8'600
<b>Import</b>	<b>Import biogene Non-Food-Güter</b>		<b>287'414 t</b>	<b>144'759</b>	<b>685'107</b>
	European Bioplastics	[26]			
	Bioplastics	Kunststoffverband Schweiz [53]	67'699 t	64'314	303'563
	lebende Pflanzen	Aussenhandelsstatistik [25]	141'124 t	35'281	166'526
	Saatgut	Aussenhandelsstatistik [25]	9'961 t	6'178	30'025
	Setzlinge inkl. Rollrasen	Aussenhandelsstatistik [25]	34'950 t	6'990	33'971
	Häute und Felle	Aussenhandelsstatistik [25]	2'346 t	2'229	10'519
	Lederwaren	Aussenhandelsstatistik [25]	26'884 t	25'540	120'548
	Pelze	Aussenhandelsstatistik [25]	241 t	229	1'081
	Wolle und Tierhaare	Aussenhandelsstatistik [25]	4'209 t	3'999	18'873
<b>Summe</b>				<b>299'781</b>	<b>1'777'186</b>

## 3.6 Beschreibung der Prozesse und Flüsse im Bereich Nutzung und Entsorgung

### 3.6.1 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 Abfall- oder Reststoffe, die entsorgt werden müssen bzw. recycelt werden können. Dabei fällt mengenmässig vor allem der Altpapier- und Altholzstrom ins Gewicht.

- WAK Siedlungsabfälle VEN: Anteil der Abfälle, welcher durch Recycling zu Energieträgern umgewandelt werden kann (z.B. Friteusenfett)[43].
- WAK Siedlungsabfälle KMP: Anteil der biogenen Abfälle, welcher über die öffentliche Sammlung (z.B. „grüne Tonne“) in Kompostieranlagen geliefert wird [36][37][59].
- WAK Siedlungsabfälle VGÄ: Anteil der biogenen Abfälle, welcher über die öffentliche Sammlung (z.B. „grüne Tonne“) in Biogasanlagen gebracht wird [36][37][59].
- WAK Siedlungsabfälle KVA: biogener Anteil des Hausmülls welcher über die öffentliche Abfuhr in Kehrichtverbrennungsanlagen transportiert wird. Der biogene Anteil im Haushaltskehricht beträgt gemäss einer intensiven BUWAL-Studie aus dem Jahr 2003 bezogen auf die Masse 63%, bezogen auf den Energieinhalt 53% [7][20][44]. Die hier verwendeten Daten aus der Abfallstatistik umfassen allerdings nicht nur den reinen Haushaltskehricht, sondern auch andere Siedlungsabfälle aus Gewerbe und Betrieb (keine Produktionsabfälle, sondern bspw. Abfälle aus Büroräumen) [9][7]. Der Holzanteil im brennbaren Abfall (KVA) wird auf Basis dieser Daten derzeit auf 6.9% geschätzt [52]. Bauabfälle, die in der KVA verbrannt werden, enthalten ebenfalls noch kleine Mengen biogenen Materials. Da es jedoch keine quantitativen Untersuchungen dazu gibt und Fachleute von einem sehr kleinen Anteil (deutlich weniger als fünf Prozent) ausgehen, dessen weitere Separierung auch an der starken Verschmutzung scheitern würde, werden Bauabfälle hier nicht berücksichtigt [10]. Die Gesamtmenge an Bauabfällen 2006, die per KVA entsorgt wurden, betrug 373'000 t [7].
- WAK Abwasser ARA: Abgabe biogenen Materials (vor allem menschliche Ausscheidungen) in die Kanalisation (ohne Industrie). Hier wurde ein (durch wissenschaftliche Studien gestützter) Erfahrungswert des CSB pro Einwohner herangezogen und auf die Gesamtschweiz hochgerechnet [50].
- WAK Speisereste THA: separat gesammelte Speisereste aus Grossküchen (Spitäler, Kantinen etc.), die der Tierfütterung zugeführt werden. Die hier verwendete Gesamtmenge für die Schweiz (200'000 t) beruht auf einer Schätzung aus dem Jahr 2004 [51]. Eine aktuelle Erhebung aus dem Kanton Aargau [11] und der Hochrechnung auf die Gesamtschweiz über den kantonalen Schweinebestand lässt auf etwas niedrigere Zahlen schliessen.
- WAK Altmaterial IVB: Anteil von Altmaterialien (z.B. Öle), der über eine industrielle Verbrennung energetisch genutzt wird [5].
- WAK Altpapier & 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 [3][66].



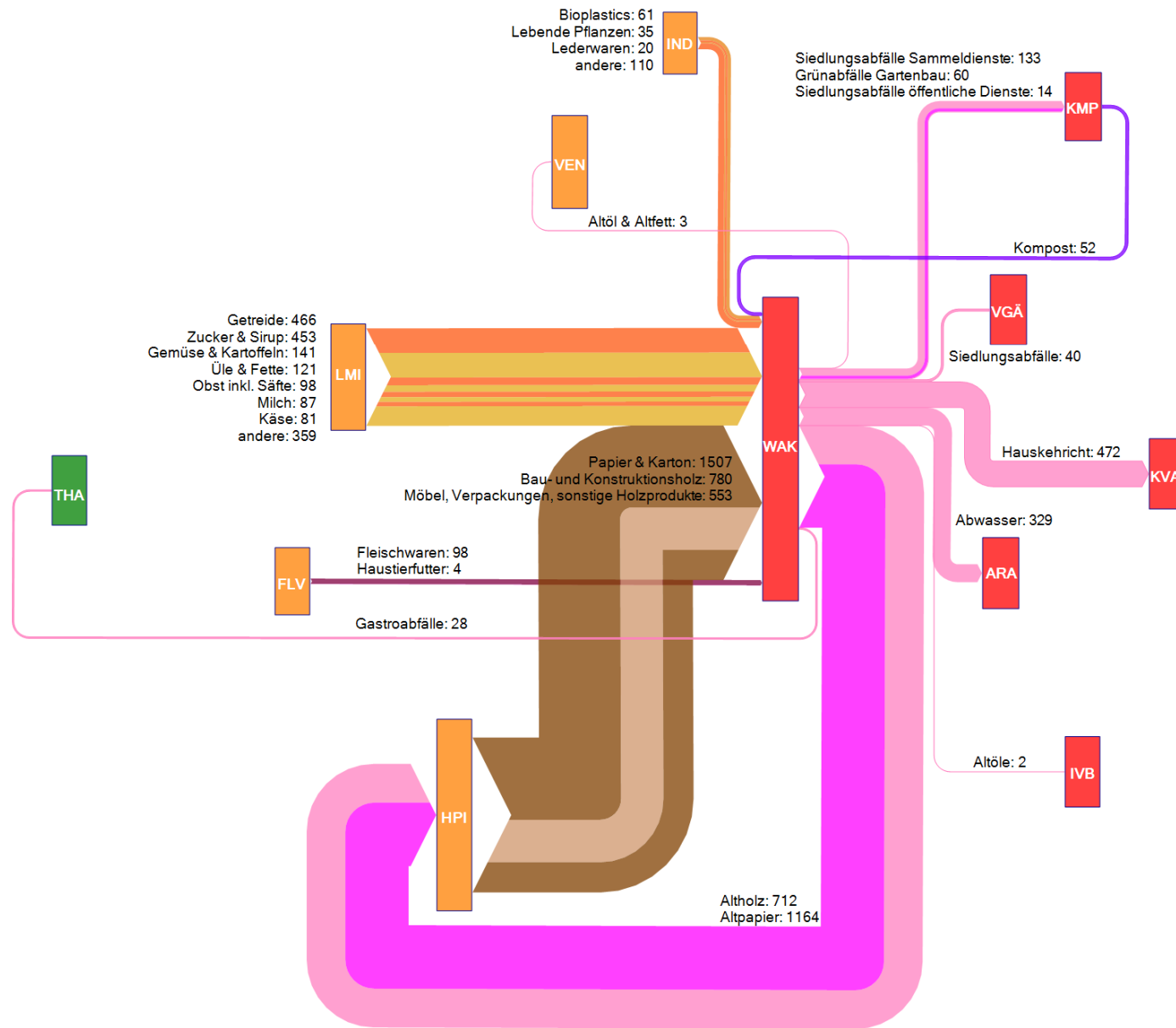


Abbildung 14: biogene In- und Outputströme für den Prozess Warenkonsum (WAK) in 1'000 Tonnen TS

Tabelle 17: Güterflüsse (Output) aus dem Prozess Warenkonsum (WAK)

Prozess IN	Güterstrom und Teilströme	Quelle		Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh
Verarb. Energie	WAK Siedlungsabfälle VEN	alte Friteusenfette	Kandid Scherer, pers. Mitteilung [43]	3'750'000 l	3'413	35'149
				3'750'000 l	3'413	35'149
Kompostierung	WAK Siedlungsabfälle KMP	Gartenbau öffentliche Dienste öffentliche Sammeldienste	Jahresbericht 2007 ARGE Inspektorat & Berichtszahlen K. Schleiss, 2006 (Quellen für alle 3 Subflüsse) [37] [59]	519'082 t	207'633	980'027
				150'441 t	60'176	284'033
				35'466 t	14'186	66'960
Vergärung	WAK Siedlungsabfälle VGÄ	Gartenbau öffentliche Dienste öffentliche Sammeldienste	Jahresbericht 2007 ARGE Inspektorat & Berichtszahlen K. Schleiss, 2006 (Quellen für alle 3 Subflüsse) [37] [59]	333'175 t	133'270	629'034
				159'791 t	39'948	188'553
				34'305 t	8'576	40'480
KVA	WAK Siedlungsabfälle KVA	Erhebung Kehrichtzusammensetzung	Abfallstatistiken Schweiz 2006 [20]	829 t	207	978
				124'657 t	31'164	147'095
				1'889'269 t	472'317	1'903'438
ARA	WAK Siedlungsabwasser ARA	biogener Anteil Kehricht (Entsorg. CH) biogener Anteil exportierter Kehricht	Aussenhandelsstatistik [7] [25]	1'670'031 t	417'508	1'682'556
				219'238 t	54'809	220'882
				328'883 t CSB	328'883	1'552'327
Tierhaltung	WAK Speisereste THA	Haushaltsabwässer	Christoph Ort, pers. Mitteilung [50]	328'883 t CSB	328'883	1'552'327
				200'000 t	28'000	108'920
industr. Verbrennung	WAK Altmaterial IVB	Gastroabfälle	Perler und Bruhn [51]	200'000 t	28'000	108'920
				1'831 t	1'831	18'525
				716 t	716	7'375
Holz- & Papierindustrie	WAK Altpapier & Altholz HPI	Motorenöle (nicht mineralisch) Altspeiseöl	Sonderabfallstatistik [5] [5]	1'115 t	1'115	11'150
				2'078'667 t	1'875'587	8'831'049
				800'000 t	712'000	3'560'000
		Altholz	Altholzstatistik [3]	1'278'667 t	1'163'587	5'271'049
		Altpapier	ZPK Tabellen JB 2006 [66]			
<b>Summe</b>					<b>2'957'611</b>	<b>13'617'988</b>

Tabelle 18: Güterflüsse (Input) in den Prozess Warenkonsum (WAK)

Prozess OUT	Güterstrom und Teilströme	Quelle	Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh
<b>andere Industrien</b>	<b>IND Non-Food-Produkte WAK</b>	(errechneter Wert)		<b>225'508</b>	<b>1'064'396</b>
		European Bioplastics	[26]		
	davon Bioplastics	Redilo GmbH	[53]	64'314 t	61'098
	Import und Inputströme	(errechneter Wert)	[25]	k.A.	300'501
	Export und Outputströme	(errechneter Wert)	[25]	k.A.	-136'092
	davon lebende Pflanzen	Aussenhandelsstatistik	[25]	139'530 t	34'883
	davon Lederwaren	Aussenhandelsstatistik	[25]	81'373 t	20'343
<b>LM-Industrie</b>	<b>LMI Pflanzliche Nahrungsmittel WAK</b>		<b>4'905'104 t</b>	<b>1'805'754</b>	<b>10'179'516</b>
	Getreide (inkl. Mehl, Reis)	Schweizerischer Bauernverband	[56]	535'373 t	465'775
	Kartoffeln (und Stärke)	Schweizerischer Bauernverband	[56]	330'385 t	72'685
	Zucker (inkl. Sirup)	Schweizerischer Bauernverband	[56]	452'777 t	452'777
	Honig	Schweizerischer Bauernverband	[56]	9'010 t	8'019
	Hülsenfrüchte	Schweizerischer Bauernverband	[56]	10'512 t	2'628
	Nüsse	Schweizerischer Bauernverband	[56]	31'537 t	29'960
	Kakao	Schweizerischer Bauernverband	[56]	25'530 t	23'998
	Gemüse	Schweizerischer Bauernverband	[56]	685'548 t	68'555
	Obst (inkl. Obstsäfte)	Schweizerischer Bauernverband	[56]	655'513 t	98'327
	Eier	Schweizerischer Bauernverband	[56]	78'091 t	20'304
	Fische und Schalthiere	Schweizerischer Bauernverband	[56]	58'568 t	14'642
	Milch	Schweizerischer Bauernverband	[56]	727'597 t	87'312
	Kondensmilch	Schweizerischer Bauernverband	[56]	6'007 t	1'802
	Milchpulver	Schweizerischer Bauernverband	[56]	24'028 t	23'067
	Käse	Schweizerischer Bauernverband	[56]	147'922 t	81'357
	Rahm	Schweizerischer Bauernverband	[56]	62'323 t	23'683
	andere Milcherzeugnisse	Schweizerischer Bauernverband	[56]	90'105 t	13'516
	Butter	Schweizerischer Bauernverband	[56]	42'049 t	35'742
	Pflanzliche Öle und Fette	Schweizerischer Bauernverband	[56]	120'891 t	120'891
	tierische Fette (ohne Butter)	Schweizerischer Bauernverband	[56]	2'253 t	2'230
	Wein (inkl. Obstwein)	Schweizerischer Bauernverband	[56]	293'592 t	35'231
	Bier	Schweizerischer Bauernverband	[56]	408'475 t	34'720
	Branntwein	Schweizerischer Bauernverband	[56]	17'270 t	1'727
	Kaffee	Schweizerischer Bauernverband	[56]	79'593 t	77'205
	Tee	Schweizerischer Bauernverband	[56]	2'253 t	2'095
	Tabak	Swiss Cigarette	[62]	7'904 t	7'509

(Fortsetzung nächste Seite)

(Fortsetzung von voriger Seite)

Prozess OUT	Güterstrom und Teilströme	Quelle	Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh	
<b>Fleischverarbeitung</b>	<b>FLV Fleischprodukte WAK</b>	PET-Food	eigene Berechnungen	<b>407'788 t</b>	<b>101'724</b>	<b>508'620</b>
		Differenz Im/Ex Hundefutter	Aussenhandelsstatistik [25]	13'600 t	3'400	17'000
		Fleisch- und Fleischwaren	Schweizerischer Bauernverband [56]	892 t	223	1'115
				393'296 t	98'324	491'620
<b>Holz- &amp; Papierind.</b>	<b>HPI Papier &amp; Holzprodukte WAK</b>	Papier & Karton	ZPK Jahresbericht 2006 [66]	1'656'000 t	1'506'960	7'112'851
		davon Papier und Karton aus "neuem Holz"	Internetseite des BAFU [6]	1'430'000 m3	715'000	3'575'000
		davon aus recyceltem Altpapier	(errechneter Wert)	1'278'667 t	1'163'587	5'817'935
		Bau- und Konstruktionsholz	Internetsite des BAFU [6]	1'560'000 m3	780'000	3'900'000
		Möbel, Verpackungen, sonstige	Internetsite des BAFU [6]	1'105'000 m3	552'500	2'762'500
<b>Kompostierung</b>	<b>KMP Kompost WAK</b>	Rekultivierung	Jahresbericht 2007 ARGE Inspektorat [37]	<b>96'251 t</b>	<b>51'976</b>	<b>245'325</b>
		Gartenbau	& Berichtszahlen K. Schleiss, 2006 [59]	9'625 t	5'198	24'532
		Private	(Quellen für alle 3 Subflüsse)	57'751 t	31'186	147'196
				28'875 t	15'593	73'597
<b>Summe</b>				<b>5'024'422</b>	<b>25'773'208</b>	

### **3.6.2 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 der Cheminée im Wohnzimmer oder der mit Biogas betriebene Stadtbus.

Stoffliche Outputs sind hier ausschliesslich die Rückstände der Verbrennung. Berücksichtigt wurde nur die anfallende Asche und keine Rückstände aus der Rauchgasreinigung oder Feinstaub. Der Ascheanteil biogenen Materials kann stark schwanken: Rinden (5%) haben höhere Aschegehalte als Holz (je nach Holzart 0.2 – 2%). Es wurde ein Mittelwert alles verbrannten Materials von 1 Prozent angenommen.

Insgesamt erfolgt etwa 37% des gesamten Schweizerischen Holzendverbrauchs energetisch [6]. Diese Menge findet sich in den Prozessen der Energienutzung (NEN), der industriellen Verbrennung (INV) und der KVA. Der effektive Brennstoffumsatz (Holz und übrige Brennstoffe aus Holz) betrug im Jahr 2006 inklusive dem Brennstoffumsatz in Kehrichtverbrennungsanlagen etwa 3.6 Millionen Kubikmeter [52]. Die Stromproduktion macht mit 194 TWh nur gerade 3% der gesamten Nutzenergieproduktion aus. Etwa 77% der erneuerbaren Stromproduktion ist auf die Holzverbrennung in Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA) zurückzuführen.

- NEN Verbrennungsrückstände DEP: Anteil der Verbrennungsrückstände, der auf eine Deponie gebracht wird.
- NEN Verbrennungsrückstände PFL: Anteil der Verbrennungsrückstände, welcher als Aschedünger in der Landwirtschaft genutzt wird. Dieser Güterstrom existiert, lässt sich aber nicht quantifizieren. Er wird in den Abbildungen deshalb mit „1“ (1000 t TS) angegeben.

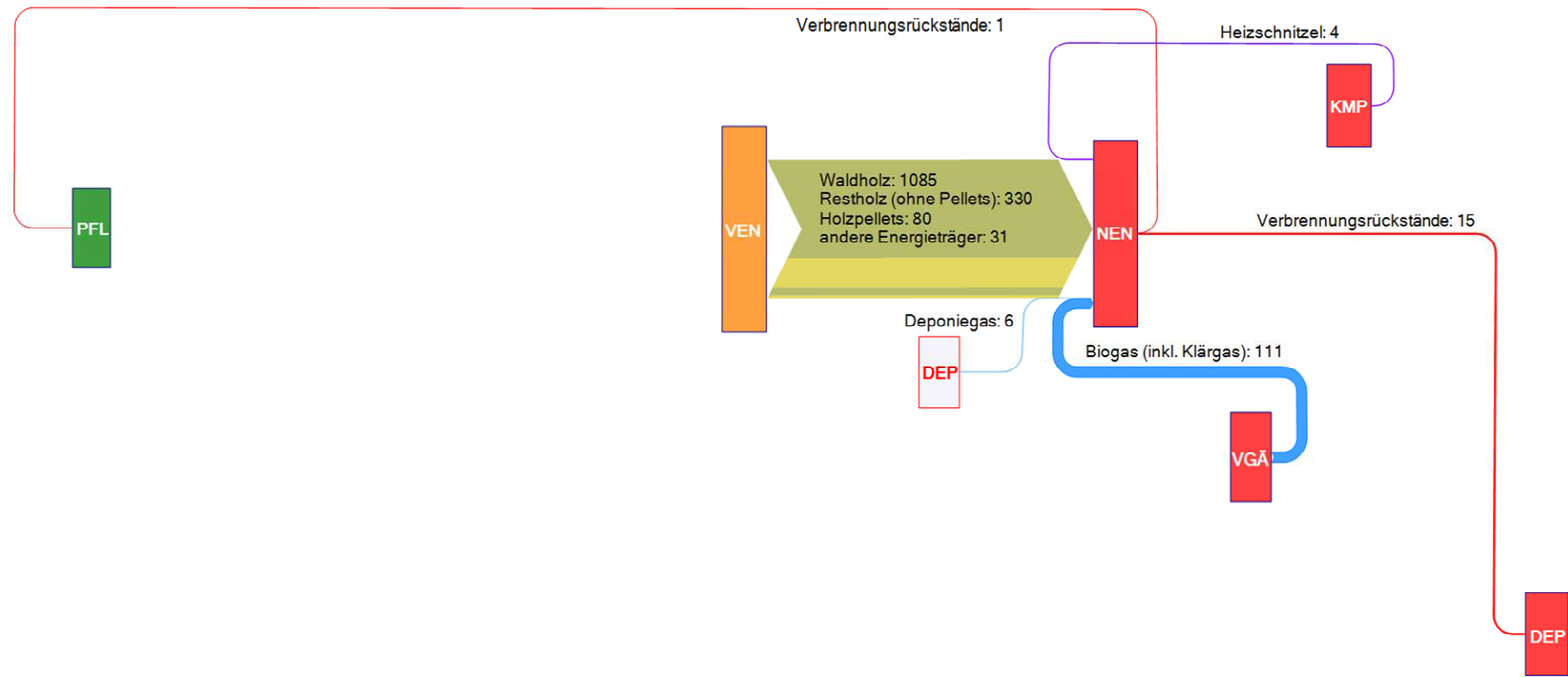


Abbildung 15: biogene In- und Outputströme für den Prozess Nutzung Energieträger (NEN) in 1'000 Tonnen TS

Tabelle 19: Güterflüsse (Output) aus dem Prozess Nutzung Energieträger (NEN)

Prozess IN	Güterstrom und Teilströme	Quelle	Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh
Pflanzenbau	NEN Verbrennungsrückstände PFL biogener Ascheanteil	(eigene Schätzung)		<b>1'000</b>	<b>0</b>
				1'000	0
Deponie	NEN Verbrennungsrückstände DEP biogener Ascheanteil	(eigene Schätzung)		<b>14'995</b>	<b>0</b>
				14'995	0
<b>Summe</b>				<b>15'995</b>	<b>0</b>

Tabelle 20: Güterflüsse (Input) in den Prozess Nutzung Energieträger (NEN)

Prozess OUT	Güterstrom und Teilströme	Quelle	Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh	
Verarb. Energie	VEN Biogene Energieträger NEN			<b>1'525'984</b>	<b>7'730'665</b>	
	Waldholz in CH genutzt	Holzenergiestatistik [52]	2'170'000 m3	1'085'000	5'425'000	
	Holzpellets	Holzenergiestatistik [52]	160'000 m3	80'000	400'000	
	Restholz ohne Pellets	Holzenergiestatistik [52]	660'000 m3	330'000	1'650'000	
	Pflanzenöl	Schweizerischer Bauernverband [56]	845'000 l	769	7'869	
	Agrodiesel	Schweizerischer Bauernverband [56]	8'833'000 l	7'773	78'087	
	Agroethanol (aus Landwirtschaft)	Schweizerischer Bauernverband [56]	1'060'000 l	837	6'238	
	Ethanol Borregaad	pers. Mitteilung Bianca Stuber [19]	11'800'000 l	9'322	69'446	
	Holzkohle	(errechneter Wert)	10'494 t	9'970	80'374	
	aufbereitetes Biogas	Statistik erneuerbarer Energien 2006 [41]	2'275'000 m3	2'314	13'650	
	Vergärung	VGÄ Biogas NEN			<b>111'025</b>	<b>691'777</b>
		Landwirtschaftliche Biogasanlagen	Statistik erneuerbarer Energien 2006 [41]	8'868'667 m3	9'019	53'212
Deponiegas		Statistik erneuerbarer Energien 2006 [41]	6'258'333 m3	6'364	37'550	
Biogas Gewerbe/Industrie		Statistik erneuerbarer Energien 2006 [41]	12'531'667 m3	12'744	75'190	
Klärgas		Statistik erneuerbarer Energien 2006 [41]	81'816'667 m3	76'703	490'900	
Biogas Industrieabwasser (anaerob)		Statistik erneuerbarer Energien 2006 [41]	6'591'667 m3	6'703	39'550	
Abzug aufbereitetes Biogas		Statistik erneuerbarer Energien 2006 [41]	-2'275'000 m3	-2'314	-13'650	
Kompostierung	KMP Heizschnitzel NEN		<b>6848</b>	<b>4451</b>	<b>22256</b>	
	Heizschnitzel	Jahresbericht 2007 ARGE Inspektorat [37]	6'848 t	4'451	22'256	
Deponie	DEP Deponiegas NEN		<b>6'258'333</b>	<b>6'364</b>	<b>37'550</b>	
	Deponiegas	Statistik erneuerbarer Energien [41]	6'258'333 m3	6'364	37'550	
<b>Summe</b>				<b>1'647'826</b>	<b>8'482'249</b>	

### **3.6.3 Kompostierung (KMP):**

Dieser Prozess umfasst die Kompostierung von biogenen Abfällen in Anlagen mit einer Verarbeitungskapazität von mehr als 100 t/a, beinhaltet also keine private Gartenkompostierung. Datenquellen der Input- und Outputströme sind in erster Linie die Erhebungen der Arbeitsgemeinschaft Kompostinspektorat, welche einen Grossteil der Anlagen überprüft. Die dort aufgenommenen Mengen wurden auf das Gesamtvolumen aller Schweizer Anlagen hochgerechnet [36][37][59].

- KMP Kompost PFL: im landwirtschaftlichen Pflanzenbau eingesetzter Kompost. Hier findet mit knapp 60% der überwiegende Teil der Kompostmenge Verwendung.
- KMP Heizschnitzel NEN: in der Vorsortierung separierten Holzanteile der Grüngutmasse, welche für Heizzwecke genutzt werden.
- KMP Kompost WAK: Anteil des Komposts, welcher für den privaten Gebrauch, Rekultivierungsmassnahmen oder für den Garten- und Landschaftsbau inklusive Substrat- und Erdmischungen eingesetzt wird.



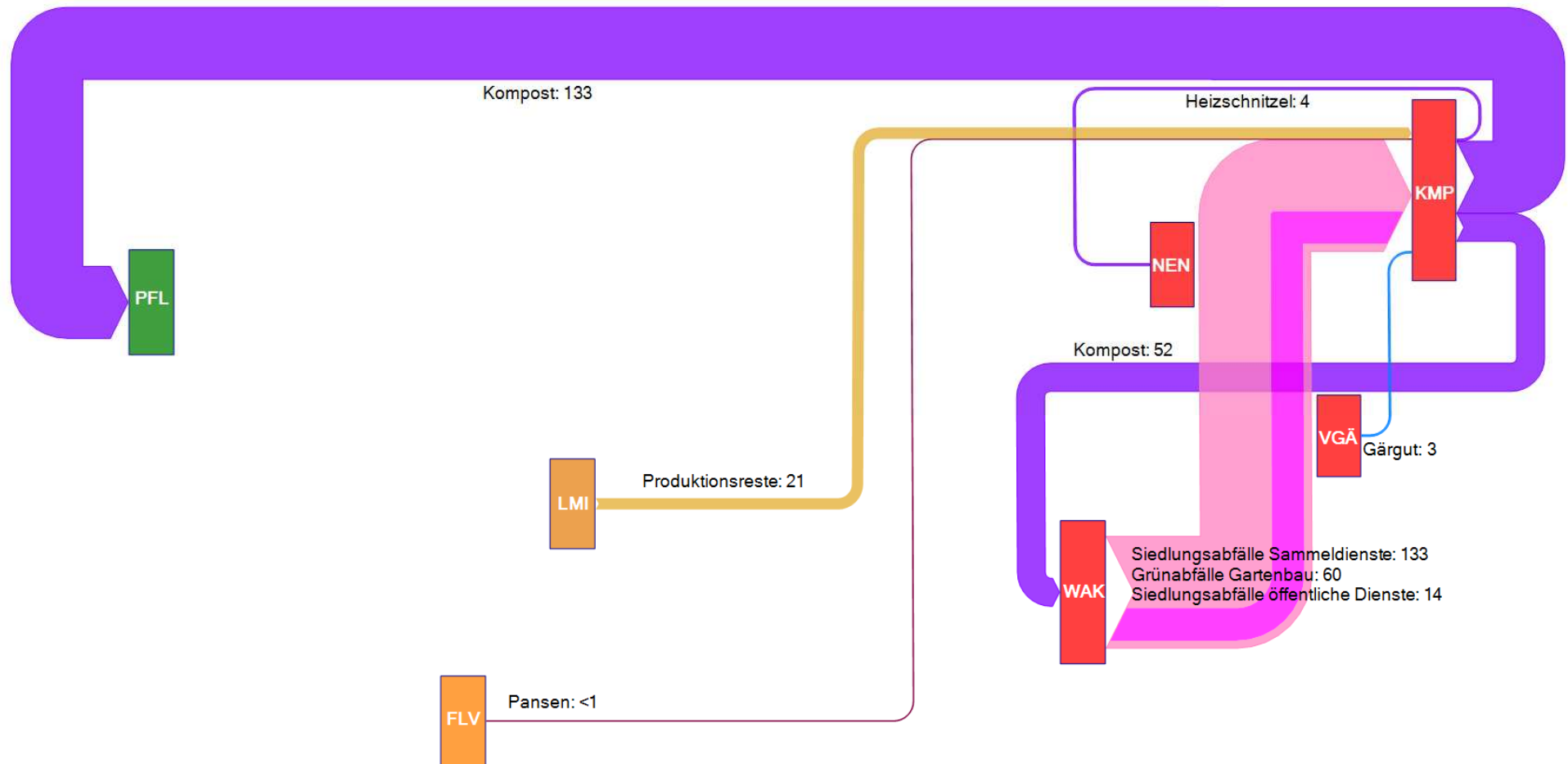


Abbildung 16: biogene In- und Outputströme für den Prozess Kompostierung (KMP) in 1'000 Tonnen TS

Tabelle 21: Güterflüsse (Output) aus dem Prozess Kompostierung (KMP)

Prozess IN	Güterstrom und Teilströme	Quelle	Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh	
Pflanzenbau	KMP Kompost PFL	Landwirtschaft	245'817 t	132'741	626'538	
			Jahresbericht 2007 ARGE Inspektorat [37]	245'817 t	132'741	626'538
Nutzung Energie	KMP Heizschnitzel NEN	Heizschnitzel	6'848 t	4'451	22'256	
			Jahresbericht 2007 ARGE Inspektorat [37]	6'848 t	4'451	22'256
Warenkonsum	KMP Kompost WAK	Rekultivierung	9'625 t	5'198	24'532	
			Gartenbau	57'751 t	31'186	147'196
			Private	28'875 t	15'593	73'597
			Jahresbericht 2007 ARGE Inspektorat [37]	9'625 t	5'198	24'532
Summe			348'916 t	189'168	894'119	

Tabelle 22: Güterflüsse (Input) in den Prozess Kompostierung (KMP)

Prozess OUT	Güterstrom und Teilströme	Quelle	Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh	
LM-Industrie	LMI Produktionsreste KMP	biogene Güter Kompost	51'613 t	20'645	97'445	
			Jahresbericht 2007 ARGE Inspektorat [37]	51'613 t	20'645	97'445
Fleischverarbeitung	FLV Pansen KMP	Hess, 1997	5'181 t	622	2'934	
Warenkonsum	WAK Siedlungsabfälle KMP	Gartenbau	519'082 t	207'633	980'027	
			öffentliche Dienste	150'441 t	60'176	284'033
			öffentliche Sammeldienste	35'466 t	14'186	66'960
			& Berichtszahlen K. Schleiss, 2006 [59]	333'175 t	133'270	629'034
Vergärung	VGÄ Gärgut KMP	Gärgut zur Nachrotte	6'500 t	3'250	15'340	
			K. Schleiss, pers. Mitteilung [59]	6'500 t	3'250	15'340
Summe			582'376 t	232'150	1'095'747	

### 3.6.4 Vergärung (VGÄ):

Dieser Prozess beinhaltet die anaerobe Vergärung insbesondere von Abfällen, Hofdünger, Klärschlämmen und Energiepflanzen in Biogas- und Klärgasanlagen.

Die Summe der Outputflüsse aus diesem Prozess übersteigt den Gesamtinput um knapp 5% (bezogen auf die TS). Da die Inputströme durch Rohschlamm aus der ARA dominiert werden und diese wiederum auf Schätzungen über Industrieabwasser beruhen, dürften hier die Gründe für die Ungenauigkeit der Gütermengen zu finden sein.

- VGÄ Biogas NEN: Die Gesamtmenge des gewonnenen und direkt verstromten Gases (ohne Schlupf und Leckagen) aus landwirtschaftlichen, industriellen und gewerblichen Biogasanlagen (inkl. ARA). Die Gasmenge in TS wurde aus der erzielten Energiemenge [41] zurückgerechnet unter der Annahme eines Energieinhalts von 5.9 MWh/t Biogas.
- VGÄ Biogas VEN: Die Gesamtmenge des gewonnenen und später aufbereiteten Gases (ohne Schlupf und Leckagen). Die Mengen wurden ebenfalls aus der erzielten Energiemenge zurückgerechnet [41].
- VGÄ Gärgut KMP: Gärgut, welches zur Nachrotte auf Kompostieranlagen überführt wird [59].
- VGÄ Düngemittel PFL: Gärgut, welches in flüssiger oder fester Form als Dünger in der Landwirtschaft genutzt wird [59][36][37]. Ausserdem beinhaltet dieser Strom ausgefaulten Klärschlamm, welcher in die Landwirtschaft ausgebracht wird. Obwohl dieser Entsorgungsweg von Klärschlamm seit 2006 gesetzlich verboten ist, war er auf Grund von zahlreichen Ausnahmegenehmigungen im Erhebungsjahr noch Realität.
- VGÄ Klärschlamm DEP: Deponierter Klärschlamm. Obwohl dieser Entsorgungsweg gesetzlich verboten ist, wurde ein kleiner Teil des Klärschlammes 2006 weiterhin deponiert [7].
- VGÄ Klärschlamm KVA: Anteil des Klärschlammes, welcher in Kehrichtverbrennungsanlagen entsorgt wird [7].
- VGÄ Klärschlamm IVB: Anteil des Klärschlammes, welcher in industriellen Verbrennungsanlagen, insbesondere Zementwerken, verbrannt wird.

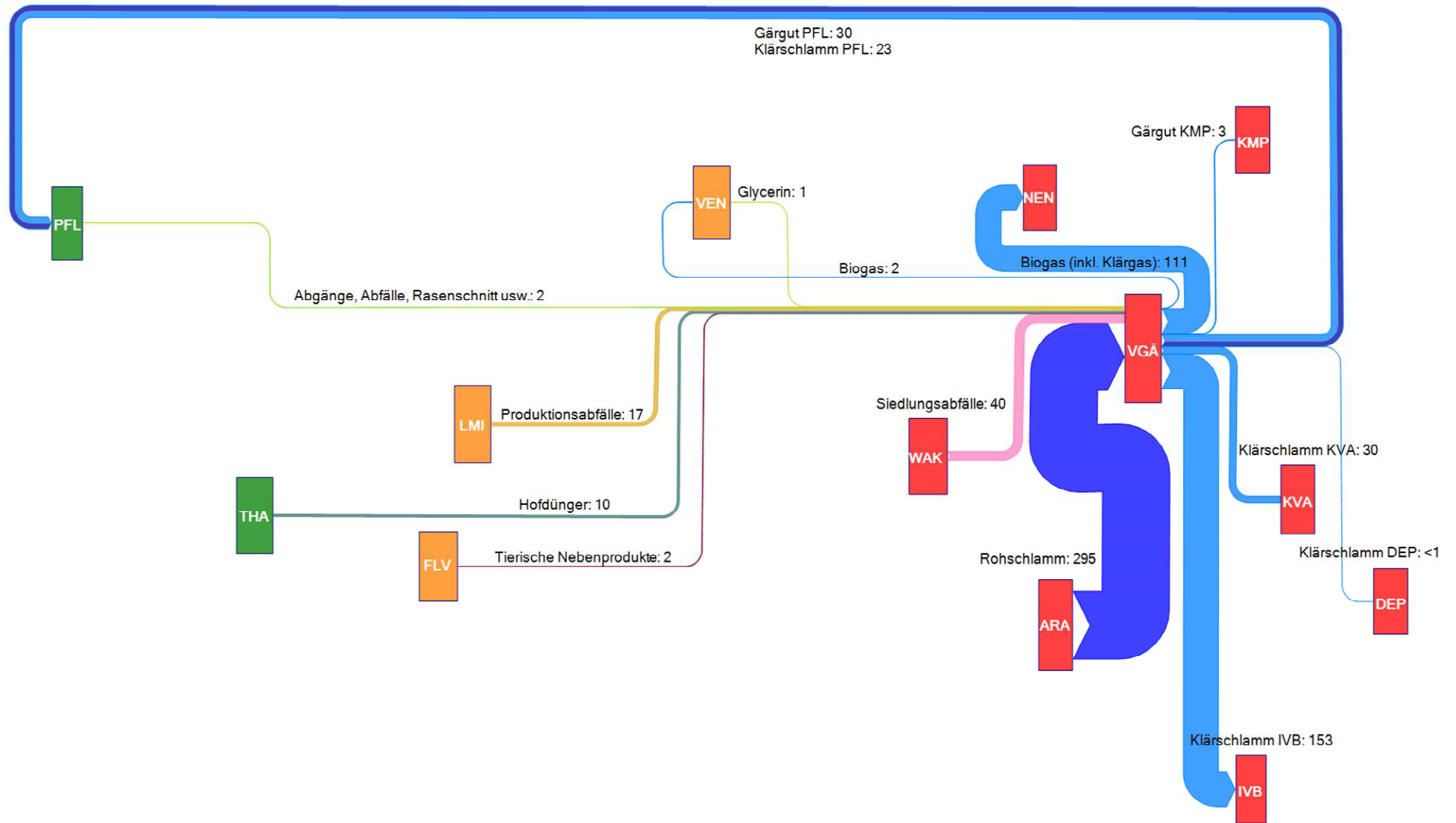


Abbildung 17: biogene In- und Outputströme für den Prozess Vergärung (VGÄ) in 1'000 Tonnen TS

Tabelle 23: Güterflüsse (Output) aus dem Prozess Vergärung (VGÄ)

Prozess IN	Güterstrom und Teilströme	Quelle		Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh
<b>Nutzung Energie</b>	<b>VGÄ Biogas NEN</b>				<b>111'025</b>	<b>691'777</b>
	Landwirtschaftliche Biogasanlagen	Statistik erneuerbarer Energien 2006	[41]	8'868'667 m3	9'019	53'212
	Deponiegas	Statistik erneuerbarer Energien 2006	[41]	6'258'333 m3	6'364	37'550
	Biogas Gewerbe/Industrie	Statistik erneuerbarer Energien 2006	[41]	12'531'667 m3	12'744	75'190
	Klärgas	Statistik erneuerbarer Energien 2006	[41]	81'816'667 m3	76'703	490'900
	Biogas Industrieabwasser (anaerob)	Statistik erneuerbarer Energien 2006	[41]	6'591'667 m3	6'703	39'550
	Abzug aufbereitetes Biogas	Statistik erneuerbarer Energien 2006	[41]	-2275000 m3	-2314 0	-13650
	Heizschnitzel	Jahresbericht 2007 ARGE Inspektorat	[37]	2'777 t	1'805	9'025
<b>Verarb. Energie</b>	<b>VGÄ Biogas VEN</b>			<b>2'275'000 m3</b>	<b>2'314</b>	<b>13'650</b>
	Biogas	Statistik erneuerbarer Energien 2006	[41]	2'275'000 m3	2'314	13'650
<b>Kompostierung</b>	<b>VGÄ Gärgut KMP</b>			<b>6'500 t</b>	<b>3'250</b>	<b>15'340</b>
	Gärgut zur Nachrotte	K. Schleiss, pers. Mitteilung	[59]	6'500 t	3'250	15'340
<b>Pflanzenbau</b>	<b>VGÄ Gärgut &amp; Klärschlamm PFL</b>				<b>52'746</b>	<b>248'960</b>
	festes Gärgut	Jahresbericht 2007 ARGE Inspektorat	[37]	38'124 t	19'062	89'973
	flüssiges Gärgut (Presswasser)	& Berichtszahlen K. Schleiss, 2006	[59]	91'439 t	10'973	51'791
	Klärschlamm	Abfallstatistiken Schweiz 2006	[7]	in TS angegeben	22'711	107'196
<b>KVA</b>	<b>VGÄ Klärschlamm KVA</b>				<b>30'069</b>	<b>141'926</b>
	Klärschlamm	Abfallstatistiken Schweiz 2006	[7]	in TS angegeben	30'069	141'926
<b>industr. Verbrennung</b>	<b>VGÄ Klärschlamm IVB</b>				<b>152'817</b>	<b>721'296</b>
	Klärschlamm	Abfallstatistiken Schweiz 2006	[7]	in TS angegeben	152'817	721'296
<b>Deponie</b>	<b>VGÄ Klärschlamm DEP</b>				<b>337</b>	<b>1'591</b>
	Klärschlamm	Abfallstatistiken Schweiz 2006	[7]	in TS angegeben	337	1'591
<b>Summe</b>					<b>350'244</b>	<b>1'820'889</b>

Tabelle 24: Güterflüsse (Input) in den Prozess Vergärung (VGÄ)

Prozess OUT	Güterstrom und Teilströme	Quelle	Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh
Pflanzenbau	PFL Pflanzenbiomasse VGÄ Abgänge, Abfälle, Rasenschnitt etc. Energiepflanzen für Biogas	Ökostromschweiz [49]	7'993 t	1'998	9'432
			7'993 t	1'998	9'432
Tierhaltung	THA Hofdünger VGÄ Hofdünger Schwein Hofdünger Rind anderer Hofdünger	Ökostromschweiz [49]	85'184 t	10'222	44'977
			34'120 t	4'094	18'015
			44'396 t	5'328	23'441
Verarb. Energie	VEN Nebenprodukte VGÄ Glycerin	Ökostromschweiz [49]	6'668 t	800	3'521
			1'299 t	1'299	0
LM-Industrie	LMI Produktionsreste VGÄ biogene Güter Vergärung	Jahresbericht 2007 ARGE Inspektorat [37]	69'514 t	17'379	82'027
		Berichtszahlen K. Schleiss, 2006 [59]	69'514 t	17'379	82'027
Fleischverarbeitung	FLV Tierische Nebenprodukte VGÄ tierische NP landwirt. Biogasanlagen	Ökostromschweiz [49]	9'886 t	1'977	9'886
Warenkonsum	WAK Siedlungsabfälle VGÄ Gartenbau öffentliche Dienste öffentliche Sammeldienste	Jahresbericht 2007 ARGE Inspektorat [37]	34'305 t	8'576	40'480
		& Berichtszahlen K. Schleiss, 2006 [59]	829 t	207	978
		(Quellen für alle 3 Subflüsse)	124'657 t	31'164	147'095
ARA	ARA Rohschlamm VGÄ	(eigene Abschätzungen)		294'905	1'391'950
<b>Summe</b>				<b>367'727</b>	<b>1'726'825</b>

### 3.6.5 Abwasserreinigung (ARA):

In diesem Prozess werden kommunale und industrielle Einrichtungen zur Abwasserreinigung zusammengefasst. Die auf dem Gelände von ARA oft vorhandenen Faultürme sind nicht Teil des Prozesses, sondern sind im Prozess Vergärung (VGÄ) integriert. Die Frachtmengen (Inputströme) der Industrien lagen nur zu einem kleinen Teil als Primärdaten vor. Die verwendeten Zahlen beruhen auf Schätzungen mit einer zum Teil hohen Unsicherheit. Die Outputströme (vor allem Rohschlamm) wurden über die gut dokumentierten Mengen des ausgefaulten Klärschlamm zurückgerechnet [7].

- ARA Rohschlamm VGÄ: Anteil des Rohschlamm (Primär- und Überschussschlamm), welcher zur Gasgewinnung in die Faultürme geleitet wird. Der vergäerte Anteil am gesamten Rohschlamm wurde dabei auf 85% geschätzt. Der Masseverlust beträgt ca. ein Drittel.
- ARA Rohschlamm IVB: Anteil des Rohschlamm, der in industriellen Anlagen mittels Monoverbrennung genutzt wird. Es wurde angenommen, dass etwa die Hälfte des nicht vergärten Rohschlamm (7.5% des Rohschlamm) auf diese Weise entsorgt wird.
- ARA Reststoffe KVA: Abfälle aus dem Fettabscheider der ARA, Rohschlamm und andere dort anfallende Reststoffe, welche in der KVA verbrannt werden. Es wurde angenommen, dass etwa die Hälfte des nicht vergärten Rohschlamm (7.5% des Rohschlamm) auf diese Weise entsorgt wird.

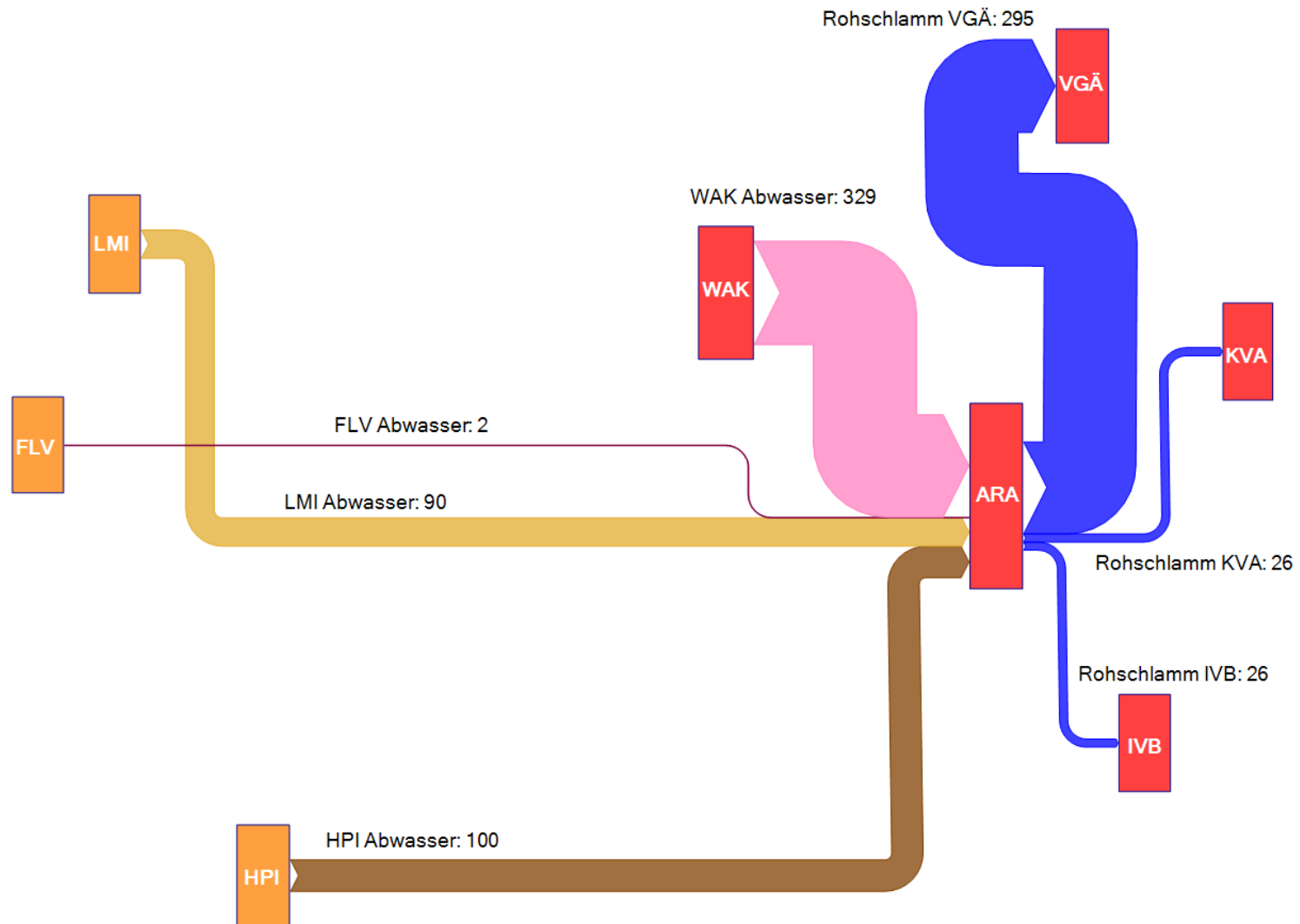


Abbildung 18: biogene In- und Outputströme für den Prozess Abwasserreinigung (ARA) in 1'000 Tonnen TS



Tabelle 25: Güterflüsse (Output) aus dem Prozess Abwasserreinigung (ARA)

Prozess IN	Güterstrom und Teilströme	Quelle	Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh
Vergärung	ARA Rohschlamm VGÄ	(eigene Abschätzungen)	k.A.	294'905	1'391'950
Industr. Verbrennung	ARA Rohschlamm IVB			26'021	122'819
	Monoverbrennung von Rohschlamm	(eigene Schätzung)	k.A.	26'021	122'819
KVA	ARA Reststoffe KVA			26'021	122'819
	Rohschlamm für KVA	(eigene Schätzung)	k.A.	26'021	122'819
<b>Summe</b>				<b>346'947</b>	<b>1'637'588</b>

Tabelle 26: Güterflüsse (Input) in den Prozess Abwasserreinigung (ARA)

Prozess OUT	Güterstrom und Teilströme	Quelle	Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh
LM-Industrie	LMI Abwässer ARA	Baier & Zweifel [12]	90'000 t CSB	90'000	424'800
	davon Zuckerrübenproduktion	Zuckerfabriken Aarberg & Frauenfeld [68]	1'047 t CSB	1'047	4'942
	davon Anaerobe Abwasserbehandlung	Statistik erneuerbarer Energien [41]		8'387	39'587
Fleischverarbeitung	FLV Abwasser ARA		1'537 t CSB	1'537	7'256
	Blut von Schlachthöfen	eigene Schätzungen	800 t CSB	800	3'776
	Abwasser Bazenheid	Extraktionswerk AG Bazenheid [63]	199 t CSB	199	940
	Abwasser GZM	Umweltbericht GZM [29]	538 t CSB	538	2'539
Holz- & Papierindustrie	HPI Abwässer ARA	Baier & Zweifel [12]	100'000 t CSB	100'000	472'000
	davon Abwässer Papierindustrie komm. ARA	M. Häberli, pers. Mitteilung [67]	3'035 t CSB	3'035	14'325
Warenkonsum	WAK Siedlungsabwasser ARA		328'883 t CSB	328'883	1'552'327
	Haushaltsabwässer	Christoph Ort, pers. Mitteilung [50]	328'883 t CSB	328'883	1'552'327
<b>Summe</b>			<b>520'420 t CSB</b>	<b>520'420</b>	<b>2'456'382</b>

### **3.6.6 Kehrichtverbrennung (KVA):**

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

Bei den Verbrennungsrückständen werden keine Rückstände der Rauchgasreinigung berücksichtigt, da eine Zuordnung auf biogene Güter schwer möglich ist und im Gegensatz zu den Aschen keine Bedeutung für die Landwirtschaft besteht.

- KVA Verbrennungsrückstände DEP: Anteil an den Schlacken und Aschen der den in der KVA entsorgten biogenen Gütern zurechenbar ist und deponiert wird. Für die Berechnung der Aschen aus biogenen Gütern wurde ein durchschnittlicher Ascheanteil von 1% angenommen.

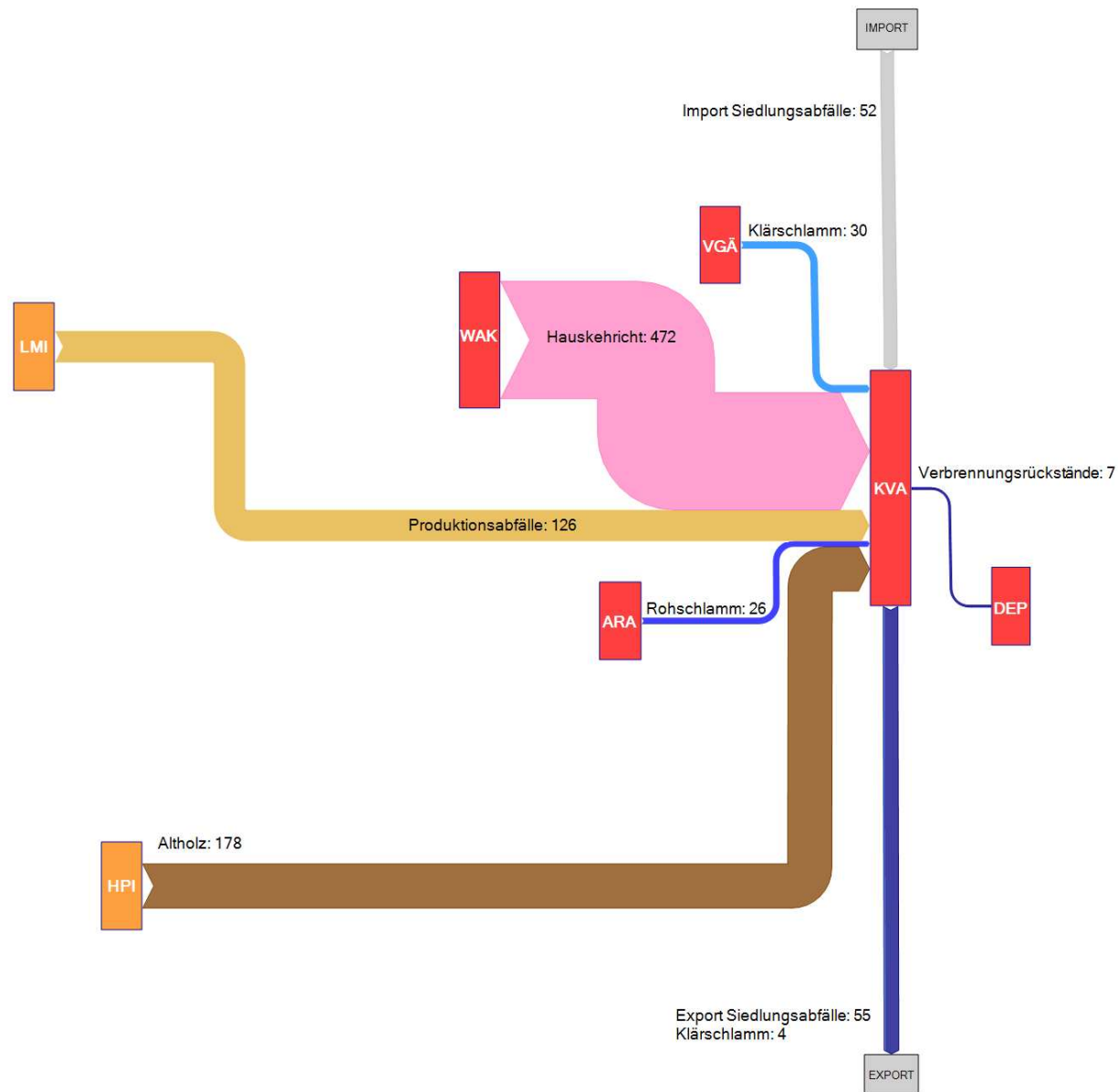


Abbildung 19: biogene In- und Outputströme für den Prozess Kehrichtverbrennung (KVA) in 1'000 Tonnen TS

Tabelle 27: Güterflüsse (Output) aus dem Prozess Kehrichtverbrennung (KVA)

Prozess IN	Güterstrom und Teilströme	Quelle	Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh
Deponie	KVA Verbrennungsrückstände DEP	Asche (errechneter Wert)		7'064	0
				7'064	0
Export	Export Abfälle total		234'219 t	59'304	242'095
	Klärschlamm	Aussenhandelsstatistik [25]	14'981 t	4'494	21'213
	biogener Anteil Siedlungsabfälle	Aussenhandelsstatistik [25]	2'19'238 t	54'809	220'882
Summe				66'368	242'095

Tabelle 28: Güterflüsse (Input) in den Prozess Kehrichtverbrennung (KVA)

Prozess OUT	Güterstrom und Teilströme	Quelle	Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh
LM-Industrie	LMI Produktionsreste KVA		k.A.	125'779	524'498
	Gemüseverarbeitung	Hersener und Meier [32]		1'000	4'170
	Kaffeeverarbeitung	Hersener und Meier [32]		3'000	12'510
	andere LMI-Verbrennung	(errechneter Wert)		121'779	507'818
Holz- & Papierindustrie	HPI übrige Brennst. Holz & Papier KVA		200'000 t	178'000	890'000
	Altholz	Altholzstatistik [3]	200'000 t	178'000	890'000
Warenkonsum	WAK Siedlungsabfälle KVA		1'889'269 t	472'317	1'903'438
	biogener Anteil Kehricht (Entsorg. CH)	Erhebung Kehrichtzusammensetzung [20]			
	biogener Anteil exportierter Kehricht	Abfallstatistiken Schweiz 2006 [7]	1'670'031 t	417'508	1'682'556
		Aussenhandelsstatistik [25]	2'19'238 t	54'809	220'882
Vergärung	VGÄ Klärschlamm KVA		k.A.	30'069	141'926
	Klärschlamm	Abfallstatistiken Schweiz 2006 [7]		30'069	141'926
ARA	ARA Reststoffe KVA		k.A.	26'021	122'819
	Rohschlamm für KVA	(eigene Schätzung)		26'021	122'819
Import	Import Abfall			51'810	208'848
	importierter Klärschlamm	Abfallstatistiken Schweiz 2006 [7]		80	378
	biogener Anteil import. Abfälle	Abfallstatistiken Schweiz 2006 [7]	206'919 t	51'730	208'471
Summe				883'996	3'791'530

### 3.6.7 Deponien (DEP):

Der Prozess DEP und das Lager DEP sind separat dargestellt, da es sich um zwei voneinander unabhängige Teilprozesse handelt. Der Prozess umfasst die Deponierung von anorganischen Verbrennungsrückständen (aus den Prozessen NEN, KVA und IVB), welche keinen Outputstrom verursacht. Zum anderen existieren Deponien auch als Lager, aus denen Deponiegas (Outputstrom) entweicht. Die Befüllung des Lagers fand in der Vergangenheit durch die Deponierung organischen Materials statt. Ein aktueller Inputstrom (ausser Restmengen Klärschlamm) fehlt dem Lager, da keine organischen Deponierungen mehr erlaubt sind.

- DEP Deponiegas NEN: Nutzung des entweichenden Deponiegases für Energiezwecke

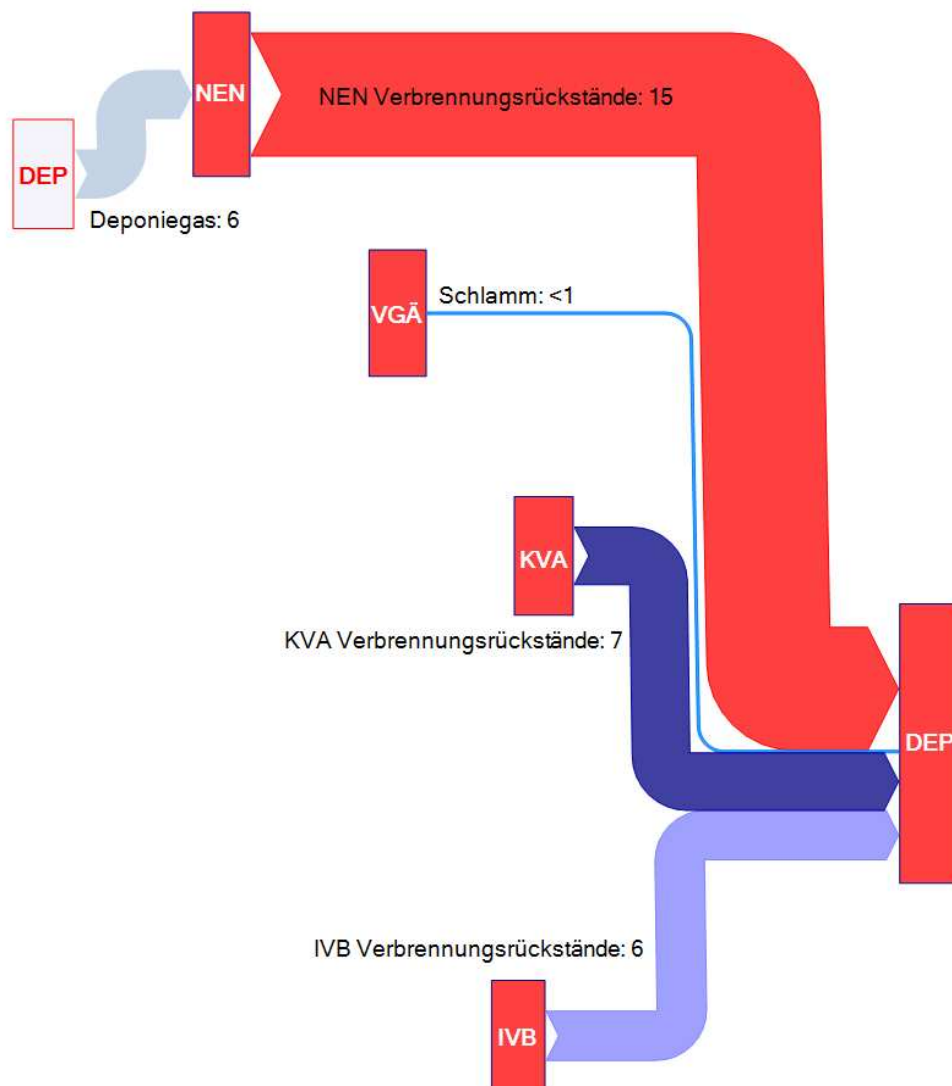


Abbildung 20: In- und Outputströme für Prozess & Lager Deponie (DEP) in 1'000 Tonnen TS

Tabelle 29: Güterflüsse (Input) in den Prozess Deponie (DEP)

Prozess OUT	Güterstrom und Teilströme	Quelle	Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh
Vergärung	VGÄ Klärschlamm DEP		k.A.	337	1'591
	Klärschlamm	Abfallstatistiken Schweiz 2006 [7]		337	1'591
industr. Verbrennung	IVB Verbrennungsrückstände DEP		k.A.	5'633	0
	biogener Ascheanteil	(errechneter Wert)		5'633	0
KVA	KVA Verbrennungsrückstände DEP		k.A.	7'064	0
	Asche	(errechneter Wert)		7'064	0
Nutzung Energie	NEN Verbrennungsrückstände DEP		k.A.	14'995	0
	biogener Ascheanteil	(eigene Schätzung)		14'995	0
<b>Summe</b>				<b>175'929</b>	<b>730'262</b>

Tabelle 30: Güterflüsse (Input) in das Lager Deponie (DEP)

Prozess IN	Güterstrom und Teilströme	Quelle	Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh
Nutzung Energie	DEP Deponiegas NEN				
	Deponiegas	Statistik erneuerbarer Energien [41]	6'258'333	m3	37'550
				6'364 0	

**3.6.8 Industrielle Verbrennung (IVB):**

Dieser Prozess beinhaltet die Beseitigung 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). Wie bei der KVA werde auch bei den Verbrennungsrückständen der IVB keine Rückstände der Rauchgasreinigung berücksichtigt, da eine Zuordnung auf biogene Güter schwer möglich ist und im Gegensatz zu den Aschen keine Bedeutung für die Landwirtschaft besteht.

- IVB Verbrennungsrückstände DEP: Anteil der Verbrennungsrückstände, welcher in Deponien verbracht wird. Für die Berechnung der Aschen aus biogenen Gütern wurde ein durchschnittlicher Ascheanteil von 1% angenommen.
- IVB Verbrennungsrückstände PFL: Anteil der Verbrennungsrückstände, welcher in der Landwirtschaft ausgebracht wird. Dieser Güterstrom existiert, lässt sich aber nicht quantifizieren. Er wird in den Abbildungen mit „1“ (1000 t TS) geführt.

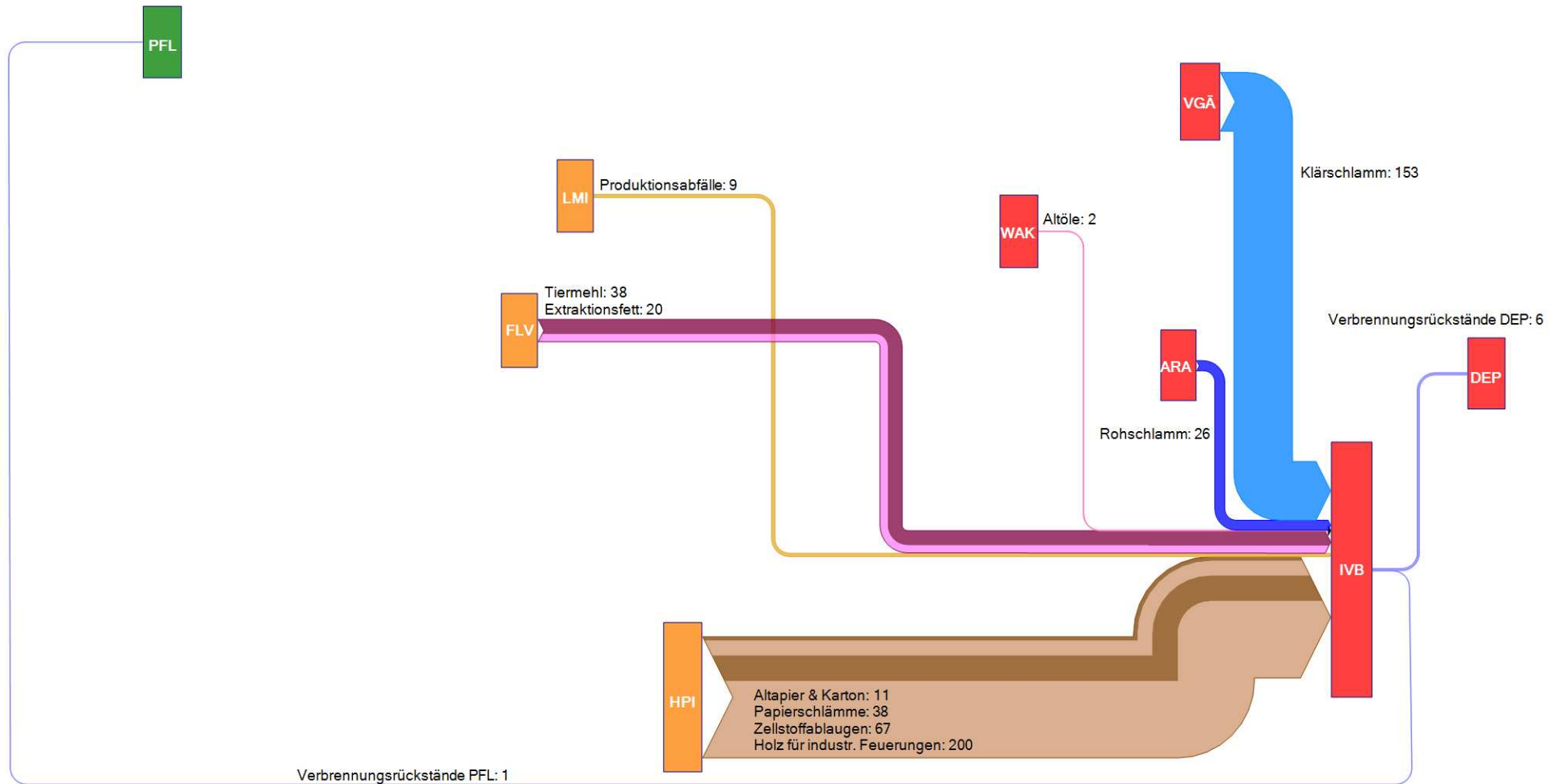


Abbildung 21: biogene In- und Outputströme für den Prozess Industrielle Verbrennung (IVB) in 1'000 Tonnen TS



Tabelle 31: Güterflüsse (Output) aus dem Prozess Industrielle Verbrennung (IVB)

Prozess IN	Güterstrom und Teilströme	Quelle	Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh
Pflanzenbau	IVB Verbrennungsrückstände PFL biogener Ascheanteil	(eigene Schätzung)	k.A.	1000	0
				1000	0
Deponie	IVB Verbrennungsrückstände DEP biogener Ascheanteil		k.A.	5633	0
				5633	0
Summe				6'633	0

Tabelle 32: Güterflüsse (Input) in den Prozess Industrielle Verbrennung (IVB)

Prozess OUT	Güterstrom und Teilströme	Quelle	Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh
LM- Industrie	LMI Produktionsreste IVB Tabakstaub	Statistik erneuerbarer Energien	[41]	k.A.	8'892
				8'892	41'970
Fleischverarbeitung	FLV tierische Nebenprodukte IVB Knochen	pers. Mitteilung, Soltermann GZM	[30]	5'000 t	0
				51'073 t	0
				115'900 t	0
				11'162 t	10'492
				28'993 t	27'253
				13'351 t	13'217
				6'966 t	6'896
				6'966 t	6'896
Holz- & Papierindustrie	HPI übrige Brennst. Holz & Papier IVB Altpapier/Karton	Statistik erneuerbare Energien	[41]	k.A.	315'915
				10'941	51'640
				37'792	178'380
				66'962	316'060
				200'220	1'001'100
Warenkonsum	WAK Altmaterial IVB Motorenöle (nicht mineralisch)	Sonderabfallstatistik	[5]	1'831 t	1'831
				716 t	716
				1'115 t	1'115
Vergärung	VGÄ Klärschlamm IVB Klärschlamm	Abfallstatistiken Schweiz 2006	[7]	k.A.	152'817
				152'817	721'296
ARA	ARA Rohschlamm IVB Monoverbrennung von Rohschlamm	(eigene Schätzung)		k.A.	26'021
Summe				563'335	2'827'286

### 3.7 Beschreibung der Flüsse im Bereich Import und Export

Wie unter 2.1 erläutert, werden die Im- und Exporte jeweils nur einem Prozess zugeordnet. Soweit es sich um Konsumgüter handelt, stammen die Daten vor allem aus der Aussenhandelsstatistik der Schweiz [25]. Abfälle, Recyclinggüter und Reststoffe werden dort nicht vollständig erfasst. Diese Daten stammen z.B. aus Abfallstatistiken [7].

- THA Export: lebende Tiere sowie für die Fütterung bestimmte Waren, welche ins Ausland ausgeführt werden [25] [56]. Über den Export von Hofdünger existieren keine verlässlichen Daten.
- Import THA: lebende Tiere sowie für die Fütterung bestimmte Waren, welche in die Schweiz eingeführt werden [25] [56]. Über den Import von Hofdünger existieren keine verlässlichen Daten.
- FLV Export: Ausfuhr von Schlachttieren, Fleischprodukten und TNP [25]. Insbesondere wird ein Grossteil der anfallenden Knochen (früher über Geistlich verarbeitet) ins Ausland gebracht. Hinzu kommen Leder und Häute.
- Import FLV: Einfuhr von Schlachtvieh, Fleischprodukten sowie TNP [25].
- LMI Export: Ausfuhr aller Lebensmittel (ohne etwaigen Fleischanteil) und Genussmittel (Tabak), welche in der Schweiz produziert, verarbeitet bzw. hierher importiert wurden [56][25].
- Import LMI: Einfuhr aller Lebensmittel und Genussmittel (Tabak) und deren Ausgangsprodukte (ohne etwaigen Fleischanteil) in die Schweiz [56][25].
- HPI Export: alle Papier- und Holzzeugnisse sowie Zwischen- und Abfallprodukte, welche ins Ausland ausgeführt werden [25][3].
- Import HPI: alle Papier- und Holzzeugnisse sowie Zwischen- und Abfallprodukte, welche in die Schweiz eingeführt werden [25][3].
- IND 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) [25].
- Import IND: 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) [25].
- VEN Export: ins Ausland ausgeführte Produkte und Nebenprodukte der Energieverarbeitung [25][5].
- Import VEN: in die Schweiz eingeführte Produkte und Nebenprodukte der Energieverarbeitung [25][5].
- KVA Export: sämtliche Siedlungsabfälle (inklusive Klärschlamm und Rohschlamm) aus Industrie und Haushalt, die zur Entsorgung ins Ausland exportiert werden.
- Import KVA: sämtliche ausländischen Siedlungsabfälle (inklusive Klärschlamm und Rohschlamm), welche in die Schweiz eingeführt und dort verbrannt werden [7]. Die Zusammensetzung (biogener Anteil) des importierten Hauskehrichts entspricht weitgehend dem Schweizer Abfall [9].

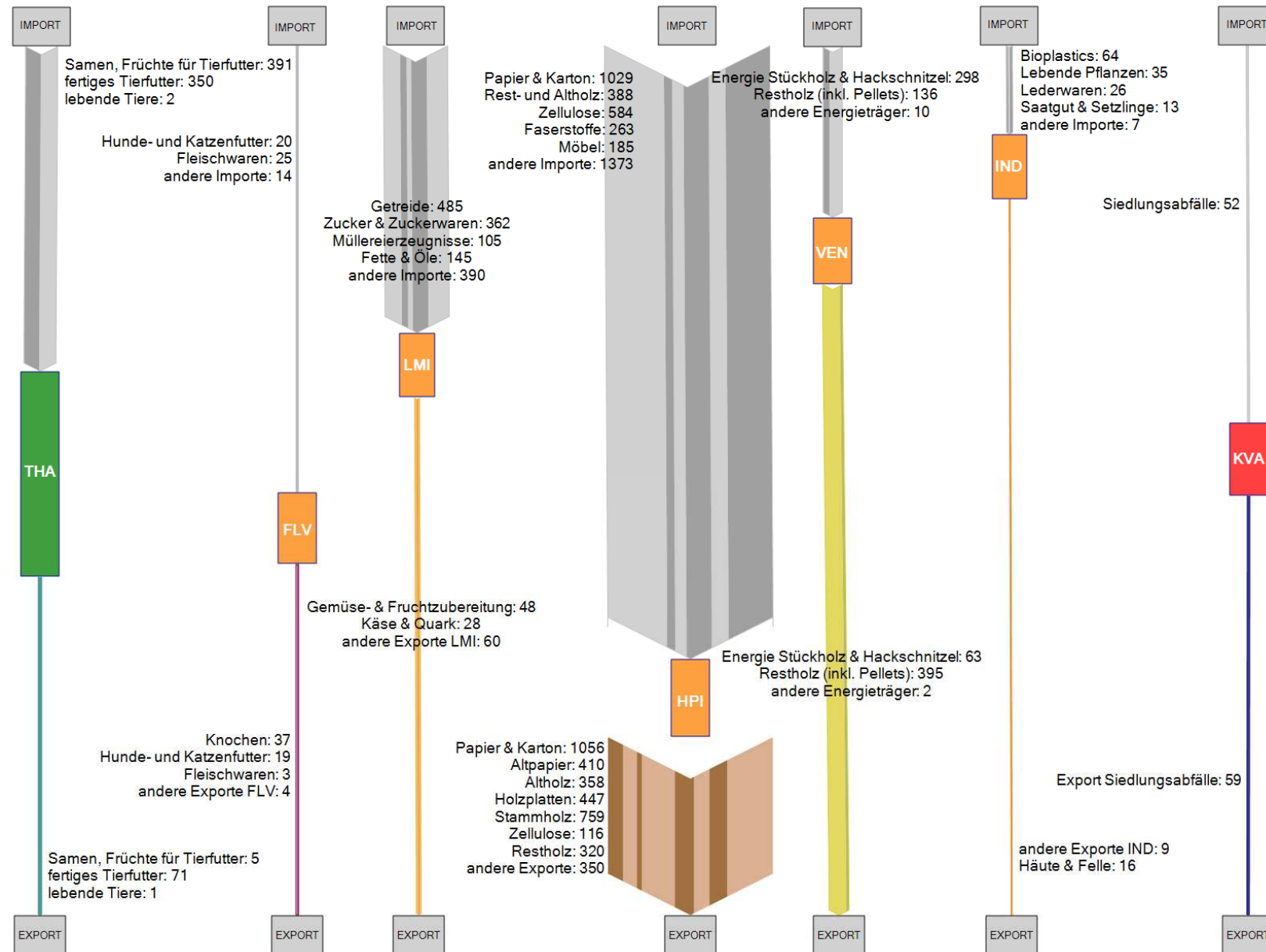


Abbildung 22: biogene In- und Outputströme für den Bereich Import und Export in 1'000 Tonnen TS

Tabelle 33: Güterflüsse aus dem Import (Input)

Prozess IN	Güterstrom und Teilströme	Quelle	Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh
<b>Tierhaltung</b>	<b>Import Tiere &amp; Tierfutter</b>		<b>935'016 t</b>	<b>743'979</b>	<b>3'512'245</b>
	Samen, Früchte, Stroh, Futter	Schweizeischer Bauernverband [56]	489'062 t	391'250	1'846'698
	Futterwaren	Schweizeischer Bauernverband [56]	437'938 t	350'350	1'653'654
	lebende Fische	Aussenhandelsstatistik [25]	524 t	131	655
	Tiere	Schweizerischer Bauernverband [56]	7'492 t	2'248	11'238
<b>Fleischverarbeitung</b>	<b>Import Fleisch &amp; Schlachttiere</b>		<b>211'193 t</b>	<b>58'863</b>	<b>293'112</b>
	Hunde- und Katzenfutter	Aussenhandelsstatistik [25]	78'151 t	19'538	97'689
	Fleisch	Schweizerischer Bauernverband [56]	99'689 t	24'922	124'611
	Därme, Blasen und Magen	Schweizerischer Bauernverband [56]	10'008 t	3'002	14'171
	andere Waren tierischen Ursprungs	Schweizerischer Bauernverband [56]	5'154 t	1'289	6'082
	Würste, Fleisch, Konserven	Schweizerischer Bauernverband [56]	9'669 t	2'417	12'086
	Mehl & Pellets von Fleisch	Aussenhandelsstatistik [25]	8'028 t	7'546	37'732
	lebende Schlachttiere	Schweizerischer Bauernverband [56]	494 t	148	741
<b>LM-Industrie</b>	<b>Import Lebensmittel</b>		<b>2'850'873 t</b>	<b>1'487'909</b>	<b>8'083'413</b>
	Fisch, Krebs, Weichtiere	Schweizerischer Bauernverband [56]	40'471 t	10'118	50'589
	Fischzubereitung, -konserven	Schweizerischer Bauernverband [56]	21'703 t	5'426	27'129
	Gemüse (inkl. Kartoffeln, Hülsenfrüchte)	Schweizerischer Bauernverband [56]	312'075 t	31'208	151'668
	Früchte	Schweizerischer Bauernverband [56]	458'063 t	68'709	333'928
	Milch und Rahm	Schweizerischer Bauernverband [56]	27'625 t	6'906	51'797
	Joghurt, Kefir	Schweizerischer Bauernverband [56]	4'380 t	569	2'967
	Molke u. ä.	Schweizerischer Bauernverband [56]	4'784 t	287	1'794
	Butter	Schweizerischer Bauernverband [56]	4'508 t	3'832	38'701
	Käse und Quark	Schweizerischer Bauernverband [56]	33'360 t	18'348	129'720
	Eier	Schweizerischer Bauernverband [56]	37'049 t	9'633	66'466
	Honig	Schweizerischer Bauernverband [56]	6'415 t	5'709	26'948
	geniessbare Waren tierischen Ursprungs	Schweizerischer Bauernverband [56]	13 t	3	15
	Pflanzen, Pflanzenteile	Schweizerischer Bauernverband [56]	141'124 t	21'169	99'916
	Kaffee, Tee, Gewürze	Schweizerischer Bauernverband [56]	94'418 t	89'697	435'928
	Getreide	Schweizerischer Bauernverband [56]	557'349 t	484'894	2'356'583
	Müllereierzeugnisse	Schweizerischer Bauernverband [56]	117'737 t	105'963	514'982
	Pflanzensäfte	Schweizerischer Bauernverband [56]	6'589 t	791	3'843
	Fette und Öle	Schweizerischer Bauernverband [56]	144'946 t	144'946	1'492'944
	Zucker und Zuckerwaren	Schweizerischer Bauernverband [56]	361'990 t	361'990	1'708'593
	Kakao	Schweizerischer Bauernverband [56]	35'820 t	33'671	158'926
	Gemüse-, Fruchtzubereitung	Schweizerischer Bauernverband [56]	215'636 t	32'345	157'199
	alkohol. Getränke und Flüssigkeiten	Schweizerischer Bauernverband [56]	224'818 t	22'482	134'891
	Tabak	Aussenhandelsstatistik [25]	30'751 t	29'213	137'887
<b>KVA</b>	<b>Import Abfall</b>			<b>51'810</b>	<b>208'848</b>
	importierter Klärschlamm	Abfallstatistiken Schweiz 2006 [7]		80	378
	biogener Anteil import. Abfälle	Abfallstatistiken Schweiz 2006 [7]	206'919 t	51'730	208'471

(Fortsetzung nächste Seite)

(Fortsetzung von voriger Seite)

Prozess IN	Güterstrom und Teilströme	Quelle	Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh
<b>Holz- &amp; Papierind.</b>	<b>Import Holz- &amp; Papier</b>			<b>3'821'694</b>	<b>18'557'944</b>
	Restholz gesamt (inkl. Altholz)	Wald und Holz Jahrbuch	[8] 775'000 m3	387'500	1'937'500
	davon Restholz für Zellstoff Papierindustrie	ZPK Jahresbericht 2006	[66] 364'000 m3	182'000	910'000
	Faserstoffe total	ZPK Jahresbericht 2006	[66] 526'119 t	263'060	1'241'641
	davon Zellstoff	ZPK Jahresbericht 2006	[66] 521'184 t	260'592	1'229'994
	davon deinked Pulp	ZPK Jahresbericht 2006	[66] 1'259 t	630	2'971
	davon Holzstoff	ZPK Jahresbericht 2006	[66] 3'676 t	1'838	8'675
	Altpapier	ZPK Jahresbericht 2006	[66] 130'588 t	118'835	560'902
	Stammholz Nadel	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 12'000 m3	5'160	25'800
	Stammholz Laub	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 66'000 m3	44'880	224'400
	Industrieholz Nadel	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 267'000 m3	114'810	574'050
	Industrieholz Laub	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 1'000 m3	680	3'400
	Furniere	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 5'000 m3	2'500	12'500
	Sperrholz	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 143'000 m3	71'500	357'500
	Spanplatten	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 321'000 m3	160'500	802'500
	Faserplatten	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 147'000 m3	73'500	367'500
	Holzwohle/Holzmehl	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 4'000 m3	2'000	10'000
	Holzschliff	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 10'000 m3	5'000	25'000
	Zellulose	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 1'168'000 m3	584'000	2'838'240
	Halbfabrikate	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 67'000 m3	33'500	167'500
	Baumaterial	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 269'000 m3	134'500	672'500
	Packmaterial	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 182'000 m3	91'000	455'000
	Holzwaren	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 97'000 m3	48'500	242'500
	Möbel	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 369'000 m3	184'500	922'500
	Holzgebäude vorgefertigt	Jahrbuch Wald und Holz	[8] 43'000 m3	21'500	107'500
	Papier & Karton	ZPK Jahresbericht 2006	[66] 1'131'000 t	1'029'210	4'857'871
<b>Verarb. Energie</b>	<b>Import Energieträger</b>			<b>443'889</b>	<b>2'250'541</b>
	Brennholz, Holzabfälle	Schweizerischer Bauernverband	[56] 510'353 t	433'800	2'169'000
	Brennholz rund oder in Bündeln	Aussenhandelsstatistik	[25] 6'997 t	5'947	29'737
	Hackschnitzel Nadel	Aussenhandelsstatistik	[25] 342'649 t	291'252	1'456'258
	Hackschnitzel Laub	Aussenhandelsstatistik	[25] 1'255 t	1'067	5'334
	Holzpellets, Sägemehl	Aussenhandelsstatistik	[25] 159'451 t	135'533	677'667
	Holzkohle	Schweizerischer Bauernverband	[56] 10'514 t	9'988	80'526
	Biogas	Schweizerischer Bauernverband	[56] 0 t	0	0
	Agrodiesel	Schweizerischer Bauernverband	[56] 114'829 l	101	1'015
<b>andere Industrien</b>	<b>Import biogene Non-Food-Güter</b>		<b>287'414 t</b>	<b>144'759</b>	<b>685'107</b>
	Bioplastics	European Bioplastics	[26]		
	Redilo GmbH		[53] 67'699 t	64'314	303'563
	lebende Pflanzen	Aussenhandelsstatistik	[25] 141'124 t	35'281	166'526
	Saatgut	Aussenhandelsstatistik	[25] 9'961 t	6'178	30'025
	Setzlinge inkl. Rollrasen	Aussenhandelsstatistik	[25] 34'950 t	6'990	33'971
	Häute und Felle	Aussenhandelsstatistik	[25] 2'346 t	2'229	10'519
	Lederwaren	Aussenhandelsstatistik	[25] 26'884 t	25'540	120'548
	Pelze	Aussenhandelsstatistik	[25] 241 t	229	1'081
	Wolle und Tierhaare	Aussenhandelsstatistik	[25] 4'209 t	3'999	18'873
<b>Summe</b>				<b>6'752'903</b>	<b>33'591'210</b>

Tabelle 34: Güterflüsse in den Export (Output)

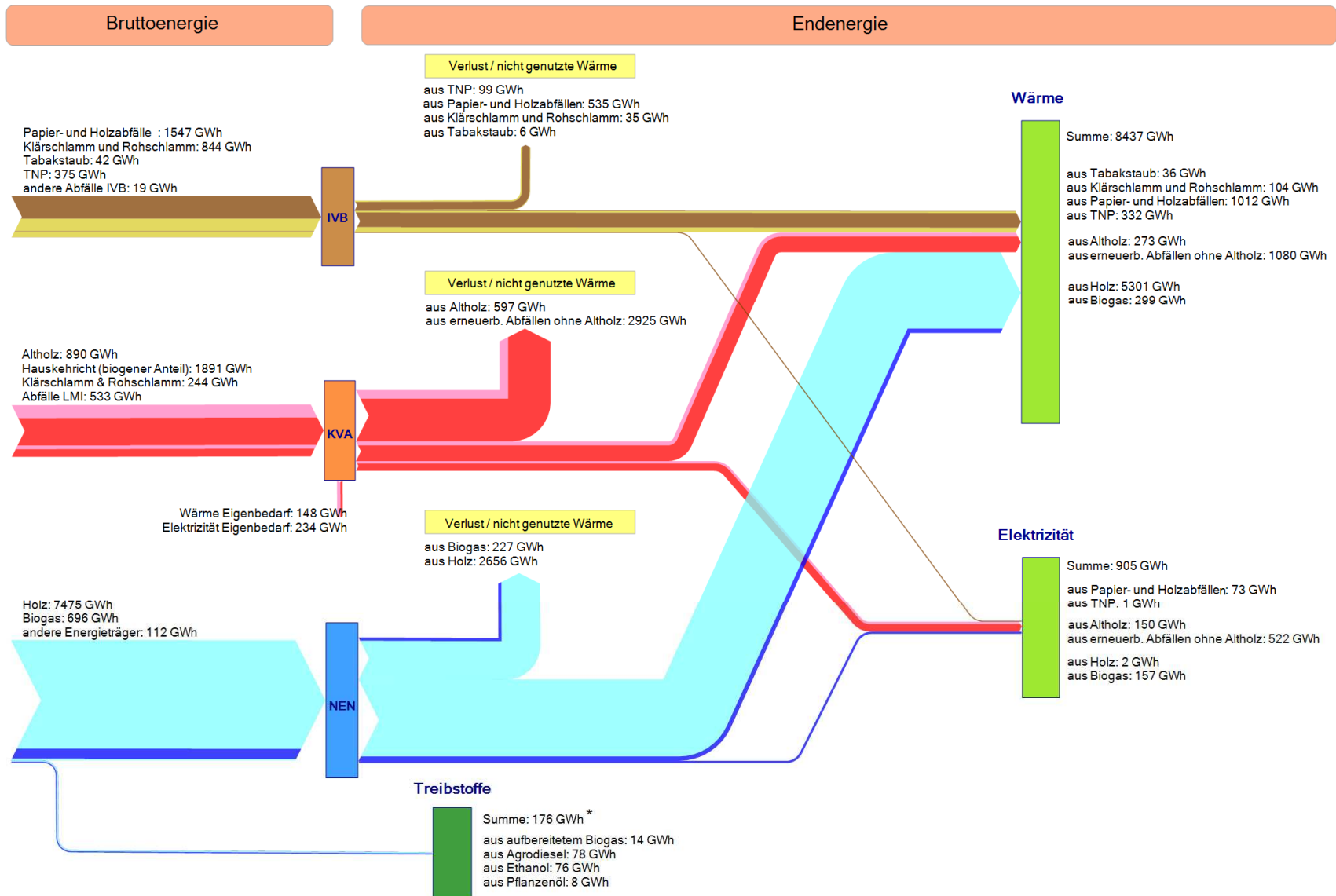
Prozess OUT	Güterstrom und Teilströme	Quelle	Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh
<b>Tierhaltung</b>	<b>Export Tiere &amp; Tierfutter</b>		<b>98'525 t</b>	<b>77'442</b>	<b>365'758</b>
	Tiere	Schweizer Bauernverband [56]	2'756 t	827	4'134
	lebende Fische	Aussenhandelsstatistik [25]	0 t	0	0
	Samen, Früchte, Stroh, Futter	Schweizer. Bauernverband [56]	6'572 t	5'258	24'816
	Futterwaren	Schweizer. Bauernverband [56]	89'197 t	71'358	336'808
	lebende Schlachttiere	Schweizer Bauernverband [56]	0 t	0	0
<b>Verab. Energie</b>	<b>Export Biogene Energieträger</b>		<b>556'307 t</b>	<b>459'642</b>	<b>2'307'299</b>
	Holz in Bündeln	Aussenhandelsstatistik [25]	33'087 t	23'161	115'805
	Schnitzel Nadel	Aussenhandelsstatistik [25]	11'347 t	7'943	39'715
	Schnitzel Laub	Aussenhandelsstatistik [25]	45'423 t	31'796	158'981
	Holzpellets/Sägemehl	Aussenhandelsstatistik [25]	464'710 t	395'004	1'975'018
	Altspeiseöl	Sonderabfallstatistik BAFU [5]	1'720 t	1'720	17'630
	Holzkohle	Aussenhandelsstatistik [25]	20 t	19	152
<b>andere Industrien</b>	<b>Export Saatgut &amp; Non-Food-Produkte</b>		<b>28'893 t</b>	<b>24'996</b>	<b>118'057</b>
	lebende Pflanzen	Aussenhandelsstatistik [25]	1'594 t	399	1'881
	Saatgut	Aussenhandelsstatistik [25]	1'881 t	522	2'536
	Setzlinge (inkl. Rollrasen)	Aussenhandelsstatistik [25]	95 t	19	92
	Häute und Felle	Aussenhandelsstatistik [25]	17'261 t	16'398	77'398
	Lederwaren	Aussenhandelsstatistik [25]	5'470 t	5'197	24'527
	Pelze	Aussenhandelsstatistik [25]	43 t	41	193
	Wolle & Tierhaare	Aussenhandelsstatistik [25]	2'549 t	2'422	11'430
<b>LM-Industrie</b>	<b>Export Lebensmittel</b>		<b>474'390 t</b>	<b>136'390</b>	<b>770'995</b>
	Fisch, Krebs, Weichtiere	Schweizerischer Bauernverband [56]	168 t	42	210
	Fischzubereitung, -konserven	Schweizerischer Bauernverband [56]	66 t	17	83
	Gemüse (inkl. Kartoffeln, Hülsenfrüchte)	Schweizerischer Bauernverband [56]	2'605 t	261	1'266
	Früchte	Schweizerischer Bauernverband [56]	3'650 t	548	2'661
	Milch und Rahm	Schweizerischer Bauernverband [56]	3'466 t	867	6'499
	Joghurt, Kefir	Schweizerischer Bauernverband [56]	7'677 t	998	5'200
	Molke u. ä.	Schweizerischer Bauernverband [56]	44'214 t	2'653	16'580
	Butter	Schweizerischer Bauernverband [56]	5 t	4	43
	Käse und Quark	Schweizerischer Bauernverband [56]	50'943 t	28'019	198'092
	Eier	Schweizerischer Bauernverband [56]	38 t	10	68
	Honig	Schweizerischer Bauernverband [56]	481 t	428	2'021
	geniessbare Waren tierischen Ursprungs	Schweizerischer Bauernverband [56]	16 t	4	19
	Pflanzen, Pflanzenteile	Schweizerischer Bauernverband [56]	1'594 t	239	1'129
	Kaffee, Tee, Gewürze	Schweizerischer Bauernverband [56]	14'539 t	13'812	67'127
	Getreide	Schweizerischer Bauernverband [56]	932 t	811	3'941
	Müllereierzeugnisse	Schweizerischer Bauernverband [56]	2'225 t	2'003	9'732
	Pflanzensäfte	Schweizerischer Bauernverband [56]	4'777 t	573	2'786
	Fette und Öle	Schweizerischer Bauernverband [56]	8'016 t	8'016	82'565
	Zucker und Zuckerwaren	Schweizerischer Bauernverband [56]	5'572 t	5'572	26'300
	Kakao	Schweizerischer Bauernverband [56]	318 t	299	1'411
	Gemüse-, Fruchtzubereitung	Schweizerischer Bauernverband [56]	319'948 t	47'992	233'242
	alkohol. Getränke und Flüssigkeiten	Schweizerischer Bauernverband [56]	3'140 t	314	1'884
	Tabak	(errechneter Wert)	24'117 t	22'911	108'139

(Fortsetzung nächste Seite)

(Fortsetzung von voriger Seite)

Prozess OUT	Güterstrom und Teilströme	Quelle	Menge FS	Menge TS in t	Energie (Hu) in MWh
<b>Fleischverarbeitung</b>	<b>Export Fleischerzeugnisse &amp; TNP</b>		<b>159'635 t</b>	<b>63'173</b>	<b>305'493</b>
	Mehl & Pellets von Fleisch	Aussenhandelsstatistik [25]	3'572 t	3'358	16'788
	Knochen für Gelatine	pers. Mitteilung, Soltermann GZM [30]	50'000 t	28'500	134'520
	andere Knochen	pers. Mitteilung, Soltermann GZM [30]	15'000 t	8'550	40'356
	Hunde- und Katzenfutter	Aussenhandelsstatistik [25]	77'259 t	19'315	96'574
	Fleischwaren	Schweizerischer Bauernverband [56]	13'804 t	3'451	17'255
<b>Holz- &amp; Papierind.</b>	<b>Export Papier &amp; Holz</b>			<b>3'816'071</b>	<b>18'637'171</b>
	Papier & Karton	ZPK Jahresbericht 2006 [66]	1'160'000 t	1'055'600	4'982'432
	Stammholz Nadel	Jahrbuch Wald und Holz [8]	1'250'000 m3	537'500	2'687'500
	Stammholz Laub	Jahrbuch Wald und Holz [8]	325'000 m3	221'000	1'105'000
	Industrieholz Nadel	Jahrbuch Wald und Holz [8]	123'000 m3	52'890	264'450
	Industrieholz Laub	Jahrbuch Wald und Holz [8]	30'000 m3	20'400	102'000
	Schnittholz Nadel	Jahrbuch Wald und Holz [8]	221'000 m3	95'030	475'150
	Schnittholz Laub	Jahrbuch Wald und Holz [8]	31'000 m3	21'080	105'400
	Furniere	Jahrbuch Wald und Holz [8]	6'000 m3	3'000	15'000
	Sperrholz	Jahrbuch Wald und Holz [8]	3'000 m3	1'500	7'500
	Spanplatten	Jahrbuch Wald und Holz [8]	385'000 m3	192'500	962'500
	Faserplatten	Jahrbuch Wald und Holz [8]	509'000 m3	254'500	1'272'500
	Holzwolle/Holzmehl	Jahrbuch Wald und Holz [8]	300 m3	150	750
	Holzschliff	Jahrbuch Wald und Holz [8]	0 m3	0	0
	Zellulose	Jahrbuch Wald und Holz [8]	231'000 m3	115'500	561'330
	Halbfabrikate	Jahrbuch Wald und Holz [8]	5'000 m3	2'500	12'500
	Baumaterial	Jahrbuch Wald und Holz [8]	55'000 m3	27'500	137'500
	Packmaterial	Jahrbuch Wald und Holz [8]	22'000 m3	11'000	55'000
	Holzwaren	Jahrbuch Wald und Holz [8]	10'000 m3	5'000	25'000
	Möbel	Jahrbuch Wald und Holz [8]	101'000 m3	50'500	252'500
	Holzgebäude vorgefertigt	Jahrbuch Wald und Holz [8]	1'700 m3	850	4'250
	Faserstoffe	ZPK Jahresbericht 2006 [66]	119'400 t	59'700	281'784
	Restholz	Jahrbuch Wald und Holz [8]	400'500 t	320'400	1'602'000
	Altholz	Altholzstatistik [3]	402'500 t	358'225	1'791'125
	Altpapier	ZPK Tabellen JB 2006 [66]	450'270 t	409'746	1'934'000
<b>KVA</b>	<b>Export Abfälle total</b>		<b>234'219 t</b>	<b>59'304</b>	<b>242'095</b>
	Klärschlamm	Aussenhandelsstatistik [25]	14'981 t	4'494	21'213
	biogener Anteil Siedlungsabfälle	Aussenhandelsstatistik [25]	219'238 t	54'809	220'882
<b>Summe</b>				<b>4'637'019</b>	<b>22'746'868</b>

### 3.8 Brutto- und Endenergie



**Abbildung 23: Bruttoenergie (unterer Heizwert bezogen auf TS gemäss vorliegender Studie) der Inputströme von NEN, KVA und IVB mit der entsprechenden Endenergieaufteilung (gemäss Statistik Erneuerbarer Energien [41]) in GWh.**

\* = Treibstoffe werden lediglich bereitgestellt: die aufgeführten Energiemengen sind gleichzeitig auch der Energie-Input



## 4 Ausblick

Die vorliegende Studie stellt Struktur und Mengenverhältnisse der Biogenen Güterflüsse der Schweiz für das Kalenderjahr 2006 dar. Die Resultate sollen als Entscheidungsgrundlage bei Überlegungen und Abschätzungen zu Nutzung und Management biogener Ressourcen dienen. Solche Potenzialstudien bedürfen einer aktuellen Datengrundlage. Art und Menge der Güter und Güterflüsse bleiben jedoch über die Zeit gesehen nicht stabil, sondern ändern sich von Jahr zu Jahr mehr oder weniger stark. Technische, wirtschaftliche und ökologische Entwicklungen und damit verbundene politische Entscheide haben Einfluss auf das System und verursachen qualitative und quantitative Veränderungen. So werden sich auch die jüngsten Neuerungen im Raumplanungsgesetz (RPG), in der Energieverordnung (EnV), in der Technischen Verordnung über Abfälle (TVA) oder in der Verordnung über die Entsorgung von tierischen Nebenprodukten (VTNP) auf die Biogenen Güterflüsse auswirken. Es erscheint deshalb sinnvoll, in regelmässigen Zeitabständen Datenzusammenstellungen in dieser Form anzustreben. Legt man dabei erneut die Prozessstruktur der vorliegenden Studie zu Grunde, ist es möglich, quantitative Veränderungen im Bezugszeitraum aufzuzeigen und Aussagen über die Wirksamkeit von politischen Entscheiden und Regulierungsmassnahmen zu treffen.

Die Datenqualität ist nicht in allen Sektoren und Prozessen gleich gut. Während der Sektor Produktion etwa in den Prozessen Pflanzenbau und Waldwirtschaft einen grossen Detaillierungsgrad der Angaben mit einer überwiegend hohen Datensicherheit aufweist, sind Prozesse wie die Lebensmittelindustrie oder die Abwasserreinigung (Input) unvollständig erfasst, mager dokumentiert und weisen durch die dadurch notwendig gewordenen Abschätzungen erhebliche Unsicherheiten auf. Es wäre im Sinne einer verbesserten Datenqualität wünschenswert, in den entsprechenden Bereichen durch gezielte Untersuchungen und statistische Erhebungen tätig zu werden. Das vom Bundesamt für Landwirtschaft initiierte Projekt „HODUFLU“ geht in diese Richtung: ab 2010 sind im Bereich Hofdünger exakte Daten mit einem hohen Detaillierungsgrad zu erwarten.

## 5 Literaturverzeichnis

- [1] ART Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon (2006): Richtzahlen 2006 zur landwirtschaftlichen Buchhaltung. Koordinationskonferenz für die Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten, Arbeitsausschuss Richtzahlen, Ettenhausen.
- [2] Baccini, P., Bader, H.-P. (1996): Regionaler Stoffhaushalt. Erfassung, Bewertung und Steuerung. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- [3] BAFU (2007): Altholzstatistik 2000-2005.
- [4] BAFU (2007): Holznutzungspotenziale im Schweizer Wald auf Basis LFI3; bearbeitet von Peter Hofer und Jürg Altwegg, GEO Partner AG.
- [5] BAFU (2007): Sonderabfallstatistik 2005; herausgegeben durch die Sektion Altlasten und Industrieabfälle, Bern.
- [6] BAFU (2008): „Holzproduktion und -verwendung“. Informationen auf der Internet-URL <http://www.bafu.admin.ch/wald/01234/01236/index.html?lang=de> (05.02.2008)
- [7] BAFU (2008): Abfall-Statistiken: Daten des Jahres 2006. Zusammenstellung von verschiedenen Abfallstatistiken durch die Abteilung Abfall und Rohstoffe im Internet (Stand 3. März 2008): <http://www.bafu.admin.ch/abfall/01517/01519/05042/>
- [8] BAFU (2008): Jahrbuch Wald und Holz 2007. Umwelt-Wissen Nr. 0807. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [9] BAFU (2008): pers. Mitteilung durch Michael Hügi, Abteilung Abfall und Rohstoffe, Bern.
- [10] BAFU (2008): pers. Mitteilung durch Robin Quartier, Bern.
- [11] Baier, U., Reinhard, B. (2007): Bewirtschaftung organischer Abfälle aus Grossküchen im Kanton Aargau. Studie der Hochschule Wädenswil.
- [12] Baier, U., Zweifel, H.-R. (2008): Umwelttechnologie II. Unterrichtsskript für den Studiengang Biotechnologie der ZHAW, Departement Life Sciences und Facility Management, Wädenswil.
- [13] BFS Bundesamt für Statistik (2007): Statistische Daten zur Holzverarbeitung in der Schweiz von 2002 und 2007. URL im Internet (03.09.2008) <http://www.agr.bfs.admin.ch>
- [14] BFS Bundesamt für Statistik (2007): Informationen zur Schweizerischen Wohnbevölkerung auf der BFS Internetsite unter der URL (19.12.2007) <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index.html>
- [15] Bill, W. (1996). Auswirkungen des SBV/VSTA/VSM-Fütterungskonzeptes. Anfallende Nebenprodukte Konsequenzen auf Schlachtbetriebe. Bill Biofilter und Consulting, Wädenswil.
- [16] Binzegger, J. (2000): Biogas aus Schlachtnebenprodukten: Konzept für die Region Zimmerberg. Semesterarbeit HSW, Wädenswil.
- [17] BLW (2007): Weinjahr 2006; Bundesamt für Landwirtschaft, Bern.
- [18] Boos, J. (2008): persönliche Mitteilung durch Jürg Boos, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen, ZHAW, Wädenswil.
- [19] Borregaard Schweiz (2007): persönliche Mitteilung durch Bianca Stuber, Riedholz.
- [20] BUWAL (2003): Erhebung der Kehrrichtzusammensetzung 2001/02. Schriftenreihe Umwelt Nr. 356. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- [21] Center für Biomasse-Technologie (1999): Holz als Energieträger. Technik – Umwelt – Ökonomie. 2. Auflage, im Auftrag der dänischen Energiebehörde, Kopenhagen.
- [22] Centravo AG (2007): Informationen zur Verarbeitung von TNP auf der Internet-URL (19.12.2007): <http://www.centravo.ch>
- [23] Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie (2004): Der kleine Souci - Fachmann - Kraut. Lebensmitteltabelle für die Praxis. Bearbeitet von Senser, F., Scherz, H. & Kirchhoff, E., 3. Auflage, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart.

- 
- [24] Eidgenössische Forschungsanstalt WSL (2007): Erste Ergebnisse des dritten Landesforstinventars LFI3. Birmensdorf.
- [25] Eidgenössische Zollverwaltung EZV (2007). Aussenhandel der Schweiz nach Waren und Ländern. 2006 – Definitive Ergebnisse. CD-ROM mit elektronischen Daten, Bern.
- [26] European Bioplastics (2008): Internetauftritt des Interessenverbands unter der URL <http://www.european-bioplastics.org> (17.3.2008)
- [27] FNR Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (2007): Symposium Energiepflanzen. Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe“, Band 31, Verlag Th. Mann GmbH, Gelsenkirchen.
- [28] Grass, S. (2008): persönliche Mitteilung durch Herrn Stefan Grass, Biomass Process Solutions AG, Illnau.
- [29] GZM Extraktionswerk AG (2007): Umweltbericht 2006, Lyss.
- [30] GZM Extraktionswerk AG (2008): persönliche Mitteilung durch Herrn Heinz Soltermann, Lyss.
- [31] Herlyn A., Maurer M. (2007) Status quo der Schweizer Abwasserentsorgung. Kosten, Zustand und Investitionsbedarf, gwa 3, 171-176.
- [32] Hersener, J.-L., Meier, U. (1999): Energetisch nutzbares Biomassenpotential in der Schweiz sowie Stand der Nutzung in ausgewählten EU-Staaten und den USA. Arbeitsgemeinschaft Biomassepotential, im Auftrag des Bundesamts für Energie, Bern.
- [33] Hess, S. (1997): Energetische Verwertung von Schlachtnebenprodukten. Diplomarbeit Biotechnologie, HSW, Wädenswil.
- [34] Holzenergie Schweiz (2007): pers. Mitteilung durch Herrn Andreas Keel, Zürich.
- [35] Holz-pellet.com (2008): persönliche Mitteilung durch Herrn H. Pauli (fenaco)
- [36] Inspektorat der Kompostier- und Vergärbranche der Schweiz (2006): Jahresbericht zu den Inspektionen 2006.
- [37] Inspektorat der Kompostier- und Vergärbranche der Schweiz (2007): Jahresbericht zu den Inspektionen 2007.
- [38] Interessengemeinschaft Industrieholz (2008): pers. Mitteilung durch Herrn Walter Riegger, Zürich.
- [39] Kantonales Veterinäramt Aargau (2007): Persönliche Mitteilung durch Frau Erika Wunderlin.
- [40] Kantonales Veterinäramt Zürich (2007): Persönliche Mitteilung durch Herrn Karl Städelin.
- [41] Kaufmann, U. (2007): Schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien. Ausgabe 2006. im Auftrag des BFE Bundesamt für Energie (Hrsg.), Bern.
- [42] Leemann, R. (1992): Materialien zu RAVEL. Grundbegriffe der Energiewirtschaft (Glossar). Herausgegeben vom Bundesamt für Konjunkturfragen (BfK), Bern.
- [43] LIPID AG (2007): persönliche Mitteilung durch Herrn K. Scherer, Frick.
- [44] Lötscher, R., Hungerbühler, N. (1997): Abfälle zur Verwendung als Dünger, Bestandesaufnahme für die Schweiz. Institut für Umweltschutz und Landwirtschaft IUL. Interner Bericht, Bern.
- [45] Maurer M., Herlyn A. (2006): Schlussbericht zu „Zustand, Kosten und Investitionsbedarf der schweizerischen Abwasserentsorgung“
- [46] Menzi, H., Herter, U., Candinas, T. (1998): Utilisation of organic solids in swiss agriculture. Proceedings of the meeting September 1998: EU Concerted Action: Recycling Organic Solids in Agriculture ROSA, Swedish Inst. of Agriculture Engineering, Uppsala, Sweden. pp. 34-38.
- [47] Menzi, H., Lehmann, E., Kessler, J. (1999): Anfall und Zusammensetzung von Hofdünger aus der Rindviehmast., Agrarforschung 6:417-420.
- [48] Müller, D., Oehler, D., Baccini, P. (1995): Regionale Bewirtschaftung von Biomasse. VDF Hochschulverlag ETHZ, Zürich.
-

- 
- [49] Oekostromschweiz (2007): Persönliche Mitteilung durch Herrn Stefan Mutzner, Oekostromschweiz, Frauenfeld.
- [50] Ort, C. (2008): persönliche Mitteilung durch Herrn Christoph Ort, Environmental Engineering, eawag, Dübendorf.
- [51] Perler, L., Bruhn, S. (2004): Essensreste nur «bien cuit» an Nutztiere. BVET Magazin 1/2004.
- [52] Primas, A., Kessler, F.M., Knechtle, N. (2007): Schweizerische Holzenergiestatistik. Erhebung für das Jahr 2006 mit modifizierter Erfassungsmethodik. Hrsg: BFE Bundesamt für Energie, Bern.
- [53] REDILO GmbH (2008): persönliche Mitteilung durch Herrn Patrik Geisselhardt, Baar.
- [54] Sattler, M. (2006): Biomasse vom Feld aus neuen Bio-Landbaumethoden. Potenzialstudie in der Region Nordwestschweiz. Ökozentrum, Langenbruck.
- [55] SBV Schweizerischer Bauernverband (2007): persönliche Mitteilung durch Frau Theresa Amstutz, Brugg.
- [56] SBV Schweizerischer Bauernverband (2007): Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung 2006. Eigenverlag SBV, Brugg.
- [57] Scheurer, K., Baier U. (2001): Biogene Güter in der Schweiz : Massen- und Energieflüsse. Report 39 573, BfE Bundesamt für Energie, Bern.
- [58] Scheurer, K., Baier, U. (2001): Fleischverarbeitung in der Schweiz. Massen- und Energieflüsse. Report 41 878. BfE Bundesamts für Energie, Bern.
- [59] Schleiss, K. (2007): persönliche Mitteilung durch Herrn Konrad Schleiss, Umwelt- und Kompostberatung, Grenchen.
- [60] Schweizerische Luftreinhalteverordnung LRV. Gesetzestext 814.318.142.1 vom 16. Dezember 1985 (Stand am 1. Januar 2008).
- [61] Schweizerische Verordnung über die Entsorgung von tierischen Nebenprodukten (VTNP). Gesetzestext 916.441.22 vom 23. Juni 2004 (Stand am 1. April 2008).
- [62] Swiss Cigarette (2008): Informationen zum Tabakkonsum auf der Internetsite mit der URL <http://www.swiss-cigarette.ch/D/tabac/vente.html>
- [63] TMF Extraktionswerk AG (2007): Geschäftsbericht 2006, Bazenheid.
- [64] TMF Extraktionswerk AG (2008): pers. Mitteilung von Herr Werner Käufeler, Bazenheid.
- [65] Wittmer, D. [2008]: pers. Informationen durch Herrn Dominic Wittmer, Universität Zürich (Social and Industrial Ecology; Department of Geography), Ergebnisse aus dem BAFU Projekt „Phosphorflüsse in der Schweiz. Stand, Risiken und Handlungsoptionen“
- [66] ZPK Verband der Schweizerischen Zellstoff-, Papier- und Kartonindustrie (2007): Jahresbericht 2006.
- [67] ZPK Verband der Schweizerischen Zellstoff-, Papier- und Kartonindustrie (2007): pers. Mitteilung durch Herrn Martin Häberli, Zürich.
- [68] Zuckerfabriken Aarberg und Frauenfeld (2007): Zuckerrübenanbau 2006. Internet-URL (18.12. 07): [http://www.zucker.ch/d/rueben/aktuell/zuckerruebenstatistik\\_2006\\_df.pdf](http://www.zucker.ch/d/rueben/aktuell/zuckerruebenstatistik_2006_df.pdf)
- [69] Zuckerfabriken Aarberg und Frauenfeld (2008): pers. Mitteilung durch Thomas Frankenfeld, Aarberg.
- [70] Hansjörg Deutsch AG (2008): pers. Mitteilung durch Herrn Benz, Neukirch-Egnach.
- [71] Hartmann, H. (1995): „Energie aus Biomasse“. Informationsschriften der VDI-Gesellschaft Energietechnik; Teil IX der Reihe Regenerative Energien.
- [72] Rügger, A. (2008): pers. Mitteilung durch Herrn Andreas Rügger, Geschäftsführer swisssem.
-

## 6 Anhang

### Anhang 1: Abkürzungsverzeichnis

a) Prozesse und Lager:

#### PRODUKTION

WAW = Waldwirtschaft  
HVO = Holzvorrat  
PFL = Pflanzenbau  
THA = Tierhaltung

#### VERARBEITUNG

FLV = Fleischverarbeitung  
HPI = Holz- und Papierindustrie  
IND = andere Industrien  
LMI = Lebensmittelindustrie  
VEN = Verarbeitung Energie

#### NUTZUNG UND ENTSORGUNG

ARA = Abwasserreinigung  
DEP = Deponien  
IVB = industrielle Verbrennung  
KMP = Kompostierung  
KVA = Kehrichtverbrennung  
NEN = Nutzung Energie  
VGÄ = Vergärung  
WAK = Warenkonsum

b) andere

CSB = chemischer Sauerstoffbedarf  
FS = Frischsubstanz  
GWh = Gigawattstunden  
H<sub>u</sub> = unterer Heizwert  
LH = Laubholz  
LRV = Luftreinhalteverordnung LRV  
MWh = Megawattstunden  
NH = Nadelholz  
NP = Nebenprodukte  
TNP = Tierische Nebenprodukte  
TS = Trockensubstanz  
VTNP = Verordnung über die Entsorgung von tierischen Nebenprodukten

## Anhang 2: verwendete Trockensubstanzen biogener Güter (in% der Frischsubstanz)

Lebensmittelbereich			Pflanzen: Abgänge, Rasenschnitt etc.		
	TS in %	Quelle		TS in %	Quelle
Alkohol (Getränke & Flüssigkeiten)	10	(Mittel)	Pflanzen: Abgänge, Rasenschnitt etc.	25	(eigene)
Beeren	14	Souci [23]	Raps	25	(eigene)
Bier	8.5	Souci [23]	Samen, Früchte, Stroh, Futter	80	(eigene)
Branntwein	10	(eigene)	Säugetiere & Vögel lebend	30	(eigene)
Butter	85	Souci [23]	Silomais	30	ART [1]
Eier	26	Souci [23]	Sonnenblumen	22	FNR [27]
Fette	100	Souci [23]	Stroh	86	Sattler [54]
Fisch, Krebs, Weichtiere, Schalentiere	25	Souci [23]	Zuckerrüben	22	Müller [48]
Fischzubereitung, -konserven	25	Souci [23]	<b>Fleischverarbeitung</b>		
Fleisch- und Fleischwaren	25	Souci [23]	andere Waren tierischen Ursprungs	25	(eigene)
Fleischkonserven	25	(eigene)	Extaktionsfett	99	Lötscher [44]
Früchte	15	Souci [23]	Häute und Felle	95	(eigene)
Gemüse	10	Souci [23]	Hunde- und Katzenfutter	25	(eigene)
Gemüse-, Fruchtzubereitung	15	(Mittel)	Innereien (Därme, Blasen Magen)	30	Binzegger [16]
geniessbare Waren tierischen Ursprungs	25	(eigene)	Knochen	57	Hess [33]
Gewürze	95	(eigene)	Lederwaren	95	(eigene)
Honig	89	Souci [23]	Mehl & Pellets von Fleisch	94	Lötscher [44]
Hülsenfrüchte	25	Souci [23]	Pansen	12	Hess [33]
Joghurt (& Kefir)	13	Souci [23]	Pelze	95	(eigene)
Kaffee	97	Souci [23]	PET-Food	25	(eigene)
Kaffee, Tee, Gewürze	95	(Mittel)	tierische Nebenprodukte	20	Binzegger [16]
Kakao	94	Souci [23]	Tierkadaver	37	centravo [22]
Käse und Quark	55	Souci [23]	Tiermehl	94	Lötscher [44]
Kondensmilch	30	Souci [23]	Wolle und Tierhaare	95	(eigene)
Milch	12	Souci [23]	<b>Wald und Holz</b>		
Milch und Rahm	25	(Mittel)	Altholz	89	Müller [48]
Milchpulver	96	Souci [23]	Altpapier	91	Müller [48]
Molke u. ä.	6	Souci [23]	Brennholz	85	(eigene)
Nüsse	95	Souci [23]	Faserstoffe	50	(eigene)
Obst (inkl. Obstsaften)	15	Souci [23]	Hackschnitzel	85	(eigene)
Pflanzenöl	100	(eigene)	Holz in Bündeln	70	(eigene)
Pflanzensäfte	12	Souci [23]	Holzkohle	95	(eigene)
Rahm	38	Souci [23]	Holzpellets/Sägemehl	85	(eigene)
Tabak	95	(eigene)	Holzschnitzel	70	(eigene)
Tee	93	Souci [23]	Holzstoff	50	(eigene)
Wein (inkl. Obstwein)	12	Souci [23]	Papier & Karton	91	Müller [48]
Weintrauben	19	Souci [23]	Pulp	50	(eigene)
Zucker (inkl. Sirup)	100	Souci [23]	Zellstoff	50	(eigene)
<b>Landwirtschaft</b>			<b>Energie</b>		
Bruteier	26	Souci [23]	Altspeiseöl	100	Souci [23]
Emd	88	ART [1]	Biodiesel	100	(eigene)
Fische lebend	25	Souci [23]	Bioethanol	100	(eigene)
Flachs	25	(eigene)	Friteusenfette	100	(eigene)
Futter & Futterwaren fest	80	(eigene)	Glycerin	100	(eigene)
Futterrüben	22	(eigene)	Lignosubstrat (entzuckert)	13	Borregaard [19]
Getreide	87	Souci [23]	<b>Abfall, Entsorgung &amp; Recycling</b>		
Grünfutter	18	Sattler [54]	Bioplastics	95	(eigene)
Hanf	100	(eigene)	Gärgut fest	50	Schleiss [59]
Heu	88	ART [1]	Gärgut flüssig (Presswasser)	12	Schleiss [59]
Hofdünger	12	Menzi [47]	Gastroabfälle	14	Lötscher [44]
Hopfen	90	(eigene)	Grüngut Kompostierung	40	(eigene)
Kartoffeln (und Stärke)	22	Souci [23]	Grüngut Vergärung	25	(eigene)
Kohl-, Wasserrüben, Futtermöhren	10	Souci [23]	Kehricht: biogener Anteil	25	Lötscher [44]
Miscanthus	80	Hartmann [71]	Klärschlamm	10	(eigene)
Müllereierzeugnisse	90	Souci [23]	Kompost	40	(eigene)
Ölsaaten	90	Souci [23]	Rapskuchen	90	Müller [48]
Pflanzen lebend	20	(eigene)			

eigene = eigene Annahmen und Schätzungen

Mittel = geschätzter Mittelwert bei Flüssen aus unterschiedlichen Gütern

## Anhang 3: verwendete Energieinhalte biogener Güter bezogen auf ihre Trockensubstanz

	Hu in kWh/kg TS		Hu in kWh/kg TS
<b>Lebensmittelbereich</b>			
Alkohol (Getränke & Flüssigkeiten)	6.00	Samen, Früchte, Stroh, Futter	4.72
Beeren	4.72	Säugetiere & Vögel lebend	5.00
Bier	5.40	Silomais	4.72
Branntwein	4.72	Sonnenblumen	4.72
Butter	10.10	Stroh	4.72
Eier	6.90	Zuckerrüben	4.72
Fette	10.00		
Fisch, Krebs, Weichtiere, Schalentiere	5.00	<b>Fleischverarbeitung</b>	
Fischzubereitung, -konserven	5.00	andere Waren tierischen Ursprungs	5.00
Fleisch- und Fleischwaren	5.00	Extaktionsfett	10.00
Fleischkonserven	5.00	Häute und Felle	4.72
Früchte	4.86	Hunde- und Katzenfutter	5.00
Gemüse	4.86	Innereien: Därme, Blasen und Magen	4.72
Gemüse-, Fruchtzubereitung	4.86	Knochen	4.72
geniessbare Waren tierischen Ursprungs	4.72	Lederwaren	4.72
Gewürze	4.72	Mehl & Pellets von Fleisch	5.00
Honig	4.72	Pansen	4.72
Hülsenfrüchte	4.86	Pelze	4.72
Joghurt (& Kefir)	5.21	PET-Food	4.72
Kaffee	4.86	tierische Nebenprodukte	4.72
Kaffee, Tee, Gewürze	4.86	Tierkadaver	5.00
Kakao	4.86	Tiermehl	4.00
Käse und Quark	7.07	Wolle und Tierhaare	4.72
Kondensmilch	6.25		
Milch	6.25	<b>Wald und Holz</b>	
Milch und Rahm	7.50	Altholz	5.00
Milchpulver	6.25	Altpapier	4.72
Molke u. ä.	6.25	Brennholz	5.00
Nüsse	4.86	Faserstoffe	4.72
Obst (inkl. Obstsaften)	4.86	Hackschnitzel	5.00
Pflanzenöl	10.30	Holz in Bündeln	5.00
Pflanzensaften	4.86	Holzkohle	8.06
Rahm	9.30	Holzpellets/Sägemehl	5.00
Tabak	4.72	Holzschnitzel	5.00
Tee	4.86	Holzstoff	5.00
Wein (inkl. Obstwein)	7.60	Papier & Karton	4.72
Weintrauben	4.86	Pulp	4.72
Zucker (inkl. Sirup)	4.72	Zellstoff	4.72
<b>Landwirtschaft</b>		<b>Energie</b>	
Bruteier	6.90	Altspeiseöl	10.25
Erd	4.72	Biodiesel	10.05
Fische lebend	5.00	Bioethanol	7.45
Flachs	4.72	Biogas	5.90
Futter & Futterwaren fest	4.72	Friteusenfette	10.30
Futterrüben	4.72	Glycerin	10.00
Getreide	4.72	Klärgas	6.40
Grünfütter	4.72	Pflanzenöl	10.30
Hanf	4.72	Lignosubstrat (entzuckert)	8.30
Heu	4.72		
Hofdünger	4.40	<b>Abfall, Entsorgung &amp; Recycling</b>	
Hopfen	4.72	Bioplastics	4.72
Kartoffeln (und Stärke)	4.86	Gärgut fest	4.72
Kohl-, Wasserrüben, Futtermöhren	4.86	Gärgut flüssig (Presswasser)	4.72
Miscanthus	4.72	Gastroabfälle	3.89
Müllereierzeugnisse	4.72	Grüngut Kompostierung	4.72
Ölsaaten	10.30	Grüngut Vergärung	4.72
Pflanzen: Abgänge, Abfälle, Rasenschnitt etc.	4.72	Kehricht: biogener Anteil	4.03
Raps	10.30	Klärschlamm	4.72
		Kompost	4.72
		Nahrungsmittelabfälle	4.17
		Rapskuchen	4.72