
BIOMASSENUTZUNG IN DER SCHWEIZER LANDWIRTSCHAFT

Stoffflussanalyse landwirtschaftlicher Biomassen
auf Produktions- und Nutzungsebene



© U. Baier 2016

IM AUFTRAG DES BUNDESAMTES FÜR UMWELT (BAFU)

Datum: 19.11.2017

Ort: Wädenswil

Version: v03

Auftraggeberin:

Bundesamt für Umwelt BAFU
Abteilung Abfall und Rohstoffe
CH-3003 Bern
www.bafu.admin.ch

Kofinanzierung:

BLW Bundesamt für Landwirtschaft, CH-3001 Bern
SBV Schweizerischer Bauernverband, CH-5201 Brugg

Auftragnehmerin:

ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften
LSFM Life Sciences und Facility Management
ICBT Institut für Chemie & Biotechnologie
Fachstelle Umweltbiotechnologie
Einsiedlerstrasse 31 / Campus Reidbach
CH-8820 Wädenswil

www.zhaw.ch/icbt/umweltbiotech

Autoren:

Urs Baier, ZHAW, urs.baier@zhaw.ch
Yves Moser, ZHAW, yves.moser@zhaw.ch
Florian Rüschi, ZHAW, florian.ruesch@zhaw.ch
Rolf Warthmann, ZHAW, rolf.warthmann@zhaw.ch

BAFU-Bereichsleitung: Petar Mandaliev, petar.mandaliev@bafu.admin.ch

BAFU-Kredit: A2111.0107 Vollzug

BAFU-Vertragsnummer: 00.0333.PZ/O352-0317

Für den Inhalt dieses Berichts sind ausschliesslich die Autoren verantwortlich.

Bundesamt für Umwelt BAFU

Worbentalstrasse 68, CH-3063 Ittigen. Postadresse: BAFU, CH-3003 Bern

Tel: + 41 (0)58 462 96 38 petar.mandaliev@bafu.admin.ch www.bafu.admin.ch

Zusammenfassung

Im Rahmen der Bestrebungen des Bundesamtes für Umwelt BAFU, entlang der gesamten Lebensmittelkette eine verlässliche und einheitliche Datenbasis zu schaffen, wurden in der vorliegenden Studie die Biomasseflüsse aus der Schweizer Landwirtschaft (ohne Holz) betrachtet.

Biomasseflüsse nach Produktions- und Nutzungsebene

Die aus der landwirtschaftlichen Produktion stammenden, nicht holzigen Biomasseflüsse machen in der Schweiz gut 13 Mio. Tonnen Trockensubstanz pro Jahr [t TS/a] aus. Produkte aus dem Pflanzenbau dominieren dabei mit rund 9 Mio. t TS/a gegenüber den Erzeugnissen aus der Tierhaltung bzw. Tierproduktion mit gut 4 Mio. t TS/a. Den weitaus grössten Anteil haben mit 45% Futterpflanzen von Natur- & Kunstwiesen bzw. -weiden aus der pflanzlichen Produktion. Aus der Tierproduktion tragen Hofdünger der Rindviehhaltung mit rund 20% zu den nicht holzigen Biomasseflüssen der Landwirtschaft bei.

Während gut 85% der landwirtschaftlichen Produktion in die Nutztierfutterkette und Düngewirtschaft fliessen, beliefert die landwirtschaftliche Produktion die Lebensmittelkette mit knapp 1.8 Mio. t TS/a (14%). Davon wiederum stammen zwei Drittel aus dem Pflanzenbau (1.2 Mio. t TS/a) - dominiert von Brotgetreide und Zuckerrüben - und ein Drittel (0.6 Mio. t TS/a) fliesst aus der Tierhaltung und -produktion in Richtung menschlicher Konsum, hauptsächlich in Form von Milch.

Die beschränkte Menge der Produkte, welche zum Beispiel als Saatgut oder Faserpflanzen den Weg in die Güterkette finden, werden mit 0.03 Mio. t TS/a (0.2%) angegeben. Gut 0.08 Mio. t TS/a (0.6%) werden als Reststoffe in Vergärungsanlagen geschleust, wo sie in der Energiekette zur Produktion von erneuerbarem Biogas verwendet werden. Nur 0.1% der landwirtschaftlichen Produktion, also rund 0.01 Mio. t TS/a, werden über die Abfallwirtschaft entsorgt.

Biomasseflüsse nach Kategorisierung hinsichtlich des menschlichen Konsums

Entlang der Lebensmittelkette, also von der landwirtschaftlichen Primärproduktion über die Verarbeitung, Lagerung und Verteilung bis zum Verbrauch und zum Konsum, fallen Verluste an essbaren und nicht essbaren Anteilen von Lebensmitteln an. Die Identifikation der Quellen dieser Verluste, die Charakterisierung im Hinblick auf deren mögliche Verwertung, sowie die Quantifizierung stellen Schritte dar, um Massnahmen zur Vermeidung, zur Minimierung und zur optimalen Verwertung zu erarbeiten.

Gemäss den Berechnungen und Abschätzungen dieser Studie liegt der Anteil der nicht essbaren Produkte bei 83% (11 Mio. t TS/a). Weitere 14% sind essbare Lebensmittel, welche bestimmungsgemäss in die Lebensmittelkette gelangen. 3% ist der Anteil, welcher bestimmungsgemäss als Nutztierfutter verwendet wird oder in die Güterkette gelangt. Etwa 0.5% (0.07 Mio. t TS/a) wird nicht bestimmungsgemäss verwendet. Ein Fünftel davon (15 kt TS/a) wird als grundsätzlich essbare Ernterückstände bzw. -ausschüsse verfüttert, während weitere schätzungsweise 55 kt TS/a an Ernterückständen entweder direkt oder in geringen Mengen via Biogasanlage als Dünger oder Bodenverbesserer zurück in den Boden gelangen. Mit weniger als 1 kt TS/a ist im Vergleich dazu der essbare Anteil der Grossviehkadaver, welcher der Abfallwirtschaft zugefügt wird, vernachlässigbar klein.

Gemäss vorliegender Abschätzung entstehen in der Schweizer Landwirtschaft etwa 70 kt TS/a an lebensmittelfähigen Verlusten, wovon 55 kt TS/a als vermeidbar eingestuft werden. Dies entspricht knapp 5% der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion. In Bezug auf die Erhebung der essbaren Biomassen, die als Ernterückstände und als Ernteausschüsse anfallen, besteht weiterer Handlungsbedarf. Ebenso ist es angezeigt, konkrete Massnahmen zur Reduktion landwirtschaftlicher Lebensmittelverluste zu erarbeiten und deren Verhältnismässigkeit zu bewerten.

Résumé

La présente étude, qui s'inscrit dans le cadre des efforts de l'Office fédéral de l'environnement visant à créer une base de données fiables et homogènes sur toute la chaîne des denrées alimentaires, prend en compte les flux de biomasse de l'agriculture suisse (hormis la biomasse ligneuse).

Flux de biomasse aux niveaux de la production et de l'utilisation

Les flux de biomasse (biomasse ligneuse exceptée) provenant de la production agricole s'élèvent à 13 millions de tonnes de matière sèche par an [t MS/a] en Suisse. La culture de végétaux génère 9 millions de t MS/a contre 4 millions pour la production et la détention animales. Les plantes fourragères de prairies et de pâturages naturels et artificiels (culture de végétaux) constituent, avec 45 %, la part de loin la plus importante de ces flux. Les engrais de ferme provenant de l'élevage bovin (production animale) constituent 20 % des flux de biomasse non ligneuse issue de l'agriculture.

Si plus de 85 % de la production agricole sont destinés à la fertilisation et à la chaîne des aliments pour animaux de rente, à peine 14 % (1,8 million de t MS/a) entrent dans la chaîne des denrées alimentaires. De ces 14 %, deux tiers proviennent de la culture de végétaux (1,2 million de t MS/a), avant tout de céréales panifiables et de betteraves sucrières, et un tiers (0,6 million de t MS/a) est issu de la production et de la détention animales. Ce dernier flux est destiné à la consommation humaine, essentiellement sous forme de lait.

La part restreinte des produits, par exemple les semences ou les fibres végétales, qui entrent dans la chaîne de production de biens représente 0,03 million de t MS/a (0,2 %). Un peu plus de 0,08 million de t MS/a (0,6 %) sont constitués de résidus stabilisés alimentant des installations de méthanisation et entrant ainsi dans la chaîne de production d'énergies renouvelables. Seul 0,1 % de la production agricole (env. 0,01 million de t MS/a) est éliminé sous forme de déchets.

Classification des flux de biomasse en fonction des catégories de consommation

Tout au long de la chaîne des denrées alimentaires, de la production primaire agricole à la consommation en passant par la transformation, le stockage et la distribution, des denrées alimentaires comestibles et non comestibles sont perdues. L'identification des sources de ces pertes, leur caractérisation en fonction de leur éventuelle valorisation ainsi que leur quantification constituent des étapes en vue de l'élaboration de mesures de prévention, de réduction et de valorisation optimale des déchets.

Les calculs et les estimations de cette étude montrent que la part des produits non comestibles s'élève à 83 % (11 millions de t MS/a), la part des denrées alimentaires entrant dans la chaîne de production et utilisées conformément à leur destination, à 14 %, et la part du fourrage pour animaux de rente ou de la biomasse entrant dans la chaîne de production de biens et utilisés conformément à leur destination, à 3%. Près de 0,07 million de t MS/a ne sont pas utilisées conformément à leur destination. Un cinquième de ce dernier flux (15 kt MS/a) est constitué de résidus ou de rebus de récolte réutilisés comme fourrage et environ 55 kt MS/a des résidus de récolte sont épandus à titre d'engrais ou d'amendements du sol directement ou, dans des quantités restreintes, après avoir été méthanisés. En comparaison, la part comestible des carcasses de gros bétail qui est éliminée est négligeable (moins de 1 kt MS/a).

D'après les estimations de la présente étude, environ 70 kt MS/a de pertes alimentaires sont imputables à l'agriculture suisse, dont 55 kt MS/a sont considérés comme évitables. Ce flux représente à peine 5 % de la production agricole de denrées alimentaires. Des mesures supplémentaires sont nécessaires pour remédier au problème des résidus et des rebus de récolte. Des mesures concrètes visant à réduire les pertes de denrées alimentaires dues à l'agriculture sont également à élaborer et leur proportionnalité doit être évaluée.

Riassunto

Nel quadro degli sforzi dell'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM) di creare una base di dati affidabile e unitaria lungo tutto la catena alimentare, il presente studio ha considerato i flussi di biomassa dell'agricoltura svizzera (escluso il legno).

Flussi di biomassa secondo il livello di produzione e di utilizzo

In Svizzera i flussi di biomassa non legnosa di provenienza agricola ammontano a oltre 13 milioni di tonnellate di sostanza secca l'anno [t SS/a]. La produzione vegetale costituisce la parte principale con circa 9 milioni di t SS/a, mentre la detenzione di animali e la produzione animale genera più di 4 milioni di t SS/a. La quota maggiore (45 %) è rappresentata dalle piante foraggere di prati e pascoli naturali e artificiali provenienti dalla produzione vegetale. Per quanto concerne la produzione animale, i concimi aziendali provenienti dalla detenzione di bovini rappresentano la quota maggiore (ca. 20 %) dei flussi di biomassa non legnosa dell'agricoltura.

Nonostante oltre l'85 per cento della produzione agricola finisca nella catena alimentare degli animali da reddito e nella produzione di concimi, questo settore fornisce quasi 1,8 milioni di t SS/a (14 %) per la catena alimentare. Anche in questo caso, i due terzi provengono dalla produzione vegetale (1,2 mio. di t SS/a), soprattutto cereali panificabili e barbabietole da zucchero, e un terzo (0,6 mio. di t SS/a) dalla detenzione di animali e dalla produzione animale destinata al consumo umano, principalmente sotto forma di latte.

La quantità limitata di prodotti utilizzati ad esempio quali sementi o piante da fibra che finiscono nella filiera dei beni di consumo ammonta a 0,03 milioni di t SS/a (0,2 %). Più di 0,08 milioni di t SS/a (0,6 %) finiscono quali sostanze residue negli impianti di fermentazione, dove sono utilizzate per la produzione di biogas rinnovabile da immettere nella rete energetica. Solo lo 0,1 per cento della produzione agricola (ca. 0,01 mio. di t SS/a) è smaltito con i rifiuti.

Flussi di biomassa secondo la classificazione in vista del consumo da parte dell'uomo

Lungo la catena alimentare, ossia dalla produzione primaria agricola, alla lavorazione, allo stoccaggio, alla distribuzione fino all'utilizzo e al consumo, si perdono parti commestibili e non commestibili di alimenti. L'identificazione delle fonti di tali perdite, la loro caratterizzazione in vista dell'eliminazione e la loro quantificazione rappresentano fasi utili per l'elaborazione di misure volte a prevenirle, ridurle al minimo e riciclarle in modo ottimale.

Secondo i calcoli e le stime del presente studio, la quota di prodotti non commestibili si aggira attorno all'83 per cento (11 mio. di t SS/a). Un altro 14 per cento sono alimenti commestibili che finiscono nella catena alimentare conformemente allo scopo. Il rimanente 3 per cento rappresenta la quota utilizzata quale foraggio per animali da reddito o che finisce nei beni di consumo. Circa 0,07 milioni di t SS/a non sono utilizzate conformemente allo scopo. Di queste, un quinto (15 000 t SS/a), trattandosi di residui o scarti commestibili del raccolto, è in linea di principio utilizzato come foraggio, mentre altre 55 000 t SS/a circa ritornano nel suolo direttamente sotto forma di residui del raccolto o, in quantità minori, quali concimi o ammendanti del suolo provenienti da impianti per la produzione di biogas. La parte commestibile di carcasse di bestiame grosso che viene conferita alla gestione dei rifiuti è quindi relativamente esigua: 1000 t SS/a.

Secondo la presente stima, l'agricoltura svizzera genera circa 70 000 t SS/a di perdite di prodotti commestibili, di cui 55 000 t SS/a possono essere evitate. Ciò corrisponde a poco meno del 5 per cento della produzione agricola a scopo alimentare. Sussiste un'ulteriore necessità di agire per quanto concerne il rilevamento delle biomasse commestibili costituite da residui e scarti del raccolto. Inoltre è opportuno elaborare misure concrete per ridurre le perdite delle derrate alimentari di origine agricola ed esaminarne la proporzionalità.

Summary

This study examines non-wood biomass flows in the Swiss agricultural economy, within the framework of efforts by the Federal Office of the Environment FOEN to create a reliable and uniform database along the whole food chain.

Biomass flows categorised at the level of production and use

In Switzerland, the non-wood biomass flows emerging from agricultural production constitute a good 13 million tonnes of dry matter per year [t DM/a]. Products from crop production predominate with around 9 million t DM/a compared to 4 million t DM/a from products based on livestock breeding or animal farming. Forage crops from natural and artificial pastures or meadows in the crop-growing economy have much the largest share at 45%. Farmyard manure from the livestock economy makes a contribution of around 20% to the non-wood biomass flows within the agricultural economy.

While a good 85% of agricultural products flow into the livestock feed chain and the fertiliser industry, agricultural production supplies about 1.8 million t DM/a (14%) to the food chain. Two thirds of that comes from crop production (1.2 million t DM/a) – dominated by bread cereals and sugar beets - and one third (0.6 million t DM/a) is supplied by animal farming and the livestock economy for human consumption, mainly in the form of milk.

The limited number of products which find their way into the supply chain, for example as seeds or fibrous plants, is specified as 0.03 million t DM/a (0.2%). A good 0.08 million t DM/a (0.6%) are waste products channelled into fermentation plants, where they are used in the energy chain for the production of renewable biogas. Only 0.1% of agricultural production, that is, around 0.01 million t DM/a, is disposed of through the waste management system.

Biomass flows categorised according to human consumption

Edible and inedible food items occur as waste throughout the food chain, that is, from agricultural primary production through processing, storage and distribution to consumption. In order to draw up measures for avoiding, minimising and optimally recycling this food waste, it is necessary to identify the sources of the waste, to describe the food waste with regard to possible utilisation and to quantify it.

According to the calculations and estimates presented in this study, the proportion of inedible products is 83% (11 million t DM/a). A further 14% consists of edible foods, which are entered into the food chain in line with regulations. 3% are used as animal feed, in line with regulations, or enter into the supply chain. About 0.07 million t DM/a are used in a non-designated manner. A fifth of this (15 kt DM/a) is fed to animals as basically edible harvest residues or wastes, while a further estimated 55 kt DM/a of harvest residues go directly or in small amounts via a biogas plant back into the soil as fertiliser or soil improvers. By comparison, the edible proportion of heavy livestock carcasses added to the waste management system is negligible at less than 1 kt DM/a.

This study estimates that Swiss agriculture produces about 70 kt DM/a of food waste, of which 55 kt DM/a are categorised as avoidable. This is equivalent to about 5% of agricultural food production. Further action is necessary to ascertain the level of edible biomasses that occur as harvest residues and waste. It is also necessary to draw up concrete measures to reduce agricultural food waste and to evaluate the proportions indicated.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	9
1 Einleitung	10
1.1 Ausgangslage	10
1.2 Nationale Zusammenarbeit	10
1.3 Auftrag & Zielsetzung	11
1.4 Ausschlüsse	11
2 Situationsanalyse (Literatur)	12
2.1 Biogene Güterflüsse der Schweiz	12
2.2 Lebensmittelkette	13
2.2.1 Biomasseströme in der Schweizer Lebensmittelindustrie	13
2.2.2 Lebensmittelverluste in der Schweiz	14
2.2.3 Lebensmittelverluste international	18
2.3 Landwirtschaftliche Biomasseflüsse	20
2.3.1 Landwirtschaftliche Biomasseflüsse in der Schweiz	20
2.3.2 Landwirtschaftliche Reststoffe in der Schweiz	21
3 Methoden	23
3.1 Begriffe & Definitionen	23
3.2 Systemdefinition	24
3.2.1 Systemgrenzen	24
3.2.2 Prozesse: Nutzungs- & Produktionsebenen	25
3.2.3 Stoffströme: Biomasseflüsse	26
3.2.4 Kategorisierung: Eignung als Lebensmittel	26
3.3 Datengrundlage der Massenflussanalyse	26
3.4 Darstellung der Massenflussanalyse	27
4 Ergebnisse	30
4.1 Landwirtschaftliche Biomasseflüsse in der Schweiz	30
4.1.1 Übersicht	30
4.1.2 Biomasseflüsse in die landwirtschaftliche Produktion (LWP)	32
4.1.3 Biomasseflüsse aus der landwirtschaftlichen Produktion (LWP)	35
4.2 Nutzungsebenen	39
4.2.1 Nutzungsebene Abfallwirtschaft	39
4.2.2 Nutzungsebene Düngewirtschaft	39
4.2.3 Nutzungsebene Energiewirtschaft	42
4.2.4 Nutzungsebene Güterkette	44
4.2.5 Nutzungsebene Lebensmittelkette	45
4.2.6 Nutzungsebene Nutztierfutterkette	56
4.3 Bewertung der Datenlage	58
4.3.1 Daten des Schweizerischen Bauernverbandes SBV	58
4.3.2 Daten der eidgenössischen Forschungsanstalt WSL	58
4.3.3 Daten Kompost und Gärgut	58
4.3.4 Datenbank TS, H, N, P	58
4.3.5 Daten Ernteverluste	58

5	Diskussion	60
5.1	Landwirtschaftliche Biomasseproduktion und ihre Alternativen.....	60
5.2	Verursacht die Landwirtschaft Lebensmittelverluste?	63
5.3	Ursachen & Vermeidbarkeit von Lebensmittelverlusten aus der Landwirtschaft.....	64
	Literaturverzeichnis	66
	Anhang	68

Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
AFW	Abfallwirtschaft
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BIOSWEET	Biomass for Swiss Energy Future
BLW	Bundesamt für Landwirtschaft
DUW	Düngerwirtschaft
ENW	Energiewirtschaft
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FS	Frischsubstanz
FUSIONS	Food Use for Social Innovation by Optimising Waste Prevention Strategies
G/I	Gewerbe/Industrie
GUK	Güterkette
INP	Input
kt	1'000 Tonnen
LMK	Lebensmittelkette
LWP	Landwirtschaftliche Produktion
LWS	Landwirtschaft
MFA	Materialflussanalyse
N	Stickstoff (elementar)
NFK	Nutztierfutterkette
oTS	organische Trockensubstanz
OUT	Output
P	Phosphor (elementar)
SBV	Schweizerischer Bauernverband
SCCER	Swiss Competence Centers for Energy Research
SFA	Stoffflussanalyse
SFZ	Schweizerische Fachstelle für Zuckerrübenbau
SGPV	Schweizerischer Getreideproduzentenverband
STAN	SToffflussANalyse, Freeware der TU Wien
SVZ	Schweizerischer Verband der Zuckerrübenpflanzer (SVZ)
t	Tonne
TS	Trockensubstanz
WSL	Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Seit 2012 sind in der Schweiz sowohl auf der Ebene der Forschung als auch im Rahmen der Gesetzgebung und bei der Umsetzung verstärkt Aktivitäten im Gang, um Abfälle und Verluste, welche entlang der Lebensmittelkette anfallen, zu quantifizieren und Massnahmen zu deren Vermeidung, Verminderung oder Verwertung einzuleiten. Dem Bundesamt für Umwelt BAFU fällt bei der Initiierung, bei der Koordination und bei der Kommunikation dieser Aktivitäten eine tragende Rolle zu. Sowohl das Bundesamt für Umwelt (BAFU, 2017) als auch das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW, 2017) klären über ihre jeweiligen Webseiten über entsprechende Grundlagen auf und informieren über den aktuellen Stand der Aktivitäten und Massnahmen. Das BAFU ist dabei bestrebt, entlang der gesamten Lebensmittelkette, also von der landwirtschaftlichen Primärproduktion über die Verarbeitung (Mosberger et al., 2016), Lagerung und Verteilung bis zum Verbrauch und zur Konsumation (BAFU, 2014) auf allen Ebenen eine verlässliche und einheitliche Datenbasis zu schaffen.

Die landwirtschaftliche Primärproduktion von Biomassen, namentlich der Pflanzenbau und die Tierproduktion, erfüllt in der dezentralisierten und diversifizierten Schweizer Landschaftsstruktur nicht ausschliesslich einen Nutzen auf der Ebene der Lebensmittelproduktion. Biomassen und deren (nicht verzehrbare) Bestandteile bedienen parallel dazu selbstverständlich die Nutzungsebenen der Futtermittelproduktion und der Düngerwirtschaft. Ebenso finden unterschiedlichste Biomassen Anwendungen in den Bereichen der Güterwirtschaft, der sauberen Energieproduktion oder gelangen in die Abfallwirtschaft. Auf Stufe der landwirtschaftlichen Produktion greift eine reine Betrachtung der Lebensmittelproduktion im Sinne einer Verschwendung oder eines Verlusts für die menschliche Ernährung daher viel zu kurz.

1.2 Nationale Zusammenarbeit

Die Studie Biomassenutzung in der Schweizer Landwirtschaft wurde mit der Unterstützung des Bundesamtes für Umwelt BAFU (P. Mandaliev) und des Schweizerischen Bauernverbands SBV (A. Cropt) durchgeführt. In der Begleitgruppe ebenfalls vertreten war das Bundesamt für Landwirtschaft BLW (V. Jung).

Die ausführende Fachstelle Umweltbiotechnologie der Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften ZHAW ist seit 2014 Mitglied des schweizerischen Kompetenzzentrums für Energieforschung Swiss Competence Center for Energy Research - Biomass for Swiss Energy Future SCCER BIOSWEET. Seit 2015 führt die Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL in Birmensdorf im Auftrag des SCCER BIOSWEET eine vertiefte Potenzialanalyse sämtlicher Biomasseflüsse in der Schweiz durch. Die vorliegenden Arbeiten zur Darstellung der Biomasseflüsse in der Schweizer Landwirtschaft stehen in direktem Zusammenhang mit der Erhebung des Potenzials an Rohstoffen zur Produktion erneuerbarer einheimischer Bioenergie. Desgleichen fand ein direkter Abgleich der Daten mit der laufenden BAFU-Studie Biogene Güterflüsse in der Schweiz (Mosberger et al., 2017) und der BAFU-Studie Organische Verluste aus der Lebensmittelindustrie in der Schweiz (Mosberger et al., 2016) statt.

1.3 Auftrag & Zielsetzung

Das BAFU, das BLW sowie der SBV haben Interesse an einer gesamtheitlichen Betrachtung und Darstellung der Biomasseflüsse in der Schweizer Landwirtschaft. Mit diesem Ziel wurde der ZHAW der Auftrag erteilt, eine nach Nutzungsebenen strukturierte Massenflussanalyse der Biomasseflüsse in der Schweizer Landwirtschaft (inkl. Obst- und Weinbau, exkl. Gartenbau und Forstwirtschaft) durchzuführen. Nebst der Produktion von pflanzlichen und tierischen Biomassen liegt das Hauptaugenmerk auf deren unterschiedlichen Nutzungsmöglichkeiten.

In dieser Studie werden deshalb folgende Teilziele erarbeitet:

- quantitative Darstellung der Biomasseflüsse in der Schweizer Landwirtschaft [in t TS/a],
- Produktion von Biomassen im Pflanzenbau und in der Tierproduktion [in t TS/a],
- Nutzung der landwirtschaftlichen Produkte als Nahrungsmittel, Nutztierfutter, Dünger, Güter, zur Energiegewinnung und als Abfallstoff,
- Fokus auf die für den menschlichen Konsum geeigneten Stoffströme, deren Energieinhalte und deren Lebensmittel-Verlustpotenziale,
- Fokus auf die Makronährstoffe Stickstoff (N) und Phosphor (P) zur Nutzung als Dünger.

Primäres Ziel der vorliegenden Studie ist die Identifikation und die Quantifizierung der grundsätzlich essbaren Biomasseflüsse aus der Schweizer Landwirtschaft im Jahr 2014 und die Gegenüberstellung dieser Flüsse zu den gesamten Biomasseflüssen der entsprechenden Nutzungsebenen.

1.4 Ausschlüsse

Nachfolgende Teilbereiche bzw. Aspekte werden in der vorliegenden Studie nicht behandelt:

- Die Ströme von Holz und verholzten Biomassen gemäss 3.1,
- die örtliche Verteilung der Biomasseflüsse innerhalb der Schweiz,
- europaweite- und globale Betrachtungen und Zusammenhänge,
- die zeitliche/saisonale Verteilung der Biomasseflüsse innerhalb des Jahres 2014,
- mögliche oder absehbare Entwicklungstendenzen & Steuerungsmechanismen wie z.B. Verlagerungen und Strukturänderungen oder Veränderungen im regulatorischen Umfeld,
- die monetäre Bewertung der Produktions- resp. der Nutzungsebenen; die wirtschaftliche Betrachtung von Verlusten und deren alternative Nutzung und Verwertung,
- qualitative Aspekte des Nutzens und des Einflusses der Biomasseflüsse beispielsweise auf die Pflanzenverfügbarkeit, die Bodenverbesserung, die Hygiene, auf Emissionen, Biodiversität, Bildung, Naherholung, Kultur und Landschaftspflege etc.

2 Situationsanalyse (Literatur)

2.1 Biogene Güterflüsse der Schweiz

Die erste Studie dieser Art wurde im Auftrag des BFE im Jahr 2001, basierend auf den Daten von 1989 und 1999, durchgeführt. Die Studie wurde 2008 auf der Datengrundlage von 2006 aktualisiert. Auftraggeber waren die Bundesämter BAFU, BFE und BLW. Diese Zusammenstellungen und übersichtliche Darstellungen der biogenen Güterflüsse der Schweiz haben sich als wertvolles Werkzeug erwiesen. Es wurde beschlossen, die Datengrundlage in regelmässigen Abständen zu aktualisieren. Im Jahr 2011 wurde daher an der ZHAW im Auftrag des BAFU die Massenflussanalyse «Biogene Güterflüsse der Schweiz» auf den Stand der Zahlen von 2009 gebracht. Zurzeit findet die Aktualisierung der Daten auf den Stand 2014 statt (Mosberger, 2017). Vorhandene Daten werden aktualisiert, wo angezeigt verfeinert und laufend werden auch neue Datensätze ergänzt, um noch bestehende Datenlücken zu füllen.

Die oben erwähnten Studien erfassen und visualisieren alle relevanten Güterflüsse biogener Güter (Biomassen) der Schweiz auf der Datengrundlage von statistischen Erhebungen. Sämtliche Flüsse werden in Tonnen Trockensubstanz pro Jahr [t TS/a] als Übersicht in einem Sankey-Diagramm (Abbildung 1) dargestellt. Dazu kommen Tabellen und Diagramme, welche die relevanten Daten von Teilbereichen darstellen. Abgesehen von den Mengen der Trockensubstanz verfügt die Datenbank über Angaben zur Frischsubstanz (FS), zu Heizwerten (H_i), sowie zu Stickstoff- (N) und Phosphoranteilen (P).

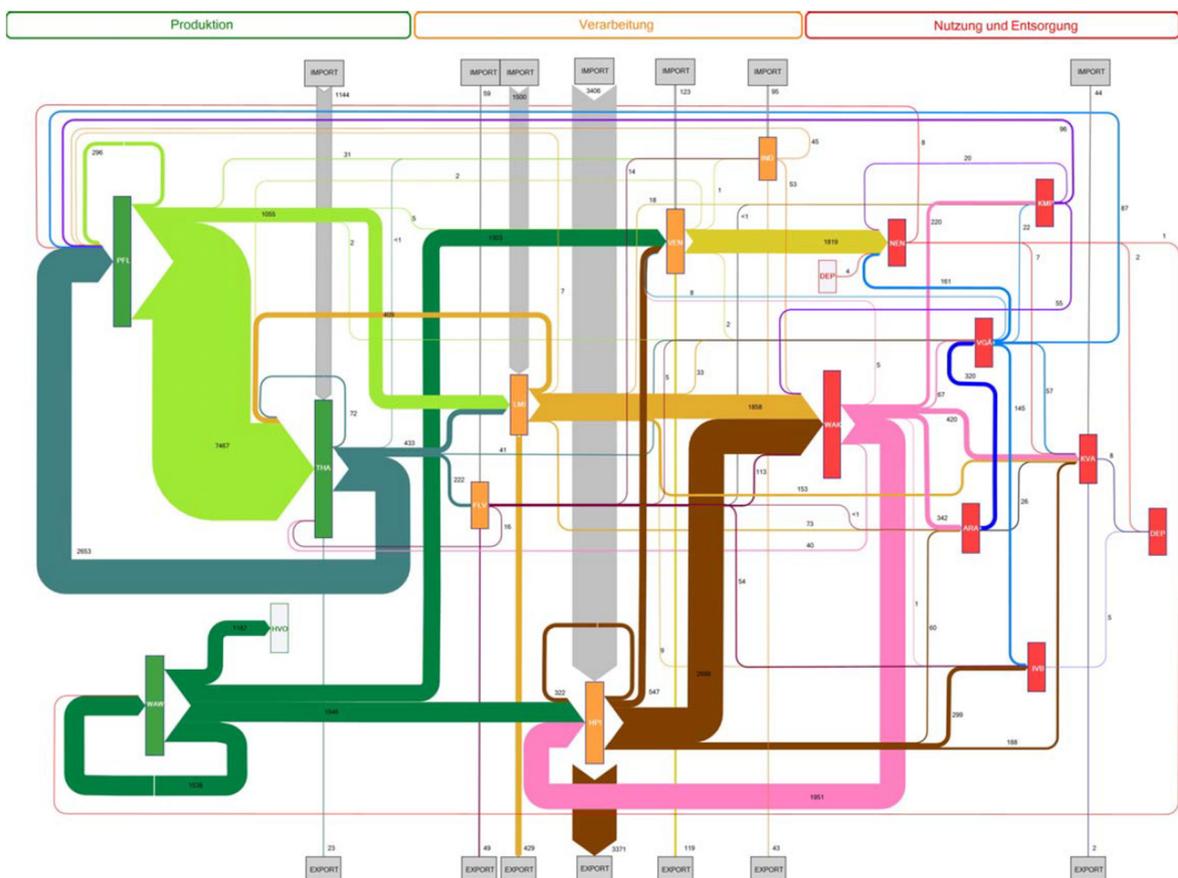


Abbildung 1 Gesamtdarstellung der Massenflüsse in kt TS/a (Baier et. al, 2011)

Bezogen auf die Gesamtheit der Biomasseflüsse in der Schweiz liegen die dominierenden Flüsse eindeutig im Produktionssektor (grün), wovon die klar grössten Mengen aus dem Pflanzenbau in die Tierhaltung fließen. Es handelt sich dabei hauptsächlich um Produkte von Natur- und Kunstwiesen bzw. –weiden. Eine grosse Bedeutung wird den Flüssen aus der Tierhaltung (insbesondere dem Hofdünger),

aus der Waldwirtschaft, der Papierindustrie und aus der Lebensmittelindustrie zugeschrieben. Die energetische Nutzung von biogenen Gütern wird eindeutig durch Energieholz dominiert und liegt klar vor den anderen biogenen Energieträgern und der Abfallbiomasse.

Die Studie «Biogene Güterflüsse der Schweiz» dient mittels Visualisierung der Grunddaten dazu, die Wichtigkeit von einzelnen Hauptstoffströmen in einem ganzheitlichen Zusammenhang zu erkennen und abzuschätzen. Mit dem Fokus auf spezifische Fragestellungen soll sie als Hilfsmittel dazu eingesetzt werden, Phänomene besser zu verstehen und allfällige Probleme sichtbar darzustellen. Sie dient als Grundlage dazu, allfällige Massnahmen zur Minimierung, Vergrösserung oder Umleitung von spezifischen Stoffströmen fundierter treffen zu können. Konzepte zur Verbesserung der stofflichen und energetischen Nutzung biogener Ressourcen stehen dabei klar im Vordergrund.

2.2 Lebensmittelkette

2.2.1 Biomasseströme in der Schweizer Lebensmittelindustrie

In diesem Teilbereich werden die Herstellung, die Verarbeitung, der Verkauf sowie der Im- & Export von Lebensmitteln wie auch deren Produktionsabfälle und Nebenprodukte dargestellt. Die Abbildung 2 umfasst nebst den Hauptströmen auch Fisch, Schalentiere und Genussmittel. Darin berücksichtigt ist auch die Selbstversorgung, also der Eigenbedarf der landwirtschaftlichen Betriebe. In der Abbildung 3 dargestellt sind die Anteile an Fleisch- und Fleischerzeugnissen.

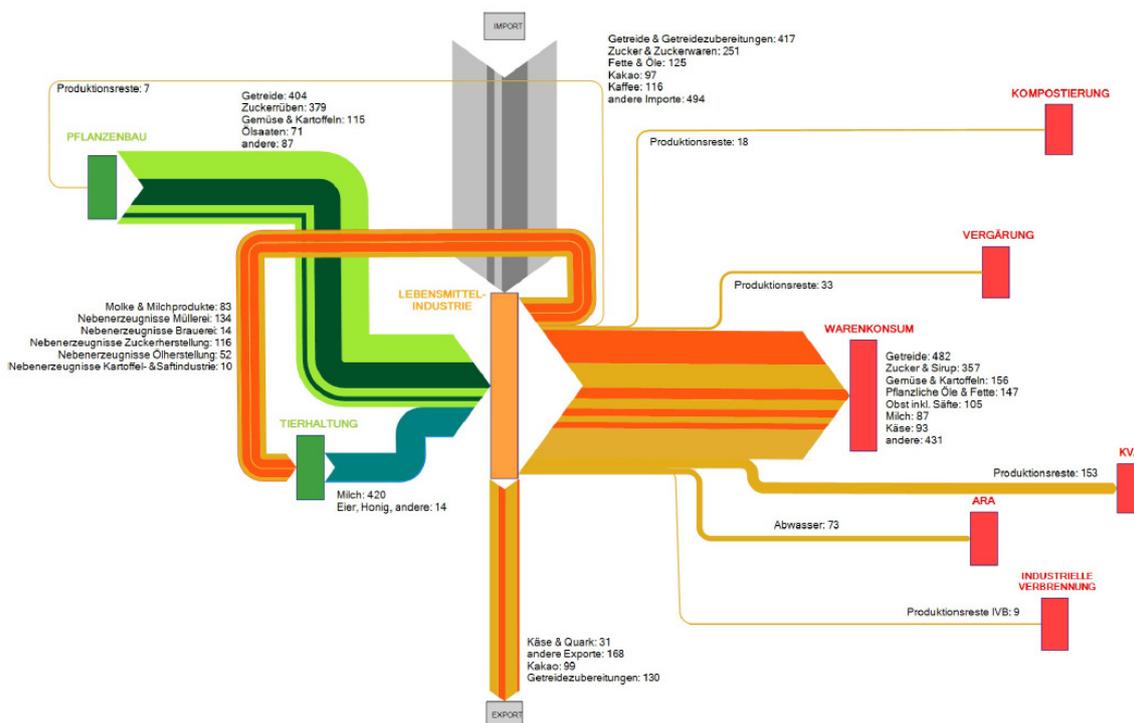


Abbildung 2 Massenflüsse der Lebensmittelindustrie (ohne Fleisch) in kt TS/a (Baier et. al, 2011)

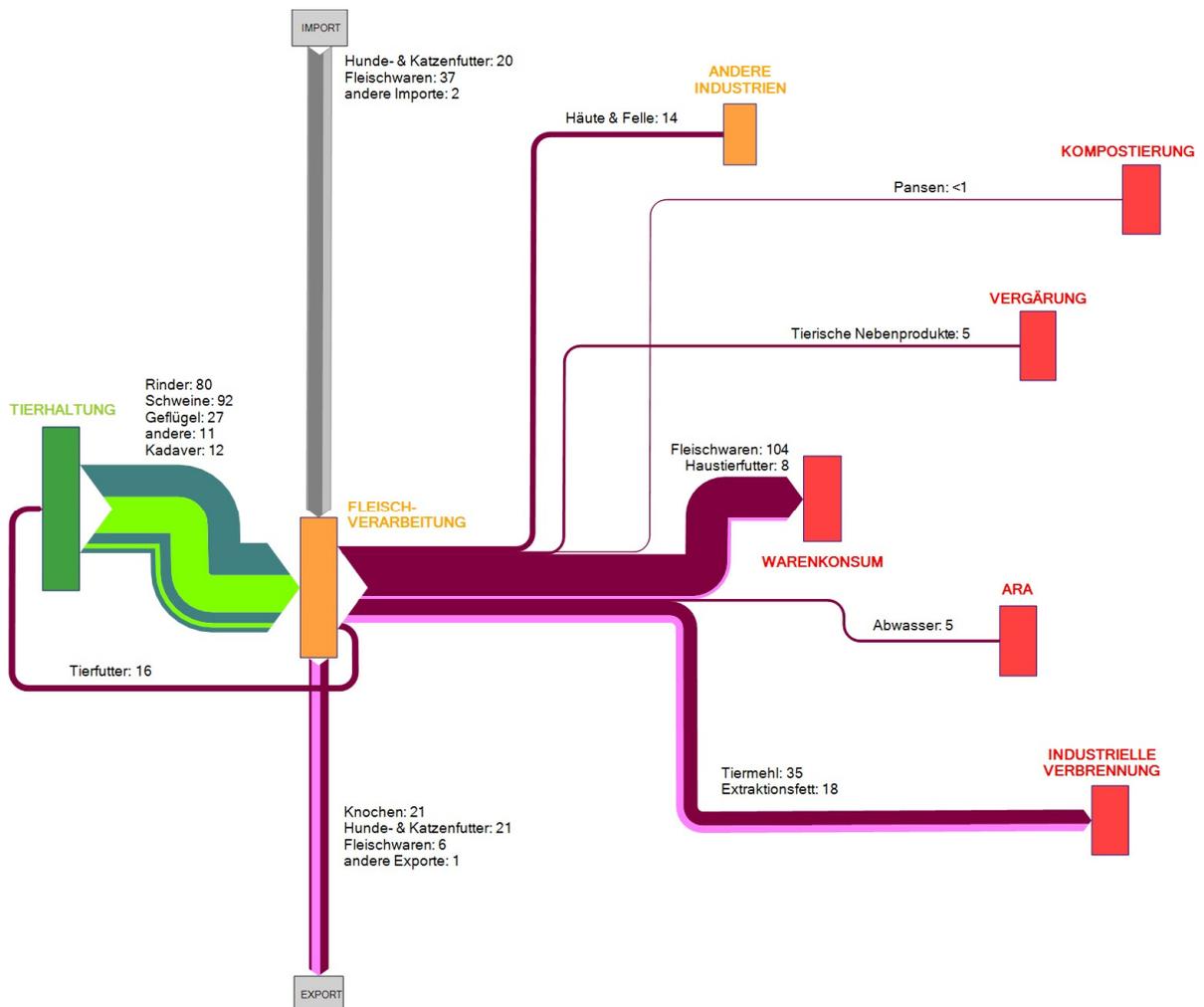


Abbildung 3 Massenflüsse des Prozesses Fleischverarbeitung in kt TS/a (Baier et. al, 2011)

Die Schweizer Lebensmittelindustrie weist eine hohe Varianz in der Art und Grösse der Lebensmittel verarbeitenden Betriebe auf. Die Produktpalette, die Produktionsschritte, wie auch der Grad der Technologisierung weisen extreme Unterschiede auf. Als Konsequenz daraus unterscheiden sich zum Beispiel die Abfallmengen auch für ähnliche Produkte sehr stark, was eine Hochrechnung auf die gesamtschweizerischen Stoffströme stark erschwert.

2.2.2 Lebensmittelverluste in der Schweiz

Als **Lebensmittelabfälle** gelten laut BAFU (2017) sämtliche Lebensmittel, die über die gesamte Lebensmittelkette verloren gehen oder weggeworfen werden. Dabei liegt der Fokus auf allen Ebenen: der landwirtschaftlichen Produktion, der Verarbeitung, der Gastronomie, von Grossverteilern und auf der Ebene des privaten Konsums. Gemäss WWF (2013) werden hingegen Lebensmittelabfälle als verdorbene Lebensmittel bezeichnet, die deshalb nicht mehr zum Verzehr geeignet sind.

Der Begriff **Lebensmittelverluste** wird zwar auf den Seiten des BAFU genannt, jedoch nicht eindeutig vom Begriff Lebensmittelabfälle abgegrenzt und auch nicht eindeutig als Synonym verwendet. Der WWF (2013) definiert Lebensmittelverluste als Lebensmittel, die für den menschlichen Verzehr produziert wurden, aber nicht von Menschen konsumiert werden. Lebensmittelverluste seien unbeabsichtigte Verluste, die entweder in der landwirtschaftlichen Produktion und der verarbeitenden Industrie anfallen, oder auch während des Transports und der Lagerung. Lebensmittelverluste können beispielsweise durch mangelndes Fachwissen und Handhabung, ungenügende Infrastruktur oder auch durch Umwelteinflüsse verursacht werden.

Landwirtschaftliche Abfälle werden vom BAFU (2017) nochmals separat definiert. Eine klare Abgrenzung zum Begriff Lebensmittelabfälle besteht jedoch nicht, zumal in der obigen Definition von Lebensmittelabfällen die landwirtschaftliche Produktion explizit erwähnt wird. Landwirtschaftliche Abfälle werden als Ausschüsse spezifiziert, welche im Pflanzenbau und der Tierproduktion anfallen. Das BAFU nennt als Beispiele von landwirtschaftlichen Abfällen aus dem Pflanzenbau Biomassen aus Zweit- oder Drittkulturen, Ernterückstände und Ernteausschüsse (Kraut, Körner und Knollen). Als Abfälle aus der Tierhaltung werden Ausschüsse, wie z.B. Gras, Einstreu oder Futtermittel aufgeführt.

Das BAFU (2017) nimmt an, dass die Verluste der Schweiz in etwa in der gleichen Grössenordnung liegen, wie die global geschätzten Werte der Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO, welche dem statistischen Jahrbuch 2009 entnommen wurden (FAOSTAT 2010a/2010d, detailliertere Informationen im Anhang A2). Für die Schweiz würde dies bedeuten, dass rund 2.3 Mio. t/a bzw. rund 300 kg pro Person und Jahr an Lebensmittelabfällen anfallen. Davon würden rund 60% in der Landwirtschaft und durch den privaten Konsum entstehen, gut 20% wäre auf die verarbeitende Industrie zurückzuführen, mehr als 10% fielen in der Gastronomie an und knapp 5% bei den Grossverteilern. Für die Bereiche Landwirtschaft und privater Konsum fehlen zum heutigen Zeitpunkt verlässliche Studien und Datensätze.

Das Bundesamt für Umwelt BAFU gibt weiter an, dass es sich bei einem Grossteil der anfallenden Lebensmittelabfälle um vermeidbare Verluste handelt, d.h. dass diese Lebensmittel zum Zeitpunkt der Entsorgung noch essbar gewesen wären. In einer Studie zur Erhebung der Kehrlichzusammensetzung konnte festgestellt werden, dass jährlich rund 250'000 t an Lebensmittelabfällen in den Kehrlichverbrennungsanlagen enden. Ein zunehmender Anteil von Lebensmittelabfällen wird in Kompostier- oder Vergärungsanlagen verwertet, wobei diese immerhin energetisch (erneuerbare Energie) und stofflich (Nährstoffkreislauf) genutzt werden.

Die Studie von Mosberger et al. (2016) hatte als Ziel, die Datenlücken in der Lebensmittelkette in den Bereichen der Lebensmittelverluste für die Schweiz zu schliessen. Dazu wurde in der schweizerischen Lebensmittelindustrie eine quantitative Erhebung der Lebensmittelverluste durchgeführt und deren Resultate mittels einer Massenflussanalyse dargestellt. Im Vordergrund steht dabei eine quantitative Erhebung der Lebensmittelverluste aus der lebensmittelverarbeitenden und -produzierenden Industrie der Schweiz (ohne Landwirtschaft, Handel und Konsum), sowie eine Darstellung und Quantifizierung der bestehenden Verwertungspfade und eine Bewertung der Verlustflüsse nach Vermeidbarkeit bei mengenmässig relevanten Lebensmittelbranchen. Vorschläge für Massnahmen zur Reduktion und zur höherwertigen Nutzung der anfallenden Lebensmittelverluste wurden darin erarbeitet.

Die berechnete, durchschnittliche Verlustmenge (vermeidbare und unvermeidbare) der schweizerischen Lebensmittelindustrie beträgt 20% der Produktionsmenge. Gut ein Viertel davon (26%) fällt unter die Kategorie „unvermeidbar“. Daraus folgert sich, dass ca. 17% der Lebensmittelproduktion als vermeidbare Lebensmittelverluste enden. Die Schwankungen unterhalb und innerhalb der einzelnen Lebensmittelbranchen sind erheblich. Hochrechnungen ergeben, dass die schweizerische Lebensmittelindustrie jährlich einen Lebensmittelverlust von 470'000 t TS verursacht.

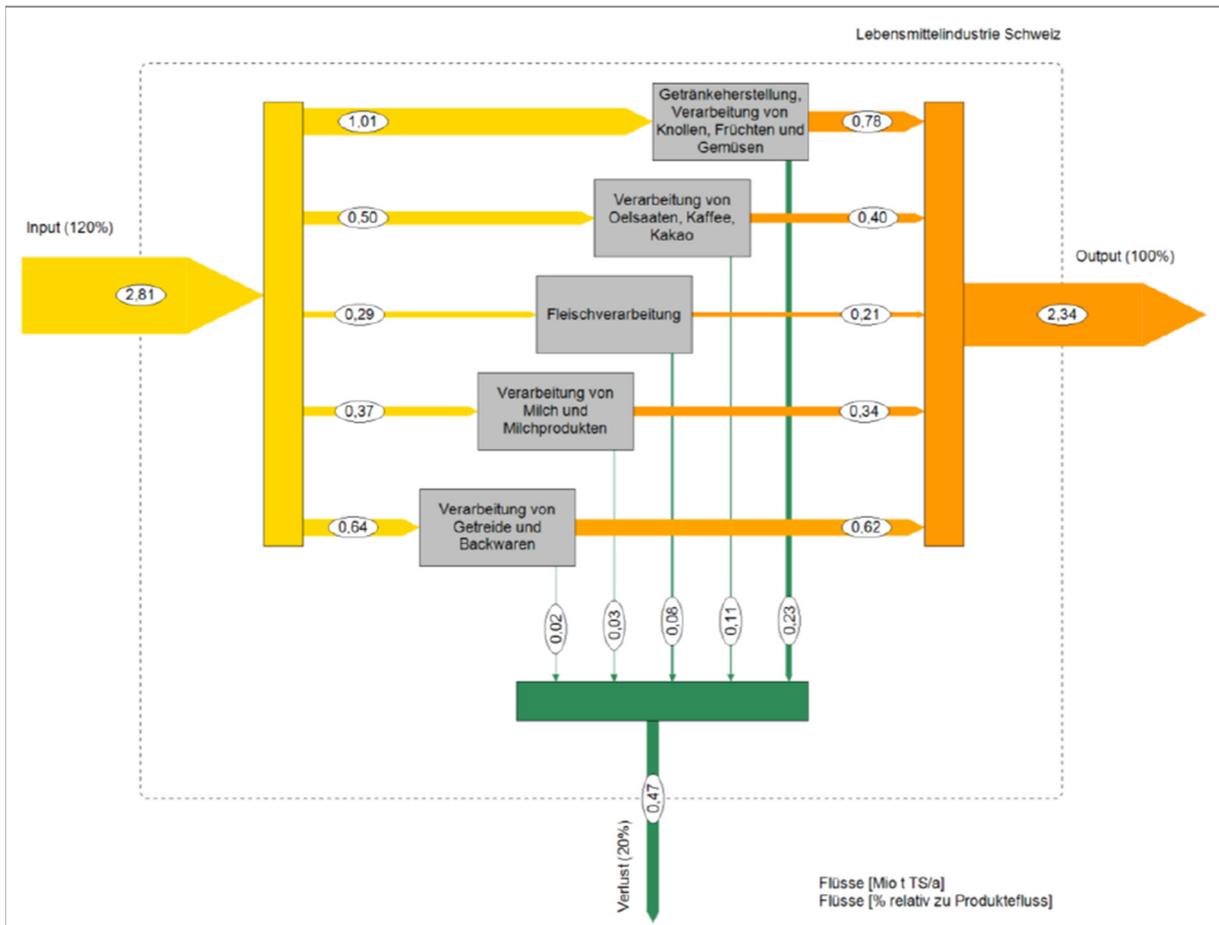


Abbildung 3 Massenflussanalyse der schweizerischen Lebensmittelindustrie (Mosberger et al., 2016)

Im Vergleich dazu weist die Studie «Biogene Güterflüsse der Schweiz» (Baier et al., 2012) für die Schweizer Lebensmittelindustrie einen höheren jährlichen Verlust von knapp 850'000 t TS aus. Dies ergibt auf die Gesamtproduktion einen Anteil von 36% an vermeidbaren und unvermeidbaren Verlusten. Der Hauptfokus der Studie lag jedoch auf der Erfassung sämtlicher Biomassenströme der Schweiz und nicht explizit auf derjenigen von Verlustströmen aus der Lebensmittelindustrie. Prozesse und Systemgrenzen für die einzelnen Branchen wurden nicht identisch definiert.

Gemäss WWF (2013) geht rund ein Drittel der Lebensmittel, welche für den Schweizer Konsum produziert werden, entlang der Lebensmittelkette verloren. Für die Schweiz entspricht dies einer Menge von ca. 2 Mio. t FS/a, welche noch für den Verzehr geeignet gewesen wären, aber nicht konsumiert werden. Aus dem Bericht geht hervor, dass mit rund 45% die privaten Haushalte den grössten Teil der in der Schweiz anfallenden Verluste verursachen. Wenn man nicht essbare Teile wie Schalen und Knochen nicht berücksichtigt, ergibt sich ein durchschnittlicher Verlust von ca. 320 g pro Person und Tag, welche der typische Schweizer einkauft und wieder entsorgt. Dies entspricht in etwa dem Gewicht einer Mahlzeit. Die verarbeitende Industrie hat einen Anteil von 30% der Verluste, welcher durch das Aussortieren minderwertiger Produkte, durch technische Rahmenbedingungen bei der Verarbeitung oder durch Fehlchargen erklärt wird. In der landwirtschaftlichen Produktion, wo schätzungsweise 13% der Verluste zu suchen sind, betrifft es hauptsächlich die Produktion von Früchten und Gemüse, die auf dem Feld liegen bleiben, weil sie zu gross, zu klein oder zu unförmig sind. Im Detailhandel, welcher oft das Image des Hauptverursachers innehat, fallen gemäss dieser Quelle nur ca. 5% der Verluste an. Die Berichte über «Dumpster Diver», welche Lebensmittel aus Abfallcontainern bergen und essen, sowie grosse gefüllte Mülltonnen des Detailhandels erhalten diese verzerrte Darstellung am Leben.

Gemäss BAFU (2017) fallen folgende Anteile für den schweizweiten Verlust an Lebensmitteln an: rund 61% der Lebensmittelabfälle im privaten Konsum und in der Landwirtschaft (geschätzt), 22% in der Verarbeitungsindustrie, 13% in der Gastronomie und 4% bei den Grossverteilern.

Im Bericht *Nahrungsmittelverluste im Detailhandel und in der Gastronomie in der Schweiz*, welcher in Erfüllung des Postulates 12.3907 durch Baier und Deller (2014) erarbeitet wurde, werden für den Detailhandel ca. 100'000 t FS/a an Lebensmittelabfällen berechnet. Rund 95% davon wird als vermeidbar ausgewiesen. Die Schweizerische Gastronomie inkl. Spital-, Heim-, Schul- und Kantinenverpflegung sowie Catering verursacht gemäss dieser Quelle Lebensmittelabfälle im Umfang von 290'000 t FS/a, ca. zwei Drittel davon oder rund 200'000 t FS/a sind als vermeidbar zu betrachten.

Ein erheblicher Anteil an Lebensmittelverlusten in der Schweiz bilden gemäss Mosberger et al. (2016) nicht essbare Lebensmittelteile (31%), sowie technisch verursachte Verluste bei der Produktion (26%), gefolgt von Materialien, welche in der Lebensmittelindustrie nicht weiter verwertbar sind (20%).

Bezüglich des Konsums in den privaten Haushalten und in der Gastronomie ist der Einfluss von Ablauf- bzw. Mindesthaltbarkeitsdaten auf die Verluste noch unklar. Hier besteht erheblicher Abklärungsbedarf. Ebenfalls müssen Lebensmittelverluste im Bereich der technisch bedingten Verluste systematisch ermittelt und erfasst werden, da in diesem Bereich bereits effiziente Massnahmen existieren, um Verluste drastisch zu senken. Zum Teil erhebliche Anschaffungskosten verhindern hier eine Produktion und Verarbeitung nach dem aktuellen Stand der Technik.

Mosberger et al. (2016) konnten mit ihrer Studie 27 Betriebe der Nahrungsmittelindustrie erfassen. Sie bildet nicht sämtliche Branchen und Kategorien fundiert genug ab, um statistisch aussagekräftige Schlussfolgerungen zum Thema Lebensmittelverluste zu ziehen. Etwa 20% der in der Schweiz produzierten Lebensmittel konnten erfasst werden, was eine wissenschaftliche Hochrechnung und ein kritischer Einblick in die Thematik ermöglicht. Klare Tendenzen sind erkennbar, woraus vertretbare Handlungsmassnahmen definiert und vorgeschlagen werden können.

Auch der WWF (2013) ist davon überzeugt, dass die Datenlage bezüglich potenzieller Lebensmittelverschwendung und den Massnahmen zu deren Reduktion viel zu unsicher ist und grosse Datenlücken bestehen. Es müssen zwingend weitere, detaillierte Daten erhoben und Studien erarbeitet werden, um das volle Ausmass an Lebensmittelverschwendung und Lebensmittelverlusten zu erfassen.

Die Arbeiten von Almeida und Beretta, die in WWF (2013) zusammengefasst sind, erarbeiten in ihren Studien einen Massnahmenkatalog für die verschiedenen Akteure in der Lebensmittelkette zur Verminderung und Vermeidung der Lebensmittelverschwendung.

In der Schweiz sind vor allem Haushalte, verarbeitende Industrie und die landwirtschaftliche Produktion die Verursacher von Lebensmittelverlusten und Verschwendung. Der WWF (2013) hebt hier jedoch hervor, dass Verlust nicht gleich Verschwendung ist. Die Verschwendung in den Haushalten wird als massgebliches Problem hervorgehoben. Es wird auch stark betont, dass beim der Verschwendung von Lebensmitteln nicht nur das Nahrungsmittel verloren geht, sondern dass auch weitere Ressourcen wie Arbeit, Energie, Boden, Wasser, Dünger und Pestizide unnötig beansprucht werden. Der WWF geht davon aus, dass in der Schweiz rund ein Drittel der gesamten Verluste über alle Sektoren ohne grossen Aufwand vermindert werden kann. Massnahmen dazu sind beispielsweise eine systematische Verlusterhebung, bewussterer Einkauf, Angebot und Konsum, gezieltere Restenverwertung, optimiertere Lagerung, intensivere Koordination bzw. Kommunikation der einzelnen Glieder der Nahrungsmittelkette, Förderung von Mitarbeiterschulungen und konsequenterer Einsatz des Stands der Technik. Mit der Summe solcher Massnahmen könnte das Emissions-Äquivalent von geschätzten zwei Millionen Tonnen CO₂ eingespart werden. Diese Menge entspricht den jährlichen CO₂-Emissionen von rund 500'000 Personwagen bzw. von 12 Prozent aller PKWs in der Schweiz.

2.2.3 Lebensmittelverluste international

Das Vergleichen verschiedener Studien in den Bereichen Lebensmittelverluste und Lebensmittelverschwendung wird dadurch erschwert, dass es keine einheitlich definierten Begrifflichkeiten oder Methoden gibt respektive diese unterschiedlich angewandt werden. Als **Lebensmittelverluste** wird im Allgemeinen die Menge an für den Menschen potenziell essbaren Materialien verstanden, welche spezifisch für den Konsum durch Menschen angebaut wurden, aber im Verlauf der Lebensmittelkette nicht konsumiert wurde (Gustavsson et al., 2011; Parfitt et al., 2010).

Lebensmittelverluste werden oft in drei Kategorien eingeteilt: vermeidbar, teilweise vermeidbar und unvermeidbar. Bei **vermeidbaren** Lebensmittelverlusten geht man davon aus, dass zum Zeitpunkt der Entsorgung die Lebensmittel noch essbar waren. Ursachen sind z.B. falsche Lagerung und Handhabung. Die durch bestimmte Essenspräferenzen verursachten Lebensmittelverluste werden als **teilweise vermeidbar** eingestuft. Die dritte Kategorie, **unvermeidbare** Lebensmittelverluste, definiert sich über die nicht verzehrfähigen Lebensmittelabfälle wie beispielsweise Knochen und gewisse Fruchtschalen und -kerne. In einer aktuellen Studie aus Deutschland zur Verwertung von Lebensmittelverlusten von Richter und Bokelmann (2016) werden unter der verwendeten Terminologie Lebensmittelverluste (Food Loss) sowohl vermeidbare als auch unvermeidbare Lebensmittelverluste berücksichtigt.

Zur Harmonisierung der Begrifflichkeiten innerhalb der Europäischen Union schlägt das Projekt Food Use for Social Innovation by Optimising Waste Prevention Strategies FUSIONS (2017) in Anlehnung an die Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO (2011) und Parfitt et al. (2010) eine einheitliche Definition der Begriffe rund um die Lebensmittelverschwendung vor. Gemäss der aktuellen FUSIONS-Definition von Tonstivint et al. (2016) sind folgende Definitionen zur Erhebung und Beurteilung von Lebensmittelverschwendung anzuwenden:

*Die **Wertschöpfungskette Lebensmittel** (Lebensmittelkette) beinhaltet die gesamte Menge an Materialien, welche mit der Absicht produziert werden, vom Menschen konsumiert zu werden. Sie schliesst auch Material mit ein, welches zum Verzehr geeignet wäre, aber nicht geerntet (Ernterückstände) oder nicht verwertet (Schlachtnebenprodukte) wird. Nicht essbare Anteile gehören zur Lebensmittelkette, sind aber keine Lebensmittel (unvermeidbarer Anteil an Lebensmittelverlusten).*

***Lebensmittelverschwendung** (Food Wastage) wird als Oberbegriff von Lebensmittelverlusten (Food Loss) und Lebensmittelabfällen (Food Waste) verstanden.*

*Der Begriff **Lebensmittelabfälle** (Food Waste) beschränkt sich auf Lebensmittel, die für den menschlichen Verzehr geeignet sind, jedoch nicht konsumiert werden. Ursache dafür ist beispielsweise, dass sie verderben, dass ein Überangebot herrscht oder individuelle Einkaufs- und Konsumgewohnheiten (z.B. überschrittenes Ablauf-, bzw. Mindesthaltbarkeitsdatum).*

*Als **Lebensmittelverlust** (Food Loss) wird die Abnahme der Menge oder des Nährwerts der Nahrung, die ursprünglich für den menschlichen Verzehr bestimmt war, bezeichnet. Diese Verluste werden zum Beispiel in der Lebensmittelversorgungskette durch mangelhafte Infrastruktur und Logistik, fehlende Technologie, unzureichende Fähigkeiten, Kenntnisse und Managementkapazitäten oder mangelnder Zugang zu den Märkten verursacht. Lebensmittelverlust bezieht sich daher auf die Teile der Lebensmittelkette, die mit der Produktion, Ernte, Verarbeitung und Logistik zu tun haben. Als mögliche Verwertungsschienen werden genannt: Feldverlust, Unterpflügen, Bioenergieproduktion, anaerobe Vergärung, Kompostierung, Abwasserbehandlung, Deponie, Verklappung und Verbrennung. Nicht zu den Lebensmittelverlusten gerechnet wird jener Anteil von Lebensmitteln, welcher der Nahrungsmittelkette entzogen und an Tiere verfüttert oder als Biomaterial stofflich verwertet wird.*

Gemäss dieser Definition sind Lebensmittelanteile, welche für den menschlichen Verzehr angepflanzt oder produziert werden, jedoch der Lebensmittelkette entzogen und in die Verfütterung gelenkt werden, nicht als Lebensmittelverschwendung zu bezeichnen. Diese Kategorie wird in der vorliegenden Studie als Kategorie f (*als Futtermittel verwendet*) bezeichnet und nicht den Verlusten im eigentlichen Sinne zugerechnet (siehe 3.2.4, Tabelle 3). Im Gegensatz dazu handelt es sich bei der Kategorie v (*Verlust von Lebensmitteln*) eindeutig um Lebensmittelverschwendung.

Die FAO (2011) verwendet für ihre Studie fünf Systemgrenzen der Lebensmittelkette, welche sich jeweils auf Verluste pflanzlicher oder tierischer Produkte beziehen.

- 1) Landwirtschaftliche Produktion: Dies betrifft pflanzliche Verluste durch mechanische Beschädigung oder Rieselgut während der Ernte sowie nachträglich aussortierte Ernteprodukte. Bezogen auf die Tierproduktion werden als Beispiel für Verluste tote Tiere während der Aufzucht genannt, Beifang von Fisch, der entsorgt wird und Milchverluste aufgrund von Mastitis.
- 2) Handhabung und Lagerung: Miteinbezogen werden pflanzliche Verluste durch Verschüttung und Degradierung während der Handhabung, der Lagerung und dem Transport von der Produktion zu den Verteilern. Für Rindvieh-, Schweine- und Geflügelfleisch beziehen sich die Verluste auf den Tod während dem Transport zur Schlachtung und Aussortierung im Schlachthaus. Für Fische bezieht sich der Verlust auf Verschütten und Verderben während der Eiskühlung, Verpackung, Lagerung und Transport nachdem die Fische aufs Festland gekommen sind. Verluste ab Milch entstehen durch Verschütten und Verderben beim Transport von den Landwirtschaftsbetrieben zu den Distributoren.
- 3) Verarbeitung: Pflanzliche Verluste entstehen durch Verschüttung und Degradierung während industrieller oder häuslicher Verarbeitung, zum Beispiel während der Fruchtsaftherstellung, dem Eindosen und in den Bäckereien. Verluste entstehen hier, wenn Saaten aussortiert werden, wenn sie unpassend sind für die vorgesehenen Prozesse, beim Waschen, Schälen, Schneiden und Kochen oder, wenn Verarbeitungsprozesse unterbrochen werden sowie durch Verschüttung. Verluste an Rindvieh-, Schweine- und Geflügelfleisch geschehen während dem Schlachtungsprozess und während der industriellen Verarbeitung (z.B. von Wurstwaren). Für Fisch bezieht sich der Verlust auf die industrielle Verarbeitung und das Eindosen. Bei Milch sind es Verluste durch Verschütten bei der Pasteurisierung oder Verarbeitung zu anderen Milchprodukten.
- 4) Vertrieb: Dabei handelt es sich um Verluste in Geschäften und Märkten, beispielsweise Grosshändlern, Supermärkten, Detaillisten und Wochen- sowie Tagesmärkten.
- 5) Konsum: Diese Kategorie beinhaltet Verluste während dem Konsum auf der Stufe Haushalt und in der Gastronomie.

Die Studie von Richter und Bokelmann (2016) zur Verwertung von Lebensmittelverlusten konnte 51 Lebensmittelindustriebetriebe in Deutschland erfassen. In dieser Studie wurde jedoch nur die Relevanz der Thematik «Food Waste» ermittelt, sowie die Ursachen evaluiert. Es wurden keine Mengen erhoben. Richter und Bokelmann (2016) stellten in ihrer Studie fest, dass folgende vier Gründe mengenmässig hauptverantwortlich für das Entstehen von Verlusten in der deutschen Lebensmittelindustrie sind: Produktfehler, technische Fehler, Haltbarkeitsdatum und Anforderungen des Detailhandels.

Die Kategorisierung der Ursachen in der Studie von Mosberger et al. (2016) weichen von denen von Richter und Bokelmann (2016) teilweise ab.

FAOSTAT (2010, 2011) schlägt eine gesamtheitliche Herangehensweise zur Verminderung von Lebensmittelverschwendung vor. Die FAO macht sich daher stark für eine fundierte Ausbildung auf der gesamten Lebensmittelkette mit dem Hauptziel, die Logistik und Infrastruktur zu verbessern. Die FNR (2013) gibt zu bedenken, dass zur effizienten Verminderung von Lebensmittelverschwendung zuerst eine zuverlässige Datengrundlage erarbeitet werden muss. Anhand der quantitativen Daten sollen dann Massnahmen getroffen werden, die in Richtung der Hauptverursacher zielen.

Detailliertere Informationen zu den Studien und Projekten von FUSIONS, FAO und FNR sind dem Anhang zu entnehmen.

2.3 Landwirtschaftliche Biomasseflüsse

2.3.1 Landwirtschaftliche Biomasseflüsse in der Schweiz

Eine Übersicht über die Biomasseflüsse in und aus der Schweizer Landwirtschaft (Datenbasis 2009), aufgeteilt in Tierproduktion und Pflanzenbau (exkl. Garten- und Landschaftsbau, Waldwirtschaft) gibt den Studien von Baier et al. (2012) resp. Mosberger et al. (2017). Dargestellt werden die Biomasseflüsse des Pflanzenbaus (Abbildung 4) sowie der Tierproduktion (Abbildung 5). Letztere schliesst Tiere aus der landwirtschaftlichen Tierproduktion genauso ein, wie Wildtiere, Tiere aus Nichtlandwirtschaftsbetrieben (z.B. aus Pferdehöfen) und Fische (exkl. Haustiere). Ebenfalls werden tierische Produkte (inkl. Hofdünger), die Tierfutterherstellung und die Im- und Exporte von Tierfutter dargestellt.

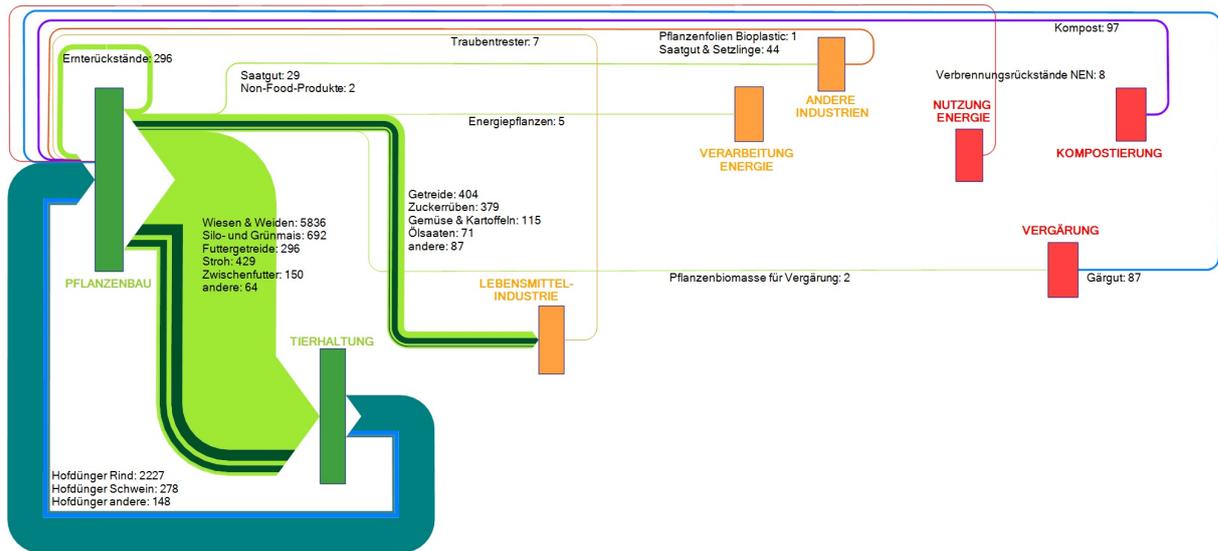


Abbildung 4 Schweizer Biomasseflüsse in- und aus dem Pflanzenbau in 1'000 t/a (Baier et al., 2012);

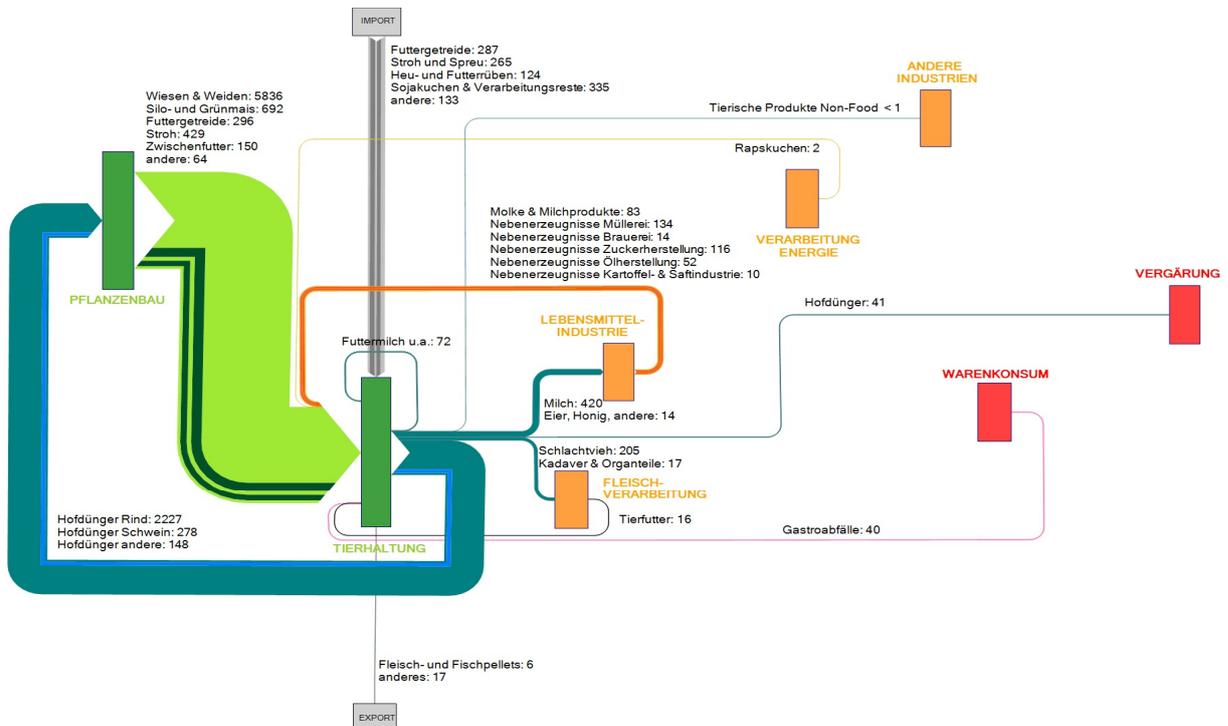


Abbildung 5 Schweizer Biomasseflüsse in und aus der Tierhaltung in 1'000 t/a (Baier et al., 2012)

2.3.2 Landwirtschaftliche Reststoffe in der Schweiz

Das gesamtschweizerische Potenzial von verholzter und nichtverholzter Biomasse als Energieressource inkl. deren Mengen und räumliche Verteilungen erfasst eine aktuelle Studie von Thees et al. (2017) in welcher ein theoretisches Potenzial von rund 209 PJ Primärenergie/a ausgewiesen wird. Davon stammt gut die Hälfte aus Waldholz (108 PJ) und ein Viertel aus Hofdünger (49 PJ). Das nachhaltige Potenzial beträgt mit 97 PJ rund die Hälfte des theoretischen Potenzials, davon liefert verholzte Biomasse 50 PJ und nicht verholzte Biomasse 47 PJ. Hofdünger (27 PJ) und Waldholz (26 PJ) sind die Biomasseflüsse mit dem schweizweit grössten Potenzial. Dazu kommt ein zusätzliches Potenzial von ca. 39 PJ aus Abfällen (Altholz, organische Anteile Kehrlicht, Grüngut aus Haushalt und Landschaft, organische Abfälle aus Industrie und Gewerbe, Klärschlamm und Restholz).

Das in Thees et al. (2017) ermittelte theoretische Potenzial umfasst das gesamte vorhandene Potenzial der in der Schweiz anfallenden landwirtschaftlichen Biomasse aus Ernterückständen, ohne dabei allfällig nutzungsbedingte Einschränkungen zu berücksichtigen. Eine Ausnahme bilden Wiesen und Weiden. Diese werden hauptsächlich zur Fütterung von Wiederkäuern verwendet, also nicht dem Potential zugerechnet. Da 2010 ca. 8.5% des verwendeten Futters importiert wurde (hauptsächlich in Form von Soja und Getreide), wird davon ausgegangen, dass die Anbaukapazität der Getreideanbauflächen voll ausgenutzt ist. Berücksichtigt werden zur Potenzialerhebung einzig die bei der Ernte anfallenden Nebenprodukte. Als «Nebenprodukte aus dem landwirtschaftlichen Pflanzenbau» werden die Rückstände nach der Ernte des Hauptproduktes (Ernterückstände und Ernteausschuss) sowie integrierte Zwischenkulturen (Zweit- und Drittkulturen) verstanden. Nicht berücksichtigt werden Wurzeln und Stoppeln. Zwischenkulturen dienen der Rückführung von organischer Substanz in den Boden, zur Verbesserung der N-Verfügbarkeit, der Reduktion von Nitratauswaschungen und Erosion. Diese haben ein zusätzliches Potenzial, welches auf Kosten der oben genannten Nutzungen verwendet werden kann. Hauptprodukte für den Konsum sowie Heu und Gras (Weiden und Wiesen) und Getreidestroh werden hier nicht berücksichtigt. Zwischenkulturen, welche bereits als Tierfutter oder für den menschlichen Konsum genutzt werden, wurden ebenfalls nicht miteinbezogen.

In der Schweiz fallen jährlich rund 1.8 Millionen Tonnen Frischsubstanz resp. rund 580'000 t TS/a an landwirtschaftlichen Nebenprodukten an (theoretisches Potenzial). Die genaue Zusammensetzung und die anfallenden Mengen der Ernterückstände unterscheiden sich ja nach Kulturland stark. Abbildung 6 gibt eine Übersicht über die lokale Verteilung dieses Potenzials.

Thees et al. (2017) gehen davon aus, dass das nachhaltig nutzbare Potenzial deutlich tiefer ausfällt als das theoretische. Zu den einschränkenden Restriktionen gehören dabei auch veraltete Verfahren bei der Ernte und Logistik sowie anfallende Kosten in der Aussortierung von landwirtschaftlichen Nebenprodukten. Diese Faktoren limitieren die Mengen stark, welche tatsächlich für die energetische Nutzung gebraucht werden können. Um belastbare Zahlen für das nachhaltige Potenzial an landwirtschaftlichen Nebenprodukten sowie Ernterückständen und -ausschüssen zu erhalten, müssen die in Thees et al. (2017) aufgeführten Potenziale einer vertieften Betrachtung von möglichen und tatsächlichen Nutzungspfaden unterworfen werden. Das von der WSL berechnete theoretische Potenzial für diese Nebenprodukte beträgt rund 15 PJ Primärenergie/a, bestehend aus Ernterückständen (>70%) und Zwischenkulturen (<30%).

Da ein grosser Teil der landwirtschaftlichen Ernterückstände direkt auf dem Feld wieder in den Boden gearbeitet wird, wird nur ein kleiner Teil davon anderweitig genutzt. Auch hohe Kosten für die Logistik, der Stand der Erntetechnik und konkurrierende Nutzungen führen dazu, dass landwirtschaftliche Nebenprodukte nur sehr bedingt genutzt werden. Der Anteil, welcher zur Produktion von erneuerbarer Energie in landwirtschaftlichen Biogasanlagen vergärt wird, beträgt etwa 0.04 PJ. Daher fällt auch das nachhaltige Nutzungspotenzial eher tief aus. Nur etwa 18% fallen in diese Kategorie (2.6 PJ oder 250'000 t FS). Hier besteht für die Verwertung in landwirtschaftlichen Biogasanlagen jedoch durchaus ein gewisses Potenzial.

3 Methoden

3.1 Begriffe & Definitionen

Biomasse

Gemäss Bundesamt für Energie (BfE, 2017) werden Biomassen als „*sämtliches durch Fotosynthese direkt oder indirekt erzeugtes organisches Material, das nicht über geologische Prozesse verändert wurde*“ bezeichnet. Im Sinne dieser Studie gelten biogene Sedimentgesteine und fossile Energieträger sowie Produkte, die daraus hergestellt wurden, nicht als Biomassen.

Biomasse wird als die Gesamtheit aller Lebewesen und des daraus hervorgegangenen, toten Materials (Folge- und Nebenprodukte) verstanden, also sämtliche organischen Stoffe pflanzlichen oder tierischen Ursprungs. Es kann zwischen holzartiger, trockener Biomasse (Waldholz, Feldgehölze, Altholz sowie feste Abfälle aus Industrie, Gewerbe und Haushalten) und wenig verholzter, nasser Biomasse (Hofdünger, Ernterückstände, biogene Abfälle) unterschieden werden. Nasse Biomassen sind damit also beispielsweise Pflanzen und Pflanzenteile, organische Reststoffe und Nebenprodukte aus der Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft und den Verarbeitungsbetrieben der daraus hervorgegangenen Produkte. Auch bei der Landschafts- und Gewässerpflege, sowie Bioabfälle aus der Industrie, dem Gewerbe und aus den Haushalten können nasse Biomassen sein.

Verholzte Biomasse

Als verholzte Biomasse wird sowohl die Primärproduktion von holzartigen Biomassen (Wald- und Forstwirtschaft) verstanden, als auch die verholzte Biomasse, welche zur primären Nutzung als Energieträger, für die Papier- oder Verpackungsindustrie oder als Konstruktionsholz ohne Bezug zur Lebensmittelkette produziert wird.

In dieser Studie werden nur nicht-verholzte Biomassen betrachtet. Als Konsequenz werden auch die Biomasseflüsse von Holz, holzartigen Produkten, Papier und Karton, welche von ausserhalb der Landwirtschaft in die oder aus den definierten Nutzungsebenen fliessen, nicht berücksichtigt.

Biomassenutzung

Der Biomasse kommt auf unterschiedlichsten Ebenen eine wichtige Funktion zu. Als Lebens-, bzw. Nahrungsmittel dient sie dem menschlichen Konsum, als Futtermittel den Tieren, als Nährstoff bzw. Dünger dem Pflanzenwachstum. Biomassen haben im Boden die Funktion von Nährstoffspeichern und sind als Energieträger eine entscheidende Grundlage für die erneuerbare bzw. saubere Energieproduktion. Biogene Energieträger produzieren Wärme, Strom und Treibstoffe. Biomassen sind aber auch die Grundlage von Ökosystemen, bilden einen wichtigen Teil des Lebensraums für die Lebewesen und beeinflussen durch die Freisetzung von Kohlendioxid (CO₂) das Weltklima.

In dieser Studie wird die Biomassenutzung ausschliesslich auf den Ebenen Nahrungs- und Futtermittel, Gütermittel, Düngerwirtschaft und Energieproduktion diskutiert.

Lebensmittel

Lebensmittel sind Stoffe, die dazu bestimmt sind, der menschlichen Ernährung zu dienen. Sie können in verarbeitetem oder auch unverarbeitetem Zustand konsumiert werden. Als Lebensmittel werden sowohl Esswaren (Nahrungsmittel), als auch Getränke (Trinkwasser) bezeichnet.

In der vorliegenden Studie wird der Einfachheit halber der Begriff Lebensmittel verwendet. Dabei liegt, aufgrund der Beschaffenheit der landwirtschaftlichen Produkte und der Darstellung der Massenflüsse als Trockensubstanz der Fokus ganz klar auf den Nahrungsmitteln.

Lebensmittelverluste in der Landwirtschaft

Die in der Situationsanalyse (Kapitel 2.2.2 und 2.2.3) definierten Begriffe für Lebensmittelverschwendung «Food Wastage», Lebensmittelabfälle «Food Waste» und Lebensmittelverluste «Food Loss» finden in dieser Studie nur bedingt Anwendung, da sie in der Literatur (Studien und Plattformen) unklar definiert, unvollständig gegeneinander abgegrenzt, nicht konsequent verwendet und/oder verwirrend definiert sind. Sie zielen nur zum Teil auf die Ursache des Verlusts ab, gehen nicht eindeutig auf den Ort des Verlusts ein (z.B. Lebensmittelkette), noch definieren sie die Begriffe klar bezüglich der Verwendung respektive den Verbleib der „verlorenen“ Biomasse hin. Kurz gesagt: es fehlt eine klare Abgrenzung der Bezeichnungen hinsichtlich der Entstehung, der Ursache und der Verwertung.

Als Konsequenz daraus sind die aktuellen und gängigen Definitionen für Lebensmittelverschwendung, Lebensmittelabfälle und Lebensmittelverluste für den Fokus dieser Studie nicht geeignet. Weil die beschriebenen Ursachen für die Verschwendung bei Lebensmittelverlust eher auf die Bereiche Produktion und diejenige für Lebensmittelabfall eher auf das Verhalten der Konsumenten hinweist, wird im betrachteten System der Schweizer Landwirtschaft der Begriff Lebensmittelverlustpotenzial verwendet. Eine eindeutige Kategorisierung bezüglich Eignung und Verwendung als Lebensmittel ist in Kapitel 3.2.4 zu finden.

Die Kategorisierung «v» (*Verlust von Lebensmitteln*) bedeutet in dieser Studie ausschliesslich, dass der entsprechende Stofffluss ursprünglich für den menschlichen Verzehr bestimmt war, jedoch weder in die Lebensmittel- noch in die Futtermittelkette einfließt. Diese Definition deckt sich weitestgehend mit der aktuellen FUSIONS-Definition gemäss Tostivint et al. (2016) und ist aus Sicht der Autoren die einzige Biomasse-Kategorie in der Schweizer Landwirtschaft, die eine potenzielle Lebensmittelverschwendung beinhaltet.

3.2 Systemdefinition

3.2.1 Systemgrenzen

Stoffliche Definition

In dieser Studie werden ausschliesslich wenig verholzte, nasse Biomassen gemäss Definition im Kapitel 3.1 betrachtet. Dies schliesst insbesondere Holz und verholzte, d.h. trockene Biomassen aus. Sämtliche Biomasseflüsse werden auf Basis Trockensubstanz [t TS/a] erhoben. Für die Nutzungsebene Düngewirtschaft wird zusätzlich eine Nährstoffbetrachtung [t N/a bzw. t P/a] durchgeführt, für die Lebensmittelkette werden untere Heizwerte [GJ/a] dargestellt.

Räumliche Systemgrenze

Der Bilanzraum ist die Biomasseproduktion der Schweizer Landwirtschaft. Diese beinhaltet grundsätzlich den Pflanzenbau und die Tierproduktion (Produktionsebene) und mehrere Nutzungsebenen. Biomasseströme, die über die Systemgrenze fließen sind solche, die in die definierten Nutzungsebenen eingehen oder rausfließen und nicht in die oder aus der inländischen, landwirtschaftlichen Produktion fließen. In- und Output-Ströme können daher Anteile an Importen und Exporten enthalten oder ausschliesslich aus solchen bestehen.

Örtliche Systemgrenze

Das System bezieht sich ausschliesslich auf die gesamte Schweizer Landwirtschaft. Regionale bzw. kantonale Begebenheiten werden nicht dargestellt.

Zeitliche Systemgrenze

Die Biomasseflüsse beziehen sich auf das Produktionsjahr 2014. Allfällige Veränderungen im Lagerbestand sowie zeitliche und saisonalen Schwankungen werden nicht berücksichtigt.

3.2.2 Prozesse: Nutzungs- & Produktionsebenen

Das System der Schweizer Landwirtschaft wird unterteilt in den Prozess **Produktion** mit zwei Produktionsebenen sowie in den Prozess **Nutzung** mit sechs Nutzungsebenen (Tabelle 1 und Tabelle 2). Die Produktion umfasst sowohl die Produktionsebenen **Pflanzenbau** als auch die Ebene **Tierproduktion**. Der Prozess Konsum wird unterteilt in die Nutzungsebenen **Lebensmittelkette**, **Nutztierfutterkette** und **Güterkette**. Weiter wird unterschieden zwischen den Ebenen **Energie** (Energiewirtschaft), **Boden** (Düngerwirtschaft) und **Abfallwirtschaft**. In den nachfolgenden Tabellen werden diese Ebenen spezifiziert:

Tabelle 1 Produktionsebenen der Schweizer Landwirtschaft

LANDWIRTSCHAFTLICHE PRODUKTION	
Pflanzenbau	Tierproduktion
<ul style="list-style-type: none"> - Schnitt von Wiesen & Weiden - Ackerbauprodukte - Obstbauprodukte - Rebbauprodukte - Gemüsebauprodukte - Faserpflanzen 	<ul style="list-style-type: none"> - Fleisch - Fisch - Tierische Produkte - Tierische Nebenprodukte - Hofdünger (Gülle und Mist)

Tabelle 2 Nutzungsebenen der Schweizer Landwirtschaft

NUTZUNGSEBENEN KONSUM, ENERGIE, BODEN UND ABFALL	
Lebensmittelkette LMK	Nutztierfutterkette NFK
<ul style="list-style-type: none"> - Biomassen, welche aus der landwirtschaftlichen Produktion direkt oder nach Verarbeitung als Lebensmittel auf den Markt gelangen. <i>Bsp.: Getreide, Gemüse, Obst, Fleisch</i> - Biomassen, welche aus der Lebensmittelkette inkl. Gastronomie in die Tierproduktion zurück fließen. <i>Bsp.: Altbrot, Nebenerzeugnisse der Lebensmittelindustrie</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Biomassen, welche aus der landwirtschaftlichen Produktion direkt als Futtermittel verwendet werden. <i>Bsp.: Futtergetreide, Schnitt von Wiesen und Weiden, Fütterungsmilch</i> - Biomassen, welche aus der Nutztierfutterkette für die Tierproduktion verwendet werden. <i>Bsp.: Futtergetreide, Schnitt von Wiesen und Weiden, Fütterungsmilch, Futtermittelimporte</i>
Güterkette GUK	Energiewirtschaft ENW
<ul style="list-style-type: none"> - Biomassen, welche aus der landwirtschaftlichen Produktion zur Nutzung als Güter anfallen <i>Bsp.: Saatgut, Faserpflanzen, Wolle, Gewürze</i> - Biomassen, welche aus der Güterkette in den Pflanzenbau zurück fließen. <i>Bsp.: Saatgut, Setzlinge, Bio-Mulchfolien</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Biomassen, welche direkt aus der landwirtschaftlichen Produktion in die Energiewirtschaft gelangen. <i>Bsp.: Hofdünger, Ernterückstände</i> - Biomassen, welche aus der Energiewirtschaft als organische Dünger dem Pflanzenbau zugeführt werden. <i>Bsp.: Gärgut flüssig, Gärgut fest</i>
Abfallwirtschaft AFW	Düngerwirtschaft DUW
<ul style="list-style-type: none"> - Biomassen, welche aus der landwirtschaftlichen Produktion in die Abfallwirtschaft gelangen. <i>Bsp.: Tierkadaver</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Biomassen, welche aus der landwirtschaftlichen Produktion ohne Zwischennutzung dem Pflanzenbau als organischer Dünger oder Bodenverbesserer zugeführt werden. <i>Bsp.: Hofdünger, Ernterückstände</i> - Biomassen, welche aus der Düngewirtschaft als organische Dünger dem Pflanzenbau zugeführt werden. <i>Bsp.: Hofdünger, Ernterückstände, Kompost</i>

3.2.3 Stoffströme: Biomasseflüsse

Sämtliche Flüsse werden in den folgenden Kapiteln durch einen sechsstelligen Code «Quellprozess»-«Zielprozess» gekennzeichnet. So bezeichnet z.B. der Code «LWP-DUW» einen Fluss aus der landwirtschaftlichen Produktion (LWP) in die Düngewirtschaft (DUW). Für alle definierten Nutzungsebenen werden zusätzlich zu den landwirtschaftsinternen Biomasseströmen auch die totalen Input- und Output-Flüsse dargestellt. Dadurch wird der Anteil der landwirtschaftlichen Produktion an der gesamten Nutzungsebene veranschaulicht. Die Input- und Output-Flüsse (INP bzw. OUT) sind nicht zwingend mit der Landwirtschaft gekoppelt. Als Beispiel seien hier die Inputflüsse in die Lebensmittelkette erwähnt: Nebst den aus der Landwirtschaft stammenden Flüssen LWP-LMK werden auch Lebensmittel aus dem Ausland importiert (INP-LMK).

3.2.4 Kategorisierung: Eignung als Lebensmittel

Um die Qualität der Flüsse aus der landwirtschaftlichen Produktionsebene (Pflanzenbau und Tierproduktion) hinsichtlich ihrer grundsätzlichen Eignung als Lebensmittel zu bewerten, werden sämtliche Flüsse entsprechend der Codierung der Tabelle 3 eindeutig zugewiesen:

Tabelle 3 Kategorisierung der Biomasseflüsse in Bezug auf die Eignung als Lebensmittel

Code	Beschreibung	Beispiel
I	= Lebensmittel für den menschlichen Verzehr bestimmt, fliesst in die Lebensmittelkette; bestimmungsgemässe Verwendung	Kartoffeln
f	= genutzt als Futtermittel für den menschlichen Verzehr vorgesehen, fliesst jedoch in die Nutztierfutterkette; nicht bestimmungsgemässe Verwendung	zu kleine Kartoffeln
v	= Verlust von Lebensmitteln ursprünglich für den menschlichen Verzehr vorgesehen, fliesst jedoch weder in die Lebensmittelkette, noch in die Nutztierfutterkette; nicht bestimmungsgemässe Verwendung	verfaulte Kartoffeln
g	= grundsätzlich essbar nicht für den menschlichen Verzehr vorgesehen, meist für die Nutztierfütterung vorgesehen; bestimmungsgemässe Verwendung	Futterkartoffeln
n	= nicht essbar nicht für den menschlichen Verzehr bestimmt; bestimmungsgemässe Verwendung	Kartoffelkraut

3.3 Datengrundlage der Massenflussanalyse

Die Nomenklatur und die Quantifizierung der Biomasseflüsse orientiert sich an den beiden Studien «Biogene Güterflüsse der Schweiz» der ZHAW (Mosberger et al., 2017) und «Biomassepotenzial zur energetischen Nutzung in der Schweiz» der WSL (Thees et al., 2017).

Die Berechnung und Darstellung der Biomasseflüsse basiert zum grössten Teil auf statistischen Primärdaten. Hauptquelle dazu ist die statistische Erhebung der Agristat (2015) des SBV. Dieses umfangreiche Werk erfasst die Gesamtproduktion der Schweizer Landwirtschaft. Die Angaben erfolgen in Tonnen Frischsubstanz (FS) und Tonnen Trockensubstanz (TS) bzw. in Anzahl Schlachttiere. Der SBV erfasst

diese Daten in einem jährlichen Bericht. Die meist konsistente und transparente Datenerfassung erlaubt es, langjährige Trends in der Produktion zu erfassen.

Die Erhebung von Mandaliev & Schleiss (2016) zu Kompostier- und Vergärungsanlagen dient als Datengrundlage für die energetische Nutzung von Hofdüngern und für die Kompostierung. Auf Basis von Frischsubstanzhebungen wurden Hochrechnungen durchgeführt, da die Datengrundlage nicht alle Anlagen in der Schweiz erfasst und keine TS-Angaben vorhanden waren.

Die Daten für Trockensubstanzgehalte wurden aus der Fachliteratur übernommen, unter anderem aus den Zusammenstellungen von Baier et al (2006), Mosberger et al. (2017) und Thees et al. (2017).

Die Angaben für den Heizwert stammen aus der Studie von Baier et al. (2006) und basieren teilweise auf eigenen Messkampagnen der ZHAW.

Da für die allermeisten landwirtschaftlichen Produkte (Saatgut, Brotgetreide, Futtergetreide, Futterknollen, Zuckerrüben, Ölsaaten, Kartoffeln, Obst & Beeren, Gemüse und Hülsenfrüchte, Silo- und Grünmais) keine belastbaren Daten für Ernteverluste greifbar waren, wurde in der vorliegenden Studie zur Hochrechnung von Ernteverlusten folgendes Vorgehen angewandt: Es wird von einem globalen Ernteverlust von 5% der Gesamtmenge ausgegangen. 75% dieser Verluste verbleiben in der Kultur, d.h. sie werden in der Regel untergepflügt und damit der Düngewirtschaft zugerechnet oder feldrandkompostiert. 25% der globalen Ernteverluste werden geerntet, aber nicht der Lebensmittelkette zugeführt. 50% hiervon (12.5% der globalen Verluste) gelangen in die Futtermittelkette, 50% (12.5% der globalen Verluste) werden in die anaerobe Vergärung geführt (Energiewirtschaft). Von den globalen Ernteverlusten wären je 50% für den menschlichen Verzehr geeignet respektive nicht geeignet.

3.4 Darstellung der Massenflussanalyse

Zur übersichtlichen Darstellung der gesamten Biomasseflüsse der Schweizer Landwirtschaft wurde ein Sankey-Diagramm mittels STAN erstellt. Dieses orientiert sich an der Methode einer Stoffflussanalyse (SFA). Die SFA dient der systematischen Erfassung, Beschreibung und Interpretation von Stoffhaushaltssystemen (Baccini und Brunner, 1991). Dabei wird für einen definierten Raum (örtliche oder prozessbezogene Systemgrenze) während einer bestimmten Zeitperiode (zeitliche Systemgrenze) der Stoffumsatz (bzw. Massenfluss) eines spezifizierten Stoffes quantifiziert. Das Hauptziel einer Stoffflussanalyse ist die vereinfachte Darstellung komplexer Systeme zur Veranschaulichung eines Systems und zur Verbesserung des Systemverständnisses. Die Darstellung mittels Sankey-Diagramm beinhaltet zudem eine mengenproportionale Visualisierung der Massenflüsse. Die jeweilige Flussmenge ist darin direkt aus der Flusspfeildicke abzulesen. Damit kann zum Beispiel einfach abgeschätzt werden, mit welchen möglichen Optimierungsmassnahmen eine grosse Wirkung erzielt werden kann.

Die Freeware STAN ist ein Hilfsmittel für einfach durchführbare Modellierungen und Simulationen von Material- (MFA) und Stoffflussanalysen (SFA). Die Software STAN ermöglicht eine Dateneingabe (Massenflüsse, Konzentrationen, Lagerbestände, Transferkoeffizienten) zur Illustration von Flüssen in Sankey-Form unter Berücksichtigung von Einheit und Unsicherheit. Eine Betrachtung von Subsystemen (Teilprozesse), von mehreren Ebenen (Güter, Stoffe, Energie) und mehreren Perioden (zeitliche Änderungen, Betriebsweisen) ist möglich, genauso wie Berechnungen von Unsicherheiten und von unbekanntem Werten. Der Software zugrunde liegen statistische Tests zum Auffinden von Datenfehlern.

Nebst dem Gesamtdiagramm (Abbildung 7), welches eine grobe Übersicht über die Biomasseflüsse der Schweiz bezüglich der landwirtschaftlichen Produktion gibt, wurden für sämtliche Prozesse (Produktion- und Nutzungsebenen) und Stoffflüsse separate Tabellen und Excel-Diagramme erstellt. In diesen werden alle Input- und Output-Flüsse des jeweiligen Prozesses mit Einzel- und Teilflüssen dargestellt. Der Detaillierungsgrad lehnt sich an die Datenbasis der Agristat (2015).



Abbildung 7 Sankey-Diagramm zur Darstellung von Biomasseflüssen im Gesamtsystem

mittlerer Bereich: Produktionsebene (Pflanzenbau und Tierproduktion)

oberer und unterer Bereich: sechs Nutzungsebenen

Kategorisierung:

l = Lebensmittel; für den menschlichen Verzehr bestimmt, fließt in die Lebensmittelkette; bestimmungsgemäße Verwendung

f = Futtermittel; für den menschlichen Verzehr bestimmt, fließt jedoch in die Nutztierfutterkette; nicht bestimmungsgemäße Verwendung

v = Verlust von Lebensmitteln; ursprünglich für den menschlichen Verzehr bestimmt, fließt jedoch weder in die Lebensmittelkette, noch in die Nutztierfutterkette; nicht bestimmungsgemäße Verwendung

g = grundsätzlich essbar; jedoch nicht für den menschlichen Verzehr vorgesehen. Meist für die Nutztierfütterung vorgesehen.; bestimmungsgemäße Verwendung

n = nicht essbar; bestimmungsgemäße Verwendung

Eine lückenlose Massenbilanzierung über den definierten Zeitraum (2014) und die definierten Prozesse (Produktion und Nutzungsebenen) konnte aus verschiedenen Gründen nicht realisiert werden. Deshalb wurden auch keinerlei Berechnungen mit STAN durchgeführt. Aufgrund von diversen Stoffänderungs-

und Lagereffekten geht die Massenbilanz über die einzelnen Prozesse bzw. Ebenen nicht auf. Als anschauliches Beispiel für einen Änderungseffekt sei hier die Ebene Abfallwirtschaft genannt: Die Biomasseflüsse, die als organische Abwasserfracht in die Abwasserreinigungsanlage fließt, findet sich nur teilweise wieder im organischen Anteil des Klärschlammes. Betrachtet man die Kehrichtverbrennungsanlage, wird dieser Effekt noch viel deutlicher. Ein Beispiel von Lagereffekten stellt die Überwinterung von Kartoffeln oder Äpfeln dar.

4 Ergebnisse

4.1 Landwirtschafte Biomasseflüsse in der Schweiz

Die folgenden Kapitel beschreiben die Biomasseflüsse der sechs Nutzungsebenen und bewerten diese hinsichtlich ihrer grundsätzlichen Eignung als Lebensmittel. Die Teilgrafiken fassen die Biomasseflüsse der einzelnen Kategorien (l/f/v/g/n) und Ebenen gemäss Kapitel 3 zusammen und beschreiben die einzelnen Biomasseflüsse. Die Nutzungsebene der Nutztierfutterkette beinhaltet zudem die Nährstoffe Stickstoff (N) und Phosphor (P). Auf der Nutzungsebene der Lebensmittelkette werden zusätzlich zu den TS-Frachten die Energieinhalte als untere Heizwerte (H_i) sowie jährliche Tendenzen bezüglich der Produktion im Pflanzenbau dargestellt.

4.1.1 Übersicht

Die Biomasseflüsse in die Produktion der Schweizer Landwirtschaft umfasst rund 14.5 Mio. t TS/a. Die Gesamtheit der erfassten Stoffflüsse aus der landwirtschaftlichen Produktion beträgt 13.3 Mio. t TS/a. Die grössten Biomasseflüsse der Schweizer Landwirtschaft betreffen einheimische Futter- und Düngemittel (vergleiche Abbildung 9).

Nutzungsebene Nutztierfutterkette (NFK)

Insgesamt fliessen über 7.7 Mio. t TS/a an verschiedenen Biomassen aus der landwirtschaftlichen Produktion - mehrheitlich aus dem Pflanzenbau - als Futter in die NFK.

Zusammen mit annähernd 2 Mio. t TS/a an Futtermittelimporten aus externen, grösstenteils pflanzlichen Quellen fliessen annähernd 9.7 Mio. t TS/a aus der NFK zurück in die inländische Tierproduktion (LWP).

Nutzungsebene Düngewirtschaft (DUW)

Der zweitgrösste Biomassefluss der Schweizer Landwirtschaft stellen mit annähernd 3.5 Mio. t TS/a sämtliche einheimischen, festen und flüssigen Hofdünger aus der Nutztierhaltung in die DUW dar.

Zusammen mit organischen Düngern aus externen Quellen, mehrheitlich Kompost, fliessen knapp 3.7 Mio. t TS/a zurück in den inländischen Pflanzenbau (LWP).

Nutzungsebene Lebensmittelkette (LMK)

Die produzierten Lebensmittel machen mit rund 1.8 Mio. t TS/a den drittgrössten Biomassefluss aus der Schweizer Landwirtschaft aus. Zusammen mit annähernd 2.2 Mio. t TS/a an importierten Lebensmitteln fliessen etwa 4 Mio. t TS/a als Lebensmittel in die LMK. Dies betrifft sowohl den inländischen Konsum, wie auch den Export.

Von der LMK fliessen fast 1 Mio. t TS/a zurück in die landwirtschaftliche Produktion (LWP).

Nutzungsebenen Energiewirtschaft (ENW), Güterkette (GUK) und Abfallwirtschaft (AFW)

Die Biomasseflüsse aus der Schweizer Landwirtschaft in die Nutzungsebenen ENW, GUK und AFW sind mit je deutlich unter 0.1 Mio. t TS/a weit geringer, als die oben genannten Biomasseflüsse in die NFK, DUW und LMK.

Von der Energiewirtschaft (ENW) fliessen gut 0.1 Mio. t TS/a als Recyclingdünger zurück in den Pflanzenbau (LWP). Die Stoffströme von der Güterkette (GUK) in die LWP deutlich unter 0.1 Mio. t TS/a, während von der Abfallwirtschaft (AFW) in die landwirtschaftliche Produktion keine Biomasseflüsse eruiert werden konnten.

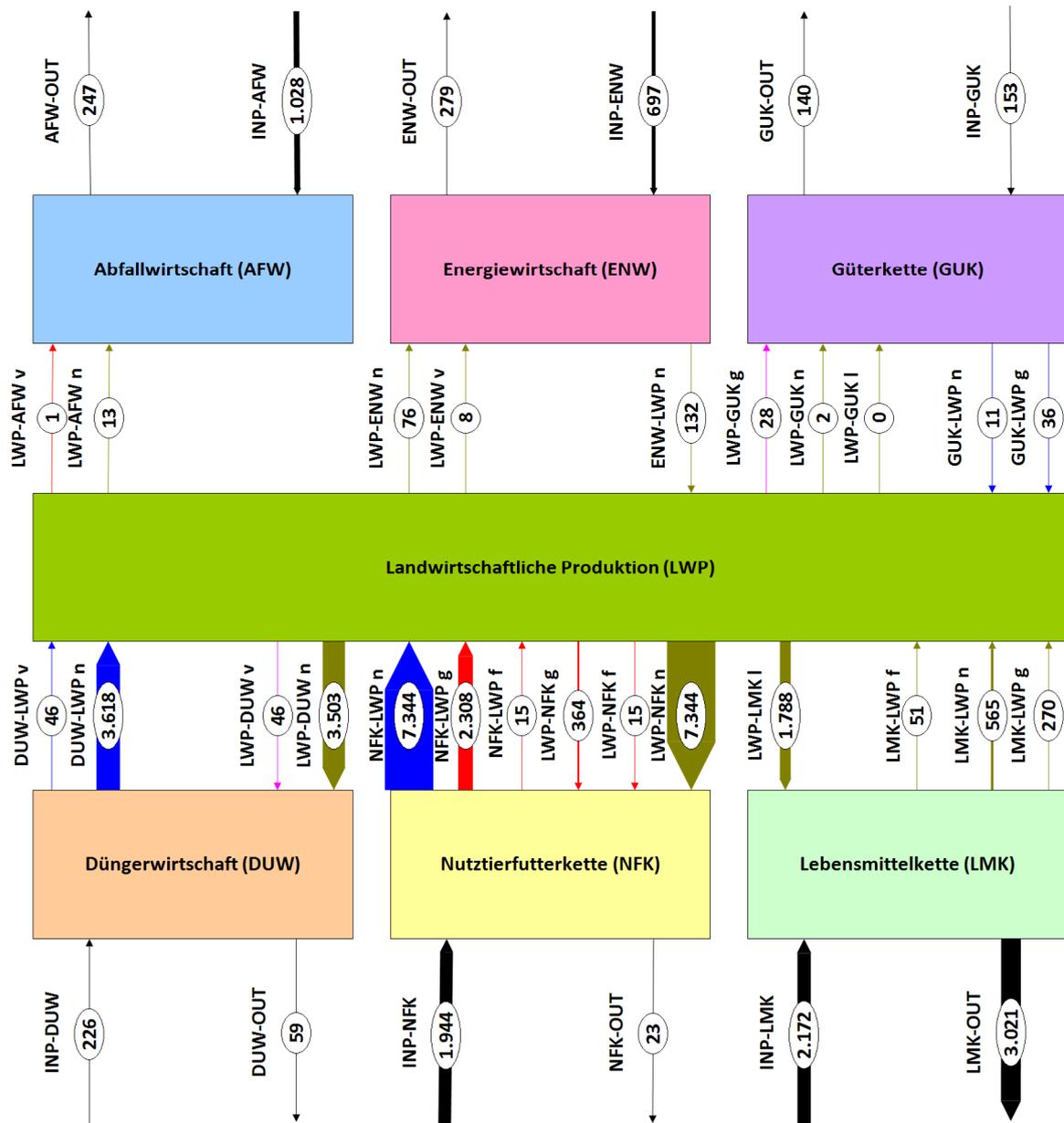


Abbildung 8 Biomasseflüssen im Gesamtsystem „Biomassennutzung Landwirtschaft in [kt TS/a] mittlerer Bereich: Produktionsebene (Pflanzenbau und Tierproduktion) oberer und unterer Bereich: sechs Nutzungsebenen

Kategorisierung:

l = Lebensmittel; für den menschlichen Verzehr bestimmt, fließt in die Lebensmittelkette; bestimmungsgemäße Verwendung

f = als Futtermittel verwendet; für den menschlichen Verzehr bestimmt, fließt jedoch in die Nutztierfutterkette; nicht bestimmungsgemäße Verwendung

v = Verlust von Lebensmitteln; ursprünglich für den menschlichen Verzehr bestimmt, fließt jedoch weder in die Lebensmittelkette, noch in die Nutztierfutterkette; nicht bestimmungsgemäße Verwendung

g = grundsätzlich essbar; jedoch nicht für den menschlichen Verzehr vorgesehen. Meist für die Nutztierfütterung vorgesehen; bestimmungsgemäße Verwendung

n = nicht essbar; nicht für den menschlichen Verzehr bestimmt; bestimmungsgemäße Verwendung

4.1.2 Biomasseflüsse in die landwirtschaftliche Produktion (LWP)

Im nachfolgenden Diagramm sind die anteilmässig grössten Biomasseströme in die landwirtschaftliche Produktion der Schweiz bezogen auf die Menge Trockensubstanz im Jahr 2014 dargestellt.

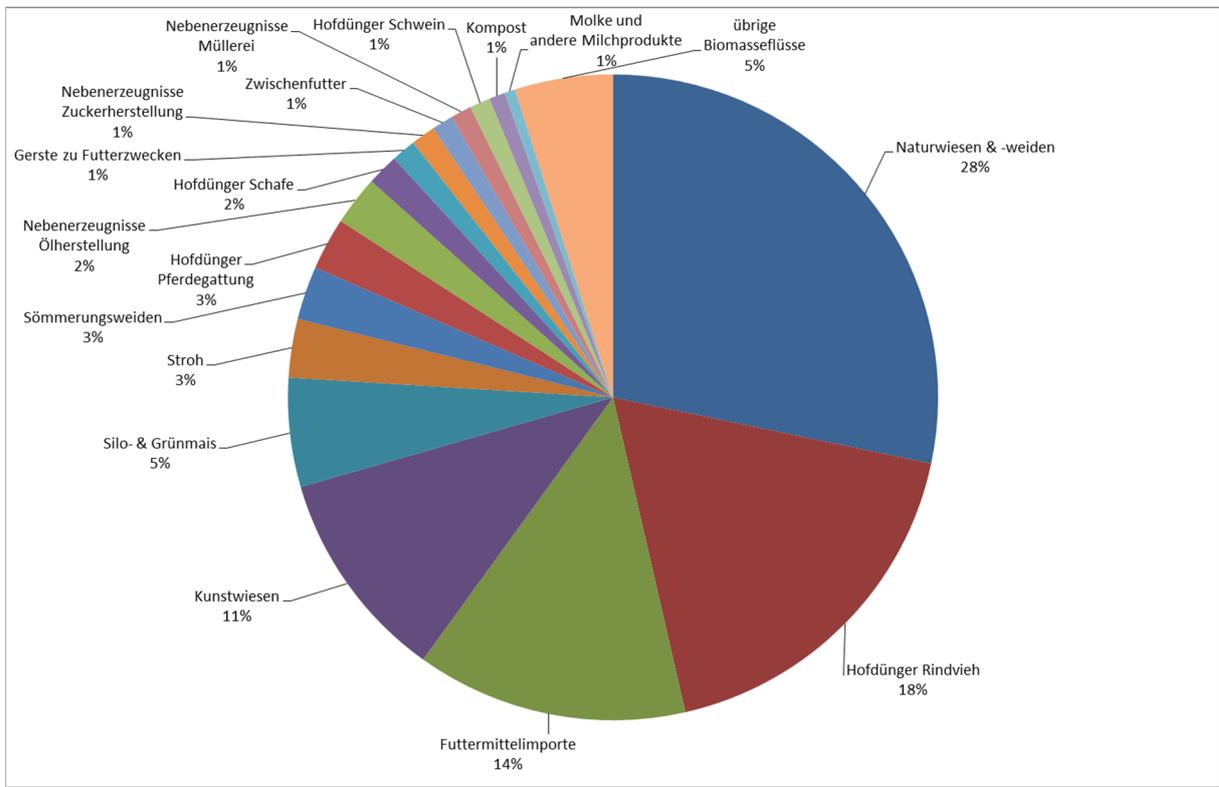


Abbildung 9 Die grössten Biomasseflüsse in die landwirtschaftliche Produktion [% der TS]

Biomasseflüsse in die landwirtschaftliche Produktion nach Herkunftsebene

Von den 14.4 Mio. t TS/a gelangen mit 8.2 Mio. t TS/a etwa 57% als Schnitt von Natur- und Kunstwiesen und als Rindvieh-Hofdünger in die landwirtschaftliche Produktion. Die Erzeugnisse von Naturwiesen und -weiden machen davon mit rund 4.0 Mio. t TS/a den allergrössten Anteil aus, gefolgt von Rindvieh-Hofdüngern mit 2.6 Mio. t TS/a.

Gesamthaft stammen rund zwei Drittel, also knapp 10 Mio. t TS/a aus der Nutztierfutterkette (NFK). Dies sind demnach landwirtschaftliche Erzeugnisse, die als Futter für die Tierproduktion verwendet werden. Einen grossen Anteil daran haben auch die Futtermittelimporte mit 1.9 Mio. t TS/a. Ein Viertel der Gesamtmenge, also knapp 3.7 Mio. t TS/a, fliesst aus der Düngewirtschaft (DWS) in die LWP. 94% davon sind Hofdünger und ca. 3% sind Komposte, die im Pflanzenbau Verwendung finden.

Knapp 0.9 Mio. t TS/a Erzeugnisse aus der Lebensmittelkette (LMK) gelangen in die LWS, also 6% der Biomasse bezogen auf den TS. Mehr als 93% davon sind Nebenprodukte aus der Öl- oder Zuckerherstellung, aus der Müllerei, der Milchverarbeitung, Brauereien und aus der Kartoffel- oder Fruchtsaftindustrie, welche als Futtermittel verwendet werden. Ein verhältnismässig geringer Anteil gelangt als Traubentresten in den Pflanzenbau.

Die verbleibende Biomasse gelangt aus den Nutzungsebenen Energiewirtschaft (ENW; 132 kt TS/a, 0.9%) und aus der Güterkette (GUK; 47 kt TS/a, 0.3%) in den Pflanzenbau.

Die beiden nachfolgenden Diagramme ermöglichen eine etwas detailliertere Betrachtung der Biomasseflüsse in die Produktionsebenen Pflanzenbau (oben) und Tierproduktion (unten):

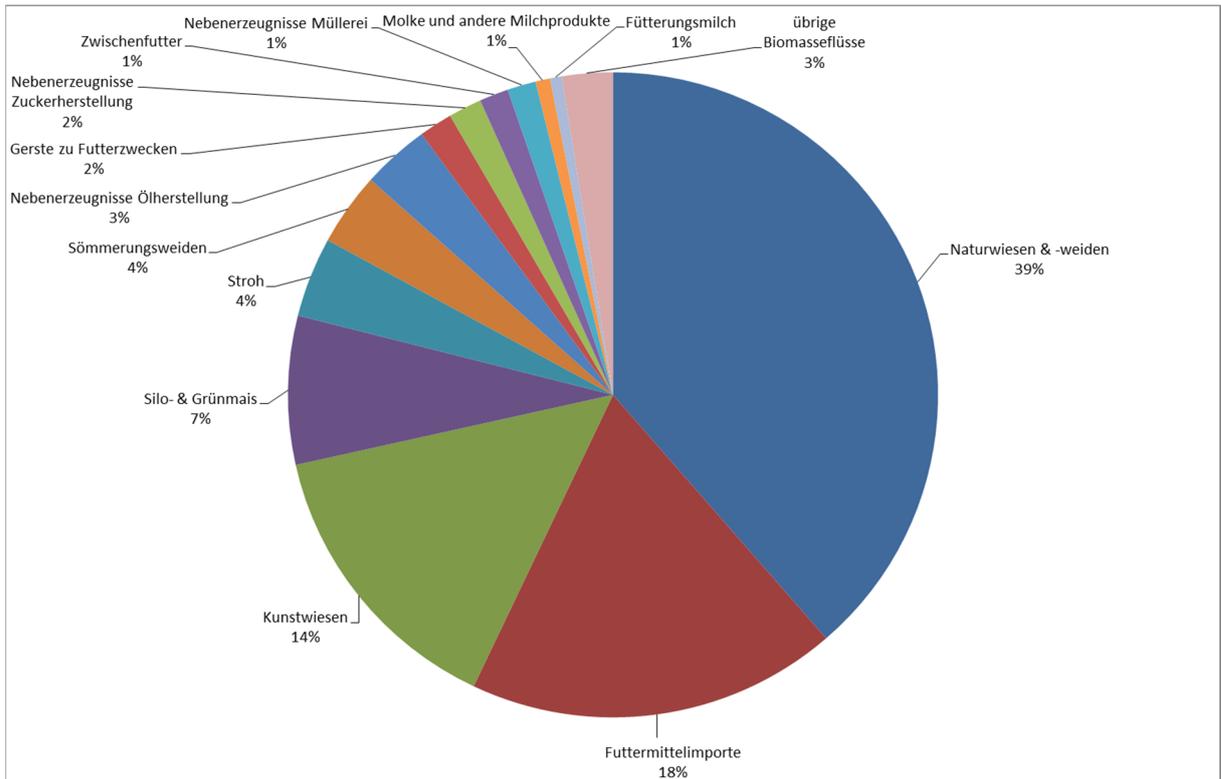
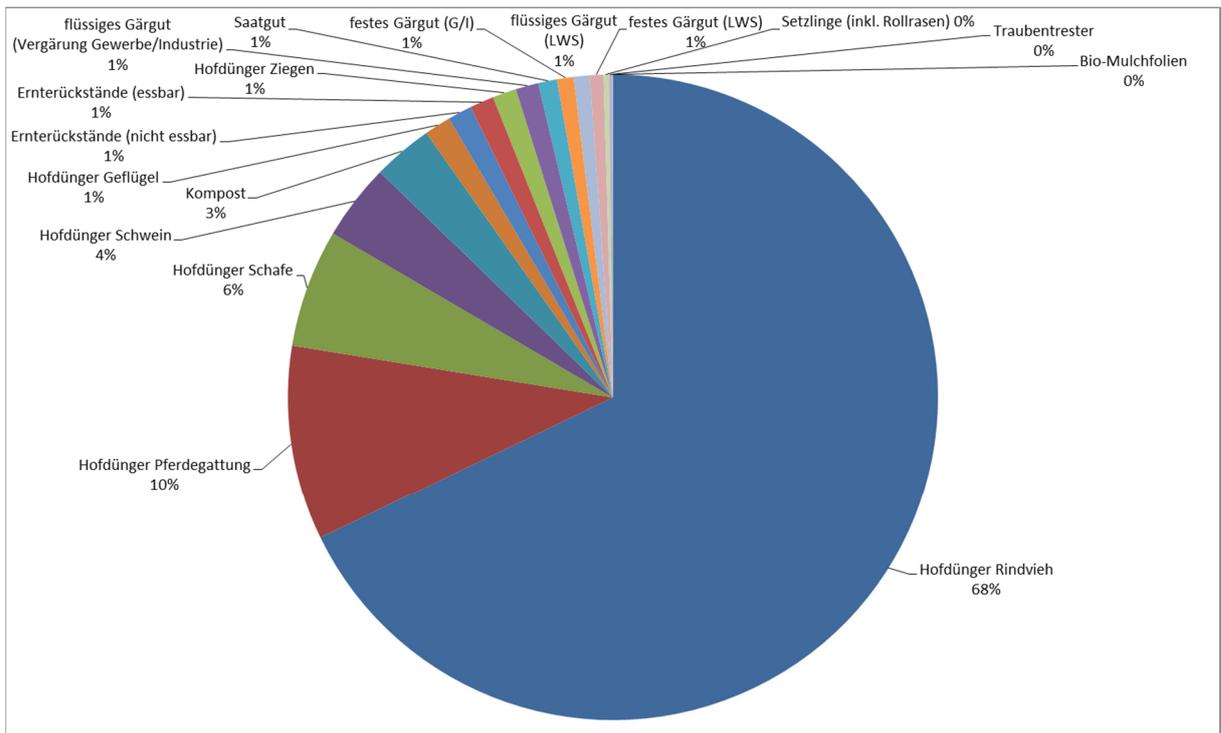


Abbildung 10 Biomasseflüsse in den Pflanzenbau (oben) und die Tierproduktion (unten) in [% der TS]
LWS: Landwirtschaftliche Vergärung; G/I: Vergärung Gewerbe/Industrie

Biomasseflüsse in die landwirtschaftliche Produktion nach Kategorie

Das nachfolgende Diagramm stellt die Anteile der Kategorien bezogen auf die Biomasseflüsse dar, die in die landwirtschaftliche Produktion fließen. Als grundsätzlich essbare Nahrungsmittel (Kategorien g, f und v) können davon knapp 20% identifiziert werden. Der Anteil der nicht bestimmungsgemäss verwendeten, essbaren Lebensmittel beläuft sich auf weniger als 1% (Kategorie f). Es handelt sich dabei um ca. 50 kt TS/a Abfälle aus der Lebensmittelkette (mehrheitlich Altbrot) und 15 kt TS/a Ernterückstände, die als Futtermittel verwendet werden und zurück in die Tierproduktion gelangen. Biomasse der Kategorie v sind etwa 46 kt TS/a essbare Ernterückstände, die im Pflanzenbau verbleiben (untergepflügt oder feldrandkompostiert). Diese sind eindeutig als Nahrungsmittelverlust zu deklarieren, da sie weder der menschlichen, noch der tierischen Ernährung dienen, obwohl sie für den menschlichen Konsum angebaut wurden.

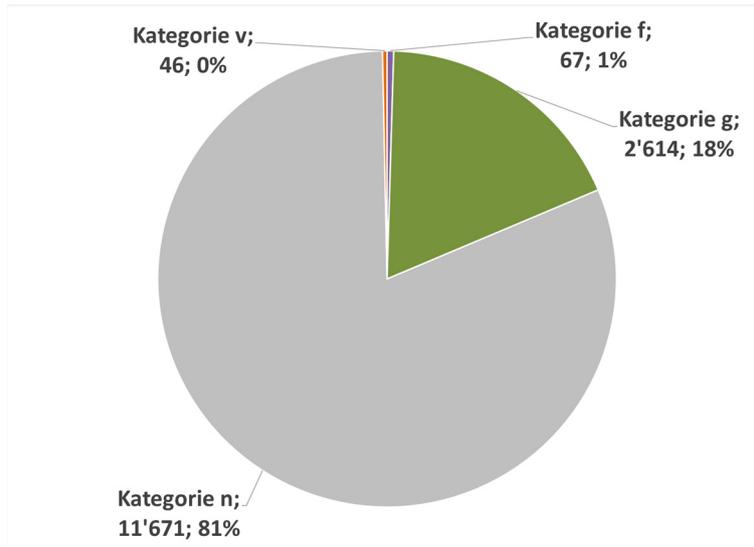


Abbildung 11 Aufteilung der Biomasseflüsse in die landwirtschaftliche Produktion nach Kategorien [kt TS/a],

- f für den menschlichen Verzehr bestimmt, fliesst jedoch in die NFK, nicht bestimmungsgemäss
- v ursprünglich für den menschlichen Verzehr bestimmt, fliesst jedoch weder in die LMK, noch in die NFK
- g grundsätzlich essbar, jedoch nicht für den menschlichen Verzehr vorgesehen, bestimmungsgemässe Verwendung
- n nicht essbar, nicht für den menschlichen Verzehr bestimmt; bestimmungsgemässe Verwendung

Die grundsätzlich essbaren Anteile in die landwirtschaftliche Produktion (Kategorien g, f und v, exkl. Futtermittelimporte 1'944 kt TS/a) werden in den nachfolgenden Diagrammen zur detaillierteren Betrachtung noch separat aufgeführt:

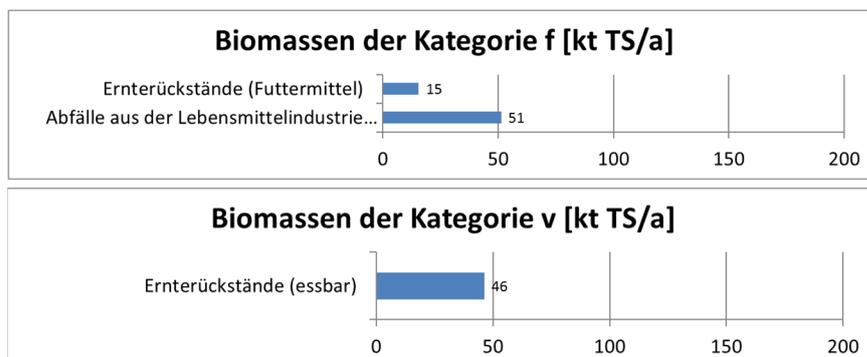


Abbildung 12 Biomassen der Kategorie f und v, die in die landwirtschaftliche Produktion fließen

- f für den menschlichen Verzehr bestimmt, fliesst jedoch in die NFK, nicht bestimmungsgemäss
- v ursprünglich für den menschlichen Verzehr bestimmt, fliesst jedoch weder in die LMK, noch in die NFK

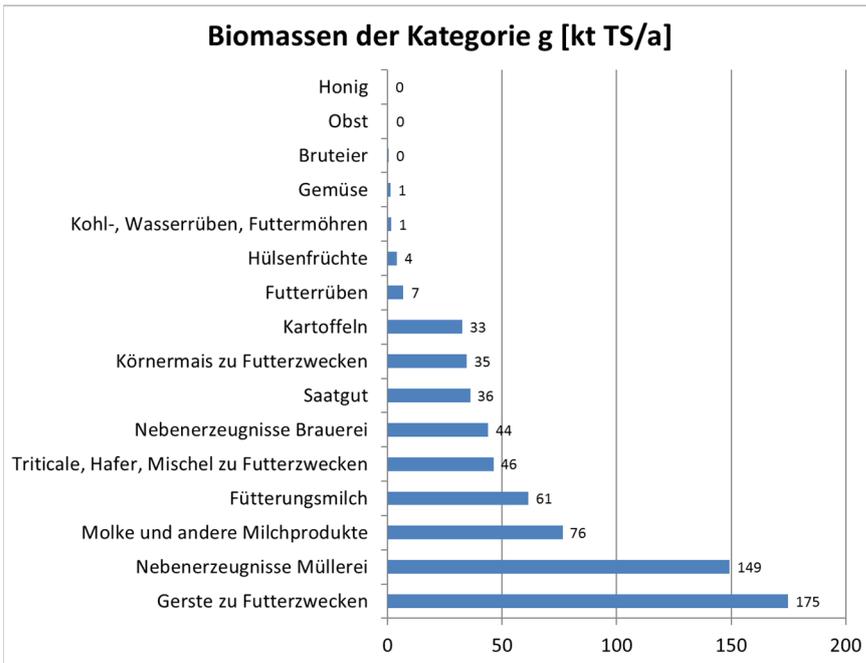


Abbildung 13 Biomassen der Kategorie g, die in die landwirtschaftliche Produktion fließen
g grundsätzlich essbar, jedoch nicht für den menschlichen Verzehr vorgesehen, bestimmungsgemäße Verwendung

4.1.3 Biomasseflüsse aus der landwirtschaftlichen Produktion (LWP)

Die Hauptprodukte der Schweizer Landwirtschaft sind aus dem nächsten Diagramm ersichtlich. Die prozentualen Anteile beziehen sich auf die Trockensubstanz der einzelnen Biomasseflüsse.

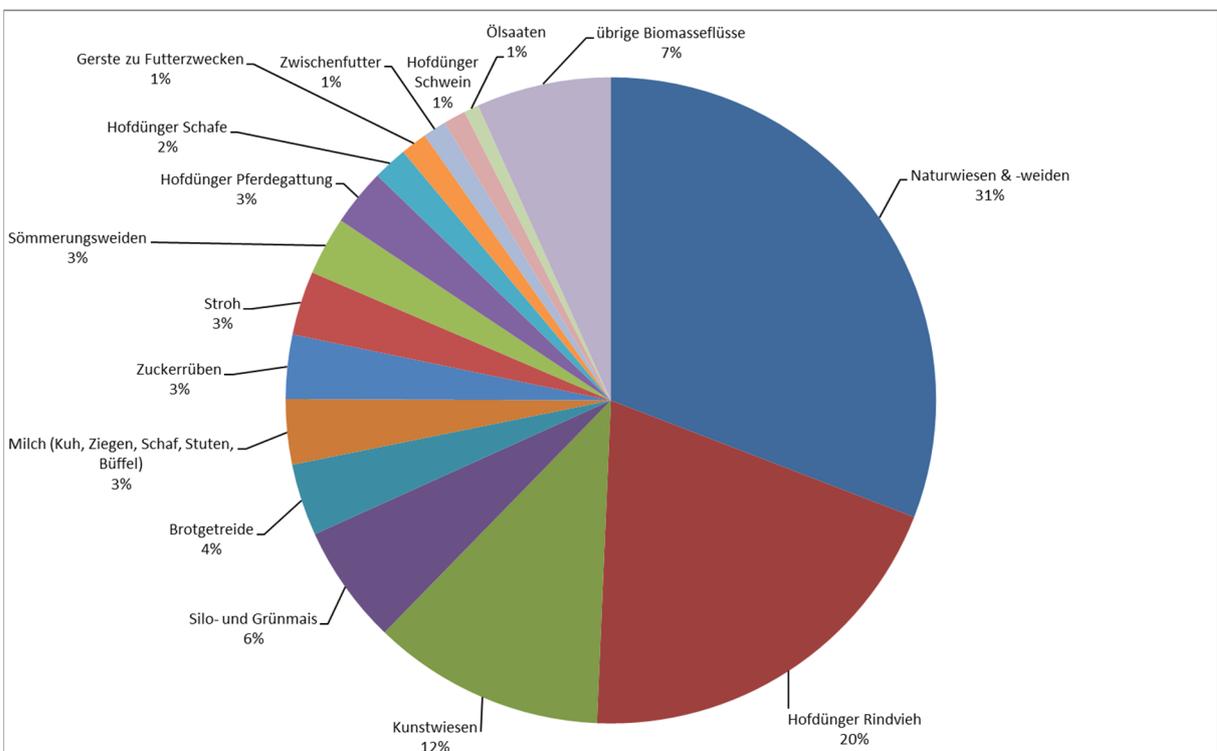


Abbildung 14 Die grössten Biomasseflüsse aus der landwirtschaftlichen Produktion [% der TS]

Biomasseflüsse aus der landwirtschaftlichen Produktion nach Herkunftsebene

Nachfolgend werden zur detaillierteren Betrachtung der Biomasseflüsse die Produktionsebenen Pflanzenbau (oben) und Tierproduktion (unten) getrennt dargestellt:

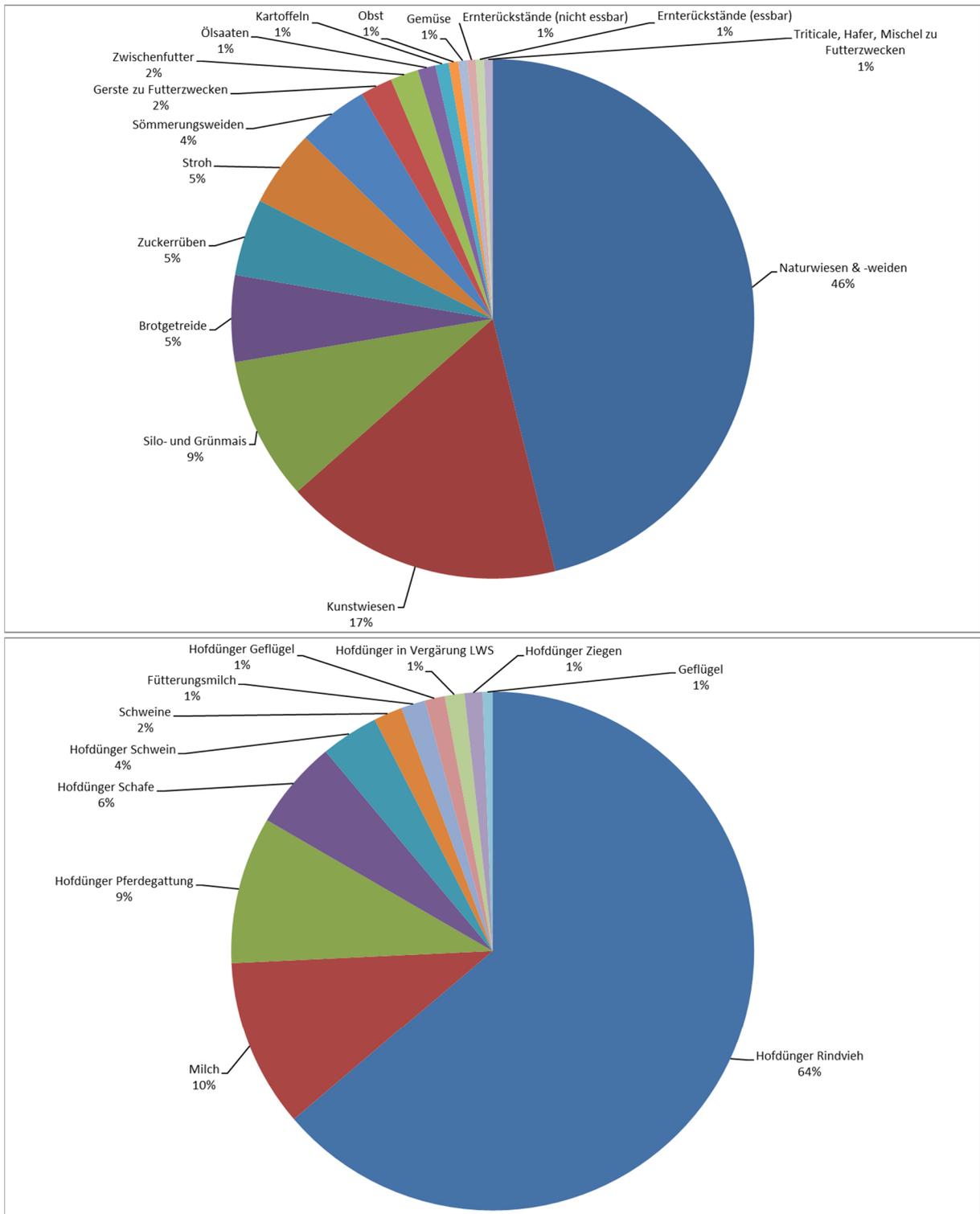


Abbildung 15 Biomasseflüsse aus dem Pflanzenbau (oben) und der Tierproduktion (unten) [% der TS]
LWS: Landwirtschaftliche Vergärung; G/I: Vergärung Gewerbe/Industrie

Mehr als die Hälfte der 13.2 Mio. t TS/a fallen auf Wiesen und Weiden an. Fast 6 Mio. t TS/a Erträge von Naturwiesen und -weiden, Kunstwiesen und Sommerungsweiden werden jährlich produziert. Dazu

kommen etwa 3.5 Mio. t TS Hofdünger. Fast drei Viertel davon sind Hofdünger aus der Rindviehhaltung. Gesamthaft sind es über 11 Mio. t TS, die für die inländische Nutztierfutterkette (NFK; 7.7 Mio. t TS/a) und Düngewirtschaft (DUW; 3.5 Mio. t TS/a) produziert werden.

Von den 1.8 Mio. t TS/a, die in die Lebensmittelindustrie (LMK) gelangen, stammen grosse Anteile aus dem Brotgetreide- und Zuckerrübenanbau, sowie aus der Milchproduktion (je ca. 0.4 Mio. t TS). Weitere ertragreiche Produkte aus dem Pflanzenbau sind die Ölsaaten (hauptsächlich Raps) und Kartoffeln mit bereits je weniger als 100 kt TS/a. Etwas mehr als 100 kt TS/a beträgt insgesamt die Tierproduktion, wovon die Schweine mit über 70 kt TS/a den grössten Anteil ausmachen.

Die Biomasseflüsse in die Nutzungsebenen Energiewirtschaft (ENW, 84 kt TS, 0.3%), Güterkette (GUK, 31 kt TS, 0.2%) und Abfallwirtschaft (13 kt TS, 0.05%) sind im Vergleich dazu marginal. In die Energiewirtschaft gelangen sowohl tierische (Hofdünger), als auch pflanzliche Produkte (Erntereste). Der allergrösste Anteil der Produkte für die Güterkette (GUK) ist das Saatgut, während die Kadaver aus der Tierproduktion für die hauptsächlich Biomasseflüsse in die Abfallwirtschaft (AFW) verantwortlich sind.

Biomasseflüsse aus der landwirtschaftlichen Produktion nach Kategorie

Die Abbildung 16 stellt die prozentualen Anteile der Biomasseflüsse dar, die aus der landwirtschaftlichen Produktion fließen.

Als nicht essbare Produkte (Kategorie n) werden gesamthaft 83% taxiert. 14% der landwirtschaftlichen Produktion gelangt als für den menschlichen Konsum definierte Lebensmittel in die Lebensmittelkette (Kategorie l). Der grundsätzlich essbare, jedoch nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte Anteil (Kategorie g) macht weitere 3% aus. Übrig bleiben 0.5% der Produktion, welche die Kategorien f (als Futtermittel verwendet) und v (Lebensmittelverlust) ausmachen.

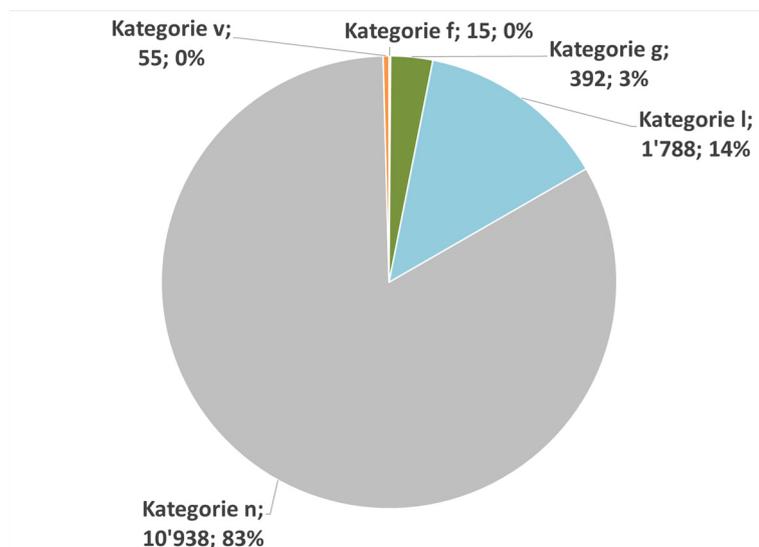


Abbildung 16 Aufteilung der Biomasseflüsse nach Kategorien in [kt TS/a] aus der landwirtschaftl. Produktion

- f für den menschlichen Verzehr bestimmt, fliesst jedoch in die NFK, nicht bestimmungsgemäss
- v ursprünglich für den menschlichen Verzehr bestimmt, fliesst jedoch weder in die LMK, noch in die NFK
- g grundsätzlich essbar, jedoch nicht für den menschlichen Verzehr vorgesehen, bestimmungsgemässe Verwendung
- l für den menschlichen Verzehr bestimmt, fliesst in die LMK
- n nicht essbar, nicht für den menschlichen Verzehr bestimmt; bestimmungsgemässe Verwendung

Als grundsätzlich essbare Nahrungsmittel (Kategorien g, f und v), die nicht in die Lebensmittelkette gelangen, wurden etwa 3.5% bzw. 462 kt TS/a identifiziert. 85% davon (392 kt TS/a) werden als Futtermittel angebaut und verfüttert (Kategorie g). Insgesamt etwa 69 kt TS Ernterückstände, die für den menschlichen Konsum vorgesehen waren, dominieren die Kategorien v und f. Während etwa 15 kt TS davon als Futtermittel ihre Verwendung finden (Kategorie f), bleiben schätzungsweise 46 kt TS auf dem Feld und werden untergepflügt oder landwirtschaftlich kompostiert (Kategorie v). Weitere 8 kt TS werden in Vergärungsanlagen zu erneuerbaren Energieträgern umgewandelt.

Zusammen mit einer verhältnismässig geringen Menge an essbaren, tierischen Kadavern, die in der Abfallwirtschaft landen (vermutlich weniger als 1 kt TS/a) bilden diese drei Fraktionen das Lebensmittelverlustpotenzial aus der landwirtschaftlichen Produktion. Insgesamt 0.4% der landwirtschaftlichen Produktionsgüter waren also ursprünglich für den menschlichen Verzehr bestimmt, fliessen jedoch weder in die Lebensmittelkette, noch werden sie als Nutztierfutter verwendet.

Die grundsätzlich essbaren Anteile aus der landwirtschaftlichen Produktion (Kategorien g, f und v) werden wiederum zur detaillierteren Betrachtung separat aufgeführt:

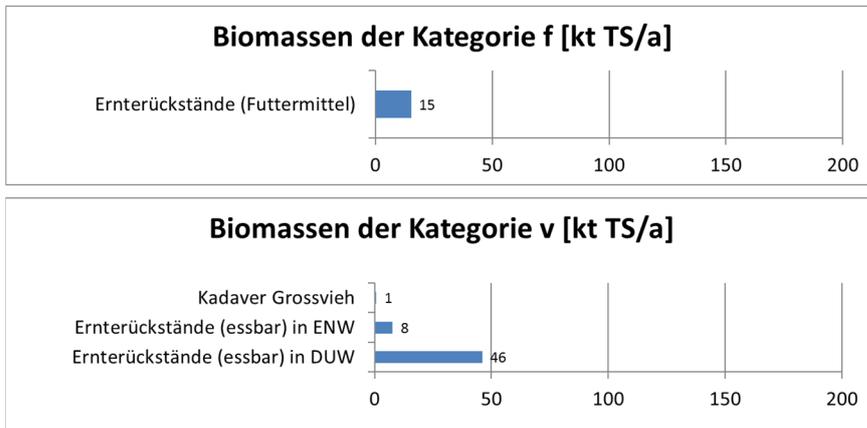


Abbildung 17 Biomassen der Kategorie f und v, die aus der landwirtschaftlichen Produktion stammen
 f für den menschlichen Verzehr bestimmt, fliesst jedoch in die NFK, nicht bestimmungsgemäss
 v ursprünglich für den menschlichen Verzehr bestimmt, fliesst jedoch weder in die LMK, noch in die NFK

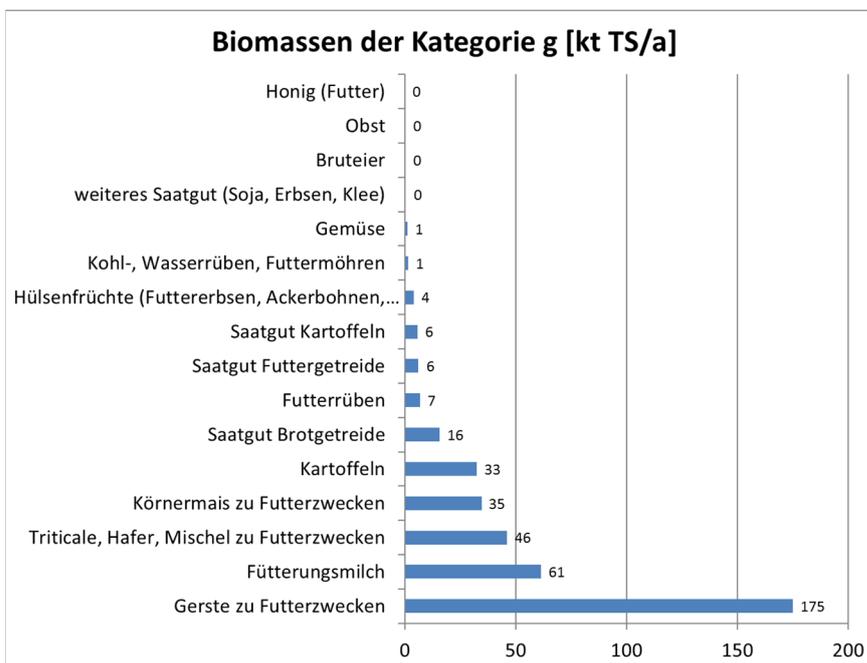


Abbildung 18 Biomassen der Kategorie g, die aus der landwirtschaftlichen Produktion stammen
 g grundsätzlich essbar, jedoch nicht für den menschlichen Verzehr vorgesehen, bestimmungsgemässe Verwendung

4.2 Nutzungsebenen

4.2.1 Nutzungsebene Abfallwirtschaft

Der Abfallwirtschaft fliessen direkt aus der landwirtschaftlichen Produktion nur geringe Biomasseflüsse zu. Es sind dies 13 kt TS/a Gross- und Kleinviehkadaver. Knapp 1 kt TS/a der Grossviehkadaver werden als essbar definiert und daher der Kategorie v (Verlust an Lebensmitteln) zugewiesen.

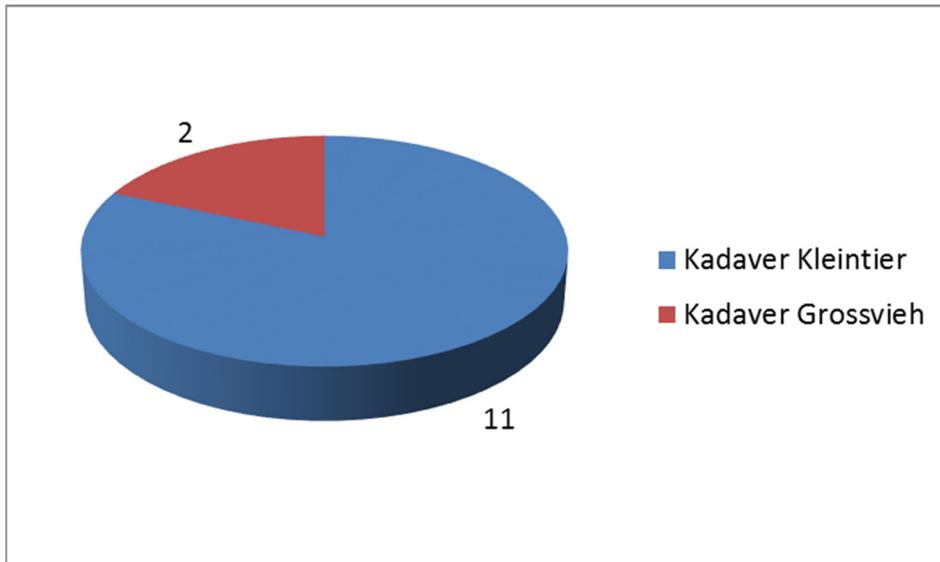


Abbildung 19 Biomassen von der landwirtschaftlichen Produktion in die Abfallwirtschaft [kt TS/a]

Diese Zahlen sind grobe Schätzwerte, da sie sich nicht auf das Jahr 2014 beziehen, hochgerechnet wurden und bei beiden Biomasseströmen, insbesondere bei den Kleintieren noch Anteile nicht-landwirtschaftlicher Produkte beinhalten.

4.2.2 Nutzungsebene Düngewirtschaft

Die Biomasseflüsse, welche aus der landwirtschaftlichen Produktion in die Düngewirtschaft fliessen, sind geprägt von Hofdüngern mit insgesamt 3.5 Mio. t TS/a. Der Anteil von Gülle und Mist aus der Rindviehhaltung überwiegt dabei stark.

Daneben nehmen sich die 92 kt TS/a an Ernterückständen und Ernteausschüssen von Pflanzen, welche zum Teil essbar und für den menschlichen Verzehr bestimmt waren, jedoch weder in die Lebensmittelkette noch in die Nutztierfütterung gelangen (untergepflügte und feldrandkompostierte Biomasse) bescheiden aus. Die essbare Hälfte davon wird zur Kategorie v gezählt. Diese 46 kt TS waren gemäss Definition ursprünglich für den menschlichen Verzehr bestimmt, fliessen jedoch weder in die Lebensmittel- (LMK) noch in die Futtermittelkette (FMK).

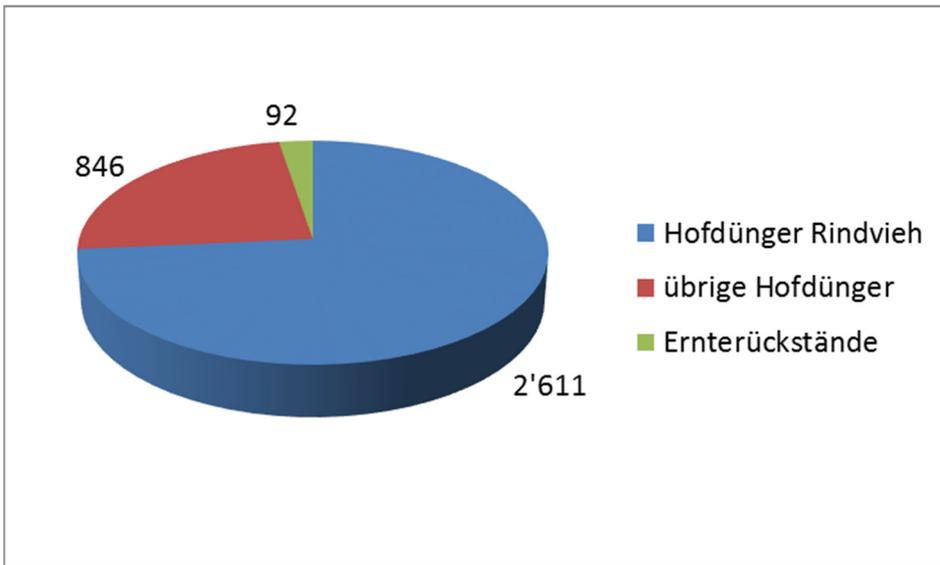


Abbildung 20 Biomassen von der landwirtschaftlichen Produktion in die Düngewirtschaft [kt TS/a]

Zu den 3.5 Mio. t TS/a an Hofdüngern von Rindvieh, der Pferdegattung, von Schafen, Schweinen, Geflügel und Ziegen und den bereits oben erwähnten Ernterückständen, kommen aus der Düngewirtschaft noch rund 0.1 Mio. t TS Kompost hinzu, welche in der landwirtschaftlichen Produktion verwendet werden.

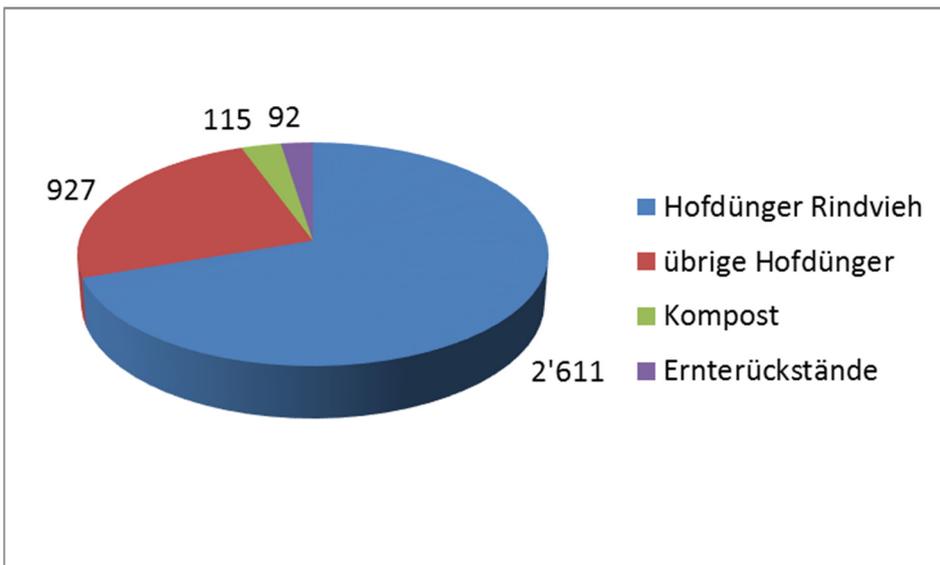


Abbildung 21 Biomassen von der Düngewirtschaft in die landwirtschaftliche Produktion [kt TS/a]

Nährstoffe Stickstoff (N) und Phosphor (P)

In den nachfolgenden Diagrammen sind die Stickstoff- und Phosphorfrachten im Vergleich zu den TS-Biomasseflüssen dargestellt, welche von der Düngewirtschaft in die landwirtschaftliche Produktion gelangen. Ausser dem Kompost, welcher von ausserhalb der Landwirtschaft wieder dem Boden zugeführt wird, stammen sämtliche Biomasseflüsse direkt aus der Tierproduktion.

Nachfolgende Grafik zeigt, dass die Stickstoffkonzentration der Hofdünger aus der Rindvieh- und Schweinehaltung bezogen auf die Trockensubstanz in einem ähnlichen Bereich bei ca. 5 g/kg TS liegen. Pferde-, Schaf- und Ziegenmist verfügen im Vergleich dazu über eine etwas höhere Konzentration (7-8 g/kg TS), während die Gehalte von Geflügelmist und –kot mit durchschnittlich etwa 27 g/kg TS deutlich höher liegen. Für Kompost wurden zur Berechnung der Stickstoff-Fracht eine Konzentration von 13 g/kg TS eingesetzt. Der Stickstoff, welcher über die Ernterückstände zurück in den Boden eingebracht werden, ist aufgrund der hohen N-Konzentration von etwa 80 g/kg TS als Nährstofflieferant bedeutsam. Er macht gut ein Viertel der gesamten Stickstofffracht von rund 28 kt/a aus.

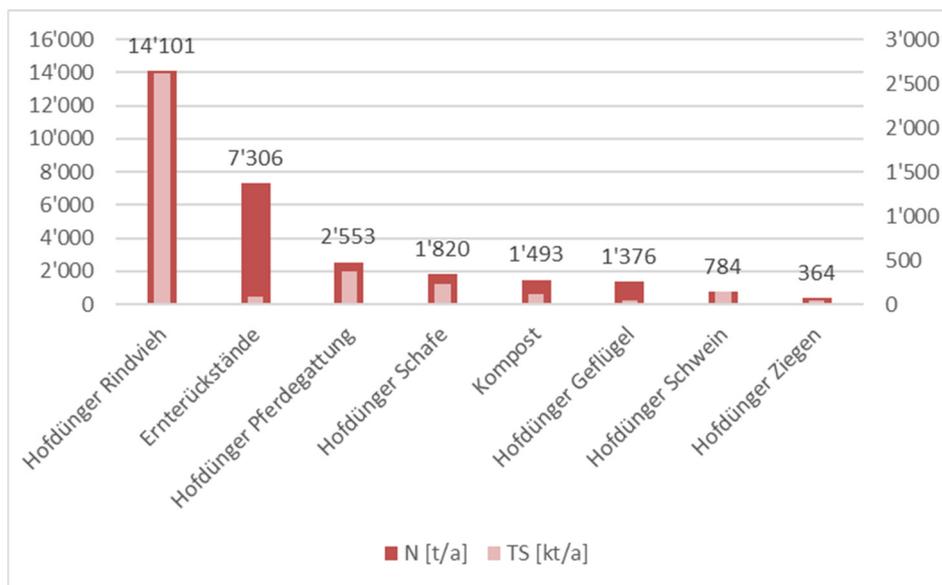


Abbildung 22 Stickstoff- und TS-Frachten aus der Düngewirtschaft in die landwirtschaftliche Produktion (linke Skala: Flüsse TS [kt/a], rechte Skala: Flüsse N [t/a])

Bezüglich der Phosphorkonzentrationen und -frachten zeigt sich ein ähnliches Bild wie beim Stickstoff (Abbildung 22). Während der Hofdünger von Rindvieh bezogen auf die Trockensubstanz die tiefste Konzentration aufweist (1 g/kg TS), liegen die Werte des Hofdüngers von Schweinen, sowie auch diejenigen des Schaf-, Ziegen- und vor allem Pferdemists (1.4-2.2 g/kg TS) höher. Mit 6 g/kg TS im Kompost und sogar 13 g/kg TS im Geflügelmist, bzw. –kot kommt diesen beiden Fraktionen bei der Betrachtung des Phosphors trotz geringerer TS-Frachten eine grössere Bedeutung zu. Auch hier ist die Phosphorfracht der Ernterückstände aufgrund der vergleichsmässig hohen TS-Frachten und P-Konzentrationen von knapp 10 g/kg TS stärker zu gewichten. Etwa ein Sechstel des Phosphors, welcher von der landwirtschaftlichen Produktion in die Düngewirtschaft bzw. zurück in den Boden gelangt, stammt von den Ernterückständen; halb so viel, wie vom gesamten Hofdünger der Rindviehproduktion.

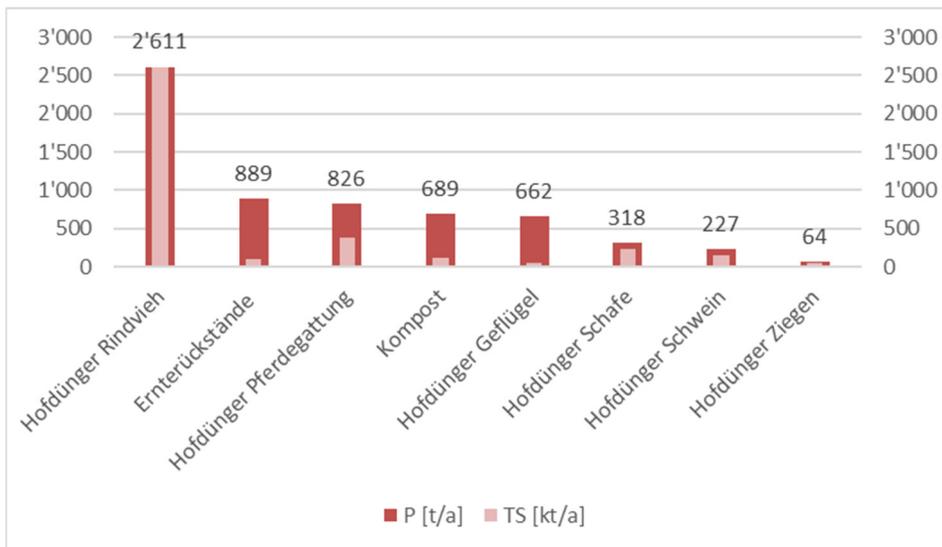


Abbildung 23 Phosphor- und TS-Frachten, aus der Düngewirtschaft in die landwirtschaftliche Produktion (linke Skala: Flüsse TS [kt/a], rechte Skala: Flüsse P [t/a])

Die P- und N-Grafiken (Abbildung 22 und Abbildung 23) zeigen deutlich, dass bei der Nährstoffbetrachtung nebst dem Rindvieh-Hofdünger den Ernterückständen eine wichtige Rolle als einheimischer Düngelieferant für den landwirtschaftlichen Boden zukommt. Vergleichsweise hohe N- und P-Frachten liefern aber auch der Kompost sowie der Hofdünger aus der Pferde-, Schaf- und Geflügelhaltung.

4.2.3 Nutzungsebene Energiewirtschaft

Mit 59 kt TS/a stellen Hofdünger die grössten Mengen an Biomassen dar, welche aus der landwirtschaftlichen Produktion in die Vergärung (Energiewirtschaft) fließen. Sie machen 70% der gesamten 84 kt TS/a aus. Zusätzlich fallen geschätzte 25 kt TS/a an Nebenprodukten und Ernterückständen aus der Pflanzenproduktion an (Abbildung 24).

Die Inspektoratskommission der Kompostier- und Vergäranlagen der Schweiz hat in ihrer Erhebung 2014 das bereits genutzte Potenzial von landwirtschaftlichen Nebenprodukten und Ernterückständen ermittelt. Rund 45 der kontrollierten landwirtschaftlichen Biogasanlagen haben angegeben, dass sie insgesamt knapp 4 kt TS/a landwirtschaftliche Nebenprodukte (hauptsächlich Weizenabgänge) vergären. Hochgerechnet auf die 100 landwirtschaftlichen Biogasanlagen kann daher schweizweit von einer Verarbeitungsmenge von insgesamt ca. 9 kt TS/a an landwirtschaftlichen Nebenprodukten und Ernterückständen zur erneuerbaren Energiegewinnung ausgegangen werden. Der nicht essbare Anteil dieser Ernterückstände wird also von Weizenabgängen dominiert. Der Anteil, welcher davon essbar sowie für den menschlichen Verzehr bestimmt war und also weder in die Lebensmittelkette noch in die Nutztierfütterung gelangt (Kategorie v: Verlust an Lebensmitteln), beträgt etwa 8 kt TS/a.

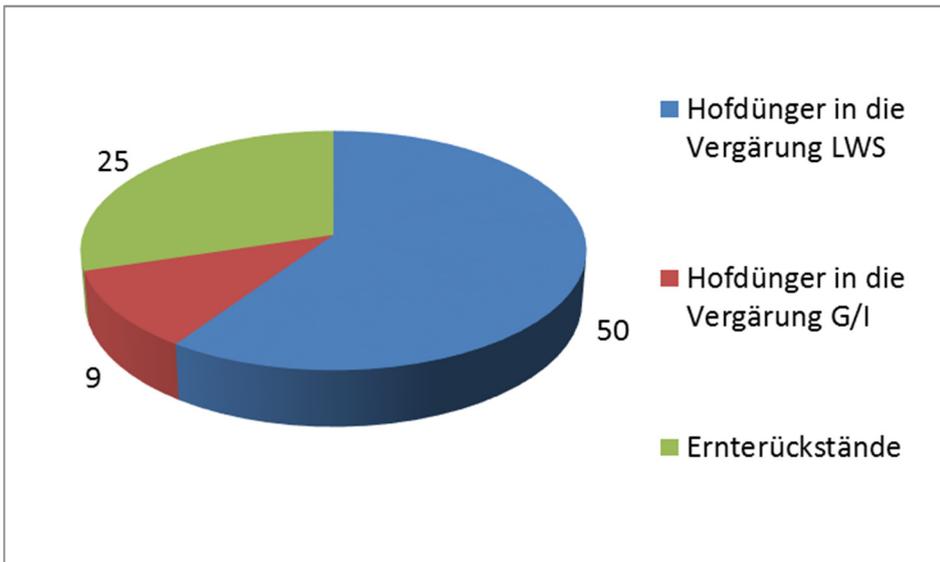


Abbildung 24 Biomassen von der landwirtschaftlichen Produktion in die Energiewirtschaft [kt TS/a] (LWS = Landwirtschaft; G/I = Gewerbe/Industrie)

Aus den landwirtschaftlichen und gewerblich-industriellen Biogasanlagen gelangen gesamthaft 132 kt TS/a als Recyclingdünger und zum Teil als Bodenverbesserer zurück in den landwirtschaftlichen Boden. 57% davon stammen dabei von gewerblich-industriellen Vergärwerken, 43% von landwirtschaftlichen Biogasanlagen. Sämtliche Gärgüter sind der Kategorie n (nicht essbar) zuzuweisen.

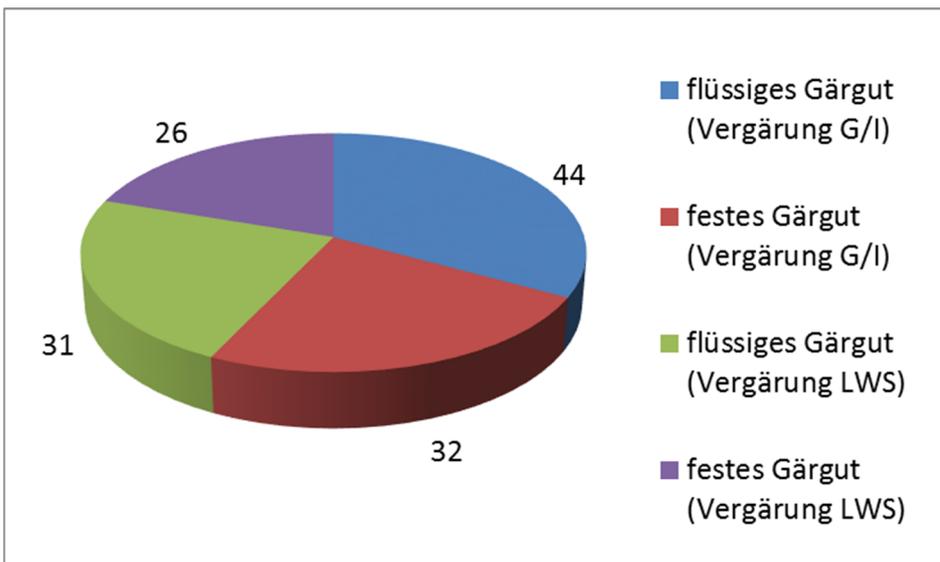


Abbildung 25 Biomassen von der Energiewirtschaft in die landwirtschaftliche Produktion [kt TS/a] (LWS = Landwirtschaft; G/I = Gewerbe/Industrie)

4.2.4 Nutzungsebene Güterkette

Wie aus der nachfolgenden Abbildung 26 herauszulesen ist, werden die Biomasseflüsse aus der landwirtschaftlichen Produktion in die Güterkette durch Saatgut von Brotgetreide, Kartoffeln, Futtergetreide, Soja, Erbsen, Klee und Zuckerrüben bestimmt. Diese 28 kt TS/a von insgesamt 30 kt TS/a sind zwar zu einem grossen Teil grundsätzlich essbar, jedoch nicht für den menschlichen Verzehr vorgesehen, sind also den Kategorien g und n zuzuweisen. Die restlichen 2.2 kt TS/a, bestehend aus Faser-, Medizinal- und Gewürzpflanzen sowie Wolle, nehmen sich dagegen gering aus.

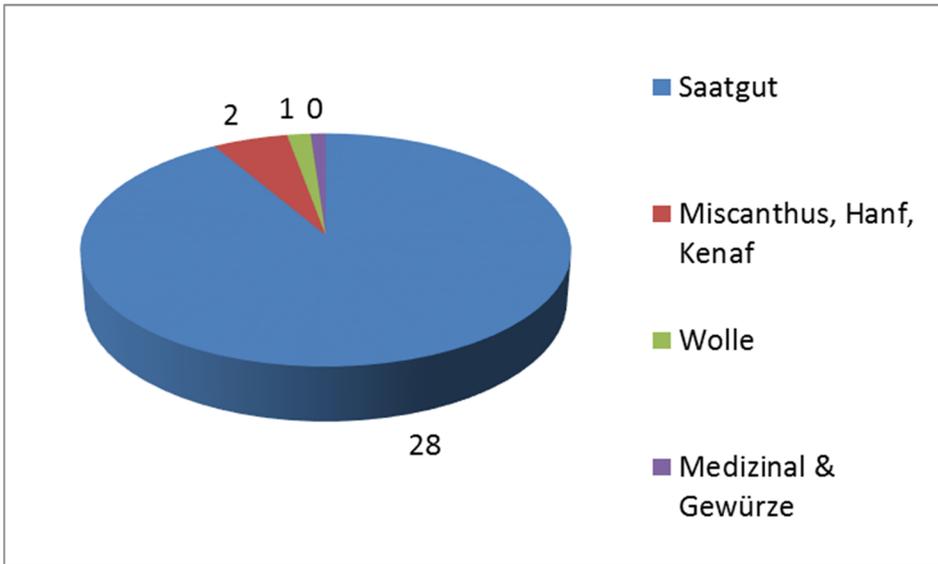


Abbildung 26 Biomassen von der landwirtschaftlichen Produktion in die Güterkette [kt TS/a]

Von der Güterkette in die landwirtschaftliche Produktion (Abbildung 27) fliessen bezogen auf die gesamten Biomasseflüsse in der Schweizer Landwirtschaft ebenfalls verhältnismässig geringe Mengen an Saatgut, Setzlingen, Rollrasen und Bio-Mulchfolien (Bioplastics). Nur das Saatgut wird hier als grundsätzlich essbar, aber nicht für den menschlichen Konsum produziert, kategorisiert (Kategorie g).

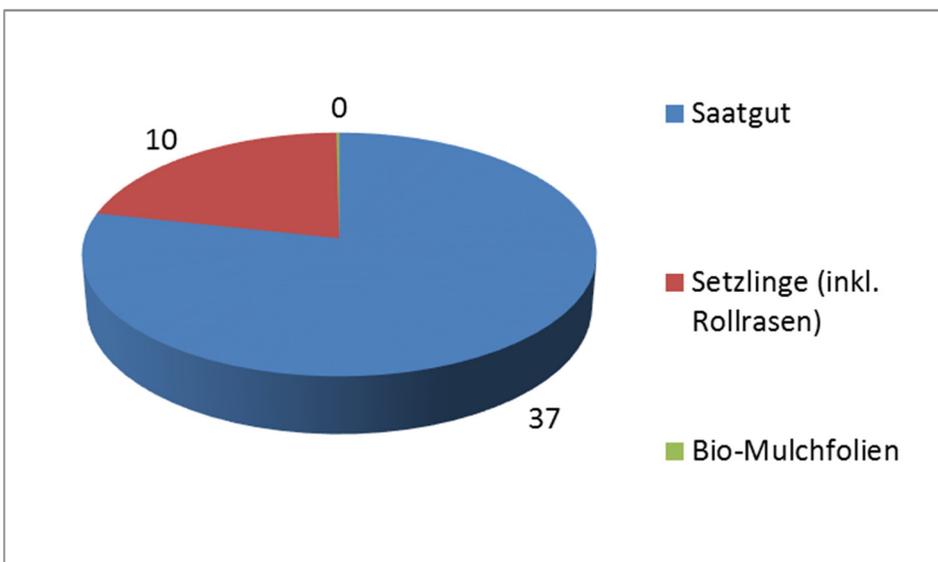


Abbildung 27 Biomassen von der Güterkette in die landwirtschaftliche Produktion [kt TS/a]

4.2.5 Nutzungsebene Lebensmittelkette

Die Schweizer Landwirtschaft bedient die inländische Lebensmittelkette mit 1.8 Mio. kt TS/a an unterschiedlichsten pflanzlichen und tierischen Lebensmitteln. Das Diagramm der Abbildung 28 zeigt die mengenmässigen Anteile der Hauptstoffströme bezogen auf die Trockensubstanz.

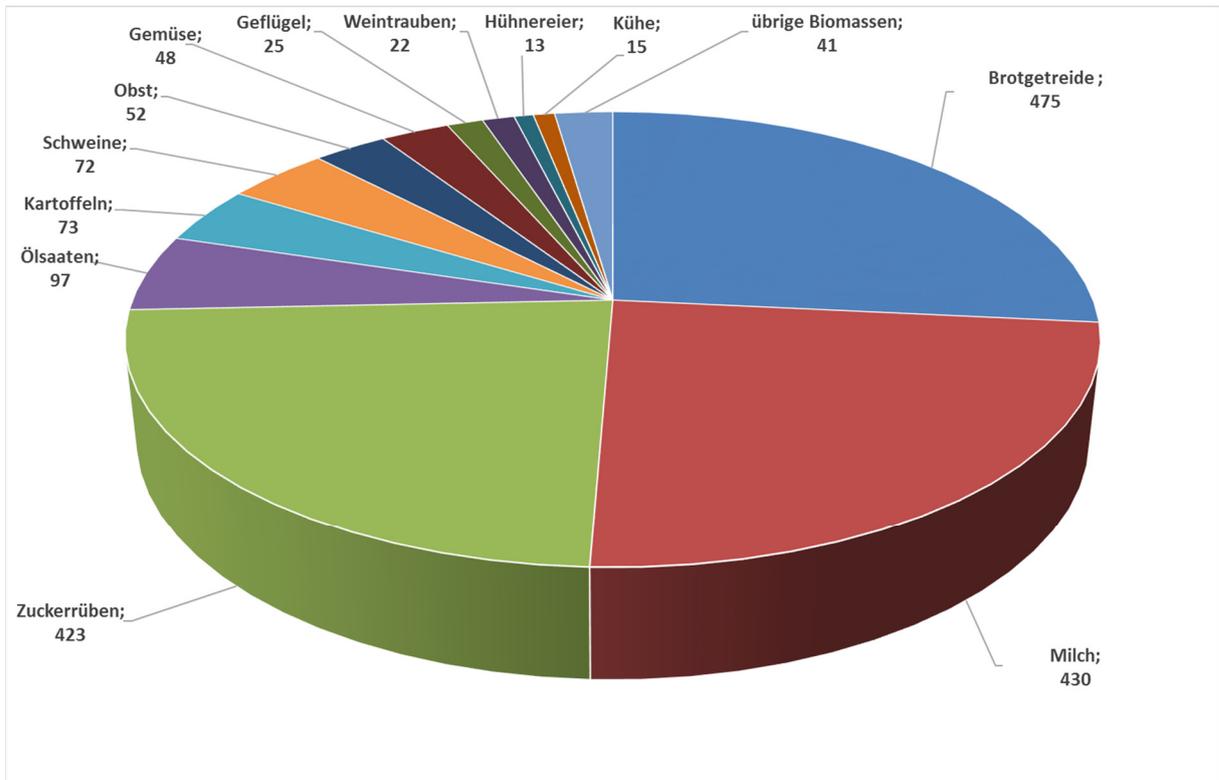


Abbildung 28 Biomassen von der landwirtschaftlichen Produktion in die Lebensmittelkette [kt TS/a]

Die weitaus grössten Biomasseflüsse bilden Brotgetreide (27%), Milch (24%) und Zuckerrüben (24%). Ebenfalls grössere Anteile an den Mengen, die aus dem Pflanzenbau in die Lebensmittelkette gelangen, haben Ölsaaten (5%), Kartoffeln (4%), sowie Obst (3%), Gemüse (3%) und Weintrauben (1%). Bei den Produkten der Tierhaltung dominiert klar die Milch (von Kühen, Ziegen, Schafen, Stuten und Büffeln), gefolgt von Schweinen (4%), Geflügel (Poulets, Suppenhühner, Truten, u.a.; 3%), Hühnereiern (1%) und Kühen (1%). Die Kategorie der übrigen Biomassen (3%) bilden sowohl pflanzliche Produkte (Beeeren, Tabak, Hopfen) und tierische Erzeugnisse (Stiere, Kälber, Rinder, Ochsen, Schafe, Zuchtwild, Fisch, Kaninchen, Pferde, Esel, Maultiere, Ziegen, Organeile, Wildbret und Honig).

Aus der Lebensmittelkette zurück in die landwirtschaftliche Produktion gelangen über 15 Mio. t TS, welche fast ausschliesslich als Futtermittel für die Tierproduktion Verwendung finden (Abbildung 29). Die Ausnahme sind knapp 7 kt TS/a Traubentrester, welche in den Pflanzenbau zurückfliessen. Nebenerzeugnisse aus der Lebensmittelindustrie dominieren diese Biomasseflüsse: 40% stammen aus der Ölherstellung, 20% aus der Zuckerverarbeitungsindustrie und weitere 17% gelangen aus der Müllerei zurück in die Landwirtschaft. Ebenfalls erhebliche Biomasseflüsse stammen aus der Milchverarbeitung (9%), aus Brauereien (5%), sowie aus der Kartoffel- und Fruchtsaftindustrie (3%). Sämtliche Nebenerzeugnisse werden entweder der Kategorie g (grundsätzlich essbar, aber nicht für den menschlichen Konsum bestimmt) oder der Kategorie n (nicht essbar) zugewiesen. 51 kt TS bzw. 6% sind Abfälle aus der Lebensmittelindustrie, die zur Tierfütterung genutzt werden. Da diese ursprünglich für den menschlichen Verzehr bestimmt waren, werden sie in die Kategorie f eingeteilt. Bei diesem Biomassefluss handelt es sich vermutlich hauptsächlich um Altbrod.

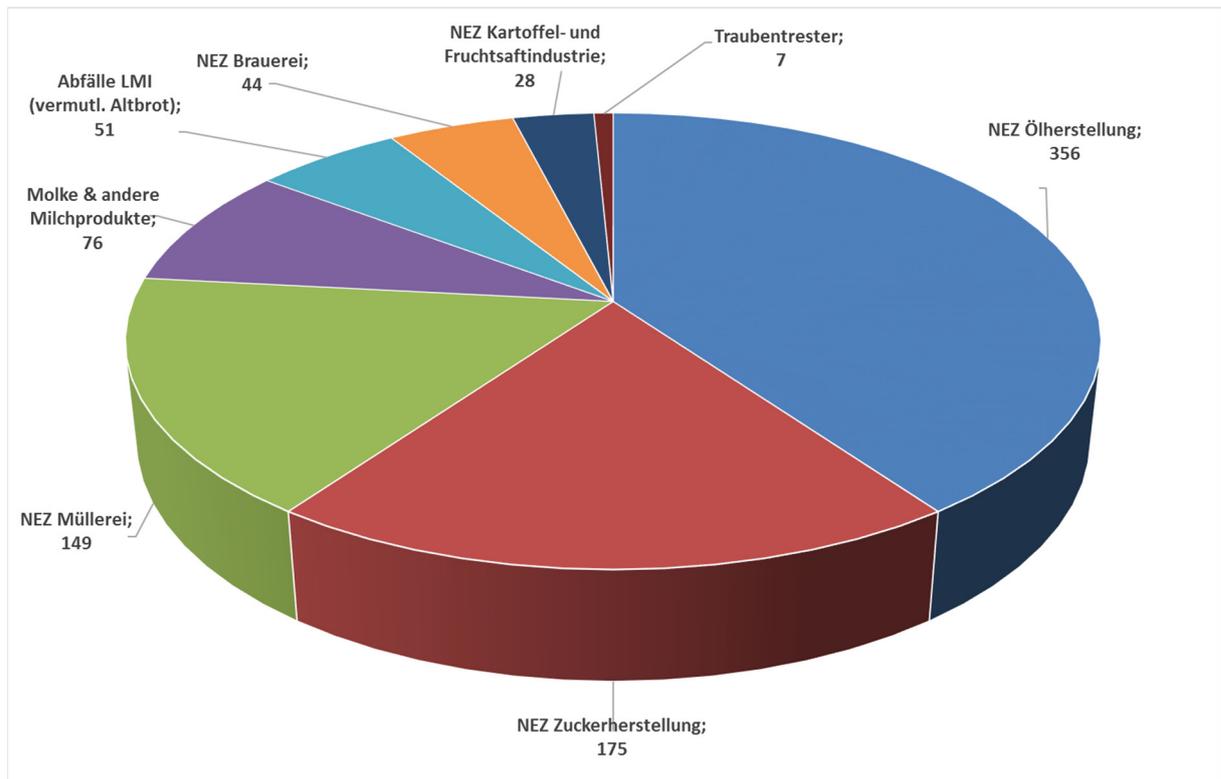


Abbildung 29 Biomassen von der Lebensmittelkette in die landwirtschaftliche Produktion [kt TS/a] (NEZ = Nebenerzeugnisse; LMI = Lebensmittelindustrie)

Pflanzenbau, Anbauflächen und Ernte

Die Biomasseströme, welche direkt aus dem Pflanzenbau oder aus der Tierproduktion für die Lebensmittelkette produziert wurden, bergen auf der landwirtschaftlichen Produktionsebene das einzige Potenzial für Lebensmittelverluste aus der Landwirtschaft (Kategorie v).

Weil sich diese Studie hauptsächlich auf die landwirtschaftliche Produktion und deren Nutzen bezieht, werden allfällige Lager- und Transportverluste der produzierten Nahrungsmittel nicht im Detail betrachtet. Ein genaueres Augenmerk wird aber auf die möglichen Verluste gelegt, welche bei der Ernte der jeweiligen Produkte anfallen können. Daher werden nachfolgend für die Hauptprodukte Brotgetreide, Zuckerrüben, Ölsaaten, Kartoffeln, Obst, Gemüse und Weintrauben die Entwicklung der Anbauflächen und Erträge, sowie die Erntetechnik grob erläutert. Aus diesen Informationen lassen sich allenfalls einige Hauptursachen für Lebensmittelverluste in der Landwirtschaft eruieren und mögliche Massnahmen ableiten, die zu einer Reduktion oder gar zur Vermeidung von Verlusten zum Beispiel bei der Ernte der Kulturen führen könnten.

Brotgetreide

Der Hauptanteil der Nutzungsfläche für in der Schweiz angebautes Getreide umfasst 144'000 ha bzw. 14% der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche (BFS, 2017). Der Anbau von Brotgetreide macht davon gemäss Agristat (2016) rund 58% aus (83'600 ha). Bezogen auf den Brotgetreideanbau nimmt der Weizenanbau anteilmässig mit etwa 92% die allergrösste Fläche in Anspruch. Seit 1990 ist eine deutliche Abnahme der Anbaufläche von fast 20% zu verzeichnen, wobei diese in den letzten zehn Jahren nur noch geringfügig abnahm.

Nach Abzug der Verluste auf dem Feld und auf dem Betrieb betrug 2014 die Brotgetreideproduktion 546'000 t Frischsubstanz (FS). Bei einem durchschnittlichen Trockensubstanz-Gehalt (TS) von 87% und der Annahme eines unteren Heizwerts (H_i) von 4.72 MWh/t TS ergeben sich daraus 475'000 t TS/a bzw. 1'070'000 GJ/a. Im Vergleich zur Jahresproduktion aus dem gesamten Pflanzenbau macht die Brotgetreideproduktion gut 5% der produzierten TS und ebenfalls gut 5% der produzierten Energie aus. Im

Gegensatz zu anderen Jahren mussten im Jahr 2014 kein Getreide deklassiert werden. Um die Lebensmittelindustrie mit genügend Brotgetreide zu versorgen, wurde importiert.

Im Vergleich zu 1990 hat sich die Produktionsmenge von Brotgetreide kaum verändert, wobei sie relativ starken jährlichen Schwankungen unterliegt. Der allgrösste Anteil der Brotgetreide machen Winterweizen (80%), Futterweizen (11%) und Sommerweizen (4%) aus. Die Produktionsmengen von Dinkel, Emmer, Einkorn, Roggen sowie Hirse und Mischel ergeben zusammen lediglich rund 5%.

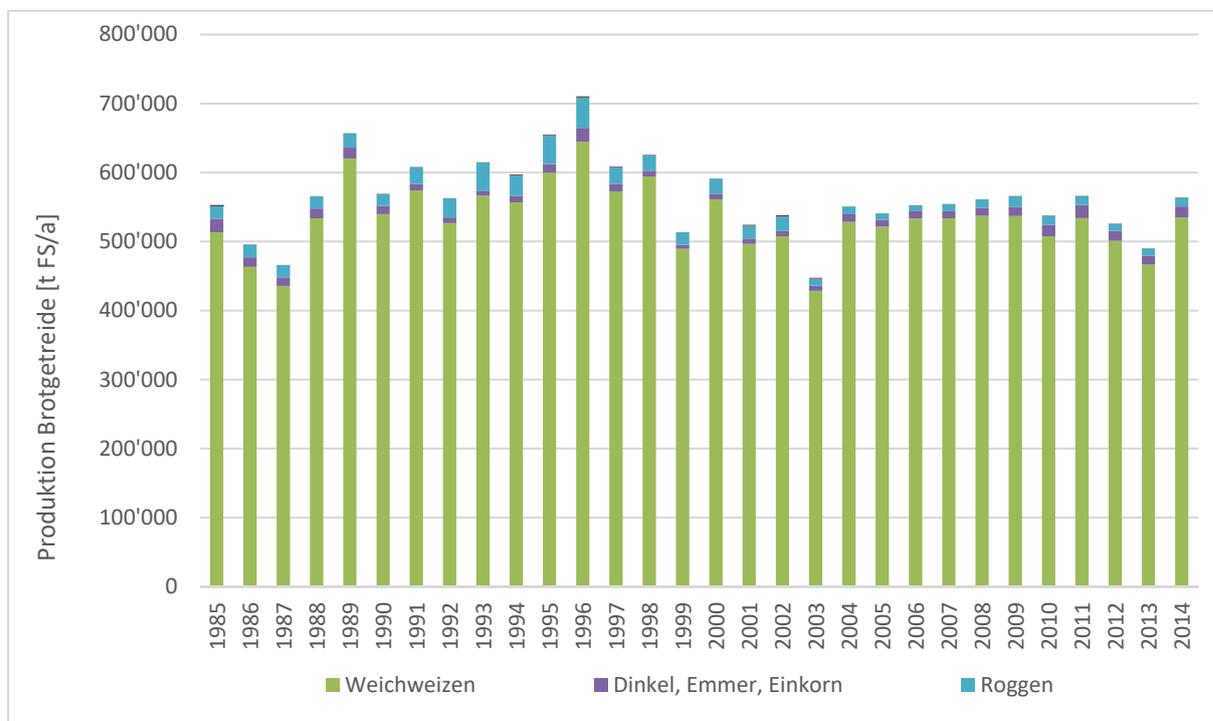


Abbildung 30 Produktion von Brotgetreide 1995-2014 [t FS/a]

Der Schweizerische Getreideproduzentenverband SGPV gibt an, dass in der Schweiz ein Grossteil des Getreides unter dem Label «Suisse Garantie» produziert wird, jedoch bei Brot- und Backwaren noch substantielle Lücken vorliegen. Zurzeit wird auf den Anbau von gentechnisch veränderten Getreiden verzichtet.

Die Getreideernte wird mittels Mähdescher durchgeführt. Von den entsprechenden Verbänden konnten keine belastbaren Angaben zu den Ernteverlusten gemacht werden. Agristat geht davon aus, dass die Ernteverluste der Getreide deutlich unterhalb von 10% liegen (Erdin, 2017). Dies schliesst Verluste durch die Reinigung bei den Sammelstellen mit ein. Aufgrund der Systemgrenze dieser Studie werden die Verluste, welche in den Mühlen aufgrund von Ablehnung bzw. Deklassierung auftreten, nicht betrachtet.

Zuckerrüben

2014 wurden in der Schweiz auf rund 21'000 ha Zuckerrüben angepflanzt. Dies sind knapp 20% mehr als im Jahr 2000. Die produzierten Mengen haben seit der Jahrtausendwende gar noch stärker zugenommen. Mit 1'920'000 t FS im Jahr 2014 wurde die Produktion des Jahres 2000 um 37% übertroffen, im Vergleich zu jener von 1985 sogar um 144%. Bei einem durchschnittlichen TS-Gehalt von 22% und einem Heizwert (Hi) von 4.72 MWh/t TS, wurden gut 420'000 t TS mit einem Energieinhalt von 7'200'000 GJ/a produziert. Bezogen auf die gesamte Produktion aus dem Pflanzenbau macht die Zuckerrübenproduktion bezüglich Trockensubstanz und Energieinhalt knapp 5% aus.

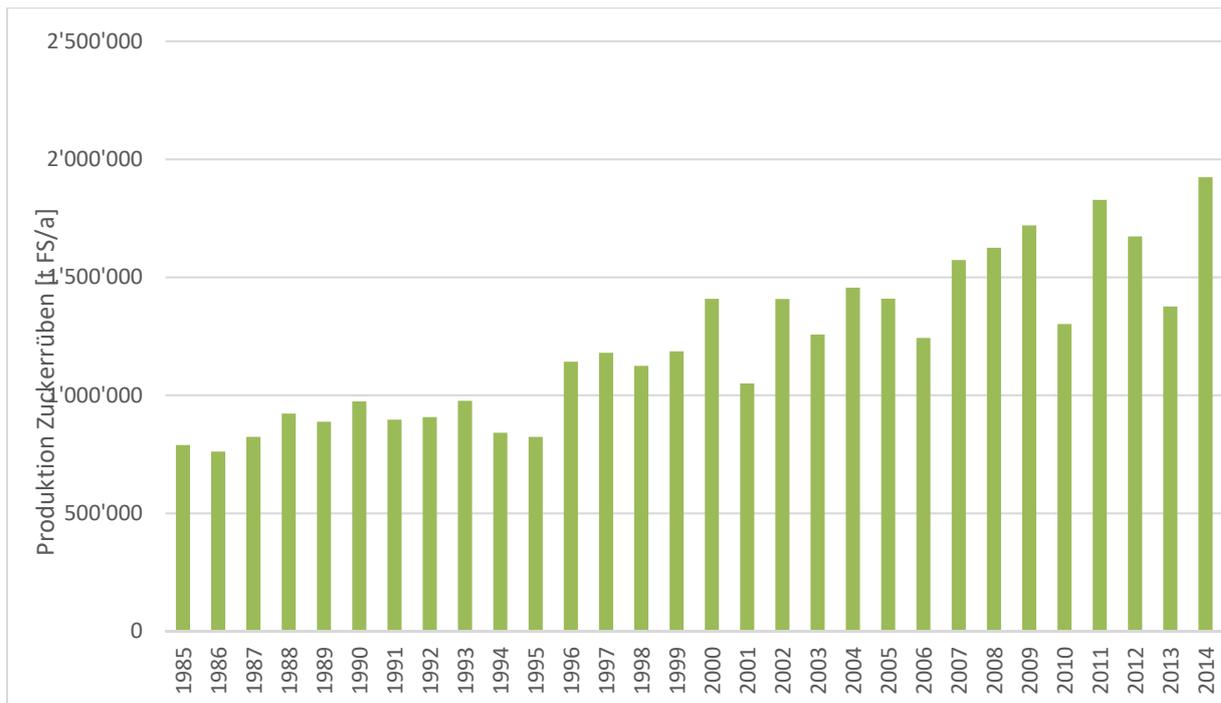


Abbildung 31 Produktion von Zuckerrüben 1995-2014 [t FS/a]

Die Schweizerische Fachstelle für Zuckerrübenbau SFZ gibt an, dass die Zuckerrübe eine sehr anspruchsvolle Kulturpflanze ist. Dies habe zur Folge, dass erhöhte Mengen an Pflanzenschutzmitteln zum Einsatz kommen. Der Anbau kam 2016 unter starke Kritik, da er im Vergleich zum ökologischen Anbau von Zuckerrohr in Lateinamerika kaum mithalten kann. Der SFZ dementierte diese Aussage zwar nicht, gab jedoch an, dass im Auftrag der Selbstversorgung diese Anbaumethode nicht vermeidbar sei, dass man jedoch daran arbeite, ökologische Aspekte des Zuckerrübenanbaus zu verbessern.

Beim Zuckerrübenanbau kommt es laut Schweizerischem Verband der Zuckerrübenpflanzer (SVZ) praktisch zu keinen nennenswerten Verlusten beim Anbau. Es werden unabhängig von der Grösse alle Zuckerrüben geerntet und zur Verarbeitung weitergeleitet. Die Verluste sind hier also grundsätzlich minimal oder nicht existent. Gemäss Agristat wird der Rübenkopf entweder verfüttert oder als Gründüngung untergepflügt (Erdin, 2017).

Ölsaaten

Die Anbaufläche für Ölsaaten beträgt im Jahr 2014 gemäss Agristat (2016) knapp 29'000 ha, also fast 10% der offenen Ackerfläche in der Schweiz. Seit dem Jahr 2000 ist eine stete, verhältnismässig starke Zunahme der Anbauflächen zu verzeichnen (152%). Dies betrifft sowohl den Raps, als auch Sonnenblumen und Soja. Der Rapsanbau (81%) ist flächenmässig die am stärksten verbreitete Ölsaat, während Sonnenblumen (14%), Soja und Ölkürbisse (5%) deutlich geringere Flächen beanspruchen.

Rund 108'000 t FS an Ölsaaten wurden 2014 ausschliesslich für die Lebensmittelkette produziert. Geht man von einem durchschnittlichen TS-Gehalt von 90% aus und einem unteren Heizwert (H_i) von 10.3 MWh/t TS, sind es rund 97'000 t TS und 360'000 GJ/a an geernteten Ölsaaten. Bezogen auf die Jahresproduktion aus dem Pflanzenbau macht die Ölsaatenproduktion gut 1% der produzierten TS und gut 2% der gesamthaft produzierten Energie aus.

Im Vergleich zum Jahr 2000 hat sich die Produktion von Ölsaaten fast verdoppelt (185%), seit 1985 praktisch verdreifacht (276%). Der Rapsanbau (87%) ist mengenmässig die ertragreichste Ölsaat, während Sonnenblumen (9%) und Soja (4%) ebenfalls noch massgebende Mengen beisteuern. Die Produktion von Ölkürbissen, Ölhanf und Öllein sind verhältnismässig gerin (<1%) und werden daher in Abbildung 32 nicht dargestellt.

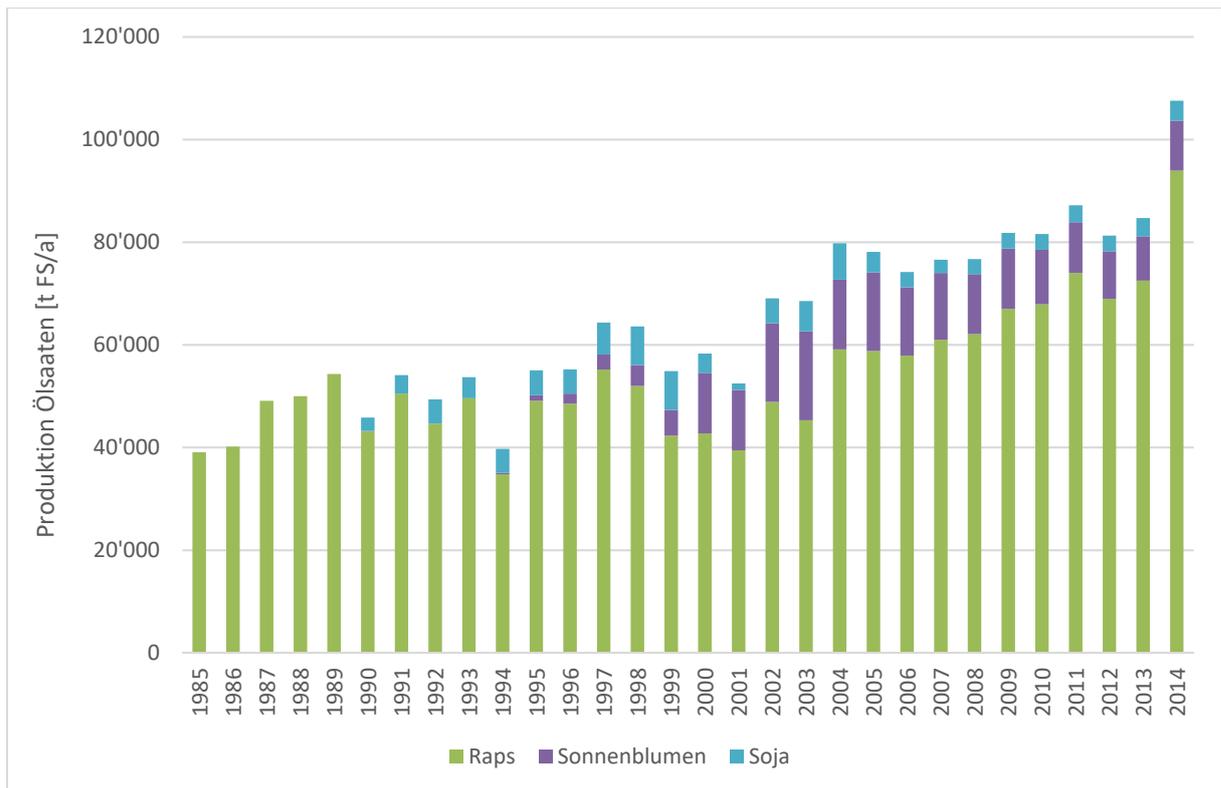


Abbildung 32 Produktion von Ölsaaten 1995-2014 [t FS/a]

Der Schweizerische Getreideproduzentenverband (SGPV) gibt an, dass die Ölsaatenproduktion in der Schweiz primär der Herstellung von Produkten zu Speisezwecken dient. Dabei wird über einen Produktionspool darauf geachtet, dass Ölsaaten mit niedriger Wirtschaftlichkeit (Soja, Sonnenblumen) durch Stützungsbeiträge weiterhin eine sinnvolle Alternative zum Anbau von Raps bieten. Dieser Pool ist finanziert durch Beiträge von Produzenten und Verarbeitern. Des Weiteren wird angegeben, dass alle Mitglieder des SGPV unter das Label Suisse Garantie fallen. Damit ist sichergestellt, dass die Produzenten sich an den Ökologischen Leistungsnachweis halten (SGPV, 2017).

Konkrete Zahlen zu Ernteverlusten bei der Ölsaatenherstellung konnten nicht in Erfahrung gebracht werden.

Kartoffeln

Die offene Ackerfläche für den Anbau von Kartoffeln beträgt im Jahr 2014 gemäss Agristat (2016) rund 11'300 ha, also gute 4% der gesamtschweizerischen Ackerbaufläche. Der Anteil an Kartoffeln für die menschliche Ernährung macht davon ca. 65%, derjenige für die Fütterung ca. 30% und die Wiederverwendung als Saatgut etwa 5% aus. Seit 2005 hat die Anbaufläche von Kartoffeln etwa 10% abgenommen.

Die inländische Kartoffel-Produktion für die menschliche Ernährung beträgt 2014 knapp 330'000 t FS. Seit 1985 schwankt die Kartoffelproduktion für den menschlichen Verzehr zwischen 275'000 t FS im Jahr 2006 und 350'000 t FS im Jahr 2012 (vgl. Abbildung 33).

Bei einem durchschnittlichen TS-Gehalt von 22% und der Annahme eines unteren Heizwerts (H_i) von 4.86 MWh/t TS entspricht die Kartoffelproduktion rund 72'500 t TS bzw. 1'270'000 GJ/a. Bezogen auf die Jahresproduktion aus dem Pflanzenbau macht die Kartoffelproduktion für den menschlichen Verzehr ca. 0.8% der produzierten TS und Energie aus.

Der Lagerbestand an Kartoffeln liegt Anfang 2014 bei rund 125'000 t FS, Ende 2014 bei ca. 165'000 t FS. Der Lagerverlust wird von der Agristat auf 3% von Produktion und Lagerbestand geschätzt. Er liegt daher im Jahr 2014 im Bereich von 4'000 t FS.

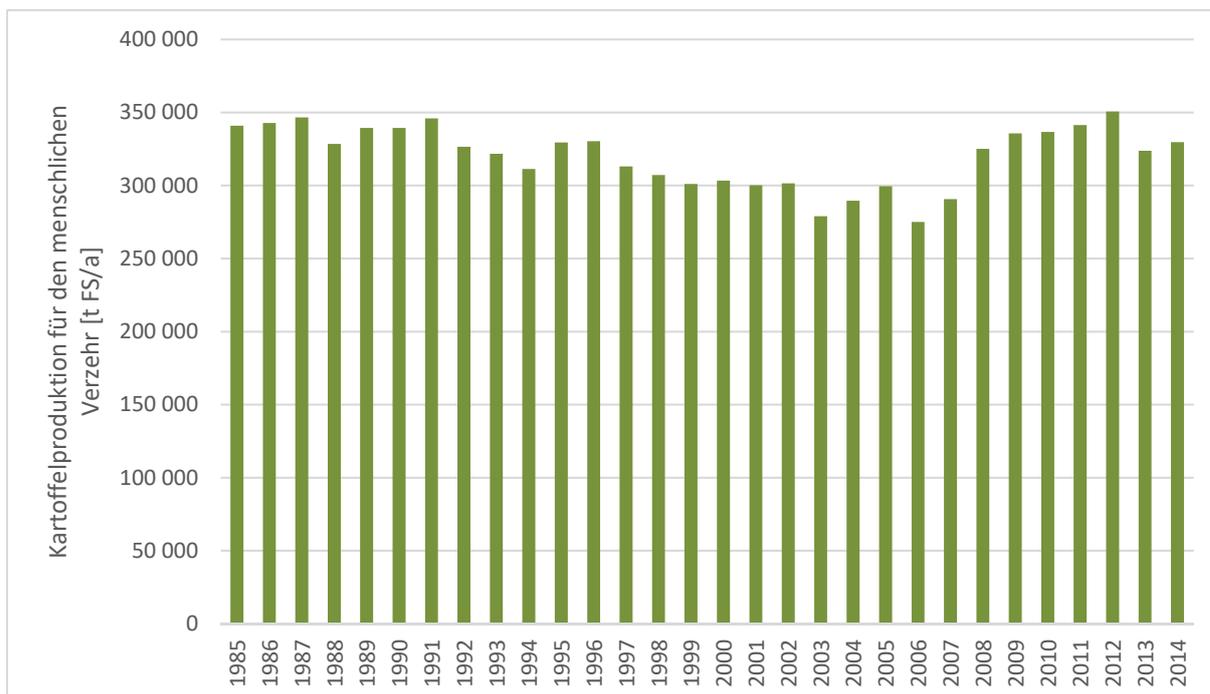


Abbildung 33 Produktion von Kartoffeln für die menschliche Ernährung 1985-2014 [t FS/a]

Gemäss dem Schweizer Bauernverband (SBV, 2017) werden vor dem Anbau der Kartoffeln die zur Saat bestimmten Knollen meist vorgekeimt. Durch diesen zusätzlichen Arbeitsschritt wird die Pflanze widerstandsfähiger gegen Auflaufkrankheiten, bedeckt den Boden schneller, verkürzt die Zeit bis zur Ernte und liefert zudem meist einen höheren Ertrag. Das Setzen der Kartoffeln geschieht entweder mit halb- oder vollautomatischen Setzgerät. Das Wachstum der Kartoffeln und daher auch die Erntemenge wird einerseits durch die Anwesenheit und Bekämpfungsgüte von Schädlingen wie dem Kartoffelkäfer bestimmt, andererseits durch ungünstige Witterungsverhältnisse wie Nässe- und Trockenperioden sowie Frost negativ beeinflusst. Der beste Zeitpunkt der natürlichen Ernte ist, wenn das Kraut abstirbt. Durch mechanische oder chemische Methoden oder durch Abflammen kann der Zeitpunkt allenfalls beeinflusst werden.

Geerntet wird in erster Linie mit dem Vollernter. Dieser gräbt die Knollen aus und transportiert sie auf ein Förderband, wo von Hand Steine, grobe Erdschollen und kranke oder beschädigte Knollen entfernt werden. Nach der Ernte werden die Knollen an einem durchlüfteten und vor Licht geschützten Ort zuerst zwischengelagert, damit sie richtig abtrocknen und allfällige Verletzungen gut vernarben können. Für das Winterlager sind lichtgeschützte, frostsichere Räume mit ausreichender Belüftung notwendig.

Aus Gründen der Feldhygiene werden laut der Vereinigung Schweizerischer Kartoffelproduzenten (VSKP, 2013) alle Kartoffeln soweit technisch möglich geerntet. Auskeimende Kartoffeln stellen ein Problem für die Fruchtfolge und eine Gefahr der Krankheitsübertragung dar. Grössere Verluste treten erst bei der nachfolgenden Sortierung beim Produzenten, bei Lager- und Abpackbetrieben auf. Die Abgrenzung der Prozesse in der Landwirtschaft und Lebensmittelindustrie ist bezüglich Transport & Lagerung nicht immer klar definiert. Es wird von einem durchschnittlichen Sortierabgang von 25% der geernteten Menge ausgegangen. Durch Verschärfung einiger Qualitätsanforderungen an Kartoffeln im Jahr 2013 für die Abnahme durch Industrie und Handel erhöht sich dieser Wert tendenziell.

Willersinn et al. (2015) weisen für die landwirtschaftliche Produktion von Kartoffeln in der Schweiz einen Gesamtverlust von 15-24% (ca. 64 kt FS/a) aus. Ein Viertel davon (16 kt FS/a) werden aufgrund von

Hygienevorgaben ausgeschieden, je ca. 40% der Verlustmenge (je 25 kt FS/a) fallen als (jährlich stark schwankende) Überproduktion sowie aufgrund von Konsumentenpräferenzen an. Gegen 5% der Verluste werden in Biogasanlagen verwertet (3 kt/a), ca. ein Drittel wird untergepflügt (18 kt/a) und gegen zwei Drittel werden als Tierfutter verwertet (43 kt/a). Die Abgrenzung des Prozesses der landwirtschaftlichen Produktion gegenüber den nachgelagerten Prozessen Lagerung, Logistik und Verarbeitung deckt sich dabei nicht mit den Systemgrenzen der Landwirtschaft der vorliegenden Studie.

Laut Ökostrom Schweiz wurden im Jahr 2014 weniger als 1 kt FS Kartoffeln in den landwirtschaftlichen Biogasanlagen verwertet, da Kartoffeln nur in Überschussjahren der Vergärung zugeführt werden. Auf die Gesamtmenge der angebauten Kartoffeln bezogen, machte dieser Anteil 0.2% der angebauten Menge aus.

Im Positionspapier der VSKP (2013) wird eine Zahl von lediglich 1-2% an Ernteverlusten von Kartoffeln direkt auf dem Feld genannt. Sortierabgang ist hier nicht eingerechnet. Dieser wird zum Teil direktvermarktet (Kategorie I), als Tierfutter (Kategorie f) und für die Biogasproduktion (Kategorie v) verwendet. Genaue Mengenangaben sind nicht greifbar. Schätzungen von Agristat beziffern die Ernteverluste in der Schweizer Kartoffelproduktion auf 5% (Erdin, 2017).

Obst

Gemäss Agristat (2016) existieren Obstbaum- und Feldobstbaukulturen in der Schweiz auf ca. 6'300 ha Landwirtschaftsfläche, wobei insbesondere die Anbaufläche von Äpfeln seit 2010 wieder leicht abnehmend ist. Abgesehen von den Äpfel- und Birnenkulturen (62% bzw. 12% der Obstanbaufläche), nehmen auch die Aprikosen (11%), Kirschen (9%) sowie Zwetschgen/Pflaumen (5%) noch statistisch relevante Flächen ein. Weitere Obstbaumkulturen wie Pfirsiche, Nektarinen, Quitten, Nüsse, Kiwi, Hashi und Kiwai machen nicht einmal 1% der gesamten Dauerkulturfläche für Obst aus.

Die Obsternte ergab 2014 knapp 318'000 t FS. Bei 16.5% TS und einem ungefähren unteren Heizwert (H_i) von 4.86 MWh/t TS, wurden 2014 mehr als 52'000 t TS mit einem Energieinhalt von 912'000 GJ/a produziert. Bezogen auf die gesamte Produktion aus dem Pflanzenbau entspricht dies gut 0.5%.

Ähnlich wie die Ertragsmengen des Rebbaus – und ebenfalls zum Teil stark wetterabhängig – unterliegt die Obstproduktion bei ungefähr konstanten Anbauflächen starken jährlichen Schwankungen. Im Vergleich zu den Produktionsjahren 1985 bis 2000 wurden seit 2001 konstantere Ertragsmengen auf einem tieferen Niveau erzielt. Während in den Jahren bis 2000 durchschnittliche Erträge knapp unter 500'000 t FS/a geerntet werden konnten, lag der Mittelwert der Jahre 2001 bis 2014 noch unterhalb 350'000 t FS/a. Die Anteile der Produktion aus dem Feldobstbau sind bei den Äpfeln und Birnen stark abnehmend und liegen 2014 bei rund einem Drittel bei den Äpfeln und der Hälfte bei Birnen.

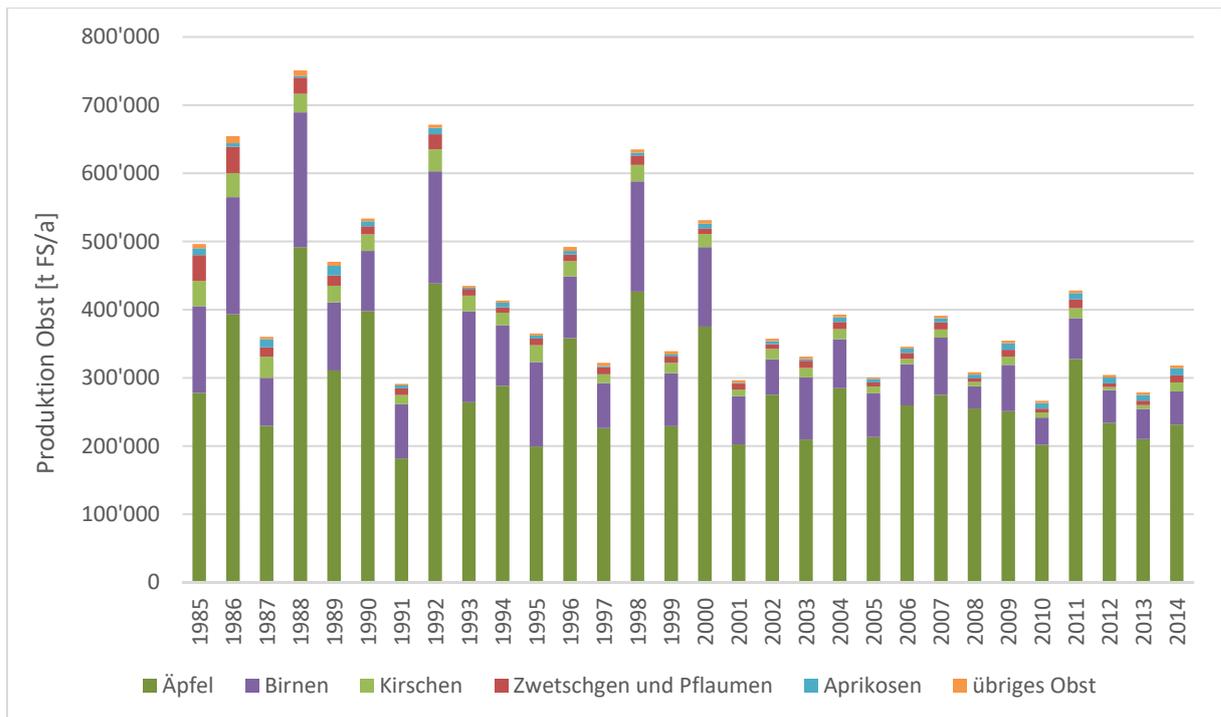


Abbildung 34 Produktion von Obst 1985-2014 [t FS/a]

Ca. 61% der gesamten Obstproduktion in der Schweiz sind Äpfel. Zusammen mit Birnen (12%) macht Kernobst 73% des Schweizer Marktes aus (BLW, 2016). Die zweitgrösste Gruppe bildet das Steinobst (Aprikosen, Kirschen, Zwetschgen) mit rund 25%.

Der Grossteil dieses Obstes wird konventionell in Monokulturen angebaut. Der Schweizer Obstbau hat seit Jahren mit Feuerbrand zu kämpfen. Diese bakterielle Kernobstkrankheit, welche auch verwandte Pflanzen befällt, kann nach nur einer Vegetationsperiode zum Tode der Pflanze führen. Die intensive monokulturelle Anbauart führt dazu, dass ein infizierter Baum erhebliche Schäden anrichten kann. Da bisher keine wirksamen und breit abgestützten Bekämpfungsmöglichkeiten vorhanden sind, besteht eine Meldepflicht von infizierten Bäumen. Die Verluste durch Feuerbrand sind schwer zu quantifizieren. Es ist aber davon auszugehen, dass der gesamte Baumbestand bedroht ist.

Im Obstanbau treffen die für diese Studie pauschal angenommenen 5% Ernteverluste (Kapitel 4.3.5) nach Aussage des SBV recht genau zu. Sortierabgänge werden nahezu vollständig zur Obstsaftproduktion oder als Tierfutter verwendet. Eine energetische Verwertung von Abgängen in Biogasanlagen erweist sich laut SBV als unwirtschaftlich und wird deshalb grundsätzlich vermieden.

Gemüse

Die Anbaufläche für Frisch-, Verarbeitungs- und Lagergemüse betrug im Jahr 2014 gemäss Agristat (2016) rund 12'500 ha, ca. 83% davon auf offener Ackerfläche. Die Gemüseproduktion auf offener Ackerfläche macht wiederum knapp 4% des gesamten offenen Ackerbaus aus. Seit 2009 ist eine geringfügige jährliche Zunahme der Anbauflächen von bis zu 4% zu verzeichnen. Anteilsmässig machen die Salate mit 30% den grössten Teil der Anbaufläche aus, gefolgt von Kohlgemüse (15%), Karotten (14%), Wurzel- und Knollengemüse (10%) sowie Zwiebeln (8%).

Die mengenmässige Produktion von Gemüse beträgt 2014 ca. 400'000 t FS. Bei einem durchschnittlichen TS-Gehalt von 12% und der Annahme eines unteren Heizwerts (H_i) von 4.86 MWh/t TS entsprechen diese rund 48'000 t TS/a bzw. 840'000 GJ/a. Bezogen auf die Jahresproduktion aus dem Pflanzenbau macht die Gemüseproduktion ca. 0.5% der produzierten TS und 0.7% der produzierten Energie aus. Im Vergleich zu 2005 hat die Produktion von Gemüse um mehr als 20% zugenommen. Seit 2011

ist die Produktion mehr oder weniger konstant (Abbildung 35). Analog zur Anbaufläche machen die Salate (24%) den grössten Anteil aus, diesmal gefolgt von Tomaten (13%), Kohlgemüse (10%), Wurzel- und Knollengemüse (6%), sowie Zwiebeln und Karotten (je 5%). Geringere Erträge erzielen in der Schweiz Lauch, Gurken, Zucchini, Hülsenfrüchte, Küchenkräuter und andere Gemüse.



Abbildung 35 Produktion von Frisch- und Lagergemüse 2005-2014 [t FS/a]

Der professionelle Gemüseanbau in der Schweiz wird als modern und nachhaltig beschrieben. Für den Anbau werden grösstenteils ertragreiche, schädlings- und krankheitsresistente Sorten eingesetzt. Zum Säen und Setzen, wie auch für die Ernte wird auf den grösseren Feldern auf moderne Maschinen gesetzt. Trotzdem ist insbesondere während der Ernte auch exakte Handarbeit nötig, damit die Produkte keine mechanischen Schäden aufweisen. Oftmals wird das Gemüse auf dem Betrieb sofort von Pflanzenteilen wie Umblättern und Seitenwurzeln befreit, geputzt und/oder gewaschen, sowie für den Transport verpackt oder gar küchenfertig verarbeitet. Dies geschieht vor allem auf den grösseren Betrieben zum Teil maschinell. Gemüse zeigt auf der Stufe Anbau höhere Verluste auf, die in der landwirtschaftlichen Produktion hauptsächlich witterungsbedingt entstehen. Auch Pflanzenkrankheiten und eine suboptimale Anbauplanung (mehrmaliges Anpflanzen in einem Jahr) haben einen Einfluss auf Verluste beim Anbau (VSGP, 2017).

Bei Befall mit Pflanzenkrankheiten werden gemäss Swisscofel (2014) bis zu 100% untergepflügt. Produkte, die nicht den Qualitätsnormen entsprechen, werden aussortiert und landen in der Tierfütterung oder sie werden kompostiert. Eine generelle Zahl bei den Ernteverlusten kann nach Aussage des SBV (2017) aber nicht genannt werden, da in der Schweiz über 100 verschiedenen Gemüsesorten angebaut werden, die sehr verschiedene Eigenschaften, Anbau- und Erntetechniken aufweisen.

Weintrauben

Mit knapp 15'000 ha Rebfläche gemäss Agristat (2016) beansprucht der Weinbau seit 1990 in der Schweiz eine konstante Fläche. Die Hauptanbauggebiete finden sich im Wallis (5'240 ha) und in der Westschweiz (Waadt 3'810 ha; Genf 1'340 ha). Der Tessin (1'030 ha) und die Region der drei grossen Juraseen (950 ha) sind weitere grössere Anbauggebiete. Hinzu kommen grössere Anbauflächen von über 1'300 ha in den Deutschschweizer Kantonen Zürich, Aargau, Schaffhausen, Graubünden, Thurgau

und Luzern. Etwa 42% der Anbaufläche wird landesweit für weisse Sorten, 58% für rote Sorten verwendet. In Bezug auf die durch Dauerkulturen belegten Flächen in der Schweiz sind dies gesamthaft etwas mehr als 60%. Rund die Hälfte der Anbaufläche wird nach IP Suisse Standard bewirtschaftet. Insgesamt werden rund 40 Sorten angebaut und ca. 100 Millionen Liter Wein gekeltert

Die Weinlese ergab 118'000 t FS Weintrauben im Jahr 2014. Bei einem durchschnittlichen TS-Gehalt von 14% und unter der Annahme eines Heizwerts (H_i) von 4.86 MWh/t TS, wurden ca. 16'500 t TS/a mit einem Energieinhalt von knapp 290'000 GJ/a produziert. An der gesamten Jahresproduktion aus dem landwirtschaftlichen Pflanzenbau bezogen auf TS und H_i beteiligt sich der Rebbau damit mit 0.2%.

Obwohl die Ertragsmengen des Rebbaus recht starken jährlichen Schwankungen ausgesetzt sind, haben die flächenbezogenen Erträge seit 1985 konstant abgenommen. Im Vergleich zu 1985 wurden 2014 bei ungefähr gleichbleibender Anbaufläche noch ca. 73% der Erntemenge erzielt. Der Anteil produzierter weisser Trauben ist über die Jahre von über 60% auf 47% im Jahr 2014 gesunken. Der Höchstertrag pro Rebsorte ist dabei kantonal pro Fläche geregelt (SBV, 2017).

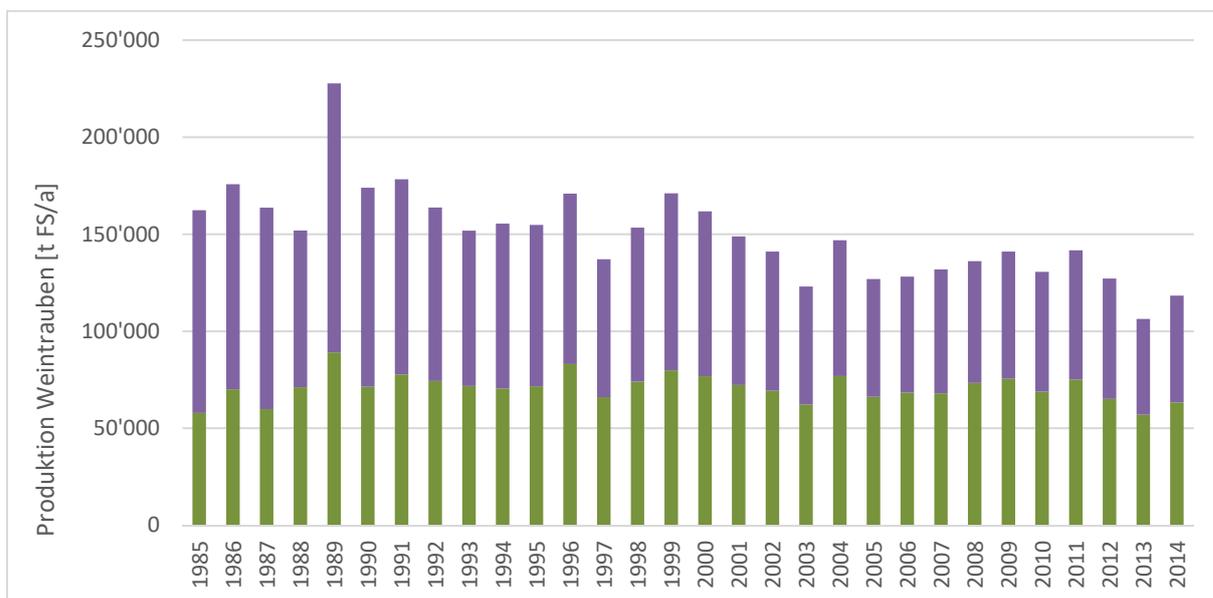


Abbildung 36 Produktion von Weintrauben 1985-2014 [t FS/a]

Konkrete Zahlen zu Ernteverlusten bei der Traubenherstellung konnten nicht in Erfahrung gebracht werden.

Beeren

Mit 2 kt TS/a ist die Beerenproduktion vergleichsweise bescheiden. Bezogen auf die Lebensmittelproduktion aus dem Pflanzenbau sind es nicht einmal 0.1%. Daher fallen die verhältnismässig höheren Verluste, welche nach Abschätzungen von Erdin (2017) bei 10-30% liegen, kaum ins Gewicht.

Energie

Für die Biomassen, welche von der landwirtschaftlichen Produktion in die Lebensmittelkette und umgekehrt fliessen, wurden nebst den TS-bezogenen Biomasseströme auch Energieinhalte abgeschätzt und daraus die entsprechenden Energieflüsse berechnet (Angabe als innere Heizwerte, H_i). Die nachfolgenden zwei Grafiken zeigen diese Frachten in Vergleich zu den TS-Biomasseströmen.

Wie erwartet beinhalten Brotgetreide und Zuckerrüben verhältnismässig wenig Energie pro TS (17 GJ/t), Milch etwas mehr (22 GJ/t) und die Ölsaaten verhältnismässig viel (37 GJ/t). Auf die Hauptbiomasseströme aus der Schweizer Landwirtschaft hat das bezüglich Energiefrachten insofern einen Einfluss, als dass hier die produzierte Milch mit 28% des Gesamtenergieinhalts vor dem Brotgetreide

(23%) und den Zuckerrüben (21%) liegt. Die Ölsaaten figurieren mit knapp über 10% an vierter Stelle. Mit weniger als 5%, aber immerhin noch mehr als 1% beteiligt sich die Produktion von Schweinen, Kartoffeln, Obst, Gemüse, Geflügel, Weintrauben, Hühnereiern und Kühen an der energiebezogenen Produktion von Lebensmitteln.

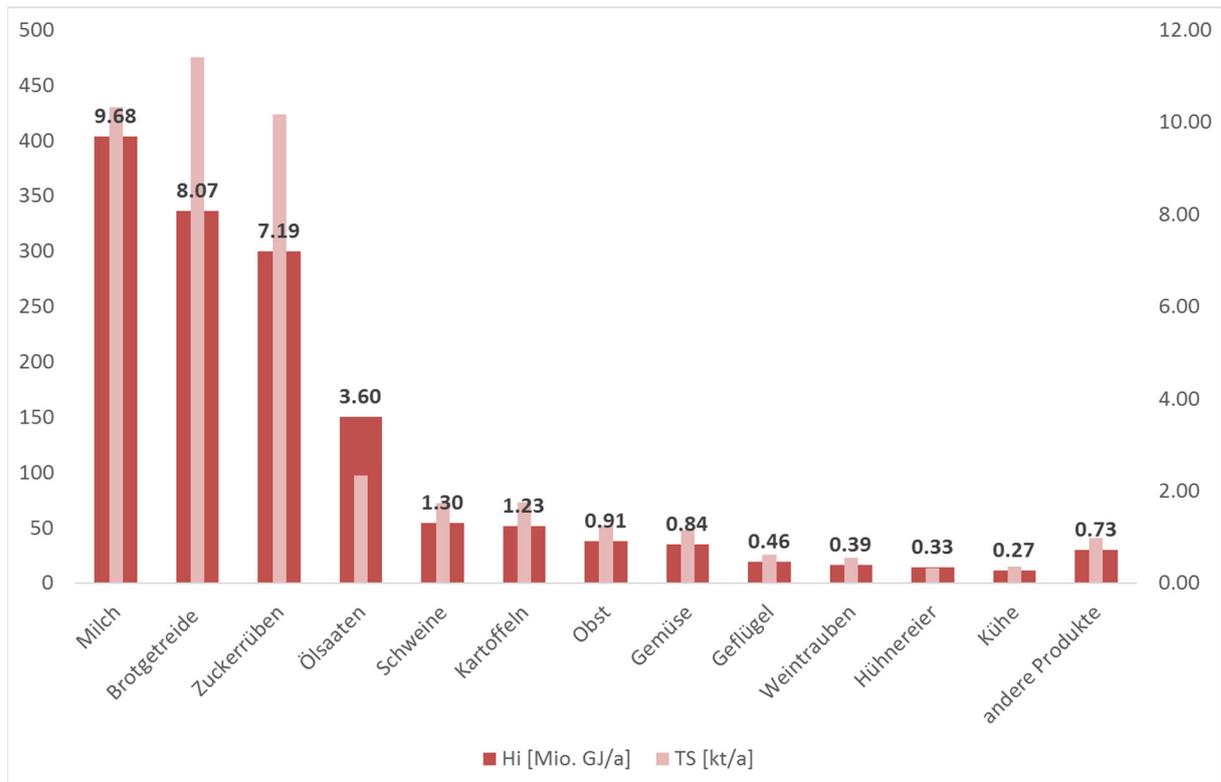


Abbildung 37 Energieinhalte (Hi) und TS-Frachten der landwirtschaftlichen Produktflüsse in die Lebensmittelindustrie
(linke Skala: TS [kt/a], rechte Skala: Hi [Mio. GJ/a])

Unter den Produkten, die aus der Lebensmittelindustrie zurück in die landwirtschaftliche Produktion fließen, besitzen Molke und andere Milchprodukte die auf den TS-Gehalt bezogen grösste Energiedichte (Abbildung 38). Analog zur Situation der Biomasseströme bezogen auf die Trockensubstanz, bleibt jedoch die Reihenfolge bei der Betrachtung der Energieinhalte die nachfolgende: Nebenerzeugnisse aus der Ölherstellung (40%), der Zuckerherstellung (19%), der Müllerei (17%), der Milchherstellung (11%) und der Brauerei (5). Erst an sechster Stelle figurieren die Abfälle aus der Lebensmittelindustrie (vermutlich Altbrot), die ebenfalls knapp 5% ausmachen, gefolgt von Nebenerzeugnissen der Kartoffel- und Fruchtsaftindustrie (3%) und schliesslich dem Traubentrester (1%).

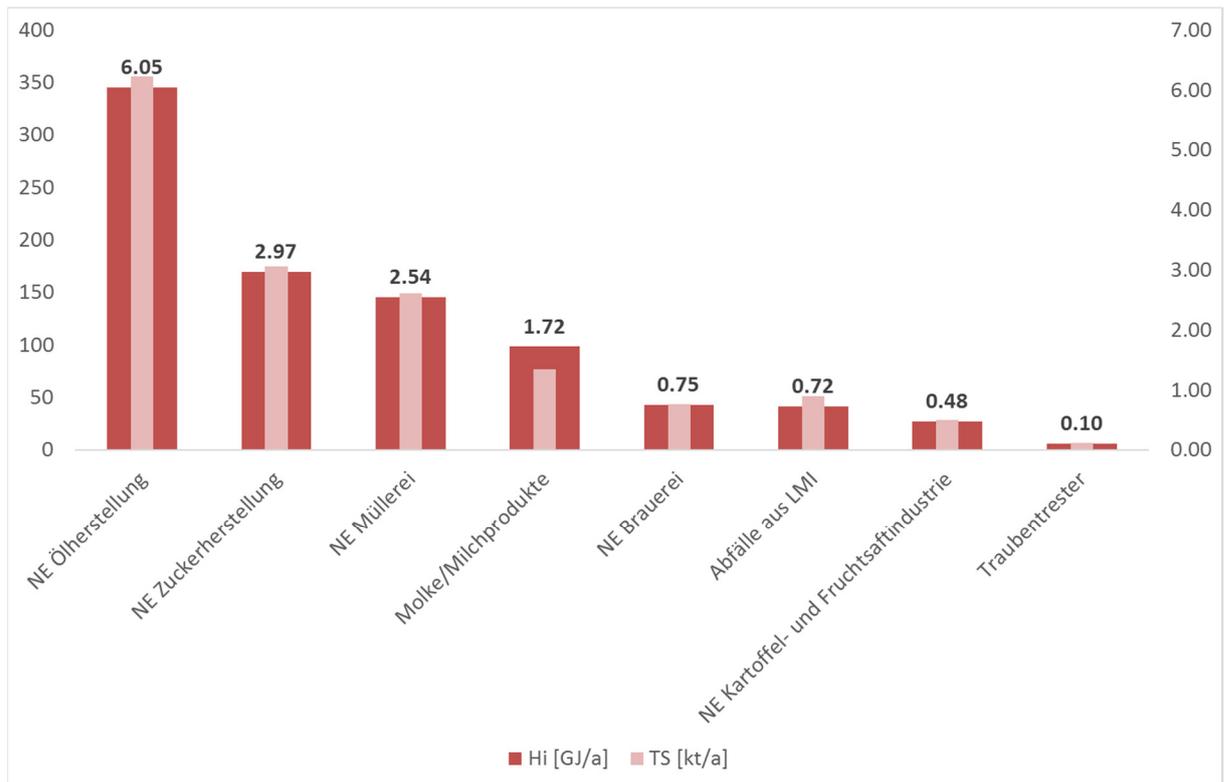


Abbildung 38 Energieinhalte (H^i) und TS-Frachten der landwirtschaftlichen Produkteflüsse aus der Lebensmittelindustrie
(linke Skala: TS [kt/a], rechte Skala: H^i [GJ/a])

Die vertiefte Energiebetrachtung zeigt auf, dass den lebensmittelverarbeitenden Betrieben, insbesondere der Öl-, Zucker-, Brot- und Milchprodukteherstellung bezüglich der Nebenerzeugnisse eine entscheidende Rolle zukommt. Sie liefern grosse Energiemengen für die Verfütterung.

4.2.6 Nutzungsebene Nutztierfutterkette

Der weitaus grösste Teil der Biomassen, welche aus der landwirtschaftlichen Produktion in die Nutztierfutterkette fliessen, sind Produkte von Natur- und Kunstwiesen bzw. -weiden sowie Futtermais und Stroh (Abbildung 39). Zusammen mit den Erträgen von Sömmerungsweiden und dem Zwischenfutter liefern sie 7.3 Mio. t TS/a in die Tierproduktion (Kategorie n, nicht essbar). Dazu kommen knapp 380 kt TS grundsätzlich essbare Produkte aus dem Pflanzenbau und der Tierproduktion. Der weit grösste Anteil dieser Produkte wurden als Futtermittel angebaut und daher der Kategorie g (grundsätzlich essbar, aber nicht für den menschlichen Verzehr bestimmt) zugewiesen. Die grössten Anteile machen hier Futtergerste (48%), Fütterungsmilch (17%) und andere Futtergetreide (13%) aus.

Die Situation der Biomasseflüsse, die von der Nutztierfutterkette in die landwirtschaftliche Produktion fliessen, stellt sich praktisch identisch dar. Mit mehr als 1.9 Mio. t TS/a haben die Futtermittelimporte hier jedoch einen entscheidenden Einfluss (Abbildung 40). Ausländische Futtermittel beteiligen sich mit über 20% an der gesamten Futtermittelproduktion. Zählt man die Reststoffe aus der Lebensmittelindustrie dazu, sind es immer noch über 18%.

Der Anteil der Biomasseströme aus der Nutztierfutterkette (NFK), die als nicht essbar (Kategorie n) oder nicht für den menschlichen Verzehr bestimmt (Kategorie g) spezifiziert wurde, beträgt über 99.9%. Lediglich 15 kt TS/a Ernterückstände (0.08%) werden der Kategorie f zugeordnet. Dies sind Biomassen, die für den menschlichen Verzehr bestimmt waren, jedoch als Futtermittel in die NFK fliessen.

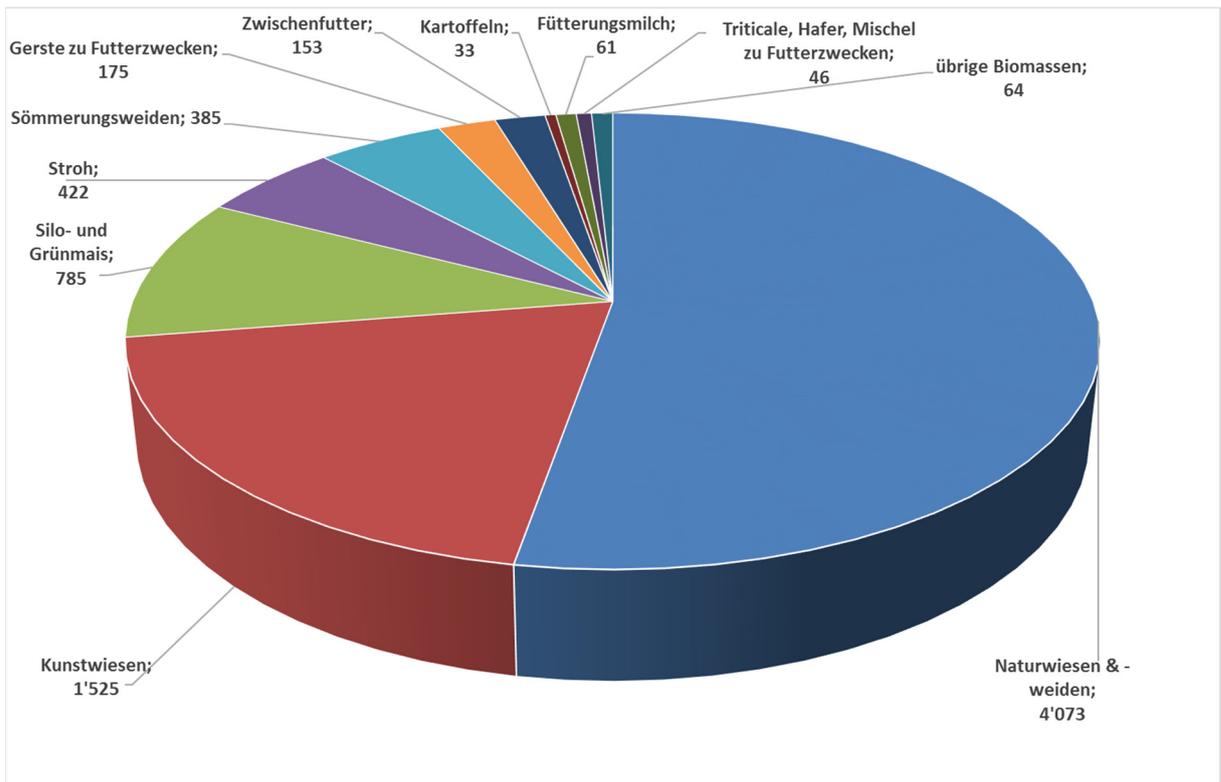


Abbildung 39 Biomassen von der landwirtschaftlichen Produktion in die Nutztierfutterkette [kt TS/a]

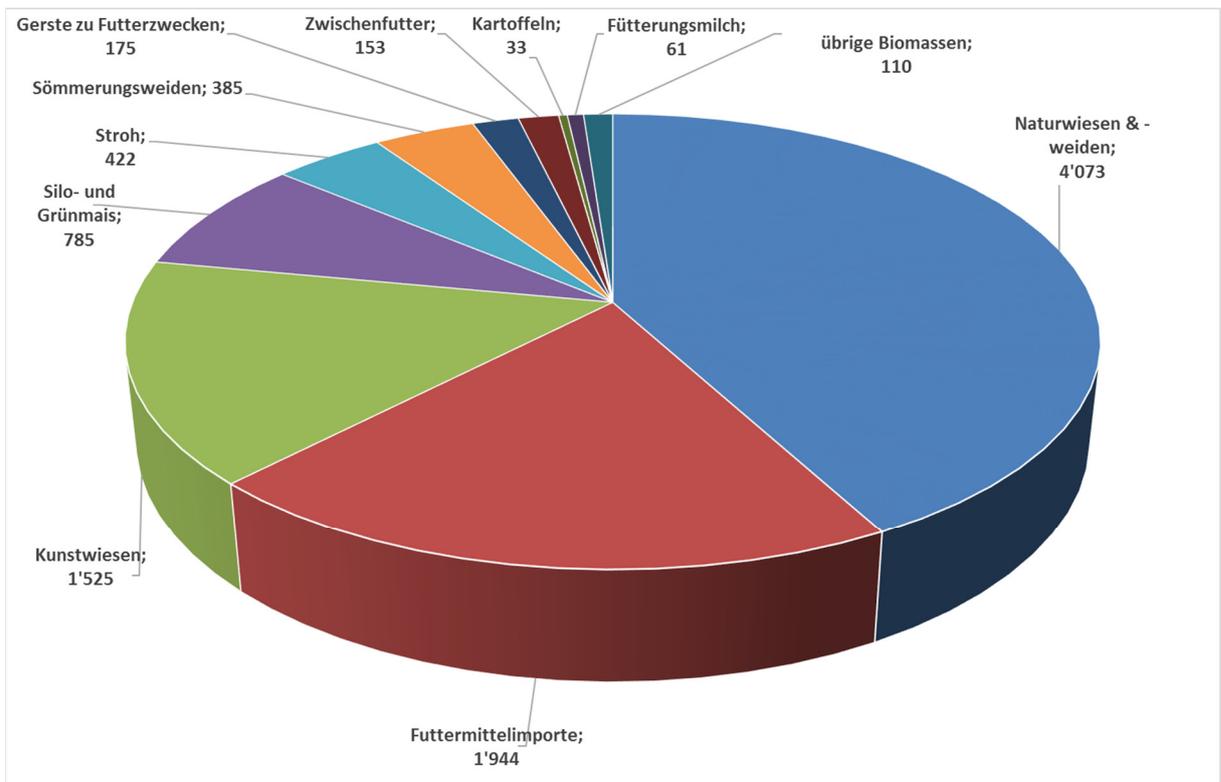


Abbildung 40 Biomassen von der Nutztierfutterkette in die landwirtschaftliche Produktion [kt TS/a]

4.3 Bewertung der Datenlage

In den dieser Studie zu Grunde liegenden Daten bestehen teilweise erhebliche Lücken und Annahmen, so dass oftmals auf Hochrechnungen zurückgegriffen und Abschätzungen vorgenommen werden mussten. Für ein realistischeres Bild wäre es unbedingt erforderlich, eine frische Datengrundlage zu erarbeiten, welche nicht ausschliesslich auf bisherige Studien und individuelle Aussagen von Branchenverbänden beruht, sondern wo möglich auf aktuellen statistischen Erhebungen empirischer Daten.

4.3.1 Daten des Schweizerischen Bauernverbandes SBV

Die Agristat-Daten des Schweizer Bauernverbands (Agristat, 2015) stellen die Grundlage der meisten Daten dieser Studie dar. Neben der hohen Aktualität decken die Daten ein grosses Spektrum der Schweizer Landwirtschaft ab. Die Daten werden jährlich erfasst und in einem umfassenden schriftlichen Bericht dokumentiert und lassen so klare Trends erkennen.

Da es sich bei den Agristat Daten teilweise um Synthesestatistiken mit einer Vielzahl von Quellen variabler Datenqualität handelt, sind die Zahlen für Aussenstehende nicht immer selbsterklärend. Teilweise fehlen Angaben dazu, ob sie auf effektiven Erhebungen stammen oder ob es sich um Hochrechnungen und Abschätzungen handelt. Der SBV sorgt nach Möglichkeit für eine gute Zugänglichkeit zu den Daten, er informiert transparent und offen und stellt bei Bedarf den Kontakt zu einzelnen Branchenverbänden her. Wo für diese Studie genaue Zahlen zu Ernteverlusten und –überschüssen abgefragt werden mussten, wurde an mehreren Stellen auf die einzelnen Verbände zurückgegriffen.

4.3.2 Daten der eidgenössischen Forschungsanstalt WSL

Die Daten der WSL (Thees et al., 2017) sind sehr aktuell und weisen eine fundierte Datengrundlage auf, sie beinhalten jedoch immer noch gewisse Annahmen und Hochrechnungen. Auch diese Studie schliesst, dass zur Bilanzierung gewisser Biomasseflüsse in Zukunft genauere Erhebungen wünschenswert sind.

4.3.3 Daten Kompost und Gärgut

Die verwendeten Daten in den Bereichen Kompost und Gärgut basieren zu grossen Teilen auf den Erhebungen des schweizerischen Inspektorates der Grüngutbranche. Diese Daten sind aktuell und belastbar, sie umfassen jedoch nicht zwingend alle Anlagen und Flüsse. Es ist daher anzumerken, dass auch hier Hochrechnungen verwendet wurden.

4.3.4 Datenbank TS, Hi, N, P

Diese Daten stammen ausschliesslich aus Fachliteratur oder wurden im Fall der Heizwerte mit Fachpersonen abgeklärt. Hier bestehen bereits gute und fundierte Daten. Ob die Konzentrationsannahmen jedoch repräsentativ für die tatsächlichen Biomasseflüsse sind, ist schwer zu beurteilen. Sicherlich unterliegen diese mehr oder minder starken saisonalen, jährlichen und regionalen Schwankungen.

4.3.5 Daten Ernteverluste

Speziell kritisch ist die Datenlage im Bereich der Ernteverluste, also einem der Kernbereiche für die Bewertung von Verlusten von Lebensmitteln aus der Landwirtschaft. Die meisten Daten dieser Flüsse können auch von brancheninternen Fachpersonen lediglich als grobe Schätzwerte (mit einer grossen Spannweite von beispielsweise 2-15%) angegeben werden. Für Kartoffeln liegen verlässliche Zahlen vor, auch diese beinhalten jedoch eine erhebliche Spannweite von 15 – 24% an Verlusten in der landwirtschaftlichen Produktion. Für viele andere Kulturen sind Feldverluste bzw. Erntereste, welche nicht geerntet respektive auf dem Feld zurückgelassen werden, mengenmässig nicht erhoben. Weiter werden gewisse Verluste geernteter Feldfrüchte entlang der Warenkette nicht eindeutig der produzierenden

Landwirtschaft, dem Transport und der Lagerung oder der primären Verarbeitung (Sortierung) zugeordnet, sondern als Pauschale abgeschätzt. Der Anteil, welcher direkt in der Landwirtschaft anfällt, kann so nicht exakt beziffert, sondern lediglich grob geschätzt werden.

5 Diskussion

Die folgenden Diskussionspunkte und Schlussfolgerungen stellen die alleinige Ansicht der Autoren dieser Studie dar und decken sich nicht zwingend mit den Ansichten, Massnahmen und Empfehlungen der Auftraggeber. Gewisse Stellungnahmen der Autoren wurde seitens der Auftraggeber im Laufe der Datenerhebungen gewünscht.

5.1 Landwirtschaftliche Biomasseproduktion und ihre Alternativen

Die Schweizer Landwirtschaft erfüllt ihrem Auftrag gemäss eine Vielzahl verschiedener Funktionen. Sie können eingeteilt werden in **Funktionen der Produktion**, z.B. die Bereitstellung von Lebensmitteln und Lebensmittelrohstoffen, von Futtermitteln oder von Rohstoffen für die industrielle Produktion und die Energieversorgung, sowie in **Funktionen des Dienstleistungssektors**, z.B. zur Förderung und Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit, der Landschaftspflege oder der Biodiversität.

In Bezug auf die Funktionen der Produktion überwiegen in der Landwirtschaft Biomassen als Produkte. Nur sehr vereinzelt übernimmt die Landwirtschaft Funktionen zur Bereitstellung mineralischer Produkte wie z.B. Pflanzensubstrate, Baustoffe oder Konstruktionsmaterialien. Die Leistungen, welche die Landwirtschaft (ohne angrenzende Forstwirtschaft) zur Biomasseproduktion erbringt, sowie deren Alternativen, falls diese Leistungen nicht mehr durch die Schweizer Landwirtschaft erbracht werden, lassen sich z.B. wie folgt klassieren (entsprechend den in Tabelle 2 genannten Nutzungsebenen):

- Die nach wie vor wichtigste Funktion der Schweizer Landwirtschaft liegt in der **Bereitstellung von Lebensmitteln** oder Lebensmittelgrundstoffen für den menschlichen Verzehr. Der Eigenversorgungsgrad mit Lebensmitteln beträgt je nach Berücksichtigung der Exporte und Produktionsverluste etwa 50-60% (Basis TS). Ein höherer Eigenversorgungsgrad ist zu erreichen, wenn Verluste entlang der Lebensmittelkette minimiert werden und/oder wenn eine Verschiebung der Nahrungsgewohnheiten und dadurch der landwirtschaftlichen Produktion weg von tierischen hin zu pflanzlichen Kalorien stattfindet. Auch eine Konzentration auf noch intensivere Bodenbewirtschaftung, ertragsreichere und verlustärmere, resistente Sorten oder eine Intensivierung der Tierproduktion hätten eine Erhöhung des Eigenversorgungsgrades zur Folge.
- Die erwähnten Möglichkeiten der Erhöhung des Eigenversorgungsgrades durch einen Umbau der Schweizer Landwirtschaft stossen in vielerlei Hinsicht an Grenzen. In den Hügel- und Bergregionen des Voralpengebietes ist eine Umstellung von der derzeitigen Viehfutterproduktion auf Ackerbau aufgrund des Klimas und der Bodenbeschaffenheit oft kaum möglich. Eine intensivere Tierhaltung stösst in der Bevölkerung auf wenig Akzeptanz. Eine noch intensivere und ausgedehntere Bodenbewirtschaftung im Ackerbau ist oft mit ökologischen Folgeschäden verbunden.
- Die Betrachtungsweise, welche dieser Studie zu Grunde liegt, definiert die Flüsse aus der landwirtschaftlichen Produktion in die Lebensmittelkette als bestimmungsgemäss (Kategorie I). Es fallen hier also keine Lebensmittelverluste an und es ist keine entsprechende Umnutzung möglich. Ebenso stellen die bestimmungsgemäss produzierten und verwendeten tierischen Futtermittel der Kategorie g keine Lebensmittelverluste dar, auch wenn sie teilweise essbar sind.
- Solange sich die Schweizer Landwirtschaft einer standortgerechten Produktion verpflichtet und damit die Aufgabe der Bereitstellung tierischer Nahrungsmittel in grösserem Umfang wahrnimmt, ist sie auf die **Eigenproduktion** und/oder auf den Import **von Futtermitteln** für die Tierfütterung angewiesen. Das Grasland Schweiz stellt über 80% der für die inländische Tierproduktion benötigten Futtermittel aus eigener Produktion zur Verfügung (Basis TS). Knapp 20% des Bedarfs an Futtermitteln werden durch Importe gedeckt. Nur wenige Prozente stammen aus Reststoffen der inländischen Agrar- und Lebensmittelindustrie respektive des inländischen Konsumsektors (Abbildung 5).

- Die klar grössten Anteile an inländisch produzierten Futtermitteln stellen mit 7'344 kt TS/a nicht essbare Biomassen von Wiesen und Weiden dar. Hinzu kommen 380 kt TS/a an grundsätzlich für den menschlichen Verzehr geeigneten, aber nicht für diese Bestimmung produzierten Biomassen, hauptsächlich Futtergetreide und Fütterungsmilch. Diese Anteile stellen keine Lebensmittelverluste dar. Sie könnten teilweise umgenutzt und dem menschlichen Verzehr zugeführt werden. Dies wäre entweder mit einem entsprechenden Rückgang der Produktivität in der Tierproduktion (von linear hochgerechnet <4%) oder mit einem entsprechenden Anstieg von Futtermittelimporten verbunden.
- Der Anteil eigentlicher Lebensmittelverluste, d.h. von für die menschliche Nahrung produzierten landwirtschaftlichen Biomassen, welche jedoch nicht bestimmungsgemäss in der Nutztierfütterung landen, wird auf geringe 15 kt TS/a geschätzt. Es handelt sich hier hauptsächlich um nicht geerntete oder deklassierte Ernterückstände von Gemüse, Knollen oder Getreide. Eine bestimmungsgemässe Umnutzung dieser Anteile zu Lebensmitteln ist mit einem nicht massgeblichen Rückgang der Produktivität in der Tierproduktion (von linear hochgerechnet <1%) oder mit einem entsprechenden Anstieg von Futtermittelimporten verbunden.
- Ebenfalls in die Tierfütterung fliessen aus der nachgelagerten Lebensmittelproduktion respektive aus dem Konsumgütersektor ca. 50 kt TS/a an Nahrungsmittelbiomassen, welche essbar sind und entsprechend als Lebensmittelverluste gelten. Dieser Fluss stammt zwar nicht aus der Landwirtschaft, seine bestimmungsgemässe Verwendung als Lebensmittel hat dennoch einen Rückgang der Produktivität in der Tierproduktion (von linear hochgerechnet <1%) oder einen entsprechenden Anstieg von Futtermittelimporten zur Folge.
- Die Kreislaufführung von Makro- und Mikronährstoffen in Form **organischer Dünger** sowie die **Versorgung unserer Böden** mit ausreichend **organischer Substanz** (Bodenverbesserungsmittel) zählt in Bezug auf die Produktion und Verwendung von Biomasse zu den wichtigsten Dienstleistungen der Landwirtschaft. Ohne die Schliessung dieser Kreisläufe kann mittel- bis längerfristig die Fruchtbarkeit und Produktivität landwirtschaftlich genutzter Böden kaum aufrechterhalten werden. Diese Funktion nimmt die Landwirtschaft durch die Kreislaufführung ihrer Hofdünger und eines Anteils ihrer Ernterückstände wahr. Mineralische Dünger, welche als Inputflüsse in die Landwirtschaft anfallen, werden in dieser Studie nicht betrachtet.
- Den deutlich grössten Anteil an Biomasse, welche die Landwirtschaft zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit bereitstellt, stellen mit 3'516 kt TS/a die unterschiedlichen Hofdünger aus der Tierproduktion dar. 75% hiervon stammen aus der Rindviehhaltung, der Rest ist anderen Tiergattungen zuzuschreiben. Aus dem Pflanzenbau fallen 92 kt TS/a an Biomasse an, welche als organisches Material direkt oder via Feldrandkompostierung dem Boden zur Verfügung gestellt werden. Von diesem Material können immerhin 46 kt TS/a als essbare Anteile identifiziert werden. Sie stellen also einen Lebensmittelverlust im eigentlichen Sinn dar.
- Eine bestimmungsgemässe Verwendung dieser Anteile, also die Nutzung von essbaren Ernterückständen v.a. aus dem Gemüsebau hat einen Rückgang des Eintrags an organischem Material in landwirtschaftliche Böden zur Folge. Die essbaren Anteile stellen zwar oft nährstoffreiche und leicht abbaubare Teile der Pflanze dar. Sie tragen jedoch gegenüber Hofdüngern wenig zur Nährstoffversorgung von Böden bei, können aufgrund der guten Verfügbarkeit von Kohlenstoff sogar zu einer Nährstoffimmobilisierung im Boden führen. Eine Umnutzung dieser Lebensmittelverluste ist im Hinblick auf die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit als unkritisch, allenfalls sogar als positiv zu bewerten.
- Bereitstellung von **Energieträgern oder Rohstoffen zu deren Produktion**: Hier sind primär gezielt angebaute oder geerntete Energiebiomassen wie Flurholz oder Energiepflanzen im eigentlichen Sinn (z.B. Mais, Miscanthus, Raps) zu nennen. Diese spielen in der Schweiz aufgrund der restriktiven energiepolitischen Vorgaben nur eine marginale Rolle. Die Produktion von Energieholz, auch in Form von Flurholzanteilen aus der Landwirtschaft, wird in dieser Studie nicht betrachtet.
- Wichtiger ist für die Schweizer Landwirtschaft die Bereitstellung von Reststoffen aus dem Pflanzenbau und aus der Tierproduktion zur energetischen Verwertung. Aus dem Pflanzenbau und hier v.a.

aus dem Anbau von Getreide gelangen relativ geringe Mengen (25 kt TS/a) organischer Reststoffe in die energetische Verwertung, meist in anaerobe Vergärungsanlagen. Grösstenteils handelt es sich um teilverholztes Pflanzenmaterial, welches nicht für den menschlichen Verzehr geeignet ist. Die essbaren Anteile, welche als Lebensmittelverluste bezeichnet werden müssen, belaufen sich auf ca. 8 kt TS/a (Abbildung 24).

- Eine bestimmungsgemässe Verwendung dieses Anteils, also v.a. die Nutzung von essbaren Getreideabgängen als Lebensmittel anstatt als Energierohstoffe, hat einen Wegfall von Co-Substraten in landwirtschaftlichen und gewerblich/industriellen Biogasanlagen zur Folge. Die absoluten Mengen sind jedoch gering und die Auswirkungen auf die Bioenergieproduktion und auf die wirtschaftliche Situation der betroffenen Anlagen fallen nicht ins Gewicht.
- Produktion von **Rohstoffen für die gewerbliche oder für die industrielle Nutzung**: Neben der Textilindustrie (Wolle, Hanf, Sisal) spielen hier die Bau- und Konstruktionsbranche (Faserpflanzen) sowie die Biokunststoffproduktion (Stärke- & Zuckerpflanzen) eine Rolle. Ebenfalls dieser Kategorie zugerechnet werden kann die Produktion von Saatgut, sei es für den inländischen Gebrauch oder für den Export.
- In der Schweiz hat traditionsgemäss der Anbau von Industriepflanzen eine untergeordnete Bedeutung. Entsprechend sind aus diesem Sektor auch kaum Biomassen zu erwarten, welche in direkter Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion stehen oder welche als Lebensmittelverluste anfallen. Saatgut, der in der Schweiz mit lediglich 28 kt TS/a mengenmässig grösste Anteil, (Abbildung 26), ist zwar zum Teil essbar, wird aber seinem Bestimmungszweck entsprechend nicht als Lebensmittel verwendet und stellt damit auch keinen Lebensmittelverlust dar.
- Bei Wegfall oder Substitution dieser Rohstoffproduktion sind entsprechende Kompensationsimporte zu erwarten. Die Umnutzung von inländisch produziertem Saatgut als Lebensmittel bewirkt unmittelbare Saatgutimporte in derselben Grössenordnung. Die Umnutzung von Schafweiden (zur Produktion von Milch und Fleisch) in Produktionsflächen für pflanzliche Nahrungsmittel ist aufgrund des geringen Tierbestandes und der mangelnden Tauglichkeit von Schafweiden zur Pflanzenproduktion wenig relevant. Zudem fielen Funktionen der Landschaftspflege weg, welche anderweitig kompensiert werden müssten.
- Der **Anfall von organischen Abfällen** im eigentlichen Sinn: Auch landwirtschaftliche Produktionsmethoden setzen Hilfsmaterialien ein, welche nach ihrer Zweckerfüllung als Abfälle anfallen (Folien, Verpackungen etc.). Zudem ist, wie in vielen Systemen, in welchen Lebewesen produziert werden, mit totem Material zu rechnen. Kann dieses Material nicht vom System selbst in den Kreislauf zurückgebracht werden (Totholz, Blattwerk), so muss es als organischer Abfall entfernt werden (Tierkadaver). Organische Abfälle, welche aus dem Konsum und der Nutzung von Gütern durch die (in der Landwirtschaft tätigen, wohnenden und arbeitenden) Menschen anfallen (Altpapier, Altholz, Küchenabfälle), werden konsequenterweise nicht der Landwirtschaft selbst zugerechnet, sondern dem allgemeinen Güterkonsum.
- Neben geringen Mengen an Mulch- und Siloballenfolien, welche nicht essbar sind und keine Lebensmittelverluste darstellen, fallen in der Schweiz über 13 kt TS/a an Kadavern von Gross- und Kleintieren als organische Abfälle an. Diese Abfälle stellen keine Schlachtabfälle respektive keine Abfälle aus der Fleischverarbeitung dar, sondern stammen direkt aus der Tierhaltung. Der Grossteil davon ist aus Gründen der Seuchenhygiene und der Lebensmittelqualität nicht essbar. Der essbare Anteil, welcher als Lebensmittelverlust in die Abfallwirtschaft gelangt, beläuft sich auf ca. 1 kt TS/a.
- Werden diese Biomasseflüsse umgenutzt oder zurückgefahren, so müssen sie nicht kompensiert werden. Ihr Wegfall erbringt allenfalls der Abfallwirtschaft einen leicht geringeren Aufwand und Umsatz.

5.2 Verursacht die Landwirtschaft Lebensmittelverluste?

Aufgrund der grafischen Darstellung der „Food Waste“ bzw. „Food Wastage“-Definition von FUSIONS (siehe Anhang A1) sind deklassierte Nahrungsmittel, die eigentlich für den menschlichen Verzehr bestimmt waren, jedoch als Futtermittel verwendet werden, kein „Food Waste“. Ob diese daher allenfalls als „Food Loss“ oder hinsichtlich der Lebensmittelverschwendung als „nicht relevant“ taxiert werden sollen, lässt FUSIONS offen.

Zusätzlich zu obigen Definitionen nennt FUSIONS (2017) Produkte, die nicht geerntet oder Pflanzenreste, die untergepflügt werden als Beispiele für „Food Waste“ und klassiert zum Teil auch nicht essbare Produkte als Lebensmittelabfall. Als vermeidbare oder als unvermeidbare Lebensmittelverluste werden also ausschliesslich Flüsse verstanden, die während der Produktion der Lebensmittel verloren gehen (Food Loss) und daher nicht bis zum Konsumenten gelangen. Vermeidbare Lebensmittelverluste sind solche, die grundsätzlich essbar sind (oder waren). Als unvermeidbare Lebensmittel werden nicht essbare Anteile von Lebensmitteln verstanden. Der Begriff Lebensmittelabfälle (Food Waste) bezeichnet hingegen Lebensmittelverluste, welche direkt beim Konsumenten selber anfallen. Lebensmittelverluste und -abfälle werden als Lebensmittelverschwendung bezeichnet.

Die in dieser Studie gewählte Struktur zur Klassierung von Biomasseflüssen orientiert sich nicht an der Vermeidbarkeit, sondern an der bestimmungsgemässen Verwendung. Biomassen werden gemäss Tabelle 3 in folgende Kategorien eingeteilt:

- **«l» = Lebensmittel**; für den menschlichen Verzehr bestimmt, fliesst in die Lebensmittelkette; bestimmungsgemässe Verwendung
- **«f» = Umnutzung als Futtermittel**; für den menschlichen Verzehr bestimmt, fliesst jedoch in die Nutztierfutterkette; nicht bestimmungsgemässe Verwendung
- **«v» = Verlust von Lebensmitteln**; ursprünglich für den menschlichen Verzehr bestimmt, fliesst jedoch weder in die Lebensmittelkette noch in die Nutztierfutterkette; nicht bestimmungsgemässe Verwendung
- **«g» = grundsätzlich essbar**; jedoch nicht für den menschlichen Verzehr vorgesehen. Meist für die Nutztierfütterung vorgesehen; bestimmungsgemässe Verwendung
- **«n» = nicht essbar**; nicht für den menschlichen Verzehr bestimmt; bestimmungsgemässe Verwendung

Lediglich Biomassen der Kategorie v stellen eine potenzielle Lebensmittelverschwendung «Food Loss oder «Food Waste» im eigentlichen Sinn dar. Diese Flüsse stehen im Fokus, wenn es darum geht, die Effizienz der Lebensmittelkette zu optimieren. Biomassen der Kategorie f können allenfalls als Lebensmittelverlust «Food Loss» bezeichnet werden, obwohl sie als Tierfutter im Sinne einer Vorstufe zur Lebensmittelproduktion gegenüber der rein energetischen Verwertung einen höher wertigen Bedarf abdecken. Ihre Umnutzung respektive bestimmungsgemässe Verwendung als Lebensmittel ist jedoch im Hinblick auf eine hohe Effizienz entlang der gesamten Lebensmittelkette dennoch angezeigt.

Die Menge an Biomassen aus der Schweizer Landwirtschaft, welche als Lebensmittelverluste definiert werden, beträgt 55 kt TS/a. Dies entspricht 3% der gesamten landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion oder 4‰ der gesamten Produktion an landwirtschaftlichen Biomassen. Der Grossteil dieser Verluste landet als organischer Dünger im Boden und dient hier der Aufrechterhaltung der Bodenfruchtbarkeit. Nimmt man Biomasseflüsse hinzu, welche ursprünglich als Lebensmittel bestimmt waren aber in der Tierfütterung landen, so ergeben sich Verluste von 70 kt TS/a respektive 5% der landwirtschaftlichen Produktion, welche nach ihrer Bestimmung als Lebensmittel produziert werden, aber nicht in der Lebensmittelkette landen.

In der nachfolgenden Tabelle sind die kategorisierten Biomasseflüsse übersichtlich dargestellt.

Tabelle 4 Zusammenfassung der kategorisierten Biomasseflüsse aus der Schweizer Landwirtschaft

Nutzungsebene	Fluss total [kt TS /a]	davon				
		«l»	«f»	«v»	«g»	«n»
Lebensmittelkette	1'778	1'778	0	0	0	0
Nutztierfutterkette	7'723	0	15	0	364	7'344
Düngerwirtschaft	3'550	0	0	46	0	3'503
Energiewirtschaft	84	0	0	8	0	76
Güterkette	31	0	0	0	28	2
Abfallwirtschaft	13	0	0	1	0	13
Total	13'179	1'781	15	55	392	10'938

l = Lebensmittel; für den menschlichen Verzehr bestimmt, fliesst in die Lebensmittelkette; bestimmungsgemässe Verwendung

f = Futtermittel; für den menschlichen Verzehr bestimmt, fliesst jedoch in die Nutztierfutterkette; nicht bestimmungsgemässe Verwendung

v = Verlust von Lebensmitteln; ursprünglich für den menschlichen Verzehr bestimmt, fliesst jedoch weder in die Lebensmittelkette, noch in die Nutztierfutterkette; nicht bestimmungsgemässe Verwendung

g = grundsätzlich essbar; jedoch nicht für den menschlichen Verzehr vorgesehen. Meist für die Nutztierfütterung vorgesehen.; bestimmungsgemässe Verwendung

n = nicht essbar; nicht für den menschlichen Verzehr bestimmt; bestimmungsgemässe Verwendung

5.3 Ursachen & Vermeidbarkeit von Lebensmittelverlusten aus der Landwirtschaft

Die identifizierten Verluste stellen Biomassen dar, welche bestimmungsgemäss als Lebensmittel produziert wurden und daher grundsätzlich für den menschlichen Verzehr geeignet sind. Sie sind jedoch nur teilweise als «vermeidbar» zu klassieren (Tabelle 5).

- **Essbare Anteile von Ernterückständen** aus der Pflanzenproduktion, welche **auf dem Feld liegen gelassen, untergepflügt** oder allenfalls **feldrandkompostiert** werden: Es handelt sich hier teilweise um Feldfrüchte, welche bewusst nicht geerntet werden, da sie für die weitere Verarbeitung nicht geeignet sind, weil die Standards der verarbeitenden Industrie nicht erfüllt werden (zu kleine, zu grosse oder unförmige Produkte, Fehlfarben). Diese Verluste sind mehrheitlich vermeidbar. Des Weiteren handelt es sich um Feldfrüchte, welche aus wirtschaftlichen (Zeitdruck, Personaleinschränkungen), infolge von Umwelteinflüssen (Vernässung, Hagel, Trockenheit) oder aus technischen Gründen (Erntetechnik, Sortiertechnik) nicht geerntet werden. Diese Anteile sind teilweise vermeidbar. Hinzu kommen (vermutlich) geringe Anteile an Produkten, welche auf «Selbstpflückfeldern» liegen bleiben. Diese Verluste sind vermeidbar.

Die oben beschriebenen Anteile können mehrheitlich der menschlichen Ernährung zugeführt werden, wenn eine Neuinterpretation industrieller Standards erfolgt oder wenn Direktvermarktungsmodelle für Feldfrüchte ausgebaut werden, welche auch niedriger klassierte Produkte einschliessen.

- **Essbare Anteile von Feldfrüchten** aus der Pflanzenproduktion, welche nach der Ernte **ausgeschieden, beschädigt oder nicht abgesetzt** werden: Es handelt sich hier ebenfalls teilweise um Produkte, welche industrielle Vorgaben nicht erfüllen. Hinzu kommen Verluste aufgrund fehlerhafter Lagerung sowie mechanisch beschädigte oder von Schädlingen oder Pflanzenkrankheiten befallene Teilchargen. Zusätzlich fallen Produkte unter diese Kategorie, welche aus wirtschaftlichen Gründen oder aufgrund einer z.T. witterungsbedingten Überproduktion (Kartoffeln, Getreide) zu Nutztierfutter deklassiert werden.

Die weitere Verwertung dieser Verluste findet zum einen Teil als Nutztierfutter meist im eigenen Hof statt. Zum anderen Teil werden diese Verluste in landwirtschaftlichen oder in gewerblich/industriellen Biogasanlagen energetisch verwertet. Diese Verluste sind teilweise vermeidbar. Auch diese Produkte können durch Neuinterpretation industrieller Vorgaben und durch neue Vermarktungsmodelle mehrheitlich ihrer Bestimmung gemäss in den menschlichen Konsum geführt werden.

- **Grossviehkadaver ab Hof respektive ab Alp:** Von den insgesamt <2.5 kt TS/a an Grossviehkadavern, welche jährlich direkt aus der Tierproduktion in der Landwirtschaft anfallen (also nicht Schlachtviehkadaver), wird ein Anteil von ca. 40% als essbar eingestuft. Es handelt sich hauptsächlich um Abgänge infolge von Krankheiten sowie um solche, welche auf Sömmerungsweiden oder beim Alpaufzug/-abgang und zu einem geringen Teil aufgrund von Haltungsbedingungen entstehen. Diese Verluste sind nur bedingt vermeidbar, nämlich dort, wo sie aufgrund von unzureichenden Haltungsbedingungen entstehen.

Um diese Biomasse der menschlichen Ernährung zuzuführen, ist eine stringente Kontrolle der Tiergesundheit, der Haltungsbedingungen sowie, im Falle von Abgängen der Lebensmittelsicherheit auf dem Hof erforderlich. Diese Bereiche befinden sich in der Schweiz generell bereits auf einem sehr hohen Qualitätsniveau. Es ist entsprechend nicht zu erwarten, dass durch zusätzliche Massnahmen der Anteil dieser Verluste massgeblich gesenkt werden kann.

Eine Detailbewertung der potenziellen Lebensmittelverluste aus der Schweizer Landwirtschaft wird in der nachfolgenden Tabelle hinsichtlich ihrer Vermeidbarkeit vorgenommen. Die Daten sind als grobe Schätzwerte zu verstehen, da eine solide Datengrundlage dafür nicht zur Verfügung steht.

Tabelle 5: Detailbewertung der potenziellen Lebensmittelverluste aus der Schweizer Landwirtschaft. (Bei der Aufteilung der Mengen pro Nutzungsebene handelt es sich um Schätzwerte.)

Nutzungsebene	Biomasse	Menge [kt TS/a]	Vermeidbarkeit	Ursachen
Nutztierfutterkette	Ernterückstände	10	vermeidbar	Industriestandard
	Ernterückstände	5	vermeidbar	Fehllagerung
Düngerwirtschaft	Ernterückstände	34	vermeidbar	Industriestandard
	Ernterückstände	10	teilweise	Technische Bedingungen
	Ernterückstände	2	vermeidbar	Konsumentenverhalten
Energiewirtschaft	Ernterückstände	3	vermeidbar	Industriestandard
	Ernterückstände	3	vermeidbar	Fehllagerung
	Ernterückstände	1	nicht vermeidbar	Pflanzenkrankheiten
Abfallwirtschaft	Grossviehkadaver	<1	teilweise	Haltungsverluste
	Grossviehkadaver	<1	teilweise	Weideabgänge

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass von den ermittelten 70 kt TS/a an lebensmittelfähigen Verlusten aus der Schweizer Landwirtschaft geschätzt etwa 55 kt TS/a durch organisatorische oder technische Massnahmen vermeidbar sind.

Schwierig zu beziffern und durch technische oder organisatorische Massnahmen kaum vermeidbar sind witterungsbedingte Verluste. Dazu gehören auch wenig vorhersehbare Überproduktionen, welche auf von Jahr zu Jahr schwankenden Witterungsverhältnissen beruhen.

Konkrete Massnahmen zu Verringerung dieser Verluste vorzuschlagen und den Aufwand dieser Massnahmen abzugrenzen, ist nicht Aufgabe der vorliegenden Studie.

Literaturverzeichnis

- AGRIDEA. *Wirz Handbuch 2016 Pflanzen und Tiere*. Lindau: AGRIDEA, 2016.
- Agristat. *Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung*. Brugg: Schweizerischer Bauernverband, 2014.
- Agristat. *Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung*. Brugg: Schweizerischer Bauernverband, 2015.
- Agroscope, Reckenholz-Tänikon. *ART-Bericht 2006*. Reckenholz-Tänikon: Agroscope, 2006.
- Almeida, J. *Food Losses and Food Waste: A Quantitative Assessment for Switzerland*. Faculty of Econom: Universität Basel, 2011.
- BAFU. *Lebensmittelabfälle*. 2017.
<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/abfall/abfallwegweiser-a-z/biogene-abfaelle/abfallarten/lebensmittelabfaelle.html>.
- Baier, U, S Baum, und F Hartmann. *Biogene Güterflüsse der Schweiz – Update 2009*. Bern: BAFU, 2012.
- Baier, U, und A Deller. *Food Waste - Fachliche Grundlagen (Nahrungsmittelverluste im Detailhandel und in der Gastronomie in der Schweiz)*. Bern: BAFU, 2014.
- Beretta, C, F Stoessel, U Baier, und S Hellweg. „Quantifying food losses and the potential for reduction in Switzerland.“ *Waste Management*, 33(3), 2013: S. 764-773.
- BLW. *Food Waste*. 2017. <https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/politik/food-waste.html>.
- Chevalley, I. *Vom Nahrungsmittelverluste im Detailhandel und in der Gastronomie in der Schweiz*. Bern: BAFU, 2012.
- Erdin, D, Interview geführt von L Mosberger, & F Rüschi. *Leiter Geschäftsbereich AGRISTAT vom Schweizer Bauernverband SBV* (1. März 2017).
- FAOSTAT. *FAO Statistical Yearbook 2009 - Agricultural Production*. 2010a.
www.fao.org/economic/ess/publications-studies/statistical-yearbook/fao-statistical-yearbook-2009/b-agriculturalproduction/en/.
- . *Food Balance Sheets 2007*. 2010d. <http://faostat.fao.org/site/354/default.aspx>.
- Gaida, B, I Schüttmann, H Zorn, und B Mahro. *Bestandsaufnahme zum biogenen Rest-stoffpotential der deutschen Lebensmittel und Biotechnik-Industrie. Schlussbericht zu Förderkennzeichen*. Hannover: Technische Informationsbibliothek u. Universitätsbibliothek Bremen, 2013.
- Genesys. *Genesys-Merkblatt #101*. Frauenfeld: Genesys Biogas AG, 2004.
- Gülzow. *Leitfaden Biogas: Von der Gewinnung zur Nutzung*. Rostock: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), 2010.
- Gustavsson, J, C Cederberg, U Sonesson, R van Otterdijk, und A Meybeck. *Global Food Losses and Food Waste - extent causes and prevention, Study conducted for the International Congress "Save Food!" at Interpack2011*. Rome: FAO, 2011.
- König, J. *Die Nahrungsmittel, Genussmittel und Gebrauchsgegenstände, ihre Gewinnung, Beschaffenheit und Zusammensetzung*. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013.
- Mandaliev, P, und K Schleiss. *Kompostier- und Vergärungsanlagen. Erhebung in der Schweiz und in Liechtenstein. Bundesamt für Umwelt*. Bern: BAFU, 2016.

- Mosberger, L, D Gröbly, J Buchli, C Müller, und U Baier. *Organische Verluste aus der Lebensmittelindustrie in der Schweiz – Massenflussanalyse nach Branchen und Beurteilung von Vermeidung / Verwertung*. Bern: BAFU, 2016.
- Mosberger, L, D Gröbly, S Baum, und U Baier. *Biogene Güterflüsse der Schweiz - Update 2014*. Bern: BAFU, 2017.
- Parfitt, J, M Barthel, und S Macnaughton. „Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050.“ *Phil. Trans. R. Soc vol. 365*, 2010: 3065-3081.
- Richter, B, und W Bokelmann. „Approaches of the German food industry for addressing the issues of food losses.“ *Waste Management*, 48, 2016: 423-429.
- Sattler, M. „Ökozentrum, Langenbruck 2006.“ 2006.
- SBV. *Schweizer Bauernverband*. 2017. www.landwirtschaft.ch (Zugriff am 2017).
- Scheurer, K, und U Baier. *Biogene Güterflüsse 2001*. Bern: BAFU, 2001.
- Schleiss, K, und J Fuchs. „Energie aus Grüngut.“ 2006.
- SGPV. „Deklassierung von Getreide 2015.“ *Getreide aktuell Nummer 46*, 9. Oktober 2015.
- Souci, S. W, W Fachmann, und H Kraut. *Lebensmitteltabelle für die Praxis: Der kleine Souci*. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 2004.
- Swisscofel. „Argumentarium Food Waste, Verband Schweizer Gemüseproduzenten (VSGP).“ Bern, 2014.
- Thees, O, V Burg, M Erni, G Bowman, und R Lemm. *Biomassenpotenziale der Schweiz für die energetische Nutzung*. Birmensdorf: WSL, 2017.
- Tostivint, C, et al. *Food waste quantification manual to monitor food waste amounts and progression*. Paris: FUSIONS, 2016.
- VSGP. *Verband Schweizer Gemüseproduzenten*. 2017. www.gemuese.ch (Zugriff am 2017).
- VSKP. „Facts und Positionspapier Food Waste: Kartoffelverluste auf Stufe Produktion. Vereinigung Schweizerischen Kartoffelproduzenten.“ Bern, 2013.
- Walther, U, et al. *Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau Heft 2 Februar 2009*. Posieux: Agroscope, 2009.
- Willersinn, C, G Mack, P Mouron, A Keiser, und M Siegrist. „Quantity and quality of food losses along the Swiss potato supply chain.“ *Waste Management*, 46 2015: 120-132.
- WRAP. *Household Food and Drink Waste in the UK*. Banbury UK: Report prepared by WRAP, 2009.
- WWF. „Lebensmittelverluste in der Schweiz -Ausmass und Handlungsoptionen .“ 2013.

Anhang

A1 Zusammenfassung der Literaturquelle FUSIONS (2017)

A2 Zusammenfassung der Literaturquellen FAO (2010, 2011)

A3 Zusammenfassung der Literaturquelle FNR (2013)

A1 Zusammenfassung der Literaturquelle FUSIONS (2017)

Das Ziel des Projekts FUSIONS (Food Use for Social Innovation by Optimising Waste Prevention Strategies) ist es, effizienten Lebensmittelgebrauch und Strategien zur Vermeidung von Lebensmittelverlusten und -abfällen zu fördern. Die Empfehlungen von FUSIONS richten sich in erster Linie an Regierungen der EU-Mitgliedsstaaten. FUSIONS hat momentan 21 Projektpartner aus 13 Ländern.

Das nachfolgende Schema in Abbildung 41 zeigt die theoretische Grundlage und Systemgrenzen der Arbeiten im Rahmen des Projekts FUSIONS.

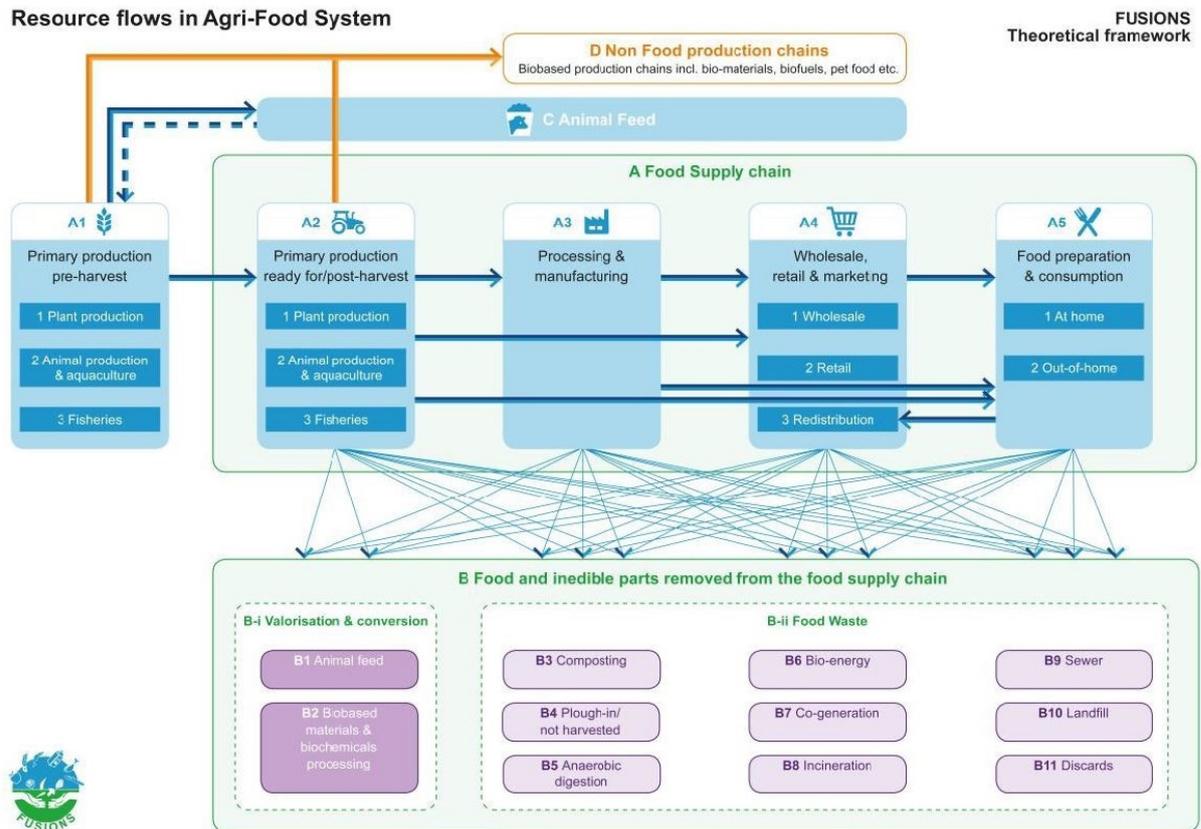


Abbildung 41 Ressourcenflüsse im landwirtschaftlichen Lebensmittelsystem (FUSIONS, 2017)

Quantifizieren von Lebensmittelverschwendung

Die Erfassung und Verarbeitung der Daten im Rahmen des FUSIONS-Projekts korrelieren mit den Standards und Richtlinien der FLW (World Resource Institute's Food Loss & Waste). Bereits vorhandene Daten wurden entsprechend aufgearbeitet und in einen kohärenten Bericht gebracht. Das EU 28-Dataset (FUSION, 2016) gibt einen Einblick in die Lebensmittelverschwendung der EU-Mitgliedsstaaten, aufgeteilt in die einzelnen Sektoren der Lebensmittelkette (siehe Abbildung 42).

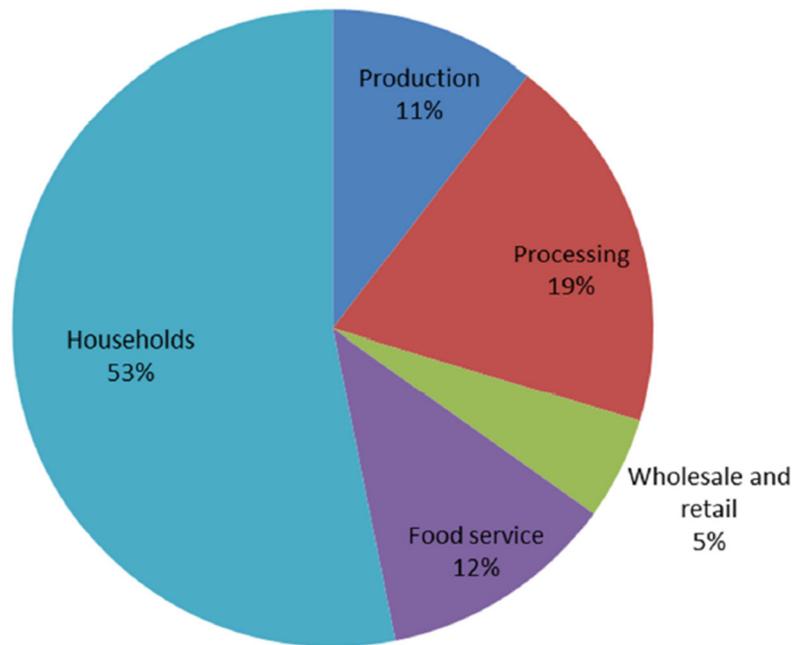


Abbildung 42 Aufteilung der EU-28-Staaten in 2012, beinhaltet essbare und nicht essbare Teile (Food waste quantification manual to monitor food waste amounts and progression 2016)

Die Sektoren, welche im EU-Raum den grössten Anteil zur Lebensmittelverschwendung beitragen, sind die Haushalte (47 Mio t/a) und die verarbeitende Industrie (17 Mio t/a), gefolgt von den Sektoren Gastronomie (11 Mio t/a), landwirtschaftliche Produktion (9 Mio t/a) und Lebensmittelhandel (5 Mio t/a). Der landwirtschaftliche Sektor verursacht gemäss FUSIONS ca. 11% der gesamten Lebensmittelverschwendung. Es ist zu berücksichtigen, dass die Daten insbesondere für die verarbeitende Industrie, aber auch für die anderen Sektoren sehr hohe Unsicherheiten aufweisen. Zudem ist die exakte Schnittstelle zwischen Landwirtschaft und Agro- bzw. Lebensmittelindustrie (Production, Processing) nicht eindeutig definiert.

Vorschläge und Richtlinien für eine gemeinsame, ressourcenschonende Abfallpolitik

Der FUSIONS-Bericht «Recommendations and guidelines for a common European food waste policy framework» (2016) beinhaltet Vorschläge zur Festlegung der Definition der Lebensmittelverschwendung, zur Methode der Datenerhebung derselben, wie auch zur Stärkung der bestehenden EU-Plattformen. Darüber hinaus wird zur Entwicklung von Richtlinien zur Förderung von sozialen Innovationen bezüglich der Verringerung der Lebensmittelabfälle aufgerufen, sowie zur Sicherung von Finanzierungsmitteln entsprechender Projekte. Auf der gesetzlichen und politischen Ebene soll ein dafür günstiger Rahmen geschaffen werden und schliesslich sollen die diesbezüglichen Forschungsaktivitäten stimuliert werden.

Damit erfolgreiche Strategien erarbeitet werden können, wird ein Verständnis für die Mengen und Situationen, in denen Lebensmittelverluste und -abfälle entstehen, erarbeitet. Das Projekt verfasst dazu Richtlinien für das Quantifizieren von Lebensmittelverschwendung auf allen Stufen der Lebensmittelkette und stellt diese zur Verfügung.

Vorgehen und Handlungsbedarf

Das Vorgehen des Projekts FUSIONS wird in folgende fünf Schritte (Workpackages) gegliedert:

1. Die Harmonisierung der Begrifflichkeiten rund um das Thema der Lebensmittelverschwendung mit Hilfe der Definition von Systemgrenzen und Vereinheitlichung der Berichterstattung.
2. Das Quantifizieren und Überwachen der Lebensmittelverschwendung in allen Sektoren der Lebensmittelkette (Lebensmittelverluste und Lebensmittelabfälle) in Europa sowie das Erfassen von Trends hinsichtlich der Lebensmittelverschwendung und von möglichen Massnahmen gegen dieselbe.
3. Das Erfassen der Rechtsvorschriften in EU- und EWR-Ländern und das Erarbeiten von Richtlinien für eine gemeinsame, ressourcenschonende Abfallpolitik mit dem Ziel der deutlichen Verringerung der Lebensmittelverschwendung.
4. Das Identifizieren und Bewerten von bestehenden, sozialen Lösungen zur Reduktion und Vermeidung der Lebensmittelverschwendung und das Testen neuer, innovativer Lösungsansätze.
5. Die Veröffentlichung der wichtigsten Ergebnisse des Projekts und die Förderung des Bewusstseins über die wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Auswirkungen von Nahrungsmittelabfällen und Möglichkeiten zur Prävention.

FUSIONS fokussiert also auf den grössten Verursacher beziehungsweise auf die gewichtigsten Biomasseströme zur Verminderung von Lebensmittelverlusten, sowie auf eine intensive Datenerhebung. Im primären Blickfeld sind daher der Konsum und die lebensmittelverarbeitende Industrie.

A2 Zusammenfassung der Literaturquellen FAO (2010, 2011)

Die FAO-Publikation (Food and Agriculture Organization of the United Nations) basiert auf diversen anderen Studien. Massgebend sind zwei Studien (2010 und 2011) des Schwedischen Instituts für Lebensmitteltechnik und Biotechnologie (SIK). Diese wurden in Auftrag der FAO ausgeführt. Diese Studie ist eine Zusammenführung und Analyse einer grossen Menge an Daten und Berichten über Lebensmittelverluste. Abfallmengen in jedem Schritt der Lebensmittelversorgungskette wurden geschätzt. Ursachen und Möglichkeiten zur Vermeidung von Nahrungsvverlusten für jeden Schritt der Lebensmittelversorgungskette wurden erarbeitet.

In den beiden Studien (eine für Länder mit hohem/mittlerem Einkommen und die zweite für Länder mit tiefem Einkommen) wurde der Fokus auf die Verluste in der Lebensmittelkette in einem globalen Rahmen gelegt. Die Daten wurden Primär für den Kongress «Save Food!» vom 16./17.5.2016 in Düsseldorf, DE erhoben. «Save Food!» hat das selbsterklärte Ziel, mehr Aufmerksamkeit auf Lebensmittelverluste in einem globalen Rahmen zu legen und deren Einflüsse auf Armut, Hunger, Klimawandel und Verschwendung natürlicher Ressourcen darzustellen.

Quantifizieren von Lebensmittelverschwendung

Aus dem Factsheet der FAO ergeben sich folgende Befunde: Annähernd ein Drittel der essbaren Lebensmittel produziert für den menschlichen Konsum ist «Food Wastage» (Summe aus «Food Loss» und «Food Waste»). Dies entspricht ungefähr 1.3 Milliarden Tonnen Lebensmittel pro Jahr.

Aus der Studie geht klar hervor, dass jeder Sektor der Lebensmittelkette entweder «Food Loss» oder «Food Waste» verursacht. In Ländern mit mittlerem oder hohem Einkommen liegt der Verlust mehr auf der Seite von «Food Waste». Als Hauptursache wird aufgeführt, dass Lebensmittel weggeworfen werden, welche immer noch für den Verzehr geeignet gewesen wäre (Haushaltsabfall). Zudem werden auch hier signifikante Verluste in der Produzentenebene ausgewiesen. In Ländern mit tiefen bis mittleren Einkommen liegt der Grund für Verluste hauptsächlich auf der Produzentenebene. Durch die Konsumenten wird wenig verschwendet.

Die totale Produktion pro Kopf der für den menschlichen Verzehr geeigneten Lebensmittel in Europa und Nordamerika beträgt rund 900 kg/Jahr. In Sub-Sahara-Afrika und Süd-/Südostasien beträgt es 460 kg/Jahr. «Food Wastage» beträgt für Europa und Nordamerika ca. 280-300 kg pro Jahr und Kopf. In Sub-Sahara Afrika und Süd-/Südostasien ist es deutlich tiefer mit 120-170 kg/Jahr. Der Anteil an «Food Waste» in Europa und Nordamerika wird mit 95-115 kg/Jahr angegeben, während es in Sub-Sahara Afrika und Süd-/Südostasien lediglich 6-11 kg/Jahr sind.

«Food Loss» in industrialisierten Nationen ist ungefähr gleich hoch wie in Entwicklungsländern. Der Unterschied ist der Ort, wo dieser verursacht wird. In den industrialisierten Ländern wird mehr als 40% im Bereich Detailhandel und Konsum verursacht, in Entwicklungsländern fallen mehr als 40% in den Bereichen nach der Ernte bis zur Lagerung (post-Harvest) und in der Verarbeitung an.

Wenn man die einzelnen Lebensmittelkategorien genauer analysiert sieht man, dass global rund 45% aller Früchte, Gemüse, Knollen und Wurzelgemüse über die ganze Lebensmittelkette verloren gehen. Dies ist hauptsächlich bedingt durch Schwächen in der Logistik und im Transport. Die nächst grössere Gruppe sind Fisch und Meeresfrüchte mit rund 35% Verlust. Die grösste Ursache ist hier, dass Beifang fast immer tot oder schwer verletzt zurück ins Meer geworfen wird und Verluste beim Transport vom Hafen zu den potenziellen Verteilern geschehen.

Getreide hat einen Verlust von rund 30%. Dieser wird hauptsächlich durch die Handhabung nach der Ernte und die Lagerung verursacht. Fleisch, Milchprodukte und Ölsaaten Hülsenfrüchte haben alle einen Verlust von ca. 20%. Ölsaaten und Hülsenfrüchte über alle Produzenten sind die Verluste bei der Produktion, Handhabung nach der Ernte und der Logistik anschliessend. Fleisch und Fleischprodukte sowie Milch und Milchprodukte werden in industriellen Ländern bei den Endverbrauchern verschwendet wo hoher Konsum und hohe Kaufkraft die treibenden Faktoren sind. In Entwicklungsländern ist der Verlust von Fleisch durch die hohe Mortalität von Tieren auf den Farmen zu erklären wobei hier auf der ganzen Kette ungefähr gleiche Verluststraten besteht, der Konsum allgemein ist jedoch signifikant tiefer. Für Milchprodukte ist Handhabung nach dem Melken sowie Logistik und Transport der Hauptverursacher.

Basierend auf den Daten der FAO wird davon ausgegangen, dass in den industrialisierten Nationen durch «Food Wastage» rund 680 Mia. US\$ verloren gehen und rund 310 Mia. US\$ in Entwicklungsländern.

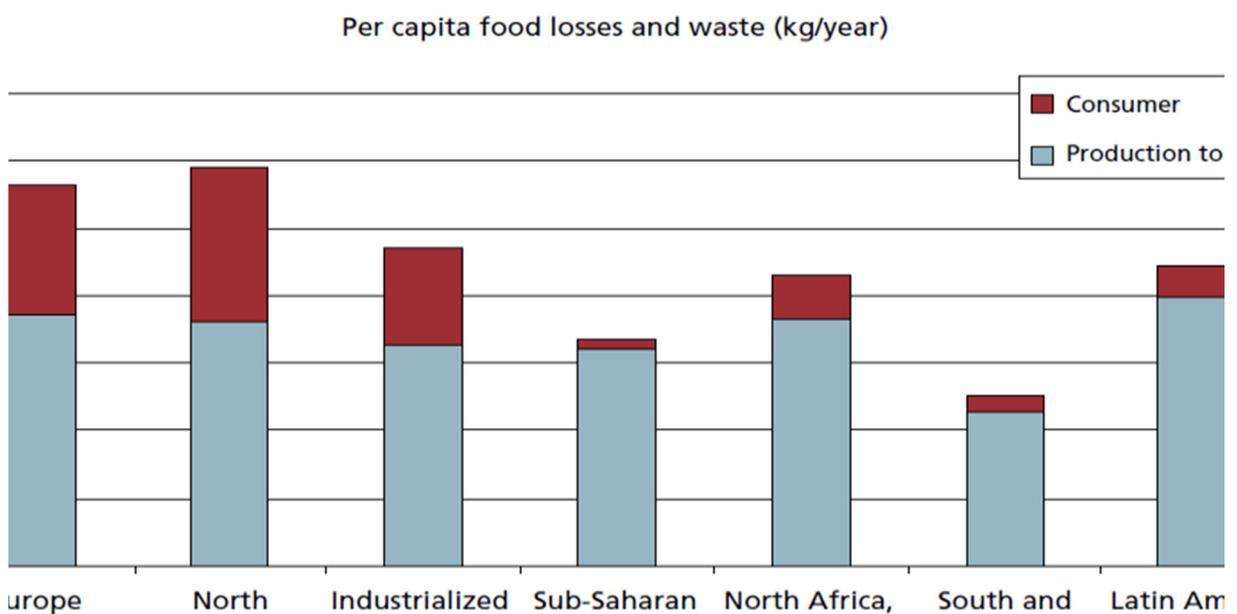


Abbildung 43 Pro-Kopf-Verluste und Abfälle an Lebensmitteln

Vorgehen und Handlungsbedarf

Die extrem hohen Standards für Lebensmittelqualität in Ländern mit hohem Einkommen müssen zwingend überarbeitet werden. Die Ablaufdaten und der Wunsch, nur makellose Produkte zu verkaufen und zu konsumieren, trägt wesentlich dazu bei, dass der «Food Waste»-Anteil an der gesamten «Food Wastage» so hoch ist. Wegen des Mangels an ausreichenden Daten, wurden viele Annahmen getroffen. Vor allem die Bereiche Distribution und Konsum sind Daten grösstenteils geschätzt. Daher müssen die Ergebnisse in dieser Studie mit grosser Vorsicht interpretiert werden.

Die Studien zeigen jedoch eindeutig auf, dass entscheidende Datenlücken über die globale Nahrungsmittelkette bestehen, insbesondere im Hinblick auf die Quantifizierung von Nahrungsverlusten durch spezifische Ursachen und die Kosten der Vermeidung von Lebensmittelverlusten. Und wenn Daten verfügbar sind, sind sie oft mit erheblichen Unsicherheiten verbunden. Weitere Untersuchungen in diesem Bereich sind zwingend nötig, vor allem in Anbetracht dessen, dass die Ernährungssicherheit in grossen Teilen der Entwicklungsländer ein Hauptanliegen ist.

Ein wichtiger Punkt in der heutigen Lebensmittelproduktion ist, dass diese immer stärker globalisiert wird. Daher muss die Erhebung von Daten und die Forschung dringen in den Bereichen Transport und Logistik vorangetrieben werden.

Um den zukünftigen Bedarf an Lebensmitteln zu decken, wird viel in den Bereichen der Primärnahrungsmittelproduktion investiert. Die Spannungen zwischen Produktion und Verfügbarkeit könnten aber auch über die Verminderung von «Food Waste» und «Food Loss» reduziert werden. Dabei muss auf ganzheitliche Methoden gesetzt werden. Nur wenn in einem System die komplette, beziehungsweise längere Abschnitte der Lebensmittelkette betrachtet werden, können Lösungen erzieht werden. Punktuelle Lösungen führen in den meisten Fällen zu einer Verlagerung des Problems. In Ländern mit tiefem Einkommen sollte der Lösungsansatz einen Produzentenfokus haben, daher verbesserte Erntetechnik, Ausbildung von Landwirten, Lager- und Kühleinrichtungen sowie das Transportwesen müssen angegangen werden. In Ländern mit hohem Einkommen muss der Fokus klar in der Ausbildung und Erziehung von Konsumenten gelegt werden. Hier ist der Handlungsbedarf am höchsten.

A3 Zusammenfassung der Literaturquelle FNR (2013)

Einem Beschluss des deutschen Bundestags folgend, wurde 2011 eine Studie mit dem Titel „Bestandsaufnahme zum biogenen Reststoffpotenzial der deutschen Lebensmittel und Biotechnik-Industrie“ in der deutschen Lebensmittel- und Biotechnologieindustrie in Auftrag gegeben. Projekträger war die Fachagentur Nachwachsenden Rohstoffe FNR, Auftragnehmer waren die Hochschule Bremen und die Justus-Liebig-Universität, Giessen.

Ziel der Studie von Gaida et al. 2013 war das Aufkommen und die aktuelle Verwertung von biogenen Reststoffen aus der Nahrungs-, Genussmittel- und Biotechnik-Industrie in Deutschland genauer zu erfassen und zu bewerten. Dabei wurden insbesondere bestehende und alternative Nutzungskonzepte und mögliche Nutzungskonflikte dieser Biomassen untersucht.

Neben der Auswertung bestehender Informationsquellen, wie die Statistiken des Statistischen Bundesamts und vom Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz wurden eigene Datenerhebungen in Form von schriftlichen Anfragen und Interviews unternommen. Fehlende Daten wurden berechnet oder aus bestehenden Daten interpoliert. Zur Strukturierung der Datenerhebung der Biomasseflüsse wurden insgesamt 12 Branchen von Produzenten und Nutzer von Biomassen ausgewählt, unter anderem, weil dadurch die Datenerhebung vereinfacht wurde. Eigene Daten wurden mit den Daten von anderen Studien verglichen und die Diskrepanzen diskutiert. Die wichtigsten Kennzahlen wurden in Relation mit den aufsummierten Daten der EU-25 Mitgliedsstaaten in Relation gesetzt.

Quantifizieren von Lebensmittelverschwendung

Insgesamt fallen in Deutschland 52 Mio. t TS/a an biogenen Reststoffen aus der verarbeitenden Industrie an. Die grössten Quellen sind mit 6.1 bzw. 3.3 Mio. t TS/a die Branchen «Herstellung von pflanzlichen und tierischen Ölen und Fetten», die auch die Herstellung von Rapsöl für die Biodieselproduktion einschliesst und die «Herstellung von sonstigen Nahrungsmitteln» (insbesondere die Zuckerherstellung). Erst danach folgt die Branche «Mahl- und Schälmaschinen, Herstellung von Stärke und Stärkeerzeugnissen» mit 1.7 Mio. t TS/a. Diese teilweise sehr kohlehydrat- und proteinreichen biogenen Reststoffe beschreiten meist etablierte Verwertungswege wie in die Futtermittelindustrie. Die Gründe der einschlägigen Verwertung sind vielfältig und hängen von Faktoren wie Wirtschaftlichkeit, Unkompliziertheit, Abnahmesicherheit (z.B. rasche Entsorgungswege für Reste aus der Fleischverarbeitung) und von rechtlichen Gründen ab. So werden beispielsweise Reststoffe aus der Tabakindustrie aus zollrechtlichen Gründen meist verbrannt, da sonst eine aufwändige behördliche Kontrolle der Reststoffe notwendig wäre.

Eine andere, gegebenenfalls höherwertige Nutzung der Restbiomassen wäre denkbar, führt jedoch unweigerlich zu Nutzungskonflikten und Marktveränderungen, wie zum Beispiel der Notwendigkeit, mehr Futtermittelgrundstoffe aus dem Ausland zu importieren. Schätzungsweise könnten ca. 500'000 t/a von Restbiomassen umgelenkt werden, also einer anderen Nutzung zugeführt werden. Am ehesten geeignet sehen die Autoren eine Umnutzung der biogenen Stoffe aus der Branche «Herstellung von Back- und Teigwaren» zu einer höherwertigen Nutzung.

Neu in dieser Studie dargestellt werden die In- und Outputs der Biotechnologie-Branche. Es wird geschätzt, dass hier aus 0.5 Mio. t Kohlehydraten 250'000 t TS/a Biomassen produziert werden, aber wegen möglicher Wirkstoffrückständen und rechtlichen Hürden durch die GVO-Gesetzgebung (Gentechnisch veränderte Organismen) diese biogenen Reststoffe nicht «sinnvoll» verwertet werden können.

Vorgehen und Handlungsbedarf

Die Autoren dieser Studie stellten fest, dass je nach Quelle die Mengen der biogenen Reststoffe bis zu einem Faktor 5 variierten. Es wurden Fehler bei den Datenerhebungen anderer Studien aufgedeckt, die auf eine zu einfache Berechnungsmethodik zurückzuführen waren, z.B. wurde bei Zucker das Edukt (Zuckerrüben) minus Produkt (Zucker) gerechnet, um die biogene Reststoffmenge zu ermitteln, was im Fall der Zuckerherstellung vor allem das in Zuckerrüben enthaltene Wasser ergibt.

Die Studie Gaida et al. (2013) untersuchte schwergewichtig den quantitativen Anfall und die Verwertungswege der biogenen Reststoffe aus den verarbeitenden Lebensmittel-, Biotechnologie- und Futtermittel-Branchen. Eine Vergleichbarkeit zur vorliegenden Studie, welche verarbeitende Industrien bewusst nicht miteinschliesst, ist deswegen nur sehr bedingt gegeben.