



Bundesamt für Energie
Office fédéral de l'énergie
Ufficio federale dell'energia
Swiss Federal Office of Energy

Programm Biomasse

Biogene Güter in der Schweiz

Massen- und Energieflüsse

ausgearbeitet durch

Karin Scheurer

Urs Baier

Hochschule Wädenswil (HSW)

8820 Wädenswil

im Auftrag des

Bundesamtes für Energie

Projektnummer: 39 573

Vertragsnummer: 79 424

Februar 2001

Schlussbericht

Diese Arbeit ist im Auftrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft entstanden. Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Berichts verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

ZUSAMMENFASSUNG	5
SUMMARY	6
RESUMÉ	6
1 EINLEITUNG	7
1.1 Ausgangslage	7
1.2 Ziele der Arbeit	7
2. METHODEN	8
2.1 Datengrundlage	8
2.2 Berechnungen	8
2.2.1 Rohdaten	8
2.2.2 Trockensubstanz-Gehalt (TS)	8
2.2.3 Energieinhalt	9
2.3 Darstellung	9
3. ERGEBNISSE	11
3.1 Struktur	11
3.2 Massenfluss [t TS]	12
3.3 Energiefluss [GWh]	13
3.4 Beschreibung der Massen- und Energieflüsse	15
3.4.1 Pflanzenbau	15
3.4.2 Tierhaltung	15
3.4.3 Forstwirtschaft	16
3.4.4 Lebensmittelindustrie	19
3.4.5 Fleischverarbeitung	22
3.4.6 Holzverarbeitung	24
3.4.7 Papier- und Werkstoffindustrie	25
3.4.8. Konsum	26
3.4.9 Energiegewinnung	26
3.4.10 Landwirtschaft	28
3.4.11 Kompostierung	28
3.4.12 Vergärung	28
3.4.13 KVA	28
3.4.14 Deponie	28
3.4.15 Industrielle Verbrennung	28
3.4.16 Kläranlagen (ARA)	28
4. LITERATURVERZEICHNIS	33
ANHANG	37
Anhang 1: Abbildungsverzeichnis	38
Anhang 2: Tabellenverzeichnis	38
Anhang 3: Abkürzungsverzeichnis	39

DANK

Unser Dank richtet sich an alle beteiligten Personen, Firmen, Institute und Bundesbehörden für ihre bereitwillige Auskunftsbereitschaft und freundliche Unterstützung.

Zusammenfassung

In den Zielen des Programms Energie 2000 und dem Nachfolgeprogramm Energie-Schweiz sind unter anderem die Förderung der erneuerbaren Energien festgeschrieben. In den letzten Jahren wurden bereits verschiedene Studien zum energetisch nutzbaren Potential von Biomasse durchgeführt. Im vorliegenden Bericht *Biogene Güter in der Schweiz* werden Zahlen aus bestehenden Statistiken und Studien zusammengeführt und in einem umfassenden Massen- und Energieflussdiagramm dargestellt. Die Massenflüsse geben einen Überblick über die mengenmässig relevanten Güterflüsse und lassen folgende Schlussfolgerungen zu:

Die mengenmässig weitaus grössten biogenen Stoffflüsse in der Schweiz stammen aus der Tierfütterung (Futterpflanzen inkl. Grünfutter) und aus der Tierhaltung (inkl. Hofdünger). Diese Stoffflüsse bestätigen die in anderen Studien festgestellten Potentiale zur stofflichen oder energetischen Nutzung.

Die Verwirklichung einer nachhaltigen Ressourcenbewirtschaftung ist in folgenden Industriezweigen fortgeschritten:

- In der Lebensmittelindustrie, wo ein grosser Teil der Abfälle als Futter verwertet wird.
- In der Holz- und Papierindustrie, wo die Abfälle (Restholz und Altpapier) zum grössten Teil stofflich oder energetisch wieder verwertet werden.

Ein vergleichsweise hoher Anteil der direkt konsumierten oder in der Schweiz verarbeiteten Nahrungsmittel stammt aus Importen. Der Vergleich der Energieflüsse (Bruttoenergie) mit dem Massenflüssen (Tonnen Trockensubstanz) lassen nur unwesentliche quantitative Unterschiede erkennen. Die grossen energetischen Unterschiede liegen schlussendlich bei der Form der energetischen Verwertung (Trocknung, Verbrennung, Vergärung etc.) der Güter. Die mengenmässig grössten stofflichen und energetischen Verluste entstehen in der Tierhaltung und durch den menschlichen Konsum.

Summary

The Swiss strategy programme Energy 2000 and its follow-up Energy Switzerland both propagate the use of renewable energies. During the last years a number of studies have been carried out showing the energy potential of biomass in Switzerland.

This study *Biogene Güter in der Schweiz* compiles data from existing studies and statistics and presents them in a detailed and structured mass and energy flow diagram. The mass flows shown give a general view over the relevant fluxes of biomass and lead to the following conclusions:

Quantitatively the most important biomass fluxes are generated by animal feedstuff and manure.

These fluxes confirm the vast potential for mass and energy recovery shown in former studies.

The following industries have reached a high standard of sustainable resource management:

- The food processing industry, where a major part of organic wastes is recycled as animal fodder.
- The pulp and paper industry, where waste materials (wood and paper) are almost quantitatively directed towards mass or energy recovery.

A comparably high percentage of food, either processed in Switzerland or consumed, directly is imported. A direct comparison of energy fluxes (gross energy) and mass fluxes (tons dry matter) shows only minor quantitative differences. The major differences are to be found in energetic conversion efficiency (combustion, fermentation, drying). The highest percentage of gross energy losses were found in the processes of livestock breeding and of human biomass consumption.

Resumé

Le programme Energie 2000 et Suisse Energie, qui lui a succédé, misent notamment sur la promotion des énergies renouvelables. A ce titre, différentes études ont été consacrées ces dernières années au potentiel énergétique de la biomasse.

Le rapport *Biogene Güter in der Schweiz* présente un diagramme détaillé et structuré des flux de matières et d'énergie, réalisé à partir de statistiques et d'études existantes. Les flux de matières donnent une vue d'ensemble des flux de biomasse et amènent à tirer les conclusions suivantes:

En Suisse, la plus grande partie des flux de biomasse proviennent de l'alimentation des animaux (fourrage, y c. l'herbe) et de l'élevage (y compris les engrais naturels). Ces flux confirment le réel potentiel d'exploitation sous forme de matière ou d'énergie constaté ailleurs.

Deux branches de l'industrie ont atteint un niveau élevé dans la gestion durable des ressources:

- l'industrie alimentaire, où une grande partie des déchets est transformée sous forme d'aliments.
- l'industrie du bois et du papier, où les déchets (bois de rebut et vieux papier) sont réutilisés en tant que matière ou pour leur énergie.

Par ailleurs, les aliments consommés directement ou transformés en Suisse proviennent dans une proportion comparativement élevée d'importations. La comparaison des flux énergétiques (énergie brute) et des flux de matières (tonnes de substance sèche) ne révèle que de faibles différences quantitatives. Les différences essentielles se situent dans la forme que prend la valorisation énergétique (séchage, combustion, fermentation, etc.) de la biomasse. Enfin, ce sont l'élevage de bétail et la consommation humaine qui affichent les pertes brutes d'énergie proportionnellement les plus élevées.

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Gemäss der Statistik der erneuerbaren Energien (Kaufmann, 2000) beträgt der Anteil der genutzten erneuerbaren Energien am gesamten schweizerischen Energieverbrauch 16.3 %. Davon stammen rund 78% aus energetisch genutzter Wasserkraft und 17.6% aus Biomasse.

Innerhalb des Programms 'Energie 2000' und des Nachfolgeprogramms 'Energie-Schweiz' soll der Einsatz erneuerbarer Energien gefördert werden. So wurden in den letzten Jahren verschiedene Studien zum energetisch nutzbaren Potential von Biomasse in der Schweiz durchgeführt (BFK, 1993; Hersener & Meier, 1999; Infrac & Engeli Engineering, 1994). Die Studien zeigen auf, dass nur ein Teil des Potentials tatsächlich genutzt wird. Der genutzte Anteil beträgt ca. ein Viertel des möglichen energetischen Potentials aus Biomasse (Hersener & Meier, 1999). Vor allem die energetische Nutzung von Hofdüngern und von zusätzlichem Holz stellen ein grosses Potential dar.

Während die Güterumschläge in einzelnen Bereichen gut dokumentiert sind, existiert bis jetzt keine umfassende gesamtschweizerische Übersicht über alle biogenen Güterflüsse.

Die vorliegende Studie gibt einen detaillierten Überblick über die in der Schweiz vorhandene Biomasse und der einzelnen Güterflüsse von der Entstehung bis zu deren Entsorgung. Diese Studie ist als Instrument zur Entscheidungsfindung bei der Formulierung von Strategien zur zusätzlichen energetischen Nutzung von Biomasse gedacht.

1.2 Ziele der Arbeit

Folgende Ziele werden verfolgt:

- Erfassung der relevanten biogenen Güter und Güterflüsse der Schweiz anhand bestehender statistischer Grundlagen.
- Darstellung der Güterflüsse in Tonnen [t], Tonnen Trockensubstanz [t TS] und in Energie [MWh] in einem Massen- und Energieflussdiagramm.

Bei der Darstellung der Daten in Tabellen und Diagrammen wird Wert auf Transparenz und hohen Detaillierungsgrad gelegt. Eine Beurteilung und Veränderungen der Gütermengen oder -flüssen sollen jederzeit mit geringem Aufwand möglich sein.

2. Methoden

2.1 Datengrundlage

Diese Arbeit basiert auf den Mittelwerten der Jahre 1998 und 1999, soweit die Zahlen für beide Jahre vorhanden waren (s. Anhang 8-10). Die Zahlen wurden bestehenden Statistiken und Abschätzungen entnommen, die in den letzten Jahren von verschiedenen Stellen durchgeführt worden sind. Es wurden keine eigene Messungen oder Erhebungen durchgeführt.

Bei der land- und forstwirtschaftlichen Produktion sind sehr genaue Angaben aus den jährlich erscheinenden Statistiken des Schweizerischen Bauernverbandes und des Bundesamtes für Statistik ersichtlich (BFS & BUWAL, 1999; SBV, 2000).

Detaillierte Statistiken aus den verarbeitenden Industrien liegen für die Papier- und Zellstoffindustrie vor (BFS & BUWAL, 1999; ZPK, 1999). Zahlen zu den lebensmittelverarbeitenden Betrieben werden nicht über die Verbände erfasst und beruhen auf Abschätzungen. Wir stützen uns für die festen Abfälle aus der Lebensmittelindustrie hauptsächlich auf den Bericht von Lötscher (Lötscher & Hungerbühler, 1997), da die Abschätzung umfassend und gut nachvollziehbar ist. Einzig für die bei der Fleischverarbeitung entstehenden Abfälle existieren aus dem Bericht von Membrez (Membrez, 1997) detailliertere Angaben, die mittels telefonischer Rückfragen bei den behandelnden Betrieben aktualisiert wurden. Soweit möglich wurden die Zahlen der Lebensmittelindustrie den veränderten Produktionsmengen der schweizerischen Landwirtschaft angepasst.

Die Abfallmengen, die bei den einzelnen Entsorgungsstellen anfallen, sind zu einem grossen Teil in der Abfallstatistik des BUWAL erfasst (BUWAL, 1999). Die Zahlen zum Nettoimport biogener Güter stammen aus der Aussenhandelsstatistik (OZD, 1999).

Die Genauigkeit der Daten hängt hauptsächlich von den verwendeten Quellen ab. Der Fehler dürfte im Bereich von 10-20% liegen, wobei der Anteil des Fehlers bei der Produktion eher klein bzw. derjenige bei der Verarbeitung eher gross ist.

2.2 Berechnungen

2.2.1 Rohdaten

Daten, die in Volumenangaben (m³) oder Stückzahlen (Stk.) vorlagen, wurden in Tonnen (t) umgerechnet (Anhang 8-10). Die benutzten Faktoren bei den einzelnen Güterflüssen sind in Kap. 3.4 aufgeführt.

2.2.2 Trockensubstanz-Gehalt (TS)

Für einen Vergleich der einzelnen Güterströme wurden die Gesamttonnagen in Tonnen Trockensubstanz (t TS) umgerechnet. Die TS-Gehalte der Güter wurden aus diversen Quellen zusammengezogen (s. Anhang 4). Eine gute Quelle für den TS- Gehalt von Lebensmitteln bildet das Nachschlagewerk von Souci (Souci et al., 1994).

2.2.3 Energieinhalt

Die eingesetzten Energiewerte verstehen sich als reine Bruttoenergie der Güterströme. Energieaufwände für Transport, Verarbeitung, Trocknung etc. sind hier bewusst nicht berücksichtigt. Der Energiegehalt wird in diesem Bericht mit dem unteren Heizwert H_u in MWh angegeben (s. Anhang 5).

Bei der Berechnung der Biogaserträge vergärter organischer Güter wird von einem theoretischen Biogasertrag von $0.35 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ oTS}$ ausgegangen. Aus der Praxis der Abwässer aus der Lebensmittelindustrie entspricht der CSB-Gehalt von 10 g l^{-1} einem TS - Gehalt von 1% (= 10 g l^{-1}) (Engeli, 2000). Als unterer Heizwert H_u wird in der Literatur 6 kWh pro m^3 Biogas angegeben (Edelmann & Schleiss, 1999; Wellinger et al., 1991). Die Energie im Biogas kann mit einer WKK (Wärme-Kraft-Kopplung) in 30 % elektrische Energie und 60% thermische Energie umgewandelt werden (Wellinger et al., 1991).

2.3 Darstellung

In der vorliegenden Arbeit werden die biogenen Güterflüsse dargestellt. Sie ist somit nicht als Stoffflussanalyse im engeren Sinne zu verstehen. Die Terminologie und Darstellung werden jedoch gemäss den Methoden der Stoffflussanalyse von Baccini (Baccini & Bader, 1996) und vom BUWAL (BUWAL, 1996) angewendet.

Beim Massen- und Energieflussdiagramm wurde als Systemgrenze die Landesgrenze der Schweiz definiert, wobei die Datenerfassung von Import und Export an der Schweizer Grenze erfolgt.

Das System Schweiz wird in die Teilsysteme **Produktion**, **Verarbeitung**, **Nutzung**, **Abfallwirtschaft** und die entsprechenden Prozesse gegliedert. Das Teilsystem *Umwelt* wird in dieser Erhebung ausgeklammert. Die einzelnen Teilsysteme werden im Folgenden kurz erläutert:

Das Teilsystem **Produktion** beinhaltet die drei Prozesse Pflanzenbau, Tierhaltung und Forstwirtschaft und erfasst somit alle relevanten land- und forstwirtschaftlichen Produkte.

Im Teilsystem **Verarbeitung** werden die Prozesse Lebensmittelindustrie, Fleischverarbeitung, Holzverarbeitung und Papier- und Holzwerkstoffindustrie unterschieden. Fleischverarbeitung sowie Papier- und Werkstoffindustrie werden aus Gründen eines höheren Informationsgehaltes bei der Darstellung in eigenen Prozessen erfasst. Der Handel ist in den einzelnen Verarbeitungsprozessen enthalten.

Das Teilsystem **Nutzung** umfasst die Prozesse Konsum und (direkte) Energiegewinnung.

Innerhalb des Teilsystems **Abfallwirtschaft** werden die Prozesse Landwirtschaft, Kompostierung, Vergärung, KVA, Deponie, industrielle Verbrennung und ARA unterschieden.

3. Ergebnisse

3.1 Struktur

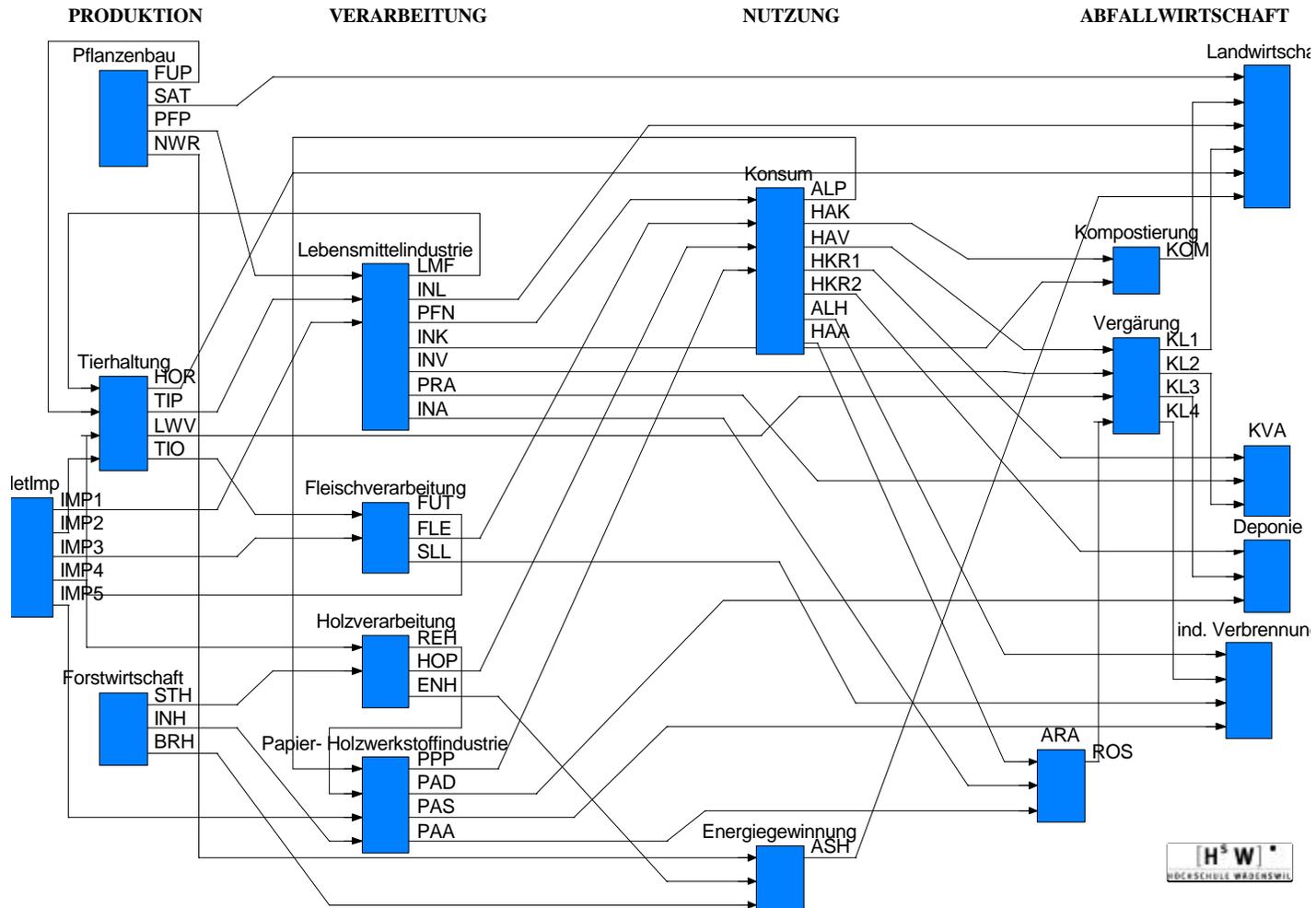


Abb. 1: Für biogene Güter relevanten Prozesse und Flüsse innerhalb der Schweiz. Die detaillierte Bezeichnung der Flüsse sind dem Anhang 3 bzw. Kap. 3.4 zu entnehmen.

3.3 Energiefluss [GWh]

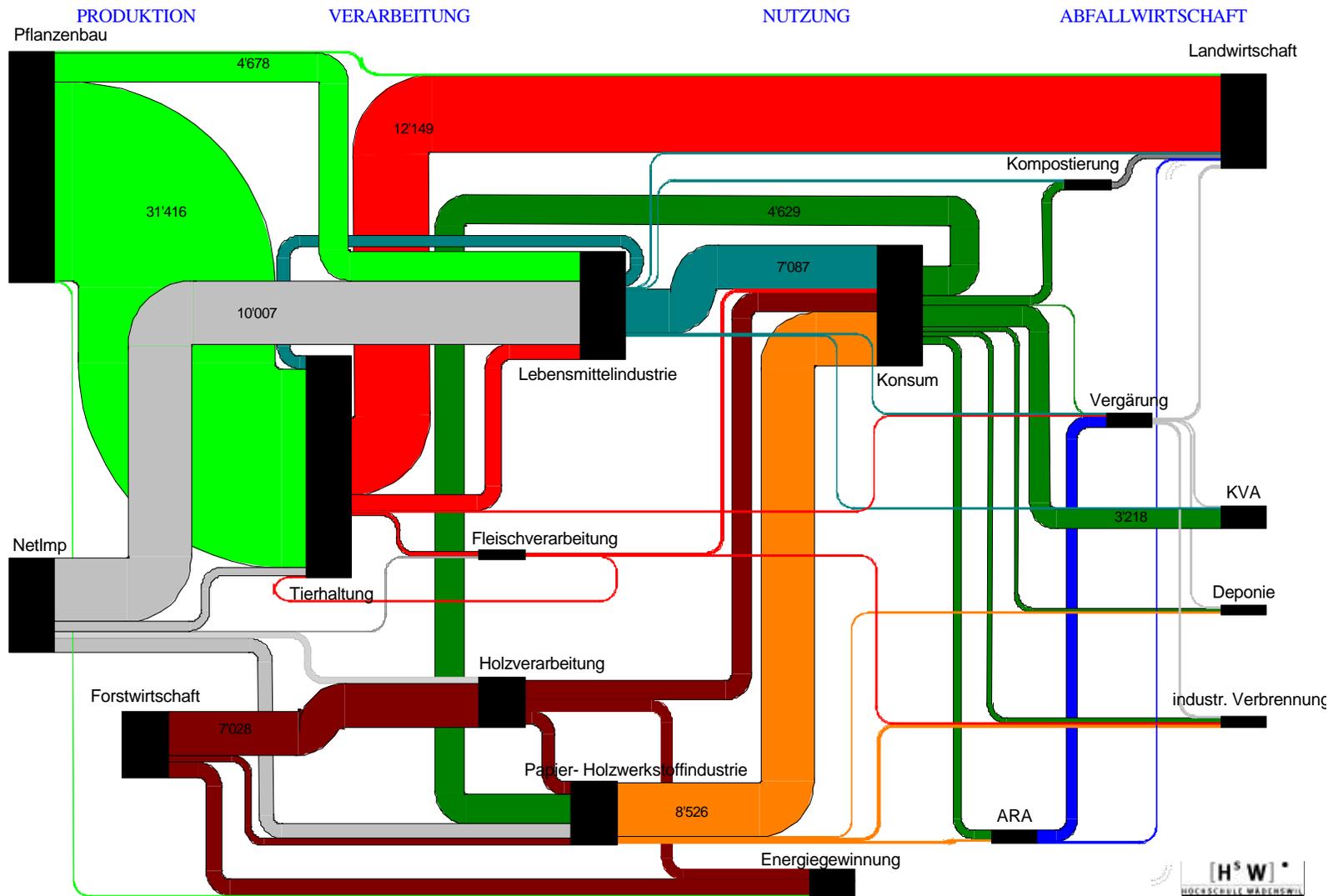


Abb. 3: Energieflussdiagramm der biogenen Güter in der Schweiz in GWh (Gerechnet mit dem unteren Heizwert H_u).

3.4 Beschreibung der Massen- und Energieflüsse

3.4.1 Pflanzenbau

Der Prozess Pflanzenbau beinhaltet alle in der Schweiz produzierten pflanzlichen Produkte ausgenommen der Holzproduktion. Angegeben und gerechnet wird mit den mengenmässig relevanten Güterflüssen (Tab. 1). Soweit nicht anders erwähnt stammen die Zahlen aus den Statistischen Erhebungen der Landwirtschaft (SBV, 2000).

Pflanzliche Produkte (PFP)

Der Güterfluss PFP umfasst alle Gemüse, Hülsenfrüchte, Kartoffel, Getreide, Ölsaaten (Raps, Sonnenblume, Soja), Zuckerrüben und Früchte, die für die menschliche Ernährung bestimmt sind. Futtergetreide und –kartoffel, Saatgetreide und –kartoffeln, Ernterückstände sowie Rapssaaten, die zur Energiegewinnung verwendet werden, sind darin nicht beinhaltet.

Futterpflanzen (FUP)

Unter Futterpflanzen sind alle pflanzlichen Produkte, welche direkt der Tierfütterung bzw. –haltung zugeführt werden, eingeschlossen. Neben dem Grünfutter, das rund 75% ausmacht, sind dies Futtergetreide und –kartoffel, Futterrüben, Heu, Emd, Silomais und Stroh.

Nachwachsende Rohstoffe (NWR)

Laut den statistischen Erhebungen der Landwirtschaft (SBV, 2000) wurden in der Schweiz im Jahre 1998 neben Hanf und Chinaschilf auch etwa 10 % der angebauten Rapssaaten der Energieverwertung zugeführt.

Saatgut / Ernterückstände (SAT)

Im Saatgut sind die im bäuerlichen Betrieb und die im Handel erhältlichen Mengen zusammengefasst. Ernterückstände machen ca. 10 % der pflanzlichen Produktion aus.

3.4.2 Tierhaltung

Im Prozess der Tierhaltung sind die Viehbestände der schweizerischen Landwirtschaft nicht aufgeführt. Es werden lediglich die Ströme in und aus dem Prozess aufgezeigt (Tab. 1). So bleibt auch die Futtermilch innerhalb des Prozesses und wird bei den Tierischen Produkten (TIP) nicht berücksichtigt.

Tierische Organismen (TIO)

Geschlachtete Tiere werden gemäss den Angaben in der Literatur in Schlachtkörper, Organteile und gerechneten Menge Schlachtabgang angegeben. Der Fischertrag setzt sich aus der Fangstatistiken der Berufs- und Amateurfischer der Seen und Fliessgewässer zusammen (BUWAL, 2000)

Tierische Produkte (TIP)

Die unverarbeiteten Mengen an Milch (abzüglich Futtermilch für Jungtiere), Eier und Honig gelangen als tierische Produkte in die Lebensmittelverarbeitung. Für Eier wird ein mittleres Gewicht von 55 g angegeben (SBV, 2000).

Hofdünger (HOR)

Die von Menzi geschätzten Hofdüngermengen aus dem Jahr 1996 (Menzi et al., 1998) wurde für den Erfassungszeitraum 1998/99 mit den Angaben vom Schweizerischen Bauernverband (SBV, 2000) hochgerechnet. Der Anteil von Mist an der Hofdüngermenge beträgt ca. 50% der Trockensubstanzmasse und ist durch tiergerechtere Haltungsweisen eher im Steigen begriffen (Menzi et al., 1998).

Landwirtschaftliche Vergärung (LWV)

In landwirtschaftlichen Biogasanlagen wird hauptsächlich Hofdünger vergoren. Einige Anlagen vergären zusätzlich Grünabfälle und Speisereste (Co-Vergärung). Die Menge des vergorenen Materials wird aus dem in der Statistik der erneuerbaren Energien aufgeführten Biogasertrag (Kaufmann, 2000) zurückgerechnet. Verglichen mit der total anfallenden Hofdüngermenge wird nur ein geringer Teil vergärt.

3.4.3 Forstwirtschaft

Die Berechnung der Holzströme gestaltete sich als schwierig, da in den verschiedenen Berichten mit unterschiedlichen Umrechnungsfaktoren ($\text{m}^3 \rightarrow \text{t} \rightarrow \text{t TS}$) bei zum Teil nicht bekannten Trockensubstanzgehalten von Holz gerechnet wird. In der schweizerischen Holzstatistik sind die Erträge und Produktionszahlen mit einem Umrechnungsfaktor für Laubholz bzw. Nadelholz von 0.9 t m^{-3} bzw. 0.65 t m^{-3} bei unbekanntem Trockensubstanzgehalt angegeben (BFS & BUWAL, 1999). Im Bericht sind die Gesamttonnagen mit den entsprechenden Umrechnungsfaktoren gerechnet (Tab. 1). Die Angaben in t TS werden nach (Marutzky & Seeger, 1999) gerechnet, wo bei einem TS von 85% beim Laubholz von 0.65 t m^{-3} bzw. beim Nadelholz von einem TS von 0.45 t m^{-3} ausgegangen wird.

Folgende Umrechnungsfaktoren wurden bei den Holzflüssen verwendet:

	[t m ⁻³]	% TS	[t TS m ⁻³]	[MWh t ⁻¹ TS]	Quelle
Nadelholz	0.65 (0.45)	? 85	0.38	5.0	(SBV, 2000) (Marutzky & Seeger, 1999)
Laubholz	0.90 (0.65)	? 85	0.55	5.2	(SBV, 2000) (Marutzky & Seeger, 1999)
Mischholz	0.75 (0.55)	? 85	0.47	5.1	(SBV, 2000) (Hersener & Meier, 1999)
<u>zum Vergleich</u>					
Holzenergiestatistik	0.65	85		5	(Kessler, 1999)

Der Energiegewinn aus Holz ist gegenüber der in der Holzenergiestatistik verwendeten Methode leicht geringer, da dort mit höheren Umrechnungsfaktoren gerechnet wurde.

Stammholz (STH)

Rund 67% der schweizerischen Holzproduktion gelangt als Stammholz in die Sägereien, 35% davon in den Export.

Industrieholz (INH)

Unter Industrieholz sind die direkten Holzbezüge der Papier- und Zellstoffindustrie und der Holzwerkstoffindustrie (Span- und Faserplattenindustrie) aufgeführt. Sie betragen rund 10 % der inländischen Holzproduktion.

Brennholz (BRH)

23% der Holzlandproduktion wird direkt als Energieholz verwertet. Zusätzlich fällt aus der Produktion der Holzindustrie (ENH) und durch Altholz nochmals beträchtliche Mengen an Energieholz an. Altholz wird in der KVA oder in den industriellen Feuerungen verbrannt und wird bei den Strömen Hauskehricht (HKR) und Altmaterial (ALH) mitgerechnet.

Tab. 1: Produktionszahlen der schweizerischen Land- und Forstwirtschaft.

Produktion	1998/1999 [t]	1998/1999 [t TS]	1998/1999 H_u [MWh]
PFLANZENBAU	26'971'161	7'610'234	36'466'807
PPF (Pflanzliche Produkte)	3'080'551	906'500	4'693'333
Gemüse	319'089	35'100	170'585
Hülsenfrüchte	11'235	2'809	13'651
Kartoffel	307'097	67'561	328'348
Getreide	420'579	365'904	1'778'292
Ölsaaten	58'771	52'894	544'807
Zuckerrüben	1'155'989	254'318	1'235'983
Früchte	639'134	95'870	465'929
Trauben	168'657	32'045	155'738
FUP (Futterpflanzen)	23'705'681	6'634'221	31'416'398
Futtergetreide	786'725	684'451	3'326'431
Futterkartoffeln	228'956	50'370	244'800
Futterpflanzen	22'690'000	5'899'400	27'845'168
NWR (nachwachsende Rohstoffe)	14'086	6'645	55'498
nachw. Rohstoffe	14'086	6'645	55'498
SAT (Saatgut/Ernterückstände)	170'843	62'868	301'577
Saatkartoffeln	23'947	5'268	25'604
Saatgetreide	33'671	29'294	142'368
Ernterückstände	113'225	28'306	133'606
TIERHALTUNG	27'296'639	3'353'991	15'869'156
Futtermilch	657'000	78'840	492'750
TIO (Tierische Organismen)	561'192	140'400	701'998
Tiere (Schlachtgewichte)	429'212	107'303	536'515
Wild (Schlachtgewichte)	1'730	433	2'163
Organteile	13'740	3'435	17'175
Fische	2'034	610	3'050
Schlachtabgang	114'476	28'619	143'095
TIP (Tierische Produkte)	3'289'348	400'060	2'506'202
Milch	3'247'000	389'640	2'435'250
Eier	38'410	9'987	68'908
Honig	3'938	433	2'045
HOR (Hofdünger)	22'750'000	2'730'000	12'148'500
Hofdünger	22'750'000	2'730'000	12'148'500
LWV (Landwirtschaftliche Vergärung)	39'099	4'692	19'706
FORSTWIRTSCHAFT	3'432'475	2'069'368	10'615'332
STH (Stammholz)	2'295'250	1'362'040	7'027'690
Stammholz	2'295'250	1'362'040	7'027'690
INH (Industrieholz)	344'900	215'518	1'103'768
Industrieholz	344'900	215'518	1'103'768
BRH (Brennholz)	792'325	491'810	2'483'874
Brennholz	792'325	491'810	2'483'874

3.4.4 Lebensmittelindustrie

Der Prozess Lebensmittelindustrie beinhaltet neben der Lebensmittelverarbeitung aus pflanzlichen oder tierischen Produkten auch den Transport und den Handel. So gelangen beispielsweise Eier und Honig unverarbeitet aus dem Strom tierische Produkte (TIP) direkt in den Strom Nahrungsmittel (PFN). Feste Abfälle, die bei der Lebensmittelverarbeitung anfallen, werden nach Angaben von (Lötscher & Hungerbühler, 1997) den weiteren Verwertungsströmen zugeführt (Tab. 2).

(Pflanzliche) Nahrungsmittel (PFN)

Pflanzliche Produkte werden nach Abzug der geschätzten bzw. berechneten Abfallmengen dem Nahrungsmittelstrom zugeführt:

- Aus Zuckerrüben werden ca. 15% Zuckerkristalle gewonnen (Zuckerfabriken Aarberg und Frauenfeld AG, 2000). Die anfallenden Pressschnitzel und die Melasse werden verfüttert.
- Nach Gewinnung des Öles (35%) durch Abpressen der Ölsaaten werden die Abfälle ebenfalls verfüttert.
- Bei der Mostobstverarbeitung liegt die Saftausbeute bei 80%.
- Bei der Weintraubenverarbeitung (100%) ist eine Jungweinausbeute von 75% zu erwarten, die verbleibenden 25% setzen sich aus verschiedenen Abgängen zusammen (LBL, 1997). Die Menge der bei der Weintraubenverarbeitung anfallenden Abgänge (Trester, div.) kann somit aus den produzierten inländischen Weinmengen zurückgerechnet werden.

Futter aus Lebensmittelabfällen (LMF)

Der grösste Teil (90%) der bei der Lebensmittelverarbeitung anfallenden Abfälle gelangt in die Tierhaltung und wird verfüttert. Die Zahlen basieren auf Schätzungen von (Lötscher & Hungerbühler, 1997).

Landwirtschaftliche Verwertung (INL)

Traubentrester wird laut Weinbauern zum grössten Teil direkt im Weinberg untergepflügt. Panseninhalte werden einfachheitshalber bei den Abfallströmen der Pflanzlichen Nahrungsmitteln aufgeführt. Sie werden zu 30% in der Landwirtschaft verwertet, zu 60 % in der Kompostierung und zu 10 % in der Vergärung (Hess, 1997).

Kompostierung (INK)

Ein Teil der festen organischen Abfällen, die nicht verfüttert werden, wird vor der Austragung aufs Feld kompostiert.

Vergärung (INV)

Gewisse Abwässer aus der Lebensmittelindustrie müssen vorbehandelt werden. 1998 wurden 18 Biogasanlagen in der Lebensmittel- und Papierindustrie gezählt (Engeli, 1998). Weitere Anlagen sind in Planung. Die Menge des vergorenen Materials wird aus dem in der Statistik der erneuerbaren Energien aufgeführten Biogasertrag zurückgerechnet (Kaufmann, 2000).

Produktionsabfälle (PRA)

Nur ein geringer Teil der Lebensmittelabfälle wird verbrannt.

Industrieabwasser (INA)

Aktuelle Zahlen zur Menge und Zusammensetzung der in der Lebensmittelverarbeitung anfallenden Abwasserströme liegen nicht vor. Die einzige Abschätzung aus dem Jahr 1993 (BFK, 1993) wurde nur untergeordnet verwendet, da von wesentlichen Veränderungen bei der Abwasservorbehandlung im Betrieb ausgegangen werden muss. Anfallende Abwassermengen werden einerseits im Strom INV (betriebseigenen Biogasanlagen) erfasst. Ein anderer Teil gelangt ungereinigt oder vorgereinigt in die kommunalen Kläranlagen. Zahlen zu dieser Abwasserfracht sind nicht erhältlich und wurden aufgrund der aus Schlamm gewonnen Energie zurückgerechnet.

Tab. 2: Zahlen zur Verarbeitung der schweizerischen Lebensmittelindustrie. Güter, die in den Prozess einfließen, sind grau unterlegt.

Verarbeitung	Input			Output		
	1998/1999 [t]	1998/1999 [t TS]	1998/1999 H _u [MWh]	1998/1999 [t]	1998/1999 [t TS]	1998/1999 H _u [MWh]
LEBENSMITTELINDUSTRIE	9'660'353	3'407'494	19'529'612	7'949'177	2'903'631	16'815'072
IMP1 (aus Tab. 6)	2'734'954	1'623'109	10'007'848	2'179'454	1'145'284	7'685'618
Import in Verarbeitung	555'500	477'825	2'322'230			
PFP (aus Tab. 1)	3'080'551	906'500	4'693'333			
TIP (aus Tab. 1)	3'289'348	400'060	2'506'202			
PFN (Pflanzl. Nahrungsmittel)				3'180'293	1'258'459	7'039'079
Mehl				608'379	547'541	2'661'050
Gemüse				277'269	30'500	148'228
Kartoffeln				298'733	65'721	319'405
Hülsenfrüchte				11'235	2'809	13'651
Zucker				176'206	176'206	831'692
Öl				60'085	54'077	556'988
Früchte				348'584	52'288	254'118
Obstsaft				195'000	23'400	113'724
Wein				133'399	14'674	111'522
Bier				11'245	956	5'161
Milch				654'000	78'480	490'500
Butter				40'810	34'689	350'354
Käse				136'770	75'224	531'830
Milchpulver				61'000	58'560	305'098
Kondensmilch				530	106	663
Rahm				66'400	25'232	234'658
div. Milchprodukte				58'300	7'579	39'487
Eier				38'410	9'987	68'908
Honig				3'938	433	2'045
LMF (Futter aus Lebensmittelindustrie)				2'417'587	456'368	1'903'056
Müllereiabfälle				187'000	158'950	662'822
Rüstabfälle (Gemüse/Kartoffel)				35'904	5'971	24'899
Schnitzel und Melasse (Zucker)				282'096	56'419	235'268
Extraktionskuchen/-schrot (Öl)				111'587	100'428	418'786
Fruchttrester				47'000	14'100	58'797
Biertreber				75'000	16'500	68'805
Schotte, Magermilch, Käseabfälle				1'679'000	104'000	433'680
INL (Landw. Verwertung Industrieabfälle)				92'164	17'433	72'696
Brennereirückstände				40'000	2'000	8'340
Traubentrester				41'364	12'409	51'746
Panseninhalt				10'800	3'024	12'610
INK (Kompostierung Industrieabfälle)				72'540	13'583	62'141
Rüstabfälle (Gemüse)				7'140	1'071	4'466
Zuckerrübenkraut				40'000	10'000	47'200
Brennereirückstände				20'000	1'000	4'170
Panseninhalt				5'400	1'512	6'305
INV (Vergärung Industrieabfälle)				0	11'432	48'015
Industrielle Abwässer					11'432	48'015
PRA (Verbrennung Industrieabfälle)				7'140	1'071	4'466
Rüstabfälle (Gemüse)				7'140	1'071	4'466
INA (Industrieabwasser)					160'367	673'541

3.4.5 Fleischverarbeitung

Bei der Schlachtung von Tieren fällt der Schlachtabgang als Anteil des Lebendgewichts wie folgt an: beim Lamm 52%, Grossvieh 49%, Kalb 40%, Schwein 22% (Binzegger, 2000). Bei der Weiterverarbeitung des Schlachtgewichtes (Lebendgewicht - Schlachtabgang) fallen weitere Abfälle an. Insgesamt fallen jährlich rund 230'000 t tierischer Abfälle an. Pro Tonne tierischer Abfälle wird im Extraktionsprozess durchschnittlich 0.266 t Tiermehl und 0.106 t Tierfett gewonnen (Membrez, 1997). Exportiertes Tiermehl und Tierfett (30'000 t TS) sind im Nettoimport enthalten und werden nicht separat aufgeführt. Panseninhalte werden bei den Abfallströmen der pflanzlichen Nahrungsmitteln (Kap. 3.2.4) aufgeführt. Sie werden zu 30% in der Landwirtschaft verwertet, zu 60 % in der Kompostierung und zu 10 % in der Vergärung (Hess, 1997). In den Schlachthöfen anfallendes Abwasser ist einerseits beim vergärten Industriellen Abwasser (INV) und andererseits beim Abwasserstrom in die ARA (INA) integriert.

Fleisch (FLE)

Rund 75% des in der Schweiz konsumierten Fleisches und Fleischprodukten stammt aus inländischer Produktion.

Tierfutter (FUT)

Ein Fünftel der tierischen Abfälle wird zu Flüssigfutter verarbeitet. Nur ein geringer Teil aller tierischen Abfälle wurden im Erhebungszeitraum in der Schweiz zu Tiermehl und Tierfett verarbeitet verfüttert. 35% werden als Tiermehl oder Tierfett ins Ausland exportiert.

Schlachtabfälle (SLL)

Rund ein Achtel der tierischen Abfälle werden als gefährliche tierische Abfälle eingestuft und in Form von Tiermehl und Tierfett der Verbrennung zugeführt.

Tab. 3: Zahlen zur Fleischverarbeitung und Holz- und Papierindustrie. Güter, die in den Prozess einfließen, sind grau unterlegt.

Verarbeitung	Input			Output		
	1998/1999 [t]	1998/1999 [t TS]	1998/1999 [MWh]	1998/1999 [t]	1998/1999 [t TS]	1998/1999 [MWh]
FLEISCHVERARBEITUNG	672'938	154'403	779'133	529'543	130'911	672'492
<i>TIO</i> (aus Tab. 1)	561'192	140'400	701'998			
<i>IMP3</i> (aus Tab. 6)	111'746	14'003	77'135	111'746	14'003	77'135
FLE (Fleisch)				355'206	92'552	457'758
Fleisch				330'206	82'552	412'758
Häute, Felle				25'000	10'000	45'000
FUT (Tierfutter)				51'841	14'083	72'381
Flüssigfutter u.a.				51'841	14'083	72'381
SLL (Schlachtabfälle Verbrennung)				10'750	10'273	65'218
Tiermehl/-fett				10'750	10'273	65'218
HOLZVERARBEITUNG	1'997'475	1'159'569	5'995'089	1'609'890	1'368'407	6'978'875
<i>STH</i> (aus Tab. 1)	2'295'250	1'362'040	7'027'690			
<i>IMP4</i> (aus Tab. 6)	-297'775	-202'471	-1'032'601			
Stammholz	-663'833	-398'300	-2'031'329			
Schnittwaren	287'314	244'217	1'245'506	287'314	244'217	1'245'506
Produkte	78'744	66'932	341'355	78'744	66'932	341'355
REH (Restholz)				492'941	419'000	2'136'900
Restholz				192'941	164'000	836'400
Restholz weitere Verarbeitung				300'000	255'000	1'300'500
ENH (Energieholz)				388'941	331'000	1'688'100
Energieholz				212'941	181'000	923'100
Energieholz weitere Verarbeitung				176'000	150'000	765'000
HOP (Holzprodukte)				728'008	618'407	3'153'875
Schnittwaren				820'000	697'000	3'554'700
Sperrholz				1'950	1'658	8'453
Furniere				16'000	13'600	69'360
-Restholz weitere Verarbeitung				-300'000	-255'000	-1'300'500
-Energieholz weitere Verarbeitung				-176'000	-150'000	-765'000
PAPIER-/WERKSTOFFIND.	2'500'438	2'079'036	10'126'396	2'188'303	2'001'534	9'546'310
<i>INH</i> (aus Tab. 1)	344'900	215'518	1'103'768			
REH	492'941	419'000	2'136'900			
<i>ALP</i> (aus Tab. 4)	1'077'819	980'815	4'629'448			
<i>IMP5</i> (aus Tab. 6)	584'778	463'702	2'256'279			
Zellstoffe, Altpapier	334'726	304'601	1'437'715			
Industrieholz	95'551	57'331	292'386			
Restholz	153'095	130'131	663'667			
Papier und Karton	-75'925	-69'091	-326'111			
Druckwaren	77'330	70'370	332'148	1'406	1'279	6'037
PPP (Papier- und Plattenprodukte)				1'982'123	1'785'329	8'525'822
Spanplatten				306'720	260'712	1'329'631
Faserplatten				51'750	43'988	224'336
Papier/Karton				1'675'403	1'524'617	7'196'191
PAA (Papierfabrikabwasser)				0	102'300	482'856
Abwasser					102'300	482'856
PAS (Papierschlämme)				171'671	94'419	445'658
Schlämme				116'500	64'075	302'434
Abfall				55'171	30'344	143'224
PAD (Deponierte Papierfabrikabfälle)				33'103	18'207	85'937
feste Abfälle				33'103	18'207	85'937

3.4.6 Holzverarbeitung

Im Prozess der Holzverarbeitung wird die Verarbeitung des Stammholzes zu Schnittholz, Furniere und Sperrholz und die weitere Verarbeitung zu Möbeln, Bauelementen etc. erfasst. Bei der Verarbeitung können rund 60% eines Stammes verwertet werden, der Rest gelangt als Restholz in die Papier- und Zellstoffindustrie, Holzwerkstoffindustrie oder wird als Energieholz verbrannt. Zusätzliche Abfälle fallen bei der Weiterverarbeitung zu Möbeln, Bauelementen etc. an.

Der Nettoimport in den Prozess der Holzverarbeitung ist negativ, d.h. es wird mehr Holz und Holzprodukte exportiert als importiert.

Restholz (REH)

Der Anfall von Restholz bei der Verarbeitung von Stammholz wird aus den Angaben der Holzstatistik (BFS & BUWAL, 1999) abgeschätzt.

Energieholz (ENH)

Als Energieholz wird das der Verbrennung zugeführte Restholz aus der Verarbeitung bezeichnet. Das direkt aus dem Holzschlag verwendete Holz wird im Strom Brennholz (BRH) aufgeführt.

Holzprodukte (HOP)

In der Holzstatistik (BFS & BUWAL, 1999) werden einzig die Zwischenprodukte Schnittwaren, Furniere und Sperrholz ausgewiesen. Dabei machen die Schnittwaren den mengenmässig grössten Anteil aus. Die bei der Weiterverarbeitung anfallenden Mengen an Restholz wurden aus der Grafik der Holzstatistik geschätzt.

3.4.7 Papier- und Werkstoffindustrie

In der Papier- und Kartonindustrie stammt das verarbeitete Material grösstenteils aus Abfällen aus anderen Prozessen (20% Restholz, 65% Altpapier) und nur 10% aus Rohstoffen (Industrieholz) (Verband der Schweizerischen Zellstoff- Papier- und Kartonindustrie, 1999). Vergleichbar hoch ist der Anteil der Abfälle (>60% Restholz) für die Verarbeitung in der Holzwerkstoffindustrie (BFS & BUWAL, 1999).

Papier- und Platten-Produkte (PPP)

Span- und Faserplatten aus der Holzwerkstoffindustrie bestehen aus 85-95% Holzteilen und zu 5-15% aus Bindemittel (Marutzky & Seeger, 1999). In der Bilanz sind nur die Holzanteile mitgerechnet. Der Anteil der Span- und Faserplattenprodukte am Massenstrom machen gut 20% aus, 80% sind Papier- und Kartonprodukte.

Abwasser aus der Papierindustrie (PAA)

Ein Teil des Abwassers aus der Papierindustrie wird auf dem Betrieb vollständig gereinigt, davon wird ein unbekannter Teil vergärt (in INV eingeschlossen), der andere Teil wird nach einer Vorbehandlung in die Kommunalen Kläranlagen geleitet (Verband der Schweizerischen Zellstoff- Papier- und Kartonindustrie, 1999). Im Strom PAA wird nur das im Betrieb vorbehandelte Abwasser berücksichtigt.

Papierschlamm (PAS)

Alle Schlämme und die Hälfte des festen Abfalls, der in der Papier- und Kartonindustrie anfällt, wird zur Energiegewinnung direkt in den Betrieben verbrannt. 20% des anfallenden Abfalls wird in anderen Industrien verwendet.

Feste Abfälle in die Deponie (PAD)

30% des festen Abfalls wurden im Erhebungszeitraum in die Deponie gegeben.

3.4.8. Konsum

Im Prozess Konsum ist die Nutzung der Güter in Haushalt, Gewerbe- und Dienstleistungsbetrieben zusammengefasst. Die Zahlen über Input- und Outputströme sind indirekt über die Produktion und Verarbeitung einerseits und Abfallwirtschaft andererseits erhältlich.

Altpapier (ALP)

In der Schweiz werden jährlich rund 1 Mio. t Altpapier und Karton rezykliert und von der Papierindustrie wiederverwertet.

Kompostierte Abfälle (HAK)

Rund 500'000 t biogene Abfälle werden in zentralen Stellen gesammelt. Davon werden 92% kompostiert und 8% Vergärungsanlagen zugeführt (BUWAL, 1999). Zusätzlich kann mit weiteren 275'000 t biogenem Material gerechnet werden, das dezentral kompostiert wird (Lötscher & Hungerbühler, 1997).

Vergärte Abfälle (HAV)

In Biogasanlagen werden 8% oder rund 40'000 t biogenes Material aus der Separatsammlung vergärt.

Hauskehricht (HKR1, HKR2)

Siedlungsabfälle wurden im Erhebungszeitraum zu 80% in der KVA verbrannt (HKR1) und 20% in den Deponien entsorgt (HKR2). In Zukunft ist aufgrund der Verbrennungspflicht davon auszugehen, dass vermehrt verbrannt wird. Der Anteil an biogenem Material im Hauskehricht liegt bei rund 50%, davon sind 23% kompostierbar und 28% Papier und Karton (BUWAL, 1999).

Die Altholzmengen, die mit den brennbaren Bauabfällen in die KVA und Deponien gelangen, wurden in früheren Studien vielfach überschätzt. In den KVA werden max. 100'000 t pro Jahr verbrannt (Kettler, 2001).

Altstoffe (ALH)

In Zementwerken und anderen industriellen Feuerungsanlagen werden Altholz, nicht rezyklierbares Altpapier und Altöl aus der Nutzung zur Energiegewinnung verbrannt.

Kommunales Abwasser (HAA)

Die jährlichen Abwassermengen sind stark von den Regenmengen abhängig und unterliegen somit grossen Schwankungen. Im Jahr 1999 waren es 1'700 Mio m³ Abwasser, das im Zulauf der zentralen Kläranlagen gemessen wurde (Luedi, 2000). Der jährliche Rohschlammanfall aus Abwasser aus Haushalt und Gewerbe liegt mit 110 g TS EG⁻¹ d⁻¹ bei rund 280'000 t TS (BUWAL, 1999; Müller et al., 1994).

3.4.9 Energiegewinnung

Im Prozess Energiegewinnung sind das energetisch genutzte Brenn- (BRH) und Energieholz (ENH) sowie die nachwachsenden Rohstoffe (NWR) aufgeführt. Altholz aus dem Konsum wird über die Ströme HKR und ALH der Verbrennung zugeführt.

Tab. 4: Zahlen zum Konsum und der direkt genutzten Energie aus Holz und nachwachsenden Rohstoffen. Güter, die in den Prozess einfließen, sind grau unterlegt.

Nutzung	Input			Output		
	1998/1999 [t]	1998/1999 [t TS]	1998/1999 H _u [MWh]	1998/1999 [t]	1998/1999 [t TS]	1998/1999 H _u [MWh]
KONSUM	6'245'630	3'754'746	19'176'533	3'261'774	2'542'578	12'073'877
<i>PFN</i> (aus Tab. 2)	3'180'293	1'258'459	7'039'079			
<i>FLE</i> (aus Tab. 3)	355'206	92'552	457'758			
<i>HOP</i> (aus Tab. 3)	728'008	618'407	3'153'875			
<i>PPP</i> (aus Tab. 3)	1'982'123	1'785'329	8'525'822			
ALP (Altpapier)				1'077'819	980'815	4'629'448
HAK (Kompostierung Haushaltabfälle)				665'460	304'767	1'438'500
HAV (Vergärung Haushaltabfälle)				40'240	10'060	42'252
HKR1 (Hauskericht in KVA)				1'094'200	687'970	3'197'222
Grüngut				457'200	114'300	457'200
Papier/Karton				537'000	488'670	2'306'522
Altholz				100'000	85'000	433'500
HKR2 (Hauskericht in Deponie)				261'040	164'370	764'355
Grüngut				108'600	27'150	108'600
Papier/Karton				127'440	115'970	547'380
Altholz				25'000	21'250	108'375
ALH (Altmaterial in industr. Feuerung)				123'015	114'595	826'099
Altöl				46'474	46'474	478'682
Altholz				76'541	68'121	347'417
Altpapier				13'613	12'388	58'471
HAA (Kommunales Abwasser)					280'000	1'176'000
ENERGIEGEWINNUNG	1'195'352	829'455	4'227'472		14'000	0
<i>BRH</i> (aus Tab.1)	792'325	491'810	2'483'874			
<i>NWR</i> (aus Tab. 1)	14'086	6'645	55'498			
<i>ENH</i> (aus Tab. 3)	388'941	331'000	1'688'100			
ASH (Asche)					14'000	

3.4.10 Landwirtschaft

Im Prozess der Landwirtschaft sind öffentliche und private Gärten eingeschlossen. Viele Abfälle werden aus Kostengründen und aus Gründen der Schliessung des Nährstoffkreislaufes als Dünger in die Landwirtschaft abgegeben. Neben anfallendem Hofdünger sind dies Abfälle aus der industriellen Verarbeitung oder Verbrennung, Vergärung und Kompostierung. Zudem wird eingesetztes Saatgut unter diesem Prozess aufgeführt.

3.4.11 Kompostierung

Bei der Kompostierung muss mit ca. 40% Rotteschwund gerechnet werden (BUWAL, 1999). Somit fallen in den zentralen und dezentralen Kompostierungen jährlich ca. 440'000 t Kompost an, der in der Landwirtschaft oder in Gärten verwendet wird.

3.4.12 Vergärung

Unter Vergärung sind landwirtschaftliche, gewerbliche und industrielle Biogasanlagen, Deponiegasanlagen und Faultürme von Kläranlagen zusammengefasst. Der aus der Vergärung in Faultürmen anfallende Klärschlamm wurde 1998 zu 51% verbrannt, zu 42% landwirtschaftlich verwertet und zu 7% in Deponien entsorgt. Die Angaben zum Energiegewinn auf den einzelnen Anlagen stammt aus (Kaufmann, 2000), die vergärten Mengen wurden gemäss den Angaben in Kap. 2.2.3 zurückgerechnet.

3.4.13 KVA

In den KVA werden neben grossen Mengen an Kehricht (biogener Anteil 50%) brennbare Bauabfälle (unbestimmter Altholzanteil), separat gesammeltes Altholz und Klärschlamm verbrannt. Dabei stammen 57% aus kommunalen Sammlungen und 43% aus Direktanlieferungen von Industrie- und Gewerbebetrieben sowie Privaten (BUWAL, 1999). Insgesamt werden auf diesem Wege rund 700'000 t TS biogenes Material entsorgt.

3.4.14 Deponie

Im Erhebungszeitraum wurden noch rund 20% des Hauskehricht und 7% des Klärschlammes in Deponien entsorgt. Nach der Einführung der Verbrennungspflicht für Hauskehricht und des Verbots Klärschlamm unverbrannt in Deponien zu entsorgen im Jahr 2000 muss mit zusätzlichen Mengen in dieser Grössenordnung in der Verbrennung gerechnet werden.

3.4.15 Industrielle Verbrennung

Altholz, Altöl und nicht wiederverwertbares Altpapier werden der Industriellen Verbrennung (u.a. Zementfabriken) zugeführt. Zusätzlich werden Klärschlamm, industrielle Schlämme und Tiermehl/-fett in industriellen Anlagen energetisch genutzt.

3.4.16 Kläranlagen (ARA)

Aus häuslichen und gewerblichen Abwässern fallen in den Kläranlagen jährlich rund 280'000 t TS mit einem oTS von 55% an (BUWAL, 1999; Müller et al., 1994). Dazu kommt eine unbekannte TS-Fracht von industriellen Abwässern.

In den Klärgasanlagen wurden 1998/1999 durchschnittliche 70'938'000 m³ Biogas (454'000 MWh) gewonnen (Kaufmann, 2000). Bei einem geschätzten Anteil des vergärten Rohschlammes der vergärt wird von 90%⁽¹⁾ bleibt ein Potential von weiteren 50'000 MWh an Schlamm ungenutzt.

Die gerechnete, in kommunalen Anlagen anfallende TS-Fracht industrieller Abwässer (s. Kap. 2.2.3) liegt bei 67'000 t TS jährlich. Sie kann nicht auf Lebensmittelindustrie und andere Industriezweige aufgeschlüsselt werden.

¹ geschätzt nach (BUWAL, 1983): 1983 waren 85% der Kläranlagen mit einem $EWG_{hydr.} > 10'0000$ mit einem Faulurm ausgerüstet.

Tab. 5: Zahlen zur Abfallwirtschaft. Güter, die in den Prozess einfließen, sind grau unterlegt.

Abfallwirtschaft	Input			Output		
	1998/1999 [t]	1998/1999 [t TS]	1998/1999 H _u [MWh]	1998/1999 [t]	1998/1999 [t TS]	1998/1999 H _u [MWh]
LANDWIRTSCHAFT	23'455'807	3'147'914	13'479'222			
<i>SAT</i> (aus Tab. 1)	170'843	62'868	301'577			
<i>HOR</i> (aus Tab. 1)	22'750'000	2'730'000	12'148'500			
<i>INL</i> (aus Tab. 2)	92'164	17'433	72'696			
<i>ASH</i> (aus Tab. 4)		14'000	0			
<i>KOM</i>	442'800	239'112	956'448			
<i>KL1</i>		84'500				
KOMPOSTIERUNG	738'000	318'350	1'500'641	442'800	239'112	956'448
<i>INK</i> (aus Tab. 2)	72'540	13'583	62'141			
<i>HAK</i> (aus Tab. 4)	665'460	304'767	1'438'500			
<i>KOM</i> (Kompost)				442800	239112	956'448
VERGÄRUNG		498'435	1'913'602		224'400	942'480
<i>LWV</i> (aus Tab. 1)	39'099	4'692	19'706			
<i>INV</i> (aus Tab. 2)		11'432	48'015			
<i>HAV</i> (aus Tab. 4)	40'240	10'060	21'126			
<i>ROS</i>		396'680	1'666'055			
<i>DEV</i>		75'571	158'700			
<i>KL1</i> (Klärschlamm in Landwirtschaft)					109'100	458'220
Klärschlamm					84'500	354'900
andere					24'600	103'320
<i>KL2</i> (Klärschlamm in KVA)					18'400	77'280
<i>KL3</i> (Klärschlamm in Deponie)					13'200	55'440
<i>KL4</i> (Klärschlamm in industr. Verbrennung)					83'700	351'540
KVA		707'441	3'278'968			
<i>PRA</i> (aus Tab. 2)	7'140	1'071	4'466			
<i>HKR1</i> (aus Tab. 4)	1'094'200	687'970	3'197'222			
<i>KL2</i>		18'400	77'280			
DEPONIE		195'777	819'795			
<i>HKR2</i> (aus Tab. 4)	261'040	164'370	764'355			
<i>KL3</i>		13'200	55'440			
<i>PAD</i> (aus Tab. 3)	33'103	18'207	85'937			
<i>DEV</i> (Deponiegas)					75'571	158'700
IND. VERBRENNUNG	305'436	302'987	1'688'516			
<i>SLL</i> (aus Tab. 3)	10'750	10'273	65'218			
<i>ALH</i> (aus Tab. 4)	123'015	114'595	826'099			
<i>PAS</i> (aus Tab. 3)	171'671	94'419	445'658			
<i>KL4</i>		83'700	351'540			
ARA		382'300	2'332'397			
<i>PAA</i> (aus Tab. 3)		102'300	482'856			
<i>INA</i> (aus Tab. 2)		160'367	673'541			
<i>HAA</i> (aus Tab. 4)		280'000	1'176'000			
<i>ROS1</i> (Rohschlamm in Vergärung)					396'680	1'666'055
<i>ROS2</i> (Rohschlamm energetisch ungenutzt)					43'700	183'540

Tab. 6: Nettoimporte in die Schweiz nach den zweistelligen Zolltarifsnummern. Positive Werte sind Importe, negative Werte Exporte. Aus (Eidgenössische Oberzolldirektion, 1999).

Zolltarif-Nr.	Bezeichnung	Nettoimport 1998/1999 [t]	Nettoimport 1998/1999 [t TS]	Nettoimport 1998/1999 H _u [MWh]
NETTOIMPORT		3'630'578	2'198'192	12692677
Import		3'861'318	2'356'029	13453260
Export		-221'834	-116'952	-560605
IMP1		2'734'954	1'623'109	10007848
04	Milch und Molkereierzeugnisse	20'666	6'200	40299
06	Lebende Pflanzen/Blumen	96'838	19'368	91415
07	Gemüse	281'222	28'122	136674
08	Früchte	434'129	65'119	313875
09	Kaffe, Tee, Gewürze	411'298	390'733	1844258
10	Getreide	374'809	326'083	1539114
11	Müllereierzeugnisse	142'631	128'368	605896
12	Ölsaaten, Samen, Medizinalpflanze	414'399	372'959	3729587
13	Pflanzensäfte	1'477	177	861
14	Flechtstoffe	8'779	8'691	41020
15	Fette und Öle	69'717	62'745	646277
17	Zucker und Zuckerwaren	190'628	181'097	854776
18	Kakao	-1'210	-1'149	-5584
19	Backwaren	253	227	1073
20	Gemüse- Fruchtprodukte	76'282	15'256	74146
21	Div. Nahrungsmittel	-75'646	-15'129	-71409
22	Getränke	281'967	28'197	137036
24	Tabak	6'718	6'046	28536
45	Kork	1'784	1'694	7997
46	Flechtwaren	2'051	1'948	9194
50	Seide	241	229	1030
51	Wolle	3'016	2'865	12893
52	Baumwolle	12'565	11'936	53713
53	Div. Pfl. Spinnstoffe	1'445	1'372	6175
IMP2		496'876	299'848	1'384'015
01	Lebende Tiere	4'151	1'038	5189
1213/14	Stroh, Heu	256'872	226'047	1066944
23	Tierfutter aus Abfällen	215'853	53'963	225027
2301	Tier-und Fischmehl	20'000	18'800	86856
IMP3		111'746	14'003	77'135
02	Fleisch	74'274	18'568	92842
03	Fische	33'471	8'368	41838
05	ander Waren tier. Ursprungs	-5'502	-1'375	-6877
16	Fleischprodukte	30'392	7'598	37990
41	Häute, Felle, Leder	-14'676	-5'870	-26417
42	Lederwaren	13'675	5'470	24615
43	Pelze	112	45	
2301	Tier-und Fischmehl	-20'000	-18'800	-86856
IMP4		-297'775	-202'471	-1'032'601
44	Holz	-49'129	-24'565	-125279
	-Industrieholz	-95'551	-47'776	-243655
	-Restholz	-153'095	-130'131	-663667
IMP5		584'778	463'702	2'256'279
47	Zellstoffe/Altpapier	334'726	284'517	1342921
48	Papier und Karton	-75'925	-69'091	-326111
49	Druckwaren	77'330	70'370	332148
	Industrieholz	95'551	47'776	243655
	Restholz	153'095	130'131	663667

4. Literaturverzeichnis

- Arbi & Probag. (1991). *Vergärung biogener Abfälle aus Haushalt, Industrie und Landschaftspflege*. Schriftenreihe Nr. 47. Bundesamt für Energiewirtschaft, Bern.
- Aregger, B. (2000). *Schwermetallakkumulation von Cannabis sativa unter Gewächshausbedingungen*. Semesterarbeit Hortikultur. Hochschule Wädenswil, Wädenswil.
- ATV (1985). *Organisch verschmutzte Abwässer der Lebensmittelindustrie*. In: Abwassertechnik, Band V. Ernst & Sohn, Berlin.
- AZM (2000). *Umwelterklärung 1999*. Aargauer Zentralmolkerei. URL: www.azm.ch
- Baccini, P. & Bader, H.-P. (1996). *Regionaler Stoffhaushalt. Erfassung, Bewertung und Steuerung*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- BFE (1999). *Schweizerische Gesamtenergiestatistik*. Bundesamt für Energie, Bern.
- BFK (1993). *Vergärung von häuslichen Abfällen und Industrieabwässern. Neue Technologien zur umweltgerechten Aufbereitung organischer Reststoffe*. Bundesamt für Konjunkturfragen, Bern.
- BFS & BUWAL (1999). *Wald und Holz. Jahrbuch 1998*. Bundesamt für Statistik & Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- BFS & BUWAL (2000). *Wald und Holz. Jahrbuch 1999*. Bundesamt für Statistik & Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- Binzegger, J. (2000). *Biogas aus Schlachtnebenprodukte: Konzept für die Region Zimmerberg*. Semesterarbeit Biotechnologie 97/00. Hochschule Wädenswil, Wädenswil.
- BLW. (1999). *Das Weinjahr 1998/1999*. Bundesamt für Landwirtschaft, Bern.
- BLW. (2000). *Das Weinjahr 1999/2000*. Bundesamt für Landwirtschaft, Bern.
- Bürgi, I. (2000). *Umfrage unter VSTA (Verband Sterilisations- und Wiederverwertungsanlagen)*. pers. Mitteilung.
- BUWAL (1983). *Abwasserreinigung und Gewässerschutz*. Schriftenreihe Umweltschutz, Nr. 20. Bundesamt für Umweltschutz, Bern.
- BUWAL (1994). *Daten zum Gewässerschutz in der Schweiz*. Umweltmaterialien Nr. 22. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- BUWAL. (1996). *Stoffflussanalyse Schweiz - Anleitung*. Schriftenreihe Umwelt, Nr. 251. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- BUWAL (1999). *Abfallstatistik 1998*. Umweltmaterialien Nr. 119. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- BUWAL (2000). *Zahlen zum Fischfang 97_99*. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.

- Edelmann, W. & Schleiss, K. (1999). *Ökologischer, ökonomischer und energetischer Vergleich von Vergärung, Kompostierung und Verbrennung fester biogener Abfallstoffe*. Bundesamt für Energie und Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- Engeli, H. (1998). *Anaerobe Industrieabwasserreinigung in der Schweiz*. Stand 1998. Bundesamt für Energie, Bern.
- Engeli, H. (2000). pers. Mitteilung.
- Faaij, A. (1997). *Energy from biomass and waste*. CIP-Gegevens Koninklijke Bibliotheek, Den Haag.
- FAT (2000). *Richtzahlen für die landwirtschaftliche Buchhaltung*. Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, Tänikon.
- Flisch, R., Walther, U. & Ryser, J.-P. (2001, in Bearbeitung). *Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau*. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL), Reckenholz.
- Greiner, B. (1983). *Chemisch-physikalische Analyse von Hausmüll*. ARGUS-Arbeitsgruppe Umweltstatistik, TU Berlin. Forschungsbericht 103 03 502, UBA-FB 83-033.
- Gujer, W. (1999). *Siedlungswasserwirtschaft*. Springer-Verlag, Berlin.
- Hersener, J. L. & Meier, U. (1999). *Energetisch nutbares Biomassepotential in der Schweiz sowie Stand der Nutzung in ausgewählten EU-Staaten und den USA*. Bundesamt für Energie, Bern.
- Hess, S. (1997). Energetische Verwertung von Schlachtnebenprodukten. Semesterarbeit Biotechnologie 94/97. Hochschule Wädenswil, Wädenswil.
- Infras & Engeli Engineering. (1994). *Perspektiven zur Energienutzung biogener Abfälle in der Schweiz*. Analysen und Empfehlungen einer vom BEW und BUWAL begleiteten Arbeitsgruppe. Infras AG, Zürich.
- Kaufmann, U. (2000). *Schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien 1999*. Bundesamt für Energie, Bern.
- Kessler, F. M. (1999). *Schweizerische Holzenergiestatistik*. Folgeerhebung für das Jahr 1998, Datenerfassung, Auswertungen und Interpretationen. Bundesamt für Energie, Bern.
- Kettler, R. BUWAL (2001). *Altholz in KVA*. pers. Mitteilung.
- Kleinhanss, W., Uhlmann, F., Berk, A., Hanklaus, S., Haxsen, G., Hinrichs, P., Probst, F.-W. & Weiland, P. (2000). *Folgeabschätzung alternativer Entsorgungsverfahren für Tierkörper und Schlachtabfälle bei einem Verwendungsverbot zur Futtermittelherstellung*. Landbauforschung Völkrode, Sonderheft 209. Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Deutschland.
- LBL (1997). *Daten Weinbau. Ausgabe 1997*. Landwirtschaftliche Beratungszentrale, Lindau .
- Lötscher, R. & Hungerbühler, N. (1997). *Abfälle zur Verwendung als Dünger. Bestandesaufnahme für die Schweiz*. Institut für Umweltschutz und Landwirtschaft (IUL), Liebefeld-Bern.
- Luedi, R. BUWAL (2000). *Jährliche Abwassermenge in den ARAs*. pers. Mitteilung.

- Marutzky, R. & Seeger, K. (1999). *Energie aus Holz und anderer Biomasse*. DRW-Verlag Weinbrenner, Leinfelden-Echterdingen.
- Membrez, Y. (1997). *Aspects énergétiques des filières d'élimination et de valorisation des déchets animaux*. EREP SA, Aclens.
- 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 Institute of Agricultural Engineering, Uppsala, Sweden. pp. 34-38.
- Müller, D., Oehler, D. & Baccini, P. (1995). *Regionale Bewirtschaftung von Biomasse*. VDF Hochschulverlag ETHZ, Zürich.
- Müller, E. A., Thommen, R. & Stähli, P. (1994). *Energie in ARA. Energiesparmassnahmen in Abwasserreinigungsanlagen*. Handbuch. Bundesamt für Energiewirtschaft, Bundesamt für Konjunkturfragen, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- OZD (1998). *Schweizerische Aussenhandelsstatistik*. Jahresbericht 1998. Eidgenössische Oberzolldirektion, Bern.
- OZD (1999). *Schweizerische Aussenhandelsstatistik*. Jahresstatistik 1999/1. Eidgenössische Oberzolldirektion, Bern.
- Paulsen, H. M., Kücke, M. & Schnug, E. (1995). *Möglichkeiten der Verregnung von Abwässern aus der Zuckerproduktion auf landwirtschaftlich genutzten Flächen*. Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde (FAL). Nr. 154.
- Rinaldi, M. & Herger, E. (1998). *Schweizer Pflanzenölester als Dieseltreibstoff*. FAT-Berichte Nr. 514. Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, Tänikon.
- SBV. (2000). *Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung 1999*. Schweizerischer Bauernverband, Brugg.
- Souci, S. M., Fachmann, W. & Kraut, H. (1994). *Food composition and nutrition tables. Die Zusammensetzung der Lebensmittel und Nährwerttabellen. La composition des aliments et tableaux des valeurs nutritives*. Medpharm-Verlag, CRC-Press, Stuttgart, London.
- Stohler, F. & Jufer, H. R. (1984). *Wirtschaftliches Heizen*. AT Verlag, Aarau.
- ZPK (2000). *Jahresbericht 1999*. Verband der Schweizerischen Zellstoff- Papier- und Kartonindustrie, URL: www.zpk.ch.
- Wellinger, A., Baserga, U., Edelmann, W., Egger, K. & Seiler, B. (1991). *Biogas-Handbuch. Grundlagen-Planung-Betrieb landwirtschaftlicher Anlagen*. Wirz Verlag, Aarau.
- Zuckerfabriken Aarberg und Frauenfeld AG. (2000). *Zuckerrübenernte 1999*. URL: www.zuckerfabriken.ch (10.1.2001).

Anhang

- Anhang 1: Abbildungsverzeichnis
- Anhang 2: Tabellenverzeichnis
- Anhang 3: Abkürzungsverzeichnis
- Anhang 4a-b: Trockensubstanzgehalte der einzelnen Güter
- Anhang 5a-b: Berechnungswerte Energieinhalte
- Anhang 6: Massenfluss der Nahrungsmittel
- Anhang 7: Massenfluss von Holz und Holzprodukten
- Anhang 8a-c: Produktionszahlen der schweizerischen Land- und Forstwirtschaft
- Anhang 9a-b: Zahlen zu Lebensmittel- und Holzverarbeitung aufgesplittet nach einzelnen Branchen
- Anhang 10: Detaillierte Zahlen zur Abfallwirtschaft

Anhang 1: Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Für biogene Güter relevanten Prozesse und Flüsse innerhalb der Schweiz.	11
Abb. 2: Massenflussdiagramm der biogenen Güter in der Schweiz in Tonnen Trockensubstanz.	12
Abb. 3: Energieflussdiagramm der biogenen Güter in der Schweiz in Gigawattstunden (GWh).	13
Abb. 4: Massenflüsse der Nahrungsmittel in Tonnen Trockensubstanz.	45
Abb. 5: Massenfluss von Holz und Holzprodukten in Tonnen Trockensubstanz.	46

Anhang 2: Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Produktionszahlen der schweizerischen Land- und Forstwirtschaft	18
Tab. 2: Zahlen zur Verarbeitung der schweizerischen Lebensmittelindustrie.. ..	21
Tab. 3: Zahlen zur Fleischverarbeitung und Holz- und Papierindustrie.. ..	23
Tab. 4: Zahlen zum Konsum und der direkt genutzten Energie aus Holz und nachwachsenden Rohstoffen.	27
Tab. 5: Zahlen zur Abfallwirtschaft.. ..	30
Tab. 6: Nettoimporte in die Schweiz nach den zweistelligen Zolltarifsnummern.	31

Anhang 3: Abkürzungsverzeichnis

ARA	Abwasserreinigungsanlage
ATV	Abwassertechnischer Verband
BAG	Bundesamt für Gesundheit
BFS	Bundesamt für Statistik
BFK	Bundesamt für Konjunkturfragen
BLW	Bundesamt für Landwirtschaft
BUWAL	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
FAL	Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau
FAT	Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik
H _u	Unterer Heizwert
KVA	Kehrichtverbrennungsanlage
kWh	Kilowattstunde
MWh	Megawattstunde
SBV	Schweizerischer Bauernverband
t	Tonne
oTS	organische Trockensubstanz
TS	Trockensubstanz
VSTA	Verband Sterilisations- und Wiederverwertungsanlagen

Ströme

ALH	Altmaterial in industrielle Feuerung
ALP	Altpapier
ASH	Asche
BRH	Brennholz
ENH	Energieholz
FLE	Fleisch
FUP	Futterpflanzen
FUT	Futter aus der Fleischverarbeitung
HAA	Kommunales Abwasser
HAK	Kompostierung Haushaltabfälle
HAV	Vergärung Haushaltabfälle
HKR 1-2	Hauskehricht
HOP	Holzprodukte
HOR	Hofdünger
IMP1-5	Nettoimport
INA	Industrieabwasser
INH	Industrieholz
INK	Kompostierung Lebensmittelindustrie
INL	Landwirtschaftliche Verwertung Lebensmittelindustrie
INV	Vergärung Lebensmittelindustrie
KL 1-4	Klärschlamm
KOM	Kompost
LMF	Futter aus Lebensmittelindustrie
LWV	Landwirtschaftliche Vergärung
NWR	Nachwachsende Rohstoffe
PAA	Papierfabrikabwasser
PAD	Deponierte Papierfabrikabfälle
PAS	Papierschlämme
PFN	(Pflanzliche)Nahrungsmittel
PFP	Pflanzliche Produkte
PPP	Papier- und Plattenprodukte
PRA	Verbrennung Abfälle aus Lebensmittelindustrie
REH	Restholz
ROS	Rohschlamm
SAT	Saatgut / Ernterückstände
SLL	Schlachtabfälle in die Verbrennung
STH	Stammholz
TIO	Tierische Organismen
TIP	Tierische Produkte

Anhang 4a: Trockensubstanzgehalte der einzelnen Güter. Berücksichtigte TS-Gehalte sind fett gedruckt

	Güter	Quelle	angegebener Wert [TS]
Futter	Heu	FAT 2000	88%
	Silage	FAT 2000	30%
	Maiskörnersilage	FAT 2000	60%
	Stroh	Müller 1995	85%
	Silomais	Müller 1995	32%
	Kunstwiese	Müller 1995	13%
	Naturwiese	Müller 1995	22%
Getreide	Getreide	Souci 1994	87%
	Getreide	Müller 1995	85%
	Getreide-, Müllereiabfälle	Lötscher 1997	90%
	Mehl	Souci 1994	90%
Zucker	Zucker	Souci 1994	100%
	Zuckerrüben	Müller 1995	22%
	Zuckerrüben	ATV 1985	22-25%
	Schnitzel	Lötscher 1997	19%
	Schnitzel	ATV 1985	20-25%
	Melasse	Lötscher 1997	80%
	Pülpe und Kraut	Lötscher 1997	25%
	Zuckerabwasser	Arbi 1991	1%
Gemüse	Gemüse	Arbi 1991	10%
	Gemüse	Müller 1995	8%
	Gemüse	Souci 1994	10%
	Gemüseabfälle	Lötscher 1997	12-17%
	Champignon	Souci 1994	9,3%
	Champignon	Arbi 1991	12%
	Pilzkompost	Lötscher 1997	50%
	Rüstabfälle	Lötscher 1997	15%
	Kartoffeln	Souci 1994	22%
	Kartoffeln	Müller 1995	22%
	Hülsenfrüchte frisch	Souci 1994	25%
Hülsenfrüchte getr.	Souci 1994	89%	
Obst	Obst/Früchte	Souci 1994	15%
	Obst	Müller 1995	17%
	Trester	Lötscher 1997	30%
	Trester	Arbi 1991	30%
	Brennereirückstände	Lötscher 1997	5%
	Obstschlempe	Arbi 1991	3%
	Apfel-/Orangensaft	Souci 1994, ATV 1985	12%
	Trauben	Souci 1994	19%
	Traubentrester	Lötscher 1997	30%
	Wein	Souci 1994	11%
	Wein	ATV 1985	
	Div.	Hefe	Souci 1994
Brot		Souci 1994	60%
Teigwaren		Lötscher 1997	88%
Teigwaren		Souci 1994	89%
Schokolade		Lötscher 1997	90-98%
Schokolade		Souci 1994	98,6
Gebäck		Lötscher 1997	85%
Biskuits		Souci 1994	98%
Biskuits		Lötscher 1997	92%
Honig		Souci 1994	89%
Suppen/Gewürze		Lötscher 1997	50%
Kaffee-Extraktionsabfälle		Lötscher 1997	95%
Kaffee		Souci 1994	97%
Tee		Souci 1994	93%
Öl		Div. Lebensmittelöle	Souci 1994
	Rapsöl	Müller 1995	90%
	Rapskuchen	Müller 1995	90%
	Extr. -Kuchen und -Schrot	Lötscher 1997	90%
Bier	Bier	Souci 1994	8.5%
	Biertreber	Arbi 1991	23%
	Biertreber	Lötscher 1997	22%
	Bierhefe	Souci 1994	94%

Anhang 4b: Trockensubstanzgehalte der einzelnen Güter (Forts.). Berücksichtigte TS-Gehalte sind fett gedruckt.

	Güter	Quelle	angegebener Wert [TS]
Milch	Milch	Souci 1994	12%
	Rahm	Souci 1994	38%
	Butter	Souci 1994	85%
	Yoghurt	Souci 1994	13%
	Milchpulver	Souci 1994	96%
	Molke	Arbi 1991	6.0%
	Schotte	Lötscher 1997	5.7%
	Magermilch	Souci 1994	9.1%
	Magermilch	Lötscher 1997	8.5%
	Buttermilch	Souci 1994	8.8%
	Buttermilch	Lötscher 1997	6.5%
	Käse	Souci 1994	55%
	Käseabfälle	Lötscher 1997	70%
		Hühnerrei	Souci 1994
Fleisch	Fleisch	Souci 1994	25%
	tier. Innereien	Binzegger 2000	30%
	Panseninhalt	Lötscher 1997	28%
	Panseninhalt (gepresst)	Hess 1997	25-30%
	Schlachtabfälle	Binzegger 2000	14-24%
	Flottafett	Binzegger 2000	5-24%
	tier. Fette, Fett zum Einsch	Lötscher 1997	99%
	Fleischmehl	Lötscher 1997	94%
	Blut	Souci 1994	20%
	Blut	Lötscher 1997	20%
	Fleischsuppe	Lötscher 1997	20%
	Tierschlamm	Membrez	19%
	Häute und Felle	Lötscher 1997	40%
Holz	Waldholz	Marutzky 1999	45-65%
	Holz (lufttrocken)	Marutzky 1999	80-85%
	Holz	Müller 1995	85%
	Restholz	Lötscher 1997	50%
	Altholz	Müller 1995	89%
	Papier	Müller 1995	91%
	Asche	Lötscher 1997	5.0%
		Hanf	Aregger 2000
Abwasser	Abwasser	Gujer 1999	0.12
	Abwasser	Müller 1995	
	Klärschlamm	BUWAL 1999	44%
	Klärschlamm (frisch)	Gujer 1999	4.0%
	Klärschlamm (eingedickt)	Gujer 1999	8.0%
	Klärschlamm (entwässert)	Gujer 1999	25%
	Klärschlamm (getrocknet)	Gujer 1999	90%
	Papierschlämme	Lötscher 1997	55%
	Abwasser Papierindustrie	Lötscher 1997	0.30%
	Abwasser Kartonfabrik	Pacer 1993	
	Brauereiabwasser	Pacer 1993	
	Molkereiabwasser	Pacer 1993	1.0%
	Zuckerfabrikenabwasser	Pacer 1993	
	Zuckerfabrikenabwasser	Arbi 1991	2.0%
Zuckerfabrikenabwasser	Paulsen 1995	1.8%	
Abfälle	org. Hausmüll	Arbi 1991	26%
	org. Hausmüll	Lötscher 1997	25%
	Küchenabfälle	Lötscher 1997	14%
	Kompostierte Abfälle	Lötscher 1997	40-46%
	Kompostierte Abfälle	Schleiss 1999	40%
	Kompost	BUWAL 1993	54%
	Kompost	Schleiss 1999	50%
	Hofdünger	Menzi 1998	12%
	Gülle	Wellinger 1991	9.0%
	Gülle	Binzegger 2000	6-11%
	Gülle	Flisch 2001	9.0%
Mist	Flisch 2001	20%	

Anhang 5a: Berechnungswerte Energieinhalte. Berücksichtigte TS-Gehalte sind fett gedruckt.

Güter	Quelle	angegebener Heizwert	Tot. Energiepotential [kWh t ⁻¹ TS]
Stroh (0% Feuchte)	Marutzky 1999	16-17.5 MJ kg ⁻¹ TS	4'860
Stroh (15% Feuchte)	Faaij 1997	14 MJ kg ⁻¹	4'580
Stroh	Hersener 1999	16.3-17.5 MJ kg⁻¹TS	4'720
Getreide Pflanzen	Hersener 1999	17.5 MJ kg⁻¹TS	4'860
Heu	Hersener 1999	17.1-18.0 MJ kg ⁻¹ TS	4'860
Gras	Hersener 1999	17 MJ kg⁻¹ TS	4'720
Silage	Hersener 1999	16.9 MJ kg ⁻¹ TS	4'690
Energiepflanzen	Hersener 1999	17.5 MJ kg ⁻¹ TS	4'860
Ernterückstände	Hersener 1999	17 MJ kg⁻¹ TS	4'720
Gemüse	Hersener 1999	17.5 MJ kg⁻¹ TS	4'860
Zucker	Souci 1994	17 kJ kg⁻¹ TS	4'720
Wein	Souci 1994		7'600
Bier	Souci 1994		5'400
Ethanol	Hersener 1999	26.8 MJ kg ⁻¹ TS	7'400
Milch	Souci 1994	22.5 MJ kg⁻¹ TS	6'250
Rahm	Souci 1994		9'300
Butter	Souci 1994		10'100
Käse	Souci 1994		7'070
Yoghurt	Souci 1994		5'210
Eier	Souci 1994		6'900
Fleisch (25% TS)	Souci 1994		5'000
Tierfett	Kleinhanss 2000	10 kWh kg ⁻¹	10'000
Tierfett	Membrez 1997	36 MJ kg⁻¹	10'008
Tiermehl (10 - 14 % Restfett)	Kleinhanss 2000	4 kWh kg ⁻¹	4'000
Tiermehl (12 % Restfett)	Membrez 1997	16.6 MJ kg⁻¹	4'615
Hofdünger	Hersener 1999	16 MJ kg⁻¹ TS	4'440
tierische Abfälle	Membrez 1997	7610.4 MJ t ⁻¹	2'116
Rindergülle	Hersener 1999	15 MJ kg ⁻¹ TS	4'170
Schweinegülle	Hersener 1999	17 MJ kg ⁻¹ TS	4'720
Nadelholz (0% Feuchte)	Marutzky 1999	18.8 MJ kg⁻¹ TS	5'200
Nadelholz (82-85 % TS, lufttrocken)	Marutzky 1999	15.5 MJ kg ⁻¹	4'300
Laubholze (0% Feuchte)	Marutzky 1999	17.9 MJ kg⁻¹TS	5'000
Laubholz (82-85% TS, lufttrocken)	Marutzky 1999	14.7 MJ kg ⁻¹	4'100
Stückholz (lufttrocken)	BFE 1999	15.0 MJ kg ⁻¹	4'900
Holz lufttrocken	Stohler 1984	4.2 kWh kg ⁻¹	4'900
Holz	Müller 1995	16 MJ kg ⁻¹ TS	
Holz (80% TS)	Hersener 1999	4.07 kWh kg ⁻¹	5'100
Holz mit Rinden	Hersener 1999	18.5 MJ kg ⁻¹ TS	5'140
Waldholz	Hersener 1999	20 MJ kg ⁻¹ TS	5'560
Nutzholz	Hersener 1999	19.7 MJ kg ⁻¹ TS	5'470
Altholz (85% TS)	Faaij 1997	15 MJ kg ⁻¹	4'880
Altholz	Hersener 1999	20 MJ kg ⁻¹ TS	5'560
Restholz (85% TS)	Faaij 1997	15 MJ kg ⁻¹	4'880
Restholz	Hersener 1999	19 MJ kg ⁻¹ TS	5'280
Brennholz	Hersener 1999	20.0 MJ kg ⁻¹ TS	5'560
Holz schnitzel	BFE 1999	11.6 MJ kg ⁻¹	
Holz kohle	BFE 1999	28.3 MJ kg ⁻¹	
Rinden	Marutzky 1999	19.5 MJ kg ⁻¹ TS	5'400
Rinden	Hersener 1999	16.2 MJ kg ⁻¹ TS	4'500

Anhang 5b: Berechnungswerte Energieinhalte (Forts.). Berücksichtigte TS-Gehalte sind fett gedruckt.

Güter	Quelle	angegebener Heizwert	Tot. Energiepotential [kWh t ⁻¹ TS]
Papier/Pappe	Greiner 1983	16.3 MJ kg ⁻¹ TS	4'530
Papier/Pappe	Hersener 1999	17 MJ kg⁻¹ TS	4'720
Altpapier (10% TS)	Faij 1997	16 MJ kg ⁻¹	4'900
Zellulose	Marutzky 1999	17.5 MJ kg ⁻¹	4'860
Hemizellulose	Marutzky 1999	16.7 MJ kg ⁻¹	4'640
Lignin	Marutzky 1999	30 MJ kg ⁻¹	8'300
Chinaschilf, Hanf	Hersener 1999	17 MJ kg⁻¹ TS	4'720
Raps	Hersener 1999	37 MJ kg⁻¹ TS	10'300
Rapsöl	Hersener 1999	36.9 MJ kg ⁻¹ TS	10'250
Rapsöl	www.lwk-hannover.de	39.7 MJ l ⁻¹	
Rapsmethylester	Hersener 1999	37.3 MJ kg ⁻¹ TS	10'330
Rapsmethylester (Dichte ca. 0.9)	Rinaldi 1998	9.2 kWh l ⁻¹	8'280
Klärschlamm (?)	Hersener 1997	17 MJ kg ⁻¹ TS	4'720
Biogas	Edelmann 1999	21.6 MJ kg ⁻¹	
Biogas	Wellinger 1991	5.9 kWh m⁻³	5'900
Klärgas	Müller 1994	6.4 kWh m⁻³	6'400
Abfall (gem.) in KVA	BFE 1999	11.9 MJ kg ⁻¹	
Abfall biogen in KVA	Greiner 1983	14.5 MJ kg ⁻¹ TS	4'030
Küchenabfälle	Hersener 1999	14 MJ kg ⁻¹ TS	3'890
Gartenabfälle	Hersener 1999	17 MJ kg⁻¹ TS	4'720
Abfälle aus Nahrungsmittelproduktion	Hersener 1999	15 MJ kg⁻¹ TS	4'170
Abfälle aus Papier-, chem. Industrie	Hersener 1999	22 MJ kg ⁻¹ TS	6'110

Anhang 6

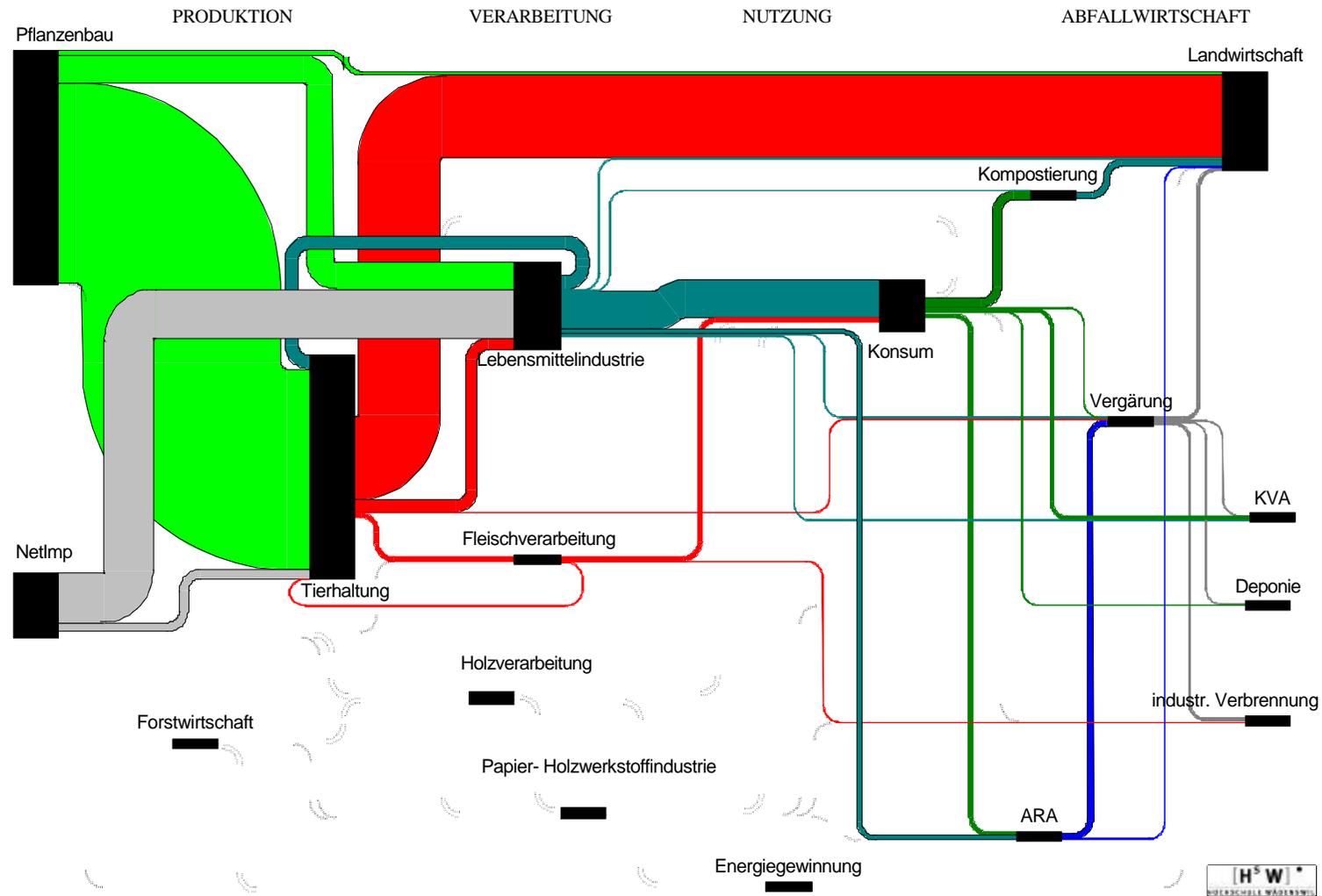


Abb. 4: Massenflüsse der Nahrungsmittel in Tonnen Trockensubstanz. Die entsprechenden Abfallflüsse sind soweit möglich von den Abfallflüssen der Holzes aufgetrennt.

Anhang 7

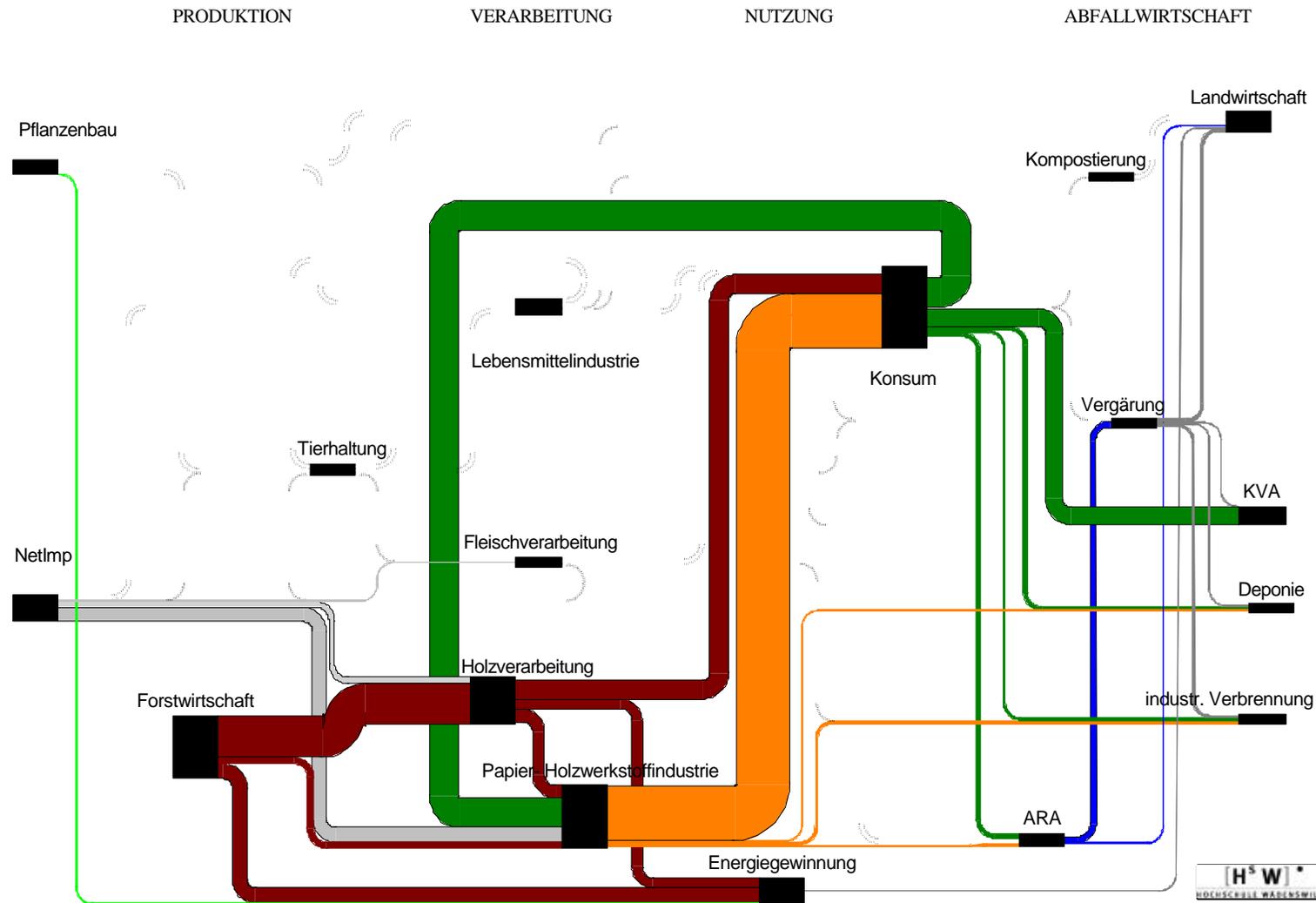


Abb. 5: Massenfluss von Holz und Holzprodukten in Tonnen Trockensubstanz. Die entsprechenden Abfallflüsse sind soweit möglich von den Abfallsflüsse der Nahrungsmittel aufgetrennt.

Anhang 8a: Produktionszahlen der schweizerischen Land- und Forstwirtschaft

Prozess	Güter	Definition	Quelle	1998		1999		Durchschnitt 98/99		Umrechnung [t]	Total Güter [t]	Total Güter [t TS]	Total Güter [MWh]
				Menge	Einheit	Menge	Einheit	Menge	Einheit				
Pflanzenbau	Total	CH-Produktion									26'857'936	7'578'737	36'317'693
		Import									1'485'885	619'983	3'741'804
		Export									-11'185	-4'444	-25'553
Gemüse		CH-Produktion	SBV 2000	319'089	t			319'089	t	319'089	319'089	31'909	155'077
		Import	SBV 2000	204'033	t			204'033	t	204'033	204'033	20'403	99'160
		Export	SBV 2000	-96	t			-96	t	-96	-96	-10	-47
Hülsenfrüchte		CH-Produktion	SBV 2000	11'235	t			11'235	t	11'235	11'235	2'809	13'651
		Import	SBV 2000	26'097	t			26'097	t	26'097	26'097	6'524	31'708
		Export	SBV 2000	-25	t			-25	t	-25	-25	-6	-30
Kartoffel		CH-Produktion	SBV 2000	560'000	t			560'000	t	560'000	560'000	123'200	598'752
		davon Saatkartoffel		23'947				23'947	t	23'947	23'947	5'268	25'604
		davon Futterkartoffel		228'956				228'956	t	228'956	228'956	50'370	244'800
		Import	SBV 2000	16'336	t			16'336	t	16'336	16'336	3'594	17'466
		Export	SBV 2000	-1'647	t			-1'647	t	-1'647	-1'647	-362	-1'761
Getreide		CH-Produktion	SBV 2000	1'240'975	t			1'240'975	t	1'240'975	1'240'975	1'079'648	5'247'090
		davon Saatgetreide		33'671	t			33'671	t	33'671	33'671	29'294	142'368
		davon Futtergetreide		786'725	t			786'725	t	786'725	786'725	684'451	3'326'431
		Import	SBV 2000	359'141	t			359'141	t	359'141	359'141	312'453	1'518'520
Ölsaaten ⁵		Export	SBV 2000	-2'157	t			-2'157	t	-2'157	-2'157	-1'877	-9'120
		CH-Produktion	SBV 2000	58'771	t			58'771	t	58'771	58'771	52'894	544'807
		Import	SBV 2000	151'084	t			151'084	t	151'084	151'084	135'976	1'400'549
Zuckerrüben		Export	SBV 2000	-843	t			-843	t	-843	-843	-759	-7'815
		CH-Produktion	SBV 2000	1'124'644	t	1'187'334	t	1'155'989	t	1'155'989	1'155'989	254'318	1'235'983
		Import	OZD 1998	79	t			79	t	79	79	17	84
Früchte		Export	OZD 1998	0	t			0	t	0	0	0	0
		CH-Produktion	SBV 2000	639'134	t			639'134	t	639'134	639'134	95'870	465'929
		Import	SBV 2000	362'487	t			362'487	t	362'487	362'487	54'373	264'253
Trauben		Export	SBV 2000	-1'365	t			-1'365	t	-1'365	-1'365	-205	-995
		CH-Produktion	BLW 1999/2000; LBL 1997	159'799	t	177'515	t	168'657	t	168'657	168'657	32'045	155'738
		Import	SBV 2000	41'773	t			41'773	t	41'773	41'773	7'937	38'573
Blumen/Pflanzen		Export	SBV 2000	-36	t			-36	t	-36	-36	-7	-33
		CH-Produktion										0	0
		Import	SBV 2000	95'904	t			95'904	t	95'904	95'904	19'181	90'533
nachw. Rohstoffe		Export	SBV 2000	-1'419	t			-1'419	t	-1'419	-1'419	-284	-1'340
		CH-Produktion	SBV 2000	14'086	t			14'086	t	14'086	14'086	6'645	55'498
		Import	SBV 2000	258	t			258	t	258	258	65	304
Futterpflanzen		Export	SBV 2000	-44	t			-44	t	-44	-44	-11	-52
		CH-Produktion	SBV 2000	22'690'000	t			22'690'000	t	22'690'000	22'690'000	5'899'400	27'845'168
		Import	SBV 2000	228'693	t			228'693	t	228'693	228'693	59'460	280'652
		Export	SBV 2000	-3'553	t			-3'553	t	-3'553	-3'553	-924	-4'360

Anhang 8b: Produktionszahlen der schweizerischen Land- und Forstwirtschaft (Forts.)

Güter	Definition	Quelle	1998		1999		Durchschnitt 98/99		Umrechnung [t]	Total Güter [t]	Total Güter [t TS]	Total Güter [MWh]
			Menge	Einheit	Menge	Einheit	Menge	Einheit				
Tierhaltung	Total	CH-Produktion								27'132'122	3'319'406	15'605'528
		Import								101'230	23'625	137'452
		Export								-1'296	-177	-1'004
Schlachtkörper	CH-Produktion	SBV 2000	447'277	t	442'080		444'679	t	444'679	444'679	111'170	555'848
	Import	SBV 2000	615	t	1'594		1'105	t	1'105	1'105	276	1'381
	Export	SBV 2000	0	t	-2		-1	t	-1	-1	0	-1
Fisch, Krebs- und Weichtiere	CH-Produktion	BUWAL, Sektion Fischerei	2'057	t	2'010	t	2'034	t	2'034	2'034	610	3'050
	Import	SBV 2000	37'151	t			37'151	t	37'151	37'151	11'145	55'727
	Export	SBV 2000	-125	t			-125	t	-125	-125	-38	-188
Milch	CH-Produktion	SBV 2000	3'897'000	t			3'897'000	t	3'897'000	3'897'000	467'640	2'829'222
	davon Futtermilch	SBV 2000										
	Import	SBV 2000	23'000	t			23'000	t	23'000	23'000	2'760	16'698
	Export	SBV 2000	-1'000	t			-1'000	t	-1'000	-1'000	-120	-726
Eier ⁴	CH-Produktion	SBV 2000	38'410	t			38'410	t	38'410	38'410	9'987	68'908
	Import	SBV 2000	33'646	t			33'646	t	33'646	33'646	8'748	60'361
	Export	SBV 2000	-1	t			-1	t	-1	-1	0	-2
Honig	CH-Produktion	SBV 2000	3'938	t			3'938	t	3'938	3'938	433	2045
	Import	SBV 2000	6'328	t			6'328	t	6'328	6'328	696	3285
	Export	SBV 2000	-169	t			-169	t	-169	-169	-19	-88
Hofdünger	CH-Produktion	SBV 2000, Menzi 1998	22'830'000	t	22'670'000		22'750'000	t	22'750'000	22'750'000	2'730'000	12'148'500

Anhang 8c: Produktionszahlen der schweizerischen Land- und Forstwirtschaft (Forts.)

Güter	Definition	Quelle	1998		1999		Durchschnitt 98/99		Umrechnung [t]	Total Güter [t]	Total Güter [t TS]	Total Güter [MWh]
			Menge	Einheit	Menge	Einheit	Menge	Einheit				
Forstwirtschaft Holz	CH Produktion	BFS 1998	4'845'107	m³	4'737'000	m³		m³	3'433'325	3'433'325	2'069'368	10'615'331
	Stammholz		3'386'000	m ³	3'294'000	m ³	3'340'000	m ³	2'295'250	2'295'250	1'362'040	7'027'690
	Nadelholz		2'880'000	m ³	2'806'000		2'843'000	m ³	1'847'950		1'087'448	5'654'727
	Laubholz		506'000	m ³	488'000		497'000	m ³	447'300		274'593	1'372'963
	Brennholz		1'000'000	m ³	981'000	m ³	990'500	m ³	792'325	792'325	491'810	2'483'874
	Nadelholz		315'000	m ³	334'000		324'500	m ³	210'925		124'121	645'431
	Laubholz		685'000	m ³	646'000		665'500	m ³	581'400		367'689	1'838'444
	Industrieholz		460'000	m ³	462'000	m ³	461'000	m ³	345'750	345'750	215'518	1'103'768
	Nadelholz		285'000	m ³	275'000		280'000	m ³	210'000		130'900	680'680
	Laubholz		174'000	m ³	188'000		181'000	m ³	135'750		84'618	423'088
	Import		603'632	t	661'374	t	632'503	t	646'939	646'939	388'163	1'979'632
	Stammholz		139'168	t	181'655	t	160'412	t	171'033		102620	523362
	Brennholz		4'038	t	4'068	t	4'053	t	4'061		2436	12425
	Industrieholz		107'508	t	113'928	t	110'718	t	112'323		67394	343708
	Restholz		352'918	t	361'723	t	357'321	t	359'522		215713	1100137
	Export		-1'005'314	t	-1'096'149	t	-1'050'732	t	-1'073'440	-1'073'440	-644'064	-3'284'727
	Stammholz		-779'229	t	-853'412	t	-816'321	t	-834'866		-500920	-2554691
	Brennholz		-11'260	t	-16'747	t	-14'004	t	-15'375		-9225	-47048
	Industrieholz		-19'134	t	-15'985	t	-17'560	t	-16'772		-10063	-51323
	Restholz		-195'691	t	-210'005	t	-202'848	t	-206'427		-123856	-631665

Anhang 9a: Zahlen zu Lebensmittel- und Holzverarbeitung aufgesplittet nach einzelnen Branchen

Prozess	i	Produkt	Nutzung	Quelle	1998		1999		Durchschnitt 1998/1999	Total Produkte [t]	Total Produkte [TS t]	Total Produkte H _u [MWh]	
					Menge	Einheit	Menge	Einheit					Einheit
Nahrungsmittelindustrie													
Müllerei/Bäckerei		(Mehl)	Konsum		608'379	t			608'379	t	608'379	547'541	2'661'050
	dazu Import	Müllereiabfälle	Futter	Lötscher 1997	187'000	t			187'000	t	187'000	158'950	662'822
Gemüseverarbeitung		(Gemüse)	Konsum		277'269	t			277'269	t	277'269	27'727	134'753
		Produktionsabfälle	Futter	Lötscher 1997	27'540	t			27'540	t	27'540	4'131	17'226
		Produktionsabfälle	Kompostieren	Lötscher 1997	7'140	t			7'140	t	7'140	1'071	4'466
		Produktionsabfälle	KVA	Lötscher 1997	7'140	t*			7'140	t	7'140	1'071	4'466
		IKartoffeln	Konsum		298'733	t			298'733	t	298'733	65'721	319'406
		div. Abfälle	Futter	geschätzt n. Lötsc.	8'364	t*			8'364	t	8'364	1'840	7'673
		I Hülsenfrüchte	Konsum		11'235	t			11'235	t	11'235	2'809	13'651
Zuckerherstellung		Zucker (15%)	Konsum	www.zuckerfabrike	175'547	t	176865	t	176'206	t	176'206	176'206	831'692
		Schnitzel und Melasse	Futter	www.zuckerfabrike	288'786	t	275405	t	282'096	t	282'096	56'419	235'268
		Pülpe und Kraut	Kompostieren	geschätzt n. Lötsc.	40'000	t*			40'000	t	40'000	10'000	47'200
		Zuckerabwasser	ARA	geschätzt nach BF	750'000	m ³			750'000	m ³	750'000	6'750	28'148
Ölgewinnung		Öl (35%)	Konsum	SBV 2000	60'085	t*			60'085	t	60'085	54'077	556'988
	dazu Import	Extraktionskuchen und -schrot (65	Futter	geschätzt n. Lötsc.	111'587	t*			111'587	t	111'587	100'428	418'786
Obstverarbeitung		IFrüchte	Konsum		345'384	t			345'384	t	345'384	58'715	285'356
		ISaft (80%)	Konsum	Arbi 1991	195'000	t*			195'000	t	195'000	23'400	113'724
		Trester (16%)	Futter	Lötscher 1997, Art	47'000	t			47'000	t	47'000	14'100	58'797
		Brennereirückstände	Landwirtschaft	Lötscher 1997	40'000	t			40'000	t	40'000	2'000	8'340
		Brennereirückstände	Kompostieren	Lötscher 1998	20'000	t			20'000	t	20'000	1'000	4'170
		Brennereirückstände	Vergären	Lötscher 1999	20'000	t			20'000	t	20'000	1'000	4'170
		Mostobstwaschwasser	ARA	BFK 1993	100'000	m ³			100'000	m ³	100'000		
Weinherstellung		Trauben	Konsum	BLW 1999,2000;	3'500	m ³	2'900	m ³	3'200	m ³	3'200	608	2'931
		Saft (75%)	Konsum	BLW 1999,2000; L	117'224	m ³	130'961	m ³	124'093	m ³	133'399	14'674	111'522
		Trester (25%)	Landwirtschaft	LBL 1997	39'075	t	43'654	t	41'364	t	41'364	12'409	51'747
Bierbrauerei		IBier	Konsum	SBV 2000	11'245	t			11'245	t	11'245	956	5'161
		IBiertreber	Futter	Lötscher 1997	75'000	t*			75'000	t	75'000	16'500	68'805
Milchverarbeitung		IFuttermilch	Futter	SBV 2000	650'000	t			650'000	t	650'000	78'000	487'500
		Milch	Konsum	SBV 2000	654'000	t			654'000	t	654'000	78'480	490'500
		Butter	Konsum	SBV 2000	40810	t			40'810	t	40'810	34'689	350'354
		Käse	Konsum	SBV 2000	136'770	t			136'770	t	136'770	75'224	531'830
		Milchpulver	Konsum	SBV 2000	61'000	t			61'000	t	61'000	58'560	305'098
		Kondensmilch	Konsum	SBV 2000	530	t			530	t	530	106	641
		Rahm	Konsum	SBV 2000	66'400	t			66'400	t	66'400	25'232	234'658
		div. Produkte	Konsum	SBV 2000	58'300	t			58'300	t	58'300	7'579	47'369
		Schotte, Magermilch, Käseabfälle	Futter	Lötscher 1997	1'679'000	t			1'679'000	t	1'679'000	104'000	433'680
		Schotte, Magermilch	Industrie	Lötscher 1997	511'700	t			511'700	t	511'700	43'100	179'727
		Abwässer	ARA	BFK 1993, AZM 19	1'000'000	m ³			1'000'000	m ³	1'000'000	500	2'085
		IEier	Konsum						38'410		38'410	9'987	68'908
		I Honig	Konsum						3'938		3'938	473	2'230
Tierverarbeitung		Fleisch, Organteile	Konsum	SBV 2000	330'206	t			330'206	t	330'206	82'552	412'758
		Flüssigfutter	Futter	Bürgi	51'000	t	49'500	t	50'250	t	50'250	12'563	62'813
		Panseninhalt (TS 27.5%)	30 % Kompostierung,	Lötscher 1997, He	18'000	t			18'000	t	18'000	5'040	25'200
		Häute, Felle	Industrie	Lötscher 1997	25'000	t			25'000	t	25'000	10'000	45'000
		Abwasser	ARA	BFK 1993, ATV 19	3'500'000	m ³			3'500'000	m ³	3'500'000	8'750	36'488

Anhang 9b: Zahlen zu Lebensmittel- und Holzverarbeitung aufgesplittet nach einzelnen Branchen (Forts.)

Prozess	i	Produkt	Nutzung	Quelle	1998		1999		Durchschnitt	Total	Total	Total	
					Menge	Einheit	Menge	Einheit	1998/1999	Produkte	Produkte	Produkte	
									Einheit	[t]	[TS t]	[MWh]	
NWR		Hanf/Chinaschilf	Energie	SBV 2000	9'280	t			9'280	t	9280	2'320	10'950
		Rapsmethylester (37.1%)	Energie	FAT 1998	1783	l			1783	l	1694	1'524	15'702
		Rapskuchen (62.1 %)	Futter	FAT 1998	2985	t			2985	t	2985	2'687	11'203
Holzverarbeitung		Schnittwaren	CH Konsum	BFS 1999/2000	804'000	t*	836'000	t*	820'000	t	820'000	697'000	3'554'700
			Import Konsum	BFS 1999/2000	305'668	t	313'677	t	309'673	t	309'673	263'222	1'342'430
		Sperrholz	Export Export	BFS 1999/2000	-106'458	t	-109'188	t	-107'823	t	-107'823	-91'650	-467'413
			CH Konsum	BFS 1999/2000	1'950	t	1'950	t	1'950	t	1'950	1'658	8'453
		Furniere	Import Konsum	BFS 1999/2000	92'805	t	97'281	t	95'043	t	95'043	80'787	412'011
			Export Export	BFS 1999/2000	-3'751	t	-4'410	t	-4'081	t	-4'081	-3'468	-17'689
		Furniere	CH Konsum	BFS 1999/2000		t		t	16'000	t	16'000	13'600	69'360
			Import Konsum	BFS 1999/2000	3'410	t	2'902	t	3'156	t	3'156	2'683	13'681
		Restholz	Export Export	BFS 1999/2000	-8'938	t	-8'369	t	-8'654	t	-8'654	-7'355	-37'513
			Energie	BFS 1999/2000	240'000	t				t	240'000	204'000	1'040'400
Holzwerkstoffindustrie		Spanplatten	CH Konsum	BFS 1999/2000	340'600	t	341'000	t	340'800	t	306'720	260'712	1'329'631
			Import Konsum	BFS 1999/2000	162'191	t	153'952	t	158'072	t	142'264	120'925	616'716
		Faserplatten	Export Export	BFS 1999/2000	-245'541	t	-244'021	t	-244'781	t	-220'303	-187'257	-955'013
			CH Konsum	BFS 1999/2000	54'000	t	61'000	t	57'500	t	51'750	43'988	224'336
		Faserplatten	Import Konsum	BFS 1999/2000	94'193	t	97'068	t	95'631	t	86'067	73'157	373'102
			Export Export	BFS 1999/2000	-58'211	t	-102'136	t	-80'174	t	-72'156	-61'333	-312'797
Papierindustrie		Holzstoff	CH Papierindustrie	zpk 1999	94'272	t	101'563	t	97'918	t	97'918	83'230	392'845
			Import Papierindustrie	zpk 1999	4'172	t	8'557	t	6'365	t	6'365	5'410	25'534
		Zellstoff	Export Export	zpk 1999	-25'491	t	-24238	t	-24'865	t	-24'865	-21'135	-99'756
			CH Papierindustrie	zpk 1999	130'602	t	143'456	t	137'029	t	137'029	116'475	549'760
		Zellstoff	Import Papierindustrie	zpk 1999	427'463	t	461'389	t	444'426	t	444'426	377'762	1'783'037
			Export Export	zpk 1999	-99'725	t	-119'639	t	-109'682	t	-109'682	-93'230	-440'044
		Altpapier	CH Papierindustrie	zpk 1999	1061925	t	1093713	t	1'077'819	t	1'077'819	980'815	4'629'448
			Import Papierindustrie	zpk 1999	229'545	t	249'026	t	239'286	t	239'286	217'750	1'027'779
		Altpapier	Export Export	zpk 1999	-209'961	t	-231'646	t	-220'804	t	-220'804	-200'931	-948'395
			CH Konsum	zpk 1999	1597238		1753568		1'675'403	t	1'675'403	1'524'617	7'196'191
Papier- und Holzabfälle		Papierschlamm	Energie	zpk 1999			171'671	t	171'671	t	171'671	94'419	445'658
			Industrie	zpk 1999			20'965	t	20'965	t	20'965	11'531	54'425
		feste Abfälle	Deponie	zpk 1999			33'103	t	33'103	t	33'103	18'207	85'935
			ARA	zpk 1999			20'460'000	m ³	20'460'000	m ³		61'380	289'714
		Abwasser	industrielle ARA	zpk 1999			13'640'000	m ³	13'640'000	m ³		40'920	193'142

Anhang 10: Detaillierte Zahlen zur Abfallwirtschaft

Entsorgungsstätte	Güter	Quelle	1998 / 1999		Menge [t]	Menge [tTS]	1998 [MWh]	H _u 1998/1999 Biogasanfall [MWh]	genutzte Wärme [MWh]	prod. Elektrizität [MWh]
			Menge	Einheit						
Landwirtschaftliche Verwertung										
						432'045	1'815'985			
	Ernterückstände/Saatgut	SBV 2000	170'843	t	170'843		62'868		296'739	
	Hofdünger	SBV 2000, Menzi	22'830'000	t	22'830'000	2'283'000		10'159'350		
	Klärschlamm	BUWAL 1998	84'500	t TS		84'500		398'840		
	Abfälle aus der Lebensmittelindustrie	Tab. Verarbeitung	92'164	t	92'164		17'433		72'697	
	Restholz	Lötscher 1997	30'000	t TS	35'294		30'000		153'000	
	Rinden	Lötscher 1997	47'000	t TS			47'000		235'000	
	Aschen	Lötscher 1997	14'000	t TS	14'000		14'000		0	
	Kompost	BUWAL 1998	442'800	t	442'800	239'112		956'448		
Kompostierung										
	zentrale Kompostierung	BUWAL 1998	463'000	t	463'000	208'350		983'412		
	dezentrale Kompostierung	Lötscher 1997	275'000	t	275'000	110'000		519'200		
		Kompost (60%) BUWAL 1998	442'800	t	442'800	239'112		956'448		
Vergärung										
	Klärgas und Biogas aus Industrieabwasse Kaufmann 2000,					476'004	1'999'217	680'550	301'100	142'550
	davon:					408'112	1'714'070	486'650	274'000	90'750
	Vergärung von Industrieabwasser Kaufmann 2000		0	t		11'432	48'015	32'650	21'000	2'000
	Vergärung von Schlamm ARA Kaufmann 2000					396'680	1'666'055	454'000	253'000	88'750
	Deponiegas und industrielle Vergärung BFE 1999					63'200	265'441	180'500	24'000	49'500
	davon:									
	industrielle und gewerbliche Vergärung Kaufmann 2000, I				29'902	7'475	31'397	21'350	3'170	5'700
	davon aus Separatsammlung Haushalt BUWAL 1998		40'240	t	40'240	10'060	42'252	28'731		
	davon verbleibend geschätzt				-10'338	-2'585				
	Deponiegas Kaufmann 2000, I				222'899	55'725	234'044	159'150	21'000	44'000
	landwirtschaftliche Vergärung Kaufmann 2000,				39'099	4'692	19'706	13'400	3'100	2'300
	Kaufmann 2000						4'013'000	4'316'000	1'157'000	532'000
KVA										
	biogene Stoffe in Hauskericht (23%)	BUWAL 1998	457'200	t	457'200	114'300		457'200		
	Papier/Karton im Hauskericht (27%)	BUWAL 1998	537'000	t	537'000	488'670		2'306'522		
	Altholz	Pers. Mitteilung R	100'000	t	100'000	89'000		453'900		
	Abfälle aus der Lebensmittelindustrie		7'140	t	7'140		1'071	4'466		
	Klärschlamm	BUWAL 1998	18'400	t TS		18'400		86'848		
		Kaufmann 2000					674'000	700'000	540'000	34'600
industrielle Verbrennung										
	Zementwerke Altöl	BUWAL 1998	46'474	t	46'474		46'474		478'682	
	Klärschlamm	BUWAL 1998	20'500	t TS	20'500		20'500		96'760	
	Tierfett, -mehl	Tab. Verarbeitung	10'750	t	10'750		10'273		65'218	
	Ind. Feuerungsanlagen Altholz	BUWAL 1998, Inf	76'541	t	76'541		68'121		347'420	
	Altpapier	BUWAL 1998	13'613	t	13'613		12'388		58'471	
	Papierschlämme	zpk 1999	171'671	t	171'671		94'419		445'658	
	industrielle Schlämme	BUWAL 1998					89'697			
	Klärschlamm (TS)	BUWAL 1998	63'200	t TS	63'200		63'200		298'304	
Deponie										
	biogene Stoffe in Hauskericht (23%)	BUWAL 1998	108'600	t	108'600		27'150		108'600	57'015
	Papier/Karton im Hauskericht (27%)	BUWAL 1998	127'440	t	127'440		115'970		547'380	
	Altholz	geschätzt	25'000	t	25'000		21'250		108'375	
	Klärschlamm	BUWAL 1998	13'200	t TS	13'200		13'200		62'304	27'720
	Abfälle aus Papierindustrie	zpk 1999	33'103		33'103		18'207		85'937	
		Deponiegas BUWAL 1998					75'571		158'700	21'000
										44'000
ARA										
	Abwasser	Lüdi BUWAL 2000	2'500'000'000	m ³	1'700'000'000		280'000		1'176'000	
	industrielles Abwasser						160'367		673'541	
	davon									
	Papiere Infrac 1994		150'000	t	150'000		136'500			
	Abwasser Schlachthöfe BFK 1993						8'750		36'750	
	Zuckerabwasser BFK 1993						6'750		28'350	
	Molkereiabwasser BFK 1993						500		2'100	
	Papierindustrie zpk 1999		20'460'000	m ³	20'460'000		61'380			
	Papierindustrie	zpk 1999	13'640'000	m ³	13'640'000		40'920		171'864	