

Schlussbericht zum Forschungsvorhaben

Thema:

Bestandsaufnahme zum biogenen Reststoffpotential der deutschen Lebensmittel- und Biotechnik-Industrie

Autoren: Dipl.-Ing. Bente Gaida¹
Dr. Ina Schüttmann²
Prof. Dr. Holger Zorn²
Prof. Dr. Bernd Mahro^{1*}

Zuwendungsempfänger:

- 1 Hochschule Bremen - Institut für Umwelt- und Biotechnik
In Zusammenarbeit mit der
- 2 Justus-Liebig Universität Gießen – Institut für Lebensmittelchemie und
Lebensmittelbiotechnologie

Förderkennzeichen:

10NR019 bzw. 22001910

Laufzeit:

01.09.11 bis 31.10.12

Datum der Veröffentlichung:

23.1.2013

* Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. Bernd Mahro

Hochschule Bremen, Institut für Umwelt- und Biotechnik; Neustadtswall 30, D 28199 Bremen

email: Bernd.Mahro@hs-bremen.de

Tel. ++(0)421-5905 2305

Gefördert durch:



Bundesministerium für
Ernährung, Landwirtschaft
und Verbraucherschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) als Projektträger des BMELV für das Förderprogramm Nachwachsende Rohstoffe unterstützt. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

Zusammenfassung

Die Intensivierung der Biomassenutzung als Energie- und Rohstoffträger führt zunehmend zu Nutzungskonflikten insbesondere im Hinblick auf die Sicherstellung einer ausreichenden Nahrungsmittelversorgung. Vor diesem Hintergrund ist es wichtig, vor allem solche Biomasse-Ressourcen möglichst effizient zu nutzen, die für eine unmittelbare Nahrungsmittelversorgung nicht in Frage kommen. Neben den biogenen Reststoffen aus der Land- und Forstwirtschaft und den Kommunen, spielen hierbei auch die biogenen Reststoffe aus der Lebensmittelindustrie eine wichtige Rolle. Obwohl diese vereinzelt bereits jetzt für biotechnische Zwecke genutzt werden, gibt es bisher nur wenige Kenntnisse darüber, ob und in welchem Umfang diese Reststoffe auch systematisch z.B. im Rahmen regionaler Bioraffineriekonzepte genutzt werden können. Ähnliches gilt auch für biogene Reststoffe, die aus der Biotechnik-Industrie stammen. Unabdingbare Voraussetzung für solche weiter gehenden Nutzungskonzepte ist es aber – und dies war das Ziel des hier durchgeführten Forschungsvorhabens – zunächst das branchenspezifische Aufkommen und die aktuelle Verwertung von Reststoffen aus der Nahrungs-, Genussmittel- und Biotechnik-Industrie in Deutschland genauer zu erfassen und zu bewerten. Die Datenerhebung erfolgte dabei sowohl durch Firmenbefragungen als auch durch indirekte Abschätzung von produktionsspezifischen Reststoffmengen.

Auf Basis der mit Hilfe von Interviews, der Annahme von branchenspezifischen Reststofffaktoren und einer darauf basierenden Hochrechnung durchgeführten Erhebung zum Reststoff-Aufkommen in der deutschen Lebensmittel- und Biotechnik-Industrie wurden für Deutschland in diesen Industriezweigen jährlich insgesamt zwischen 13 und 14 Mio. Mg biogene Reststoffe ermittelt (Angaben in TS/a). Ein Vergleich der branchenspezifisch erfassten Reststoffmengen mit Literaturwerten und internen Plausibilitätsbetrachtungen zeigte, dass die ermittelten Zahlen insgesamt als hinreichend vertrauenswürdig eingeschätzt werden können.

Die größten Reststoffmengen fallen mit 6,1 bzw. 3,3 Mio. Mg TS/a in den Branchen „Herstellung von pflanzlichen und tierischen Ölen und Fetten“ und

„Herstellung von sonstigen Nahrungsmitteln (insbes. Zucker)“ an (s. Tabelle a).

Tabelle a: Übersicht über das biogene Reststoffaufkommen in der deutschen Lebensmittel- und Biotechnik-Industrie (in Mg/a)

Branche	Menge an biogenen Reststoffen	
	[Mg FM/a]	[Mg TS/a]
Schlachten & Fleischverarbeitung	1 500 000	390 000
Fischverarbeitung	100 000	25 000
Obst- & Gemüseverarbeitung	890 000	130 000
Herstellung von pflanzlichen & tierischen Ölen & Fetten	6 900 000	6 100 000
Milchverarbeitung	11 800 000	780 000
Mahl- & Schälmaschinen, Herstellung von Stärke & Stärkeerzeugnissen	4 900 000	1 740 000
Herstellung von Back- & Teigwaren	600 000	470 000
Herstellung von sonstigen Nahrungsmitteln	5 300 000	3 270 000 ¹
Herstellung von Futtermitteln	56 000	50 000
Getränkeherstellung	3 100 000	600 000
Tabakverarbeitung	7 800	7 000
Biotechnologie	1 800 000	250 000
GESAMT	36 953 800	13 812 000

Allerdings bedarf es noch weiterer Untersuchungen, um regional differenziertere Aussagen zu Anfall und möglichen alternativen Nutzungen der verschiedenen biogenen Reststofffraktionen machen zu können. Ein Vergleich der in dieser Studie ermittelten Reststoffmengen aus der Lebensmittel- und Biotechnik-Industrie mit den Mengen anderer biogener Abfallfraktionen zeigt, dass im Bereich der Lebensmittelindustrie grundsätzlich ein großes Nutzungspotential vorliegt. Für alle möglichen Umnutzungen muss jedoch beachtet werden, ob und in welchem Maße Umsteuerungen möglicherweise an anderer Stelle zu Problemen führen. Dies gilt insbesondere für Reststoffe, die bisher im Futtermittelbereich genutzt werden. Der beste Ansatz zur Lösung dieser Frage besteht nach den Resultaten der vorliegenden Studie in regional differenzierten „Case by case-Betrachtungen“, da in solchen Projekten auch betriebliche, regionale und umweltbezogene Besonderheiten in angemessener Weise berücksichtigt werden können.

¹ Hier sind als nicht-biogener Reststoff der Zuckerindustrie auch 815000 Mg TS Carbokalk/a enthalten

Abstract

The intensification of biomass utilisation as a fuel and raw material is increasingly leading to conflicts about the use of biomass, particularly in relation to safeguarding an adequate food supply. Against this background it is important to primarily use those biomass resources which are not suitable for direct food supply as efficiently as possible. In addition to the biogenic residues from agriculture, forestry and the local authorities, the biogenic residues from the food industry also play an important role here. Although a few of these have already been used for biotechnological purposes, there is as yet little information on whether and to what extent these residues can be used systematically, for example as part of regional bio-refinery concepts. Similar issues apply to biogenic residues originating from the biotech industry. The indispensable requirement for such more extensive utilisation concepts, however - and the objective of the research project carried out here - is to record and evaluate the sector-specific amount and the current recycling of residues from the food, semi-luxury food and biotech industry in Germany in more detail. The data collection was carried out by means of company surveys as well as indirect estimates of production-specific residue quantities.

Based on the survey of the amount of residue in the German food and biotech industry carried out with the aid of interviews, the estimate of sector-specific residue factors and an extrapolation based on this, biogenic residues amounting to an annual total of between 13 and 14 million Mg were derived for these industrial sectors in Germany (data in TS/a): a comparison of the recorded residual amounts per sector with literature values and internal plausibility considerations showed that the values obtained overall can be assessed as being sufficiently reliable.

The largest quantities of residue - 6.1 and 3.3 million Mg TS/a - occur in the industrial sectors "Production of vegetable and animal oils and fats" and "Production of other foods (esp. sugar) (cf. Table 1).

Table 1: Overview of the quantities of biogenic residues in the German food and biotech industry (in Mg/a)

Industrial sector	Quantity of biogenic residues	
	[Mg FM/a]	[Mg TS/a]
Slaughter & meat processing	1 500 000	390 000
Fish processing	100 000	25 000
Fruit & vegetable processing	890 000	130 000
Production of vegetable & animal oils & fats	6 900 000	6 100 000
Milk processing	11 800 000	780 000
Milling & hulling industry, production of starch & starch products	4 900 000	1 740 000
Production of bakery products & pasta	600 000	470 000
Production of other food	5 300 000	3 270 000 ²
Production of feedstuffs	56 000	50 000
Production of beverages	3 100 000	600 000
Tobacco processing	7 800	7 000
Biotech	1 800 000	250 000
Total	36 953 800	13 812 000

Further investigations are required in order to be able to provide region-specific statements about the quantity and possible alternative uses of the different biogenic residues, however. A comparison of the residue quantities from the food and biotech industry determined in this study with the quantities of other biogenic waste fractions shows that there is fundamentally great utilisation potential in the food industry. With all possible changes of utilisation one has to consider whether and to what extent changes could lead to problems elsewhere, however. This particularly applies to residues which are currently used in the feedstuff sector. The results of the present study show that the best approach to solving this question consists in regionally differentiated “case by case considerations” because company-specific, regional and environmental factors can be taken into account as appropriate in such projects.

² This number includes 815000 Mg dw/a non-biogenic „Carbokalk“ from sugar industry

Inhaltsverzeichnis

1	Ziele	5
1.1	Aufgabenstellung.....	5
1.2	Wissenschaftlicher und technischer Stand	6
1.2.1	Einleitung	6
1.2.2	Reststoffe aus der Nahrungs- und Genussmittelindustrie.....	8
1.2.3	Reststoffe aus der Biotechnik-Industrie	11
1.3	Zusammenarbeit mit anderen Stellen.....	11
2	Ergebnisse	13
2.1	Entwicklung der Erhebungsmethodik	13
2.1.1	Entwicklung einer Interview-basierten Methodik zur Erfassung des regionalen Reststoff-Aufkommens	13
2.1.2	Entwicklung ergänzender Methoden zur Datenerhebung	15
2.2	Ergebnisse aus der branchenspezifischen Erhebung	16
2.2.1	Schlachten und Fleischverarbeitung.....	17
2.2.2	Fischverarbeitung	24
2.2.3	Obst- und Gemüseverarbeitung.....	28
2.2.4	Herstellung von pflanzlichen und tierischen Ölen und Fetten ..	34
2.2.5	Milchverarbeitung	38
2.2.6	Mahl- und Schälmühlen, Herstellung von Stärke und Stärkederivaten.....	42
2.2.7	Herstellung von Back- und Teigwaren	50
2.2.8	Herstellung von sonstigen Nahrungsmitteln.....	55
2.2.8.1	Herstellung von Zucker.....	55
2.2.8.2	Herstellung von Süßwaren	59
2.2.8.3	Verarbeitung von Kaffee und Tee, Herstellung von Kaffee- Ersatz	63
2.2.8.4	Herstellung von Würzmitteln und Soßen, Fertiggerichten, homogenisierten und diätetischen Nahrungsmitteln, sowie sonstigen Nahrungsmitteln	69
2.2.9	Herstellung von Futtermitteln	75
2.2.10	Getränkeherstellung	79
2.2.10.1	Brennerei.....	80

2.2.10.2	Winzer und Sektkellereien	83
2.2.10.3	Mälzereien	89
2.2.10.4	Brauereien	93
2.2.11	Tabakverarbeitung	97
2.2.12	Biotechnologie	100
2.3	Zusammenfassende Darstellung des Reststoff-Aufkommens in der deutschen Lebensmittel- und Biotechnik-Industrie	104
2.3.1	Überblick über die ermittelten Reststoffmengen in Deutschland	104
2.3.2	Validität der ermittelten Daten und Vergleich der Daten mit anderen durchgeführten Erhebungsmethoden	108
2.3.3	Vergleich der ermittelten Reststoffmengen mit Daten aus der Literatur	111
2.3.4	Quantifizierung der in der Lebensmittelindustrie regional anfallenden biogenen Reststoffmengen	116
2.3.5	Bewertung der Verfügbarkeit der ermittelten Reststoffmengen und Identifizierung umsteuerbarer Kapazitäten	119
2.3.6	Fazit und Notwendigkeit weiterer Forschung	123
3	Literatur und Datenbanken	126
4	Tabellenverzeichnis	134
5	Abbildungsverzeichnis	137
6	Anlage	141

Abkürzungsverzeichnis

AMI	Agrarmarkt Informationsgesellschaft
BDBE	Bundesverband der Deutschen Bioethanolwirtschaft e.V.
BDKO	Bundesverband der Deutschen Klein- und Obstbrenner e.V.
BDSI	Bundesverband der Deutschen Süßwarenindustrie e.V.
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BSE	Bovine spongiforme Enzephalopathie
BSI	Bundesverband der Deutschen Spirituosen-Industrie und -Importeure e.V.
BVDF	Bundesverband der Deutschen Fleischwarenindustrie e.V.
BVE	Bundesverband der Ernährungsindustrie e.V.
CSB	Chemische Sauerstoffbedarf
D	Deutschland
DFHV	Deutscher Fruchthandelsverband e.V.
DLR	Dienstleistungszentren Landwirtschaftlicher Raum Rheinland-Pfalz
DNZ	Dachverband Norddeutscher Zuckerrübenbauer e.V.
DRV	Deutscher Raiffeisenverband e.V.
DVAI	Deutscher Verband der Aromenindustrie e.V.
DVT	Deutscher Verband Tiernahrung e.V.
DWV	Deutscher Weinverband e.V.
EEG	Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien
FEI	Forschungsgemeinschaft der Ernährungsindustrie e.V.
FM	Frischmasse
GMF	Vereinigung Getreide-, Markt- und Ernährungsforschung GmbH
ha	Hektar (10 000 m ²)
hL	Hektoliter (100 L)
kg	Kilogramm (10 ³ g)
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
Mg	Megagramm (10 ⁶ g)
Mio	Millionen
Mrd	Milliarden
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
oTS	Organische Trockensubstanz
OVID	Verband der ölsaatenverarbeitenden Industrie in Deutschland e.V.
TS	Trockensubstanz
VBU	Vereinigung Deutscher Biotechnologie-Unternehmen e.V.
VdR	Verband der deutschen Rauchtabakindustrie e.V.
WKF	Wirtschaftsvereinigung Kräuter- und Fruchtee e.V.
ZMP	Zentrale Markt- und Preisberichtstabelle

Bestandsaufnahme zum biogenen Reststoffpotential der deutschen Lebensmittel- und Biotechnik-Industrie

Gaida, B. ¹; Schüttmann, I. ²; Zorn, H. ²; Mahro, B. ¹

¹ Hochschule Bremen, ² Justus-Liebig-Universität Gießen

1 Ziele

Die Bedeutung von Biomasse als Energie- und Rohstoffträger wird in den nächsten Jahren weiter zunehmen, wobei die land- und forstwirtschaftlich nutzbaren Flächen allerdings begrenzt sind. Dadurch werden zunehmend Konflikte zwischen der Nutzung von Biomasse als Energieträger einerseits und der Sicherstellung einer ausreichenden Nahrungsmittelversorgung andererseits auftreten (Stichwort „Tank oder Teller“). Daher ist es wichtig, insbesondere solche Biomasseressourcen, die für eine unmittelbare Nahrungsmittelversorgung nicht mehr in Frage kommen, möglichst effizient zu nutzen. Hierzu gehören insbesondere Reststoffe, die bei der industriellen Herstellung von Lebensmitteln anfallen. Vor diesem Hintergrund wurde das hier beschriebene Forschungsprojekt zur Bestandsaufnahme des biogenen Reststoffpotentials der deutschen Lebensmittel- und Biotechnik-Industrie im September 2011 begonnen.

Ziel des gemeinsamen Forschungsprojektes war es, im ersten Abschnitt das regionale Aufkommen sowie die aktuellen Verwertungswege von Reststoffen der Lebensmittel- und Biotechnik-Industrie zu erfassen. In Verbindung mit der Kenntnis der wichtigsten chemischen Charakteristika der biogenen Reststoffe und einer – in einem Anschlussprojekt vorgesehenen Untersuchung zu alternativen Nutzungsmöglichkeiten biogener Reststoffe – sollte so eine breite Datenbasis zur optimierten Nutzung dieser Biomasse-Fractionen als Rohstoff geschaffen werden.

1.1 Aufgabenstellung

Will man das regionale Potential biogener Reststoffe aus der Nahrungs-, Genussmittel- und Biotechnik-Industrie sinnvoll nutzen, ist es unabdingbar erforderlich zu wissen, welche Stoffe und Nebenprodukte in den jeweiligen Produktionsverfahren mit welcher Qualität in welchen Mengen anfallen und welche Möglichkeiten einer weiteren Verwertung zumindest denkbar sind.

Diese Informationen lagen bisher nur sehr verstreut vor, so dass ein gezieltes Konversions-Screening für den Bereich der Lebensmittelindustrie schwierig ist. Deshalb war es ein wichtiges Ziel dieser Arbeit darzustellen, welche biogenen Reststoffe in welchem Umfang in den o.g. Industrien in Deutschland anfallen und wie diese bisher genutzt werden. Daraus ergaben sich die folgenden technischen Arbeitsziele:

- Identifizierung der regionalen Reststoffbesitzer
- Erhebung zum regionalen Aufkommen von biogenen industriellen Reststoffen in Deutschland
- Beschreibung der aktuellen Verwertungswege
- Beschreibung der wichtigsten stofflich-chemischen Charakteristika dieser Reststoffe

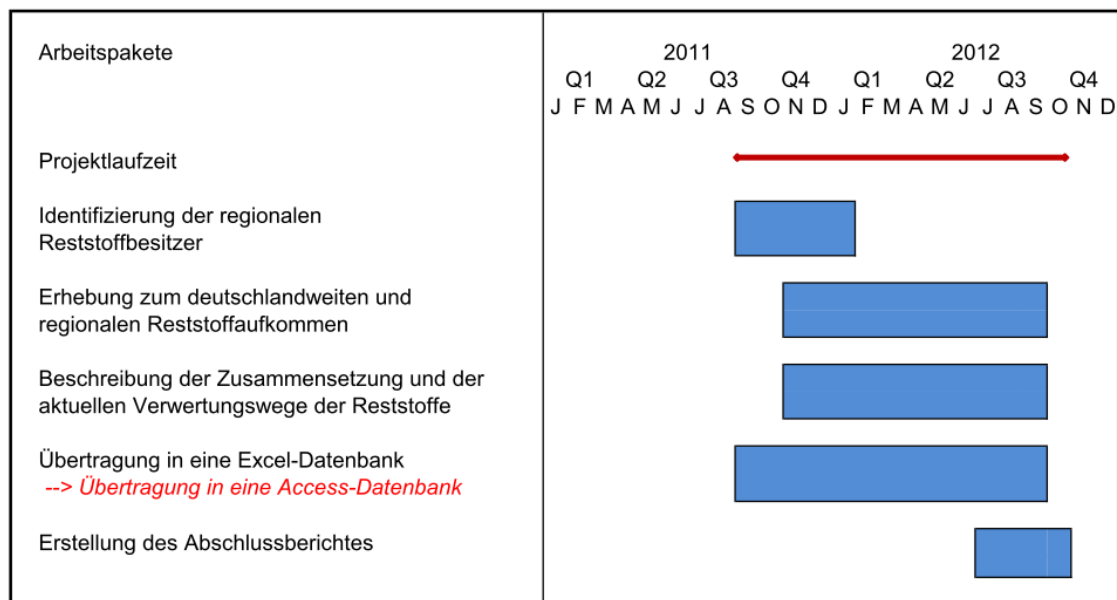


Abbildung 1: Balkendiagramm zum Projektverlauf

1.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand

1.2.1 Einleitung

Die Nahrungs- und Genussmittelbranche erwirtschaftet in Deutschland ca. 11% des Umsatzes der gesamten Industrie Deutschlands (im Jahr 2010 ca. 185 Mrd. € von 1 750 Mrd. € [1]) und ist damit einer der bedeutendsten Industriezweige in Deutschland. Dieser Warenwert besteht in Deutschland aus einem Produktionsvolumen von ca. 100 Mio. Mg, die gesamte Nahrungs-

und Genussmittelindustrie der EU erzeugt jährlich ein Produktionsvolumen von ca. 710 Mio. Mg (Zahlen D bzw. EU25, Jahr 2011, Tabelle 1 [2]).

Tabelle 1: Nahrungs- und Genussmittelproduktion in der EU und in Deutschland
(EU mit 25 Mitgliedsstaaten und Deutschland berechnet nach [2])

	EU 25 (2011)	Deutschland (2011)
Datenquelle	EU-Prodcom [2]	EU-Prodcom [2]
Nahrungsmittelsektor	in Mio. Mg	in Mio. Mg
Fleisch und Fleischprodukte	56,70	12,96
Verarbeitete und konservierte Fische und Fischprodukte	4,08	0,45
Verarbeitete und konservierte Obst- und Gemüseprodukte	38,61	4,56
Tierische und pflanzliche Öle und Fette	32,81	4,70
Molkereiprodukte und Eiscreme	84,46	9,52
Getreideprodukte, Stärke und Stärkeprodukte	58,09	8,45
Back- und Teigwaren	44,87	5,76
Andere Nahrungs- und Genussmittelprodukte	54,33	11,93
Aufbereitete Tierfutterprodukte	148,16	20,15
Getränke	185,67	19,87
Tabak	0,21	0,04
Gesamtproduktionsmenge	698	98

Da in fast allen Zweigen der Nahrungs- und Genussmittelindustrie nur Teile der verarbeiteten Früchte, Gemüse, Tiere oder Fische für die Produktherstellung verwendet werden, bleibt naturgemäß ein Teil der verarbeiteten Biomasse als produktspezifischer Reststoff übrig. Im Zuge der Entsorgung solcher biogenen Reste kommt insbesondere der Verwertung als landwirtschaftliche Futtermittel eine besondere Bedeutung zu. Weitere wichtige Entsorgungs- und Verwertungswege sind die Verbrennung, Kompostierung oder Vergärung. Die Deponierung von Abfällen stellt in diesem Zusammenhang heute keine Lösung mehr dar, da seit dem Jahr 2005 nur noch organisch angereicherte Abfälle über diesen Weg entsorgt werden dürfen (max. Glühverlust bzw. oTS der Abfälle $\leq 5\%$ (Deponieklasse II) [3]).

Trotz dieser guten Verwertungstradition ist die Diskussion über die sinnvolle Verwertung von biogenen Reststoffen der Nahrungs- und Genussmittelindustrie in den letzten Jahren aus unterschiedlichen Gründen

wieder sehr aktuell geworden. So besteht zum einen spätestens in Folge der BSE-Krise Bedarf, auch über alternative Verwertungswege zur Futtermittel-Verwertung nachzudenken, da dort insbesondere für Reststoffe tierischen Ursprungs Absatzschwierigkeiten auf Grund verschärfter Hygienevorschriften bestehen. Zum anderen kann die zunehmende Konzentration und Ausweitung von Produktionsstätten an einzelnen Standorten bei gleichzeitigem Rückgang der Viehproduktion lokal zu erheblichen Entsorgungsproblemen führen. Die enge Kostenkalkulation in der Lebensmittelindustrie führt außerdem auch in der Nahrungs- und Genussmittelindustrie dazu, dass produktivere Verwertungsmöglichkeiten biogener Reststoffe auf neues Interesse stoßen ([4], [5], [6]). Im aktuellen Projekt sollte deshalb ein Überblick über die in der Nahrungs-, Genussmittel- und Biotechnik-Industrie anfallenden Arten und Mengen biogener Reststoffe und deren Verwertung erstellt werden.

1.2.2 Reststoffe aus der Nahrungs- und Genussmittelindustrie

Obwohl die Nahrungs- und Genussmittelindustrie ein traditionsreicher und etablierter Industriezweig ist, ist es schwierig genaue Daten über Art und Mengen der generierten Rückstände zu bekommen. Dies liegt einerseits daran, dass Reststoffströme häufig unterschiedlich benannt und kategorisiert werden, andererseits werden solche Daten aus verschiedenen Gründen oftmals vertraulich gehandhabt. Die bisher systematischste Analyse des Anfalls biogener Reststoffe aus der Nahrungs- und Genussmittelindustrie ist im Rahmen eines europäischen Verbundprojekts mit dem Namen AWARENET in den Jahren 2001 – 2004 erarbeitet worden. In dieser Studie wurden die Daten aus 19 ausgewählten Prozessen zur Herstellung von Nahrungs- und Genussmitteln im Hinblick auf Reststoffmengen, Zusammensetzung und aktuelle Verwertung analysiert.

Die dabei ermittelten Reststoffmengen sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2: Durchschnittliche Mengen an Reststoffen oder Nebenprodukten aus 19 ausgewählten Nahrungsmittelproduktionsprozessen
(Daten aus den Jahren 1998/1999, modifiziert nach [7])

		Mengen Verarbeitungsrückstände		
		15 Eurostat-Länder		Deutsch- land
Art des Nahrungs- mittels	Produktionsprozess	in % von input	in 10³ Mg	in 10³ Mg
Fisch	Fischkonserven	30 - 65	1 543	346
	Fischfilets, Pökel- und Räucherfisch	50 - 75	3 166	117
	Verarbeitung von Schalentieren	50 - 60	328	5
	Verarbeitung von Muscheln	20 - 50	180	0,3
Fleisch	Rinderschlachtung	40 - 52	4 534	745
	Schweineschlachtung	35	7 339	1 558
	Geflügelschlachtung	31 - 38	3 482	364
Molkerei- produkte	Milch, Butter, Sahneherstellung	vernach- lässigbar		
	Joghurtproduktion	2 - 6	335	113
	Produktion von Frisch-, Weich- und Hartkäse	85 - 90	45 004	12 945
Wein	Herstellung von Weißwein	20 - 30	1 862	103
	Herstellung von Rotwein	20 - 30	2 036	300
Gemüse, Obst	Produktion von Frucht- und Gemüsesaft	30 - 50	5 096	2 164
	Frucht- und Gemüseverarbeitung	5 - 30	3 991	490
	Pflanzenölproduktion	40 - 70	12 698	4 173
	Herstellung von Maisstärke	41 - 43	579	150
	Herstellung von Kartoffelstärke	80	2 943	1 781
	Herstellung von Weizenstärke	50	487	282
	Zuckerrübenverarbeitung	86	80 022	26 524
	Total		175 625	52 161

Wenn man die für Deutschland angegebene Reststoffmenge von insgesamt 52 Mio. Mg mit den in der chemisch-pharmazeutischen Industrie 2008 verbrauchten Mengen an nachwachsenden Rohstoffen vergleicht (ca. 2,7 Mio. Mg [8]), scheint die Biomasse-Versorgung zumindest für diese Nutzung absehbar gesichert. Die AWARENET-Bilanzierungen erfordern jedoch für jeden Teilprozess eine kritische und sorgfältige Betrachtung und Neubewertung. So erfolgte die Berechnung der Reststoffmengen bei AWARENET auf Basis des Vergleichs der in den jeweiligen Prozess

eingehenden Biomassemengen und der Masse der den Prozess wieder verlassenden Produkte. Die Differenz wurde auf dieser Berechnungsbasis als Reststoff quantifiziert, beinhaltet aber – und dies wird am Beispiel der Berechnung von Rübenmasse und Kristallzucker besonders deutlich – auch das im Prozess abgeschiedene Rohstoffwasser. Die Mengen der tatsächlich als Reststoff verwertbaren Biomasse-Fractionen sind daher erheblich kleiner. So fielen nach Wecke & Kretzschmar [9] im Zuge der Be- und Verarbeitung von Nahrungsrohstoffen im Jahr 1996 in Deutschland in der Nahrungs- und Genussmittelindustrie beispielsweise nur 22 Mio. Mg an organischen Abfällen an, die Werte aus anderen Publikationen – die aber meist nur ausgewählte Produktionsbereiche erfassen – liegen sogar noch deutlich unter diesem Wert (Tabelle 3).

Tabelle 3: Berichtete Mengen von Verarbeitungsresten aus der Nahrungs- und Genussmittelindustrie in Deutschland
(wenn nicht anders angegeben: Angabe in Feuchtgewicht)

	Knappe et al., 2007 [10]		Laufen- berg et al., 2003 [11]	Bran- scheid, 2001 [12]
	10 ³ Mg/a	10 ³ Mg/a TS	10 ³ Mg/a	10 ³ Mg/a
<i>Reststoffe aus Schlachthof und Fleischverarbeitung (gesamt)</i>	1 249	914		2 127
<i>Nach einzelnen Abfalltypen</i>				
Blut				279
Innereien, Fette etc.				1 073
Verkäufliche Schlachthausabfälle				260
Unverkäufliches Fleisch				58
Magen- und Darminhalte	360	53		457
Knochenmehl	198	189		
Tierische Fette	284	284		
Tier- und Blutmehl	407	388		
<i>Reststoffe aus Obst-, Gemüse und Getreideverarbeitung (gesamt)</i>	4 730	1 526	7 234	
<i>Nach einzelnen Abfalltypen</i>				
Kartoffelschlempe	780	43		
Apfeltrester	250	63		
Biertreber	2 800	700		
Melasse	900	720		
Organische Abfälle aus der			380	

Kartoffel-, Gemüse- und Obstverarbeitung				
Brauereirückstände (Malz, Hopfen, Treber)			1 954	
Traubentrester			1 800	
Rohfaserrückstände aus der Zuckerproduktion			3 000	
Pressrückstände aus der Apfelsaftproduktion			100	
Gesamtmenge aufgeführter Reststoffe	5 979			

Die große Varianz der berichteten Reststoffmengen zeigt, dass hier eine systematische und möglichst regionalisierte und betriebsnahe Auswertung anfallender Reststoffmengen, wie sie in diesem Projekt vorgeschlagen wurde, noch ausstand.

1.2.3 Reststoffe aus der Biotechnik-Industrie

Nach Recherchen in der Zucker-Industrie werden in Deutschland ca. 440 000 Mg Zucker außerhalb der Nahrungsmittelindustrie genutzt. Dieser Zucker wird in der Hauptsache als Substrat für industrielle Fermentationsprozesse, einschließlich der Ethanolproduktion, eingesetzt. Unter der Annahme, dass ca. 50% der eingesetzten Kohlenstoffquellen im Rahmen von Fermentationsprozessen in Biomasse umgewandelt werden, fallen demnach bundesweit biogene Reststoffe in einer Menge von ca. 200 000 Mg an. Zwar existieren hierfür teilweise etablierte Verwertungswege, beispielsweise in der Nutzung als Zuschlagstoff für Futtermittel, jedoch sind die Produzenten an einer alternativen Verwertung mit höherer Wertschöpfung durchaus interessiert. Biomassen aus Fermentationsprozessen zur Herstellung von Pharmawirkstoffen werden bislang in der Regel keiner Verwertung zugeführt, sondern in verschiedene Entsorgungswege, beispielsweise die Verbrennung, gegeben.

1.3 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Das Forschungsvorhaben wurde gemeinsam mit dem Institut für Lebensmittelchemie und Lebensmittelbiotechnologie der Justus-Liebig-Universität Gießen durchgeführt. Abweichend von der bei der Recherchearbeit ursprünglich geplanten geographisch-basierten Arbeitsteilung wurde eine branchenspezifische Einteilung der

Recherchearbeit zwischen den Projektpartnern vorgenommen, da dies auf Grund der in einer Branche vergleichbar anfallenden Reststoffe effektiver erschien.

Für die Erhebung der Reststoffmengen wurde eine Vielzahl von Firmen aus der Lebensmittel- und Biotechnik-Industrie kontaktiert. In der Regel wurde mit dem jeweiligen Unternehmen ein persönliches oder telefonisches Interview geführt, um über die derzeitigen Mengen und Verwertungswege der im jeweiligen Betrieb anfallenden Reststoffe Auskunft zu bekommen. Auch mit den verschiedenen Fachverbänden aus der Lebensmittel- und Biotechnik-Industrie wurden Interviews geführt.

Für die Ermittlung der gesamten Reststoffmengen in Deutschland wurden die Interviewergebnisse mit aktuellen Statistiken in Relation gesetzt, so dass eine Hochrechnung auf Deutschlandebene möglich war. Hierbei wurden Statistiken vom Statistischen Bundesamt und vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz verwendet.

2 Ergebnisse

2.1 Entwicklung der Erhebungsmethodik

2.1.1 Entwicklung einer Interview-basierten Methodik zur Erfassung des regionalen Reststoff-Aufkommens

Informationen zu Art und Menge der in der Lebensmittelindustrie anfallenden biogenen Reststoffe sind auf Grund fehlender Auskunftspflichten in Deutschland bisher an keiner Stelle systematisch erfasst worden. Daher wurden die in der Lebensmittel- und Biotechnologie-Branche anfallenden biogenen Reststoffe durch Firmenbefragungen erhoben. Dazu wurde zunächst mit Hilfe der „Hoppenstedt Firmendatenbank für Hochschulen“ [13] **ein regional differenziertes Kataster mit allen in der Lebensmittel- und Genussmittel-Branche tätigen Firmen erstellt**. Die relevanten Firmen aus der Biotechnologie-Branche wurden mit der Datenbank auf der Homepage www.biotechnologie.de ermittelt [14]. Weitere firmenspezifische Daten wie Adresse, Ansprechpartner, Produktportfolio etc. wurden – wo möglich – den firmeneigenen Webseiten entnommen. Um die Zahl der anzusprechenden Firmen in einem technisch machbaren Rahmen zu halten, wurde in der Regel eine Mindestbeschäftigtenzahl von 50 Mitarbeitern als Auswahlkriterium zu Grunde gelegt. War die Zahl der Firmen relativ gering, wie z.B. in der Biotechnologie-Branche und in vereinzelter Branchen der Lebens- und Genussmittel-Branche (z.B. bei Firmen zur Herstellung von pflanzlichen und tierischen Ölen und Fetten) wurde die Grenze auf 20 Mitarbeiter festgesetzt. In Tabelle 4 ist eine regionale und nach Branchen differenzierte Übersicht über die Zahl der auf diese Weise erfassten Firmen der Lebensmittel- und Biotechnologie-Branche dargestellt.

Tabelle 4: Regional und nach Branchen differenzierte Übersicht über die Zahl der Firmen der Lebensmittel- und Biotechnik-Branche in Deutschland
(> 20(*) bzw. 50 Mitarbeiter; Stand: 02.04.2012)

BUNDES- LAND	BRANCHE	Baden-Württemberg	Bayern	Berlin	Brandenburg	Bremen	Hamburg	Hessen	Mecklenburg- Vorpommern	Niedersachsen	Nordrhein-Westfalen	Rheinland-Pfalz	Saarland	Sachsen	Sachsen-Anhalt	Schleswig-Holstein	Thüringen	GESAMT
	Schlachten & Fleisch- verarbeitung	43	70	6	12	1	3	16	18	84	91	11	7	19	14	13	17	425
	Fisch- verarbeitung	---	1	1	---	4	1	---	6	10	3	---	---	---	---	2	1	29
	Obst- & Gemüse- verarbeitung	12	12	---	6	---	2	3	6	16	15	6	---	7	3	3	3	94
	Herstellung von pflanzlichen & tierischen Ölen & Fetten	4	1	---	1	2	5	1	---	8	13	---	---	1	1	2	2	41*
	Milch- verarbeitung	11	43	---	2	1	1	3	4	17	14	2	---	9	6	4	2	119
	Mahl- & Schäl- mühlen, Herstellung von Stärke & Stärke- erzeugnissen	7	18	1	3	5	7	2	3	8	12	1	3	4	4	5	2	85*
	Herstellung von Back- & Teigwaren	58	60	10	6	1	3	17	5	55	113	18	8	17	12	14	13	410
	Herstellung von sonstigen Nahrungs- mitteln	43	63	13	4	12	16	24	11	48	65	13	7	14	12	22	7	374
	Herstellung von Futtermitteln	5	7	---	1	2	4	---	---	22	15	---	---	1	1	6	1	65
	Getränke- herstellung	40	90	3	4	1	2	25	5	19	49	41	2	16	10	4	6	317
	Tabak- verarbeitung	2	2	1	1	1	2	---	---	---	2	2	---	1	---	2	1	17
	Bio- technologie	18	10	3	---	---	2	8	2	8	14	2	---	2	4	9	---	82*
Gesamtanzahl der Firmen der Lebensmittel- und Biotechnologie-Branche																		2058

Die ermittelten **Firmendaten** wurden **parallel zur Erhebung kontinuierlich in eine Access-Datenbank eingepflegt**. Die zu diesem Zweck neu entwickelte Access-Datenbank bot – im Vergleich zu der ursprünglich geplanten Excel-Datenbank – größere Möglichkeiten zum Umgang mit großen Datenmengen. Dies war insbesondere wichtig, um neben den

„Firmenkoordinaten“ auch die zu erhebenden Reststoffmengen, Verwertungswege und Reststoffeigenschaften besser verwalten zu können.

Die nun mögliche firmenspezifische Datenerhebung wurde zunächst mit Hilfe eines Informationsbriefes zum Anlass der Befragung angekündigt (Anlage I) und in einem nachfolgenden persönlichen, telefonischen oder schriftlichen Interview, wenn die Firmen ihre Teilnahme zugesagt hatten, durchgeführt. Die Erhebung wurde – um die Bearbeitbarkeit der Rückmeldungen sicherzustellen – nacheinander für jede Branche einzeln durchgeführt.

Der **Interviewleitfaden** (Anlage II), der für die Gespräche mit den Unternehmen verwendet wurde, enthielt neben Fragen zur Menge der anfallenden biogenen Reststoffe im Unternehmen auch die Frage nach der aktuellen Verwertung und der chemischen Zusammensetzung der Reststoffe. Des Weiteren wurde im Interview nach der Menge an verarbeiteten Rohstoffen, der gesamten Produktionsmenge und nach datenschutzrechtlichen Hinweisen gefragt.

2.1.2 Entwicklung ergänzender Methoden zur Datenerhebung

Die in einzelnen Branchen relativ geringe Resonanz auf die direkte Firmenbefragung erforderte zusätzlich die Entwicklung alternativer Methoden der Datenerhebung. Um die Datenlage zu verbreitern, wurden zusätzlich die **jeweils zuständigen Branchenverbände** befragt. Die Branchenverbände verfügten zum Teil bereits über Daten zu den erhobenen Fragen oder hatten – auf Grund ihrer Vertrauensstellung bei den Mitgliedsfirmen – besseren Zugang zu den Firmen selbst. Die Rücklaufquote auf die Interviewanfrage lag bei den Verbänden signifikant höher. Unsere Anfragen wurden in allen Fällen an die Mitgliedsunternehmen des jeweiligen Verbandes weitergeleitet. Schon von den Verbänden erhobene Daten zum Reststoffaufkommen in den Branchen wurden uns zur Verfügung gestellt.

Die dritte von uns verfolgte Strategie der Datenerhebung beruhte im Wesentlichen auf einer **prozesstechnisch begründeten Abschätzung von Reststoffmengen**. Die Basis dieser Abschätzung war die Kenntnis der in der Literatur für eine Reihe von Produktionsverfahren beschriebenen Reststoffquoten (= Menge Reststoff/Produkt oder Rohstoffeinheit, s. z.B. Daten in

AWARENET [7]). Bei Zugrundelegung solcher Reststoffquoten und der Kenntnis der jeweiligen Produktionsmengen konnte auch die jeweils anfallende Menge an Reststoffen abgeschätzt werden. Während die in den jeweiligen Branchen der Lebensmittel- und Biotechnik-Industrie hergestellten Produktmengen über statistische Ämter und Jahrbücher relativ sicher erhoben werden konnten [15], war es erheblich schwieriger die „real anfallenden“ Reststoffquoten zu ermitteln. So waren Reststoffquoten bisher nur für einige Produktionsprozesse beschrieben worden und darüber hinaus waren diese – auf Grund technischer Weiterentwicklungen – möglicherweise nicht immer aktuell. Trotz der beschriebenen Einschränkungen wurde dieser Ansatz jedoch weiter verfolgt und erfolgreich beendet.

Ein vierter Ansatz der Datenerhebung war eine **rohstoff- und prozess-basierte Erhebung biogener Reststoffpotentiale**. Hierbei wurde auf Basis der eingesetzten Rohstoffmengen und der unterschiedlichen Verarbeitungsverfahren eine Abschätzung von Reststoffquoten vorgenommen. Als Datengrundlage dienten hier hauptsächlich Statistiken des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) [16] sowie andere statistische Erhebungen (u.a. vom Statistischen Bundesamt, Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle (ZMP), Agrarmarkt Informations-Gesellschaft (AMI)) über verarbeitete Rohstoffmengen in der Lebensmittel- und Biotechnik-Industrie in Deutschland. Die während der Verarbeitung auftretenden Verluste am Rohstoff und die bisher geschätzten Quoten pro Rohstoffeinheit wurden mittels einer Literaturrecherche in Fachbüchern, Veröffentlichungen und Statistiken gesammelt, bewertet, eventuell zu einer Quote zusammengefasst und anschließend in Relation zu der jeweils für diesen Prozess verwendeten Rohstoffmenge gesetzt. Somit konnte aufgrund einer verlässlichen Datengrundlage über verarbeitete Rohstoffe eine ebenso verlässliche Menge an Reststoffen berechnet werden. Auch diese Ergebnisse konnten in ausgewählten Branchen mit den bereits durch andere Verfahren erhobenen Daten verglichen werden.

2.2 Ergebnisse aus der branchenspezifischen Erhebung

Die Ergebnisse zum Reststoff-Aufkommen in der deutschen Lebensmittel- und Biotechnik-Industrie werden in zwei Stufen dargestellt.

Zuerst wurden die **einzelnen Branchen** mit ihrem jeweiligen Reststoff-Aufkommen betrachtet. Dabei wurden der **Entstehungsprozess** der Reststoffe, die Inhaltsstoffe und die Verwendung der entstehenden Reststoffe näher behandelt. Anschließend wurde die **Anzahl der identifizierten Firmen** grafisch auf einer Karte dargestellt um die **Produktionsschwerpunkte** der jeweiligen Branche der Lebensmittel- und Biotechnik-Industrie in Deutschland zu verdeutlichen. **Abschließend wurden die in der jeweiligen Branche auftretenden Mengen an Reststoffen erhoben und diskutiert.**

In einem weiteren Abschnitt erfolgte eine **Betrachtung der Reststoffmengen im gesamten Bundesgebiet**. Hierbei wurde versucht, eine möglichst **regionalisierte** Datenerhebung durchzuführen und darzustellen. In diesem Abschnitt erfolgten auch der **Vergleich der einzelnen unterschiedlichen Erhebungsmethoden und eine Bewertung der Validität dieser Daten.**

Als **biogene Reststoffe** im Sinne dieses Projektes gelten Stoffe pflanzlichen oder tierischen Ursprungs, die vor und/oder während des Produktionsprozesses anfallen und nicht als Produkt direkt vom jeweiligen Unternehmen in den Handel gebracht werden. Darunter sind auch Nebenprodukte zu verstehen, die weiter veräußert werden. Gleichzeitig müssen diese Stoffe biologisch, das heißt durch Mikroorganismen, bodennahe Lebewesen oder Enzyme, abbaubar sein.

Als „**umsteuerbare**“ **Kapazität** werden die Reststoffmengen bezeichnet, die derzeit entsorgt werden, das heißt einer externen energetischen oder thermischen Verwertung zugeführt werden. Auch Reststoffmengen, die derzeit zur Verwertung exportiert werden, fallen unter diese Bezeichnung.

2.2.1 Schlachten und Fleischverarbeitung

Die Branche „Schlachten und Fleischverarbeitung“ nimmt in der deutschen Ernährungsindustrie eine wichtige und führende Rolle ein. Mit einem jährlichen Umsatz von knapp 38 Mrd. € (2011) ist die Fleisch-Sparte am umsatzstärksten in der gesamten Ernährungsbranche und nimmt 23% am Gesamtumsatz der Ernährungsindustrie ein [17].

Auch bei den Verbrauchern in Deutschland hat die Fleischbranche einen hohen Stellenwert. Der Pro-Kopf-Verbrauch an Fleisch liegt in Deutschland bei ca. 89 kg (2010). Der tatsächliche deutsche Fleischkonsum (abzüglich Knochen, Fette etc.) liegt bei 61 kg pro Kopf und Jahr (2010). Die Hälfte dieses Pro-Kopf-Verzehrs (~ 30,5 kg) ist auf den Konsum von verarbeiteten Fleischprodukten zurückzuführen [18].

Zu der Branche „Schlachten und Fleischverarbeitung“ gehören zum einen die Schlachtung von Tieren (hauptsächlich Schweine, Rinder, Geflügel) und zum anderen die Verarbeitung des Fleisches zu Fleischwaren. In Deutschland werden insgesamt ca. 770 Mio. Tiere geschlachtet, darunter 60 Mio. Schweine, 4 Mio. Rinder und rund 700 Mio. Tiere in der Geflügelschlachtung. Daraus werden in Deutschland ca. 9 Mio. Mg Fleisch produziert ([18], [19], [20]).

Identifizierung der relevanten Lebensmittelfirmen dieser Branche

In der Branche „Schlachten und Fleischverarbeitung“ wurden zu Beginn des Projektes insgesamt 425 relevante Lebensmittelfirmen in Deutschland identifiziert. In der Abbildung 2 ist die Anzahl dieser Firmen auf die einzelnen Bundesländer übertragen worden.

Die Menge an identifizierten Unternehmen setzte sich aus unterschiedlichen Unternehmensformen zusammen. Die Mindestbeschäftigtenzahl zur Übernahme in die Projektdatenbank betrug 50 Mitarbeiter. An mittleren und kleinen Unternehmen (KMU), die mit einer maximalen Beschäftigtenzahl von 250 Mitarbeitern definiert sind, wurden in der Fleischbranche 324 Unternehmen identifiziert. Somit nahmen die KMU mehr als zwei Drittel der gesamten Menge an identifizierten Unternehmen ein. Unter die KMU fielen demnach kleinere Schlachtbetriebe, Metzgereien und mittelständische Fleischverarbeiter. In der Sparte von 250 bis 500 Mitarbeitern wurden insgesamt 58 Firmen identifiziert. Hierbei handelte es sich um größere Fleischverarbeitungsbetriebe und Schlacht- bzw. Zerlegebetriebe, die beispielsweise eine jährliche Schlachtkapazität von 100 Mio. Geflügeltieren und 150.000 Schweinen bewältigen können. In der Sparte ab 500 Mitarbeitern und mehr wurden 43 Firmen identifiziert. Die Schlachtkapazitäten liegen hier bei ca. 10-15 Mio. Schweinen, was in

ähnlicher Größenordnung auch auf die anderen Tierarten übertragen werden kann. Des Weiteren befinden sich auch große Betriebe der Fleischverarbeitung und Unternehmensgruppen in dieser Sparte.

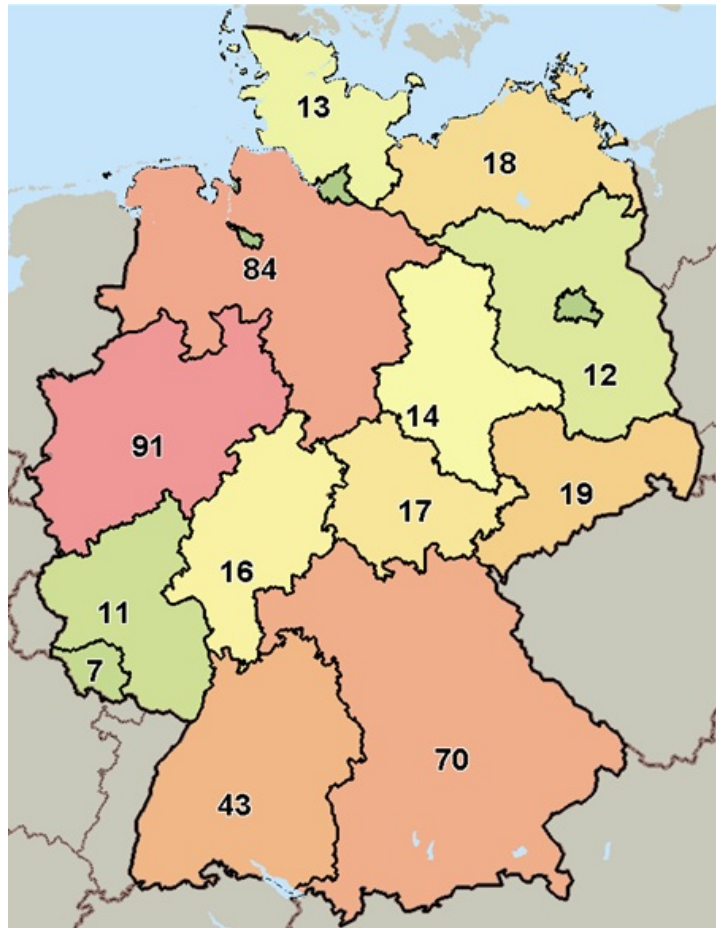


Abbildung 2: Verteilung der Lebensmittelfirmen der Branche "Schlachten & Fleischverarbeitung" nach Bundesländern

(Legende: Färbung des Bundeslandes: grün: geringe Anzahl an Firmen, gelb: mittlere Anzahl an Firmen, rot: hohe Anzahl an Firmen, erstellt mit Microsoft® MapPoint 2011)

Bezüglich der Firmenanzahl liegt der Schwerpunkt der Fleischindustrie hauptsächlich im Nordwesten und im Süden Deutschlands (Abbildung 2). Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen verfügen über eine hohe Zahl an Unternehmen in der Fleischbranche, ebenso Bayern und Baden-Württemberg.

Entstehungsprozess, Inhaltsstoffe und derzeitige Verwendung der Reststoffe

Die Reststoffe aus der Schlachtung werden auch als Schlachtnebenprodukte bezeichnet und lassen sich, je nach Art und Grund der Schlachtung, in verschiedene Kategorien einteilen. Die Nebenprodukte der Kategorie 1 stammen aus der Schlachtung von Tieren, die von Tierseuchen betroffen

waren. In der Kategorie 2 sind die Nebenprodukte erfasst, die von Tieren stammen, die aus anderen Gründen als durch eine Tierseuche oder Schlachtung gestorben sind (gefallene Tiere). Die Kategorie 3 umfasst die tierischen Nebenprodukte aus der Schlachtung, Zerlegung und Fleischverarbeitung für die menschliche Ernährung [21]. In diesem Projekt wurden nachfolgend nur noch die Reststoffe der Kategorie 3 weiter betrachtet.

In der Abbildung 3 ist ein standardisierter Schlachtprozess mit den dabei entstehenden Reststoffen und Nebenprodukten dargestellt. Auf die Darstellung eines Fließschemas der Fleischverarbeitung wurde verzichtet, da hierbei nur sehr geringe Mengen Reststoff anfallen.

Der Prozess mit dem größten Anfall an Reststoffen in der Fleischbranche ist die Schlachtung. Während der einzelnen Teilprozesse fallen regelmäßig verschiedene Arten von Reststoffen an. Hierzu gehören das Blut, das während des Ausblutens aufgefangen wird, die Borsten und die Haut der Tiere, die Köpfe, Hufe und Hörner, die inneren Organe, wie Herz, Lunge, Magen-Darm, und die Knochen, die beim Zerlegen und Entbeinen der Tiere anfallen.

Da die Schlachtnebenprodukte im Schlachtprozess immer zu verschiedenen Zeiten anfallen, ist eine sortenreine (z.B. Blut, Haut, Innereien, Knochen) Trennung dieser Nebenprodukte möglich. Die Trennung dieser Produkte ist auch notwendig, um die nachfolgende höherwertige Verwertung der Reststoffe zu bewerkstelligen.

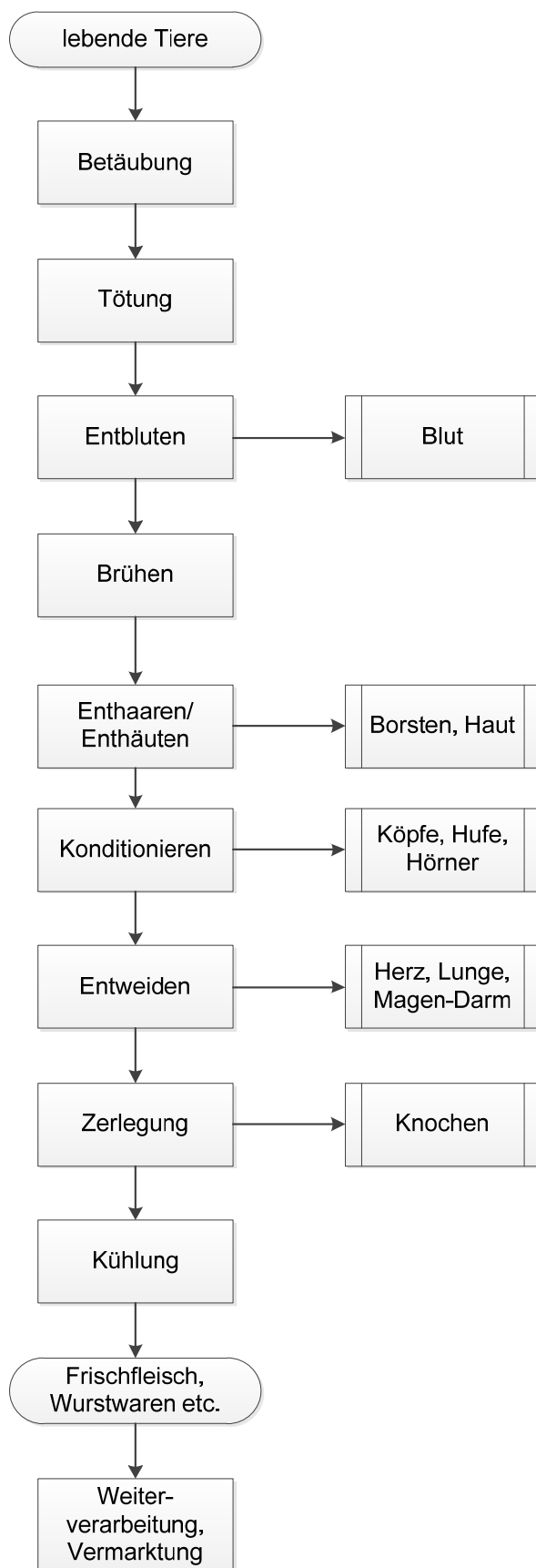


Abbildung 3: Allgemeines Fließschema der Schlachtung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [22], [23], [24])

Die Verwertung der Schlachtnebenprodukte (Kat. 3) ist in Deutschland bereits etabliert und gut optimiert. Die Borsten und die Haut der Tiere sind für die weiterverarbeitende Industrie (z.B. Leder) ein wertvoller Rohstoff. Die übrigen Reststoffe werden in einem weiteren Verarbeitungsprozess zu protein- und fettbasierten Produkten verarbeitet, die in unterschiedlicher Weise weiter verwendet werden können. Die proteinbasierten Produkte aus den Reststoffen der Kategorie 3 können Schweinemehl, Geflügelfleischmehl, Federmehl oder Blutmehl sein und werden hauptsächlich als Futtermittel eingesetzt. Eine Verwendung als Düngemittel ist ebenfalls gängig. In geringen Teilen werden die Kat. 3-proteinbasierten Produkte auch zur Energiegewinnung thermisch verwertet. Die fettbasierten Produkte aus den Reststoffen der Kategorie 3 können Tierfette (inkl. Knochenfett, Geflügelfett) und Lebensmittelfette sein und werden hauptsächlich technisch in der Oleochemie verwendet. Eine Verwendung als Futtermittel oder Biodiesel ist ebenso üblich. Die Lebensmittelfette, die noch als genusstauglich klassifiziert werden, können auch in der Lebensmittelindustrie wieder verwendet werden [21].

Bestimmung der Menge an branchenspezifischen Reststoffen

Die Gesamtmenge der ermittelten Reststoffe aus der Fleischbranche setzt sich aus den bei der Schlachtung von Schweinen, Rindern und Geflügel entstehenden einzelnen Reststoffmengen zusammen. Da auf Interviewbasis, aufgrund geringer Teilnahme der Firmen, keine (zuverlässigen) Daten ermittelt werden konnten, wurden die in Tabelle 5 dargestellten Reststoffmengen mithilfe von Schlachtstatistiken ([19], [20]) und Reststoffquoten erhoben. Die verwendeten Reststoffquoten wurden durch Befragung von Fachpersonal in der Fleischbranche, brancheninterne Recherchen und Statistiken ermittelt und lagen bei allen Tierarten (Schwein, Rind, Geflügel) bei ca. 20%.

Anhand der Menge an geschlachteten Tieren pro Bundesland und dem Reststofffaktor wurden die dargestellten Reststoffmengen erhoben und auf die Trockensubstanz (TS= $\sim$ 26% [24]) bezogen. Eine Unterscheidung der Reststoffe nach Typ (wie z.B. Blut, Knochen etc.) war durch diese

Berechnung nicht möglich, weshalb nur eine Gesamtsumme an tierischen Nebenprodukten pro Bundesland angegeben wurde.

Tabelle 5: Ermittelte Reststoffmengen der Fleischbranche auf Bundeslandebene in Mg TS/a

Bundesland	Region	Anzahl der identifizierten Lebensmittelfirmen		Menge an Reststoffen [Mg TS/a]	
Bremen	Nord	1	192	3 650	256 480
Hamburg		3		20	
Niedersachsen		84		134 660	
Nordrhein- Westfalen		91		109 260	
Schleswig- Holstein		13		8 890	
Berlin	Ost	6	86	0	47 800
Brandenburg		12		12 450	
Mecklenburg- Vorpommern		18		4 420	
Sachsen		19		1 970	
Sachsen- Anhalt		14		19 910	
Thüringen		17		9 050	
Baden- Württemberg	Süd	43	147	31 470	89 960
Bayern		70		48 660	
Saarland		7		110	
Hessen		16		3 210	
Rheinland- Pfalz		11		6 510	
GESAMT		425		394 240	

Die Bundesländer Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen haben die höchste Schlachtkapazität und somit auch die höchsten Reststoffmengen. Gemeinsam entfallen auf diese beiden Länder ca. 60% der gesamten in Deutschland anfallenden Reststoffmenge. **Insgesamt fällt in der deutschen Fleischbranche eine Gesamtmenge von biogenen Reststoffen von ca. 400 000 Mg TS/a an.**

Da mittels eines geschätzten Reststofffaktors und teilweise ungenauer Schlachtstatistiken (da einige Schlachtzahlen vom statistischen Bundesamt je nach Bundesland aufgrund von Datenschutz auch nicht öffentlich sind) gearbeitet wurde, ist die Validität und Belastbarkeit dieser Daten als mittel einzustufen.

Reststoffmengen, die generell für eine alternative, höherwertige Verwertung zur Verfügung stehen („umsteuerbare“ Kapazitäten), sind in der Fleischbranche nur bedingt zu sehen. Da es sich bei den Reststoffen teilweise um Stoffe handelt, die nicht für den menschlichen Verzehr geeignet sind und diese bestimmten Hygieneanforderungen und notwendigen Behandlungen unterliegen, sind die derzeitigen Verwertungen als bereits optimiert zu bewerten. Für die Verwertung von Schlachtnebenprodukten existieren in Deutschland mehrere etablierte Firmen, die sich auf diesem Gebiet spezialisiert haben.

2.2.2 Fischverarbeitung

Die Fischindustrie gehört in Deutschland zu den eher kleineren Branchen. Im Jahr 2011 lag der Gesamtumsatz der Fischindustrie bei ca. 2,24 Mrd. €. Das Gesamtaufkommen an Fisch und Fischereierzeugnissen in Deutschland setzt sich zu ca. 12% aus deutscher Eigenproduktion (= 278 000 Mg/a) und zu 88% (= 1,96 Mio. Mg) aus Importen zusammen. Gemeinsam ergibt sich ein Gesamtaufkommen an Fisch und Fischereierzeugnissen in Deutschland von ca. 2,24 Mio. Mg (2011) als Fanggewicht. Die Fischindustrie in Deutschland ist also deutlich von den Einfuhren aus dem Ausland geprägt [25].

Im Verzehr von Fisch und Fischereierzeugnissen liegt Deutschland mit einem Pro-Kopf-Verbrauch von 15,6 kg (2011) knapp unter dem Weltdurchschnitt von 18,5 kg/a (2009). Den größten Anteil dieses Verbrauches macht der Konsum von Seefischerzeugnissen aus, gefolgt von Süßwasserfischen und deren Erzeugnissen und Krebs- und Weichtieren. Der Verkauf der Fische und Fischereierzeugnisse erfolgt meist tiefgekühlt [25].

Die deutsche Fischerei teilt sich in die kleine Küstenfischerei und die Hochseefischerei auf. Während die kleine Küstenfischerei mit kleineren Booten und einfacheren Fangmethoden arbeitet, wird in der Hochseefischerei der Fisch bereits an Bord entnommen und gefrostet bzw. gekühlt.

Identifizierung der relevanten Lebensmittelfirmen dieser Branche

Die Unternehmen der Fischindustrie befinden sich in Deutschland hauptsächlich an der Nord- und Ostseeküste. Niedersachsen und Mecklenburg-Vorpommern sind starke Vertreter in der Fisch-Branche (Abbildung 4).

In der Branche „Fischverarbeitung“ wurden in Deutschland insgesamt 29 Firmen identifiziert. Die meisten diesen Firmen gehörten den kleinen und mittelständischen Unternehmen (Mitarbeiterzahl <250) an (19 Unternehmen). Hierbei handelte es sich meist um kleinere namhafte Fischverarbeiter. In den Sparten 250-500 Mitarbeiter und >500 Mitarbeiter wurden jeweils 5 Unternehmen identifiziert, die größere Mengen Fisch verarbeiten können und meist Unternehmensgruppen darstellen.

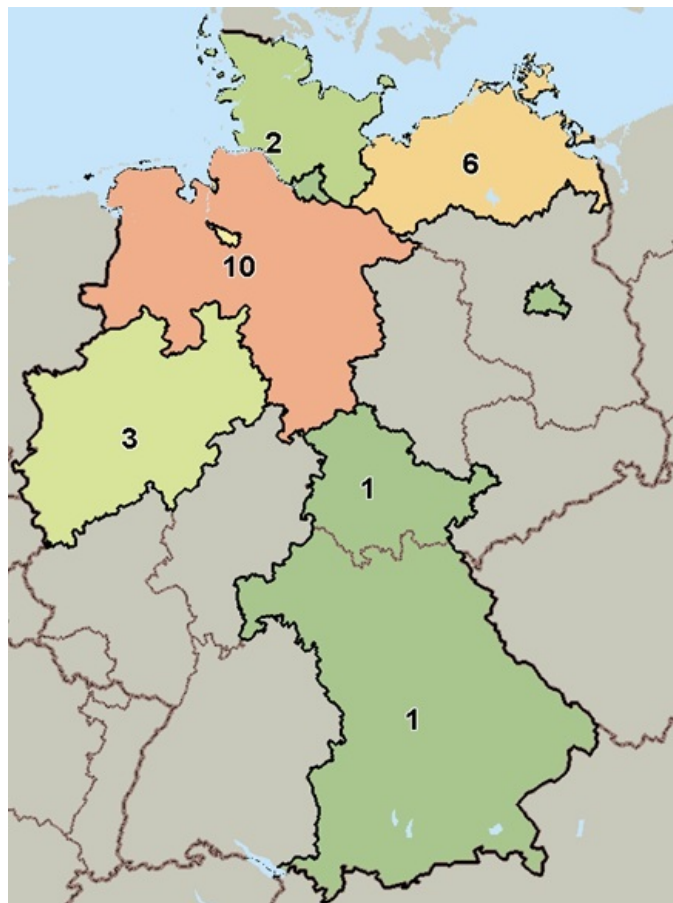


Abbildung 4: Verteilung der Lebensmittelfirmen mit der jeweiligen Anzahl an Firmen der Branche "Fischverarbeitung" nach Bundesländern

(Legende: Färbung des Bundeslandes: grau: keine Firmen, grün: geringe Anzahl an Firmen, gelb: mittlere Anzahl an Firmen, rot: hohe Anzahl an Firmen, erstellt mit Microsoft® MapPoint 2011)

Entstehungsprozess, Inhaltsstoffe und derzeitige Verwendung der Reststoffe

In der deutschen Fischerei bestehen die Unterschiede zwischen der Hochsee- und der Küstenfischerei. Durch die deutlich größeren Kapazitäten der Hochseefischerei ist es dieser auch möglich, wesentlich größere Mengen an Fisch zu fangen und zu verarbeiten. Die Verarbeitung dieser Fische erfolgt meistens schon an Bord.

Während der Verarbeitung der Fische (an Bord oder Land) fallen Reststoffe bei der Sortierung als Beifang und beim Entnehmen der Fische als Fischreste an (Abbildung 5). Diese Reststoffe werden vollständig zu Fischmehl verarbeitet. Einige große Fischereischiffe besitzen eigene Fischmehlfabriken an Bord, wodurch die Reststoffe direkt weiterverarbeitet werden können. An Land werden die Fischreste an Fischmehlfabriken geliefert und dort zu Fischmehl oder Fischöl verarbeitet.

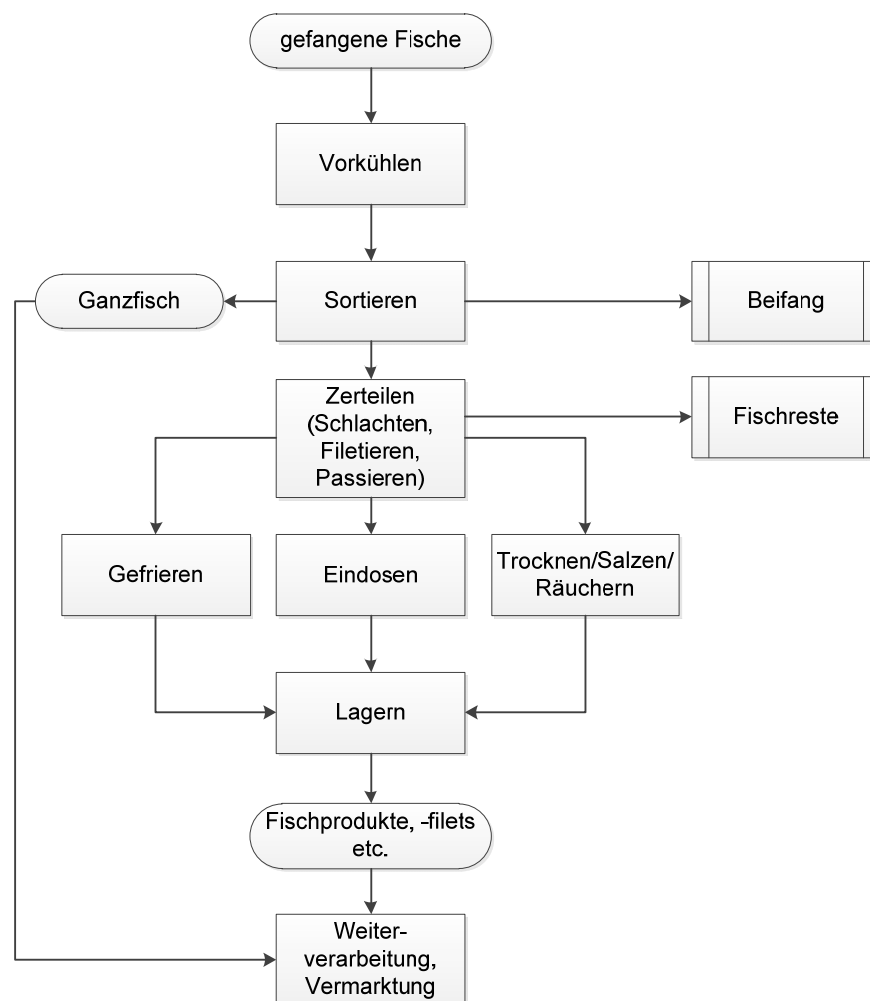


Abbildung 5: Fließschema der Fischverarbeitung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach[22], [23])

Verwendung finden die Fischmehle und -öle vielfältig im Futtermiteileinsatz bei der Schweinemast, in Fischfarmen oder in der Futtermittelindustrie für Hunde, Katzen oder Zierfische. Teilweise werden bestimmte Fischöle mit entsprechender Qualität auch technisch in Raffinerien oder Gerbereien verwendet [26].

Bestimmung der Menge an branchenspezifischen Reststoffen

Die Erhebung über die anfallenden Reststoffmengen der Fischindustrie in Deutschland wurde durch mehrere Faktoren erschwert und beeinflusst. Als Interviewpartner aus der fischverarbeitenden Industrie hatten sich nur 10% der angeschriebenen Firmen zur Verfügung gestellt. Bei den Interviews stellte sich heraus, dass der größte Teil der Reststoffe aus der Fischverarbeitung bereits an Bord des Fischereischiffes oder bei der Anlandung der Fische anfällt und dort direkt verarbeitet oder entsorgt wird. Mengen über die auf See bereits ausgenommenen Fische und der dabei anfallenden Reststoffe zu ermitteln, war nahezu unmöglich. Problematisch war auch, eine klare Grenze zwischen deutscher und ausländischer Fischerei bzw. zwischen der Fischerei, die entweder für den deutschen oder für den ausländischen Markt bestimmt war, zu ziehen. Die Reststoffe der Fische, die beispielsweise von der deutschen Fischerei gefangen und bereits auf See ausgenommen wurden, dann aber in verschiedenen Ländern angelandet werden, lassen sich schwierig einer landesspezifischen Fischindustrie zuordnen. Ebenso verhielt es sich mit den Resten der Fische, die von ausländischen Fischereien gefangen wurden, dann aber in Deutschland angelandet wurden. Letztendlich war die Reststoffmenge, die auf See entsteht, nicht zu ermitteln. Die Menge an Reststoffen, die auf dem deutschen Festland produziert wurde, konnte durch Interviews erhoben werden, wobei auch hier möglich ist, dass nicht die gesamte Menge an Reststoffen ermittelt wurde.

Tabelle 6: Ermittelte Reststoffmengen der Fischverarbeitung in Deutschland in Mg TS/a

Land	Anzahl der identifizierten Lebensmittelfirmen	Menge an Reststoffen in Mg TS/a
Deutschland	29	25 000
GESAMT		25 000

Die ermittelte Reststoffmenge der deutschen fischverarbeitenden Industrie von 25 000 Mg TS/a (Tabelle 6) wurde zwar für Deutschland angegeben, da es sich bei der Fischindustrie jedoch um eine küstennahe Industrie handelt, können die anfallenden Reststoffmengen der Fischverarbeitung eher der norddeutschen Küstenregion zugeordnet werden. Die Trockensubstanz der Fischreste liegt bei ca. 25% der Feuchtmasse [27].

Die Validität der erhobenen Daten ist aufgrund der genannten Probleme bei der Erhebung als relativ niedrig einzuschätzen. Es standen nur wenige Interviewpartner zur Verfügung, deren Aussagen zu der erhobenen Reststoffmenge geführt haben. Recherchen über bereits erhobene Reststoffmengen in der Fischverarbeitung führten zu keinem Ergebnis und können somit die genannte Menge nicht untermauern. Zudem kommen die unbekannten Mengen an Reststoffen hinzu, die bereits auf See produziert werden. Es ist nicht bekannt, ob diese Mengen alle bereits an Bord zu Fischmehl verarbeitet werden, ob diese Reste unverarbeitet im Meer entsorgt oder erst an Land zu Fischmehl verarbeitet werden.

„Umsteuerbare“ Kapazitäten sind bei den Reststoffen aus der Fischverarbeitung nicht zu sehen. Die derzeitige Verwertung der Fischreste zu Fischmehl oder Fischöl ist als optimal zu bezeichnen. Eine darauf folgende höherwertige Verwertung der Fischmehle und -öle wäre eventuell denkbar. Derzeit werden die produzierten Fischmehle und -öle hauptsächlich in der Futtermittelindustrie genutzt.

2.2.3 Obst- und Gemüseverarbeitung

Die Verarbeitung von Obst und Gemüse und die Herstellung von Obst- und Gemüseerzeugnissen haben in Deutschland einen hohen Stellenwert. Der Gesamtumsatz dieser Branche liegt bei ca. 5,6 Mrd. €, wobei die Sparte Obst hier mit knapp 37% am Gesamtumsatz (2,05 Mrd. €) den größten Posten einnimmt. Auf die Gemüse- und Kartoffelverarbeitung entfallen jeweils ca. 25-27% des Gesamtumsatzes (1,4-1,5 Mrd. €), während die Sparte „Feinsaures“ ca. 10% des Gesamtumsatzes (0,6 Mrd. €) der Branche ausmacht [28].

Die Obst- und Gemüse-Branche in Deutschland ist eine importabhängige Branche. Ca. 80% des in Deutschland verzehrten Obstes und ungefähr 60% des in Deutschland konsumierten Gemüses werden aus anderen Ländern nach Deutschland importiert. Der eigene Anbau in Deutschland wird im Obstbereich von Äpfeln dominiert. Im deutschen Gemüseanbau werden größtenteils Mohrrüben und Zwiebeln angebaut. Der jährliche Pro-Kopf-Verbrauch an Obst und Gemüse und deren Erzeugnissen liegt in Deutschland bei ca. 90-100 kg, womit Deutschland in der EU auf den hinteren Plätzen liegt. Die allgemeine Empfehlung der Weltgesundheitsorganisation zum Pro-Kopf-Verbrauch von Obst und Gemüse liegt bei ca. 150-160 kg pro Kopf und Jahr [29].

Identifizierung der relevanten Lebensmittelfirmen

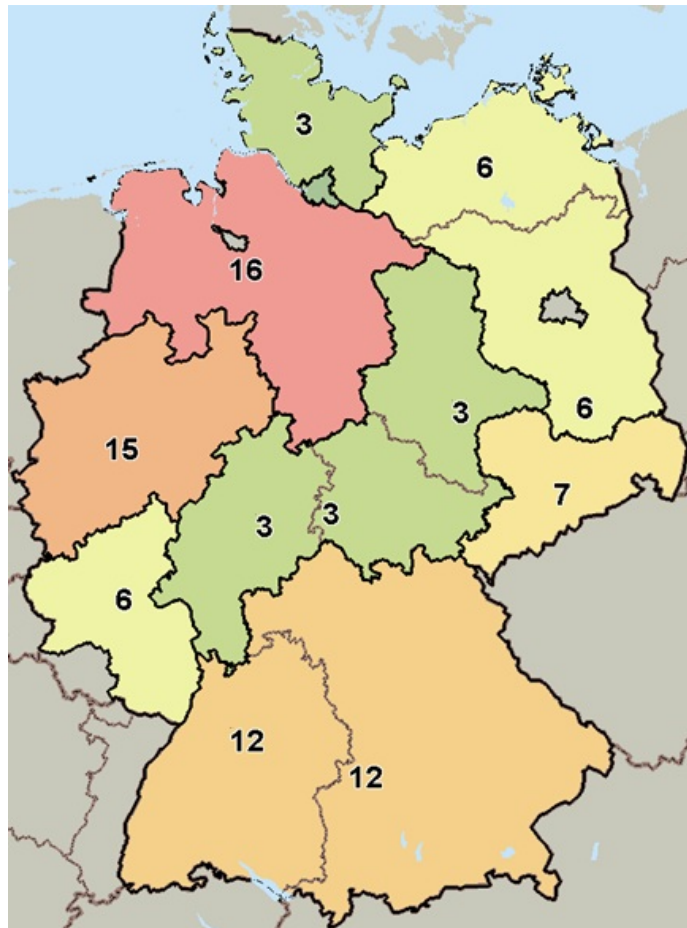


Abbildung 6: Verteilung der Lebensmittelfirmen mit der jeweiligen Anzahl an Firmen der Branche "Obst- und Gemüseverarbeitung" nach Bundesländern

(Legende: Färbung des Bundeslandes: grau: keine Firmen, grün: geringe Anzahl an Firmen, gelb: mittlere Anzahl an Firmen, rot: hohe Anzahl an Firmen, erstellt mit Microsoft® MapPoint 2011)

In der Branche „Obst- und Gemüseverarbeitung“ wurden insgesamt 94 relevante Firmen identifiziert. In die Kategorie KMU mit einer Mitarbeiterzahl von unter 250 Mitarbeitern fielen hierbei 70 Unternehmen; zwischen 250 und 500 Beschäftigten wurden 13 Unternehmen identifiziert und insgesamt 11 Firmen beschäftigen mehr als 500 Mitarbeiter. Der Schwerpunkt der Branche liegt in Nord/West- und Süd-Deutschland (Abbildung 6).

Entstehungsprozess, Inhaltsstoffe und derzeitige Verwendung der Reststoffe

Die Verarbeitung von Obst und Gemüse in Deutschland ist aufgrund der Vielfalt an Rohstoffen und Produkten eine sehr breit aufgestellte und gemischte Branche. Neben der Herstellung von Säften, Konfitüren und Frucht- oder Gemüsemassen für Füllungen ist auch die Produktion von Convenience-Produkten hier eine wichtige Sparte. Aufgrund des sehr heterogenen Charakters der Branche wird die Reststoffmengenerhebung im Obst- und Gemüse-Bereich erschwert. Der in Abbildung 7 dargestellte Herstellungsprozess von Obst- und Gemüseprodukten stellt demnach lediglich einen standardisierten Prozess dar und zeigt die allgemein dabei entstehenden Reststoffe.

Die derzeitige Verwertung der Reststoffe aus der Obst- und Gemüseverarbeitung liegt hauptsächlich im Biogas- oder Tierfutterbereich. Die Verwendung von Trestern für die Herstellung von alkoholischen Getränken gehört zu den alternativen Verwertungsmöglichkeiten. Aufgrund der schwierigen Datenlage kann jedoch keine genauere Quantifizierung erfolgen. Die Bereitschaft der Firmen generell über alternative Verwertungsmöglichkeiten nachzudenken und darin zu investieren ist aber hoch.

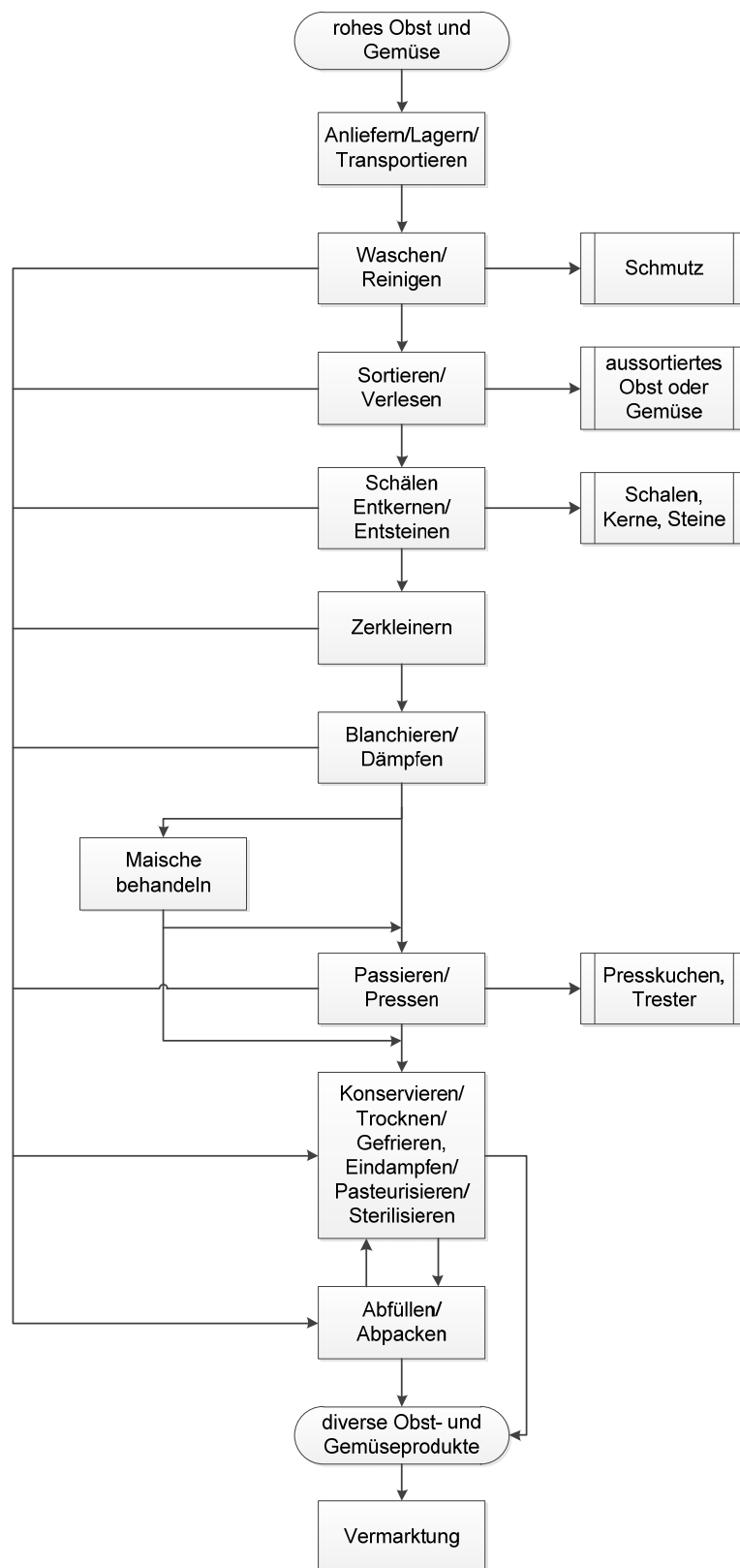


Abbildung 7: Allgemeines Fließschema der Obst- und Gemüseverarbeitung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [24])

Bestimmung der Menge an branchenspezifischen Reststoffen

Eine Vereinfachung in der Betrachtung und Erhebung der Reststoffmengen aus der Obst- und Gemüseverarbeitung ermöglicht eine Aufteilung dieser Branche in ihre Unterbranchen (Obst, Gemüse, Kartoffeln).

Obstverarbeitung

Die Erhebung der Reststoffmengen aus der deutschen Obstverarbeitung war durch den sehr heterogenen Charakter dieser Teilbranche schwierig zu realisieren. Zwar konnten mit einigen Unternehmen der Branche Interviews geführt werden, allerdings wurden hierbei nur kleine Teilbereiche der Branche abgedeckt. Die Reststoffmengenerhebung der gesamten deutschen Obstverarbeitung beruht demnach überwiegend auf Rechercheergebnissen und Hochrechnungen. Pauschal kann in dieser Teilbranche von einer Reststoffquote von knapp 15% der verarbeiteten Rohware ausgegangen werden. Jährlich werden in Deutschland ca. 1,5 Mio. Mg Obst [30] verarbeitet. Als Reststoffmenge dieser Branche ergibt sich somit ein Betrag von ca. 45 000 Mg TS/a.

Gemüseverarbeitung

Die Erhebung über die Reststoffmengen aus der deutschen Gemüseverarbeitung war ebenfalls schwierig, da keines der identifizierten Unternehmen an einem Interview teilnehmen wollte, sodass sich die Reststoffmengenerhebung allein auf statistische Daten stützen musste. Bei einer Verarbeitung von ca. 1,24 Mio. Mg Gemüse in Deutschland [30] ergibt sich demnach bei einem pauschalen Reststofffaktor von 15% eine Reststoffmenge von ca. 37 000 Mg TS/a.

Kartoffelverarbeitung

Die Verarbeitung von Kartoffeln und die Produktion diverser Kartoffelprodukte besitzt in Deutschland eine sehr etablierte Position. Bei der Verarbeitung der Kartoffeln zu Produkten wie Kartoffelchips, Tiefkühlprodukten und sonstigen Kartoffelerzeugnissen fallen hauptsächlich Kartoffelschalen als Reststoff an.

Unter den kartoffelverarbeitenden Betrieben erklärten sich ca. 15% bereit, ein Interview durchzuführen. Aus diesen Interviews konnte eine ungefähre

Reststoffquote von ca. 15% ermittelt werden. Mithilfe dieser Interviewergebnisse und der Menge an verarbeiteter Rohware bei der Kartoffelverarbeitung (3,2 Mio. Mg [28]) konnte die Reststoffmenge dieser Teilbranche erhoben werden. Um die Anonymität der befragten Unternehmen zu wahren, ist eine regionalisierte Darstellung der Reststoffmengen nicht möglich. Die Gesamtmenge an Reststoffen aus der deutschen Kartoffelverarbeitung liegt demnach bei 48 000 Mg TS/a.

Tabelle 7: Ermittelte Reststoffmengen aus der deutschen Obst- und Gemüseverarbeitung in Mg TS/a

Gemüseverarbeitung in Mg TS/a			
Land	Anzahl der identifizierten Lebensmittelfirmen	Reststofffraktion	Menge an Reststoffen in Mg TS/a
Deutschland	94	Obstreste/Trester	45 000
		Gemüsereste	37 000
		Kartoffelschalen	48 000
GESAMT			130 000

Insgesamt fallen in der deutschen Obst- und Gemüseverarbeitung Reststoffmengen in Höhe von ca. 130 000 Mg TS/a an (Tabelle 7). Die Validität dieser Daten ist jedoch als relativ gering einzuschätzen. Durch die bereits erwähnten Schwierigkeiten der Erhebung aufgrund des heterogenen Charakters der Branche und fehlender Interviewdaten konnte in den einzelnen Teilbranchen nur eine ungefähre Einschätzung der Reststoffmengen vorgenommen werden.

„Umsteuerbare“ Kapazitäten sind generell vorhanden, können aber aufgrund der schwierigen Datenlage nicht näher verifiziert werden. Der Einsatz der ballaststoffreichen Reststoffe der Obst- und Gemüseverarbeitung als Futtermittel ist ein einfacher, etablierter Verwertungsprozess. Eine andersartige Verwendung der Reststoffe ist möglich, jedoch nur unter einer kritischen Bewertung der Verluste für die Futtermittelindustrie, die dabei entstehen könnten. Die Unternehmen sind jedoch grundsätzlich bereit über Alternativen nachzudenken. Als Hauptkriterium für die Entscheidung über alternative Nutzungskonzepte wurden Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit genannt.

2.2.4 Herstellung von pflanzlichen und tierischen Ölen und Fetten

Die Branche „Herstellung von pflanzlichen und tierischen Ölen und Fetten“ macht in Deutschland pro Jahr einen ungefähren Umsatz von ca. 6 Mrd. € (2011) und gehört damit zu den eher kleineren und umsatzschwächeren Industrien Deutschlands [31]. Der Pro-Kopf-Verbrauch an Speiseölen und Fetten liegt bei ca. 19 kg pro Jahr [32].

Für die Herstellung von pflanzlichen und tierischen Ölen und Fetten werden pflanzliche Rohstoffe, wie Ölsaaten oder Ölfrüchte (Raps, Sojabohnen, Sonnenblumen etc.), und tierische Rohstoffe, wie Schlachtnebenprodukte, verwendet.

Die Herstellung der tierischen Fette aus Schlachtnebenprodukten wurde bereits bei der Betrachtung der Branche „Schlachten und Fleischverarbeitung“ behandelt, deshalb konzentriert sich diese Branchenbetrachtung auf die Herstellung von pflanzlichen Ölen aus Ölsaaten oder Ölfrüchten.

In Deutschland werden 11 Mio. Mg Ölsaaten zu 4,0 Mio. Mg Rohöl verarbeitet [33].

Identifizierung der relevanten Lebensmittelfirmen

Bei der Identifizierung der relevanten Firmen aus der Branche „Herstellung von pflanzlichen und tierischen Ölen und Fetten“ in Deutschland wurde eine Gesamtzahl von 42 Firmen ermittelt. Davon sind 35 Unternehmen KMU. Firmen mit einer Mitarbeiterzahl zwischen 250 und 500 wurden 2 identifiziert und insgesamt 3 Firmen mit einer Mitarbeiterzahl über 500.

In Abbildung 8 ist zu erkennen, dass der Schwerpunkt dieser Industrie im Nordwesten Deutschlands (Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen) liegt.

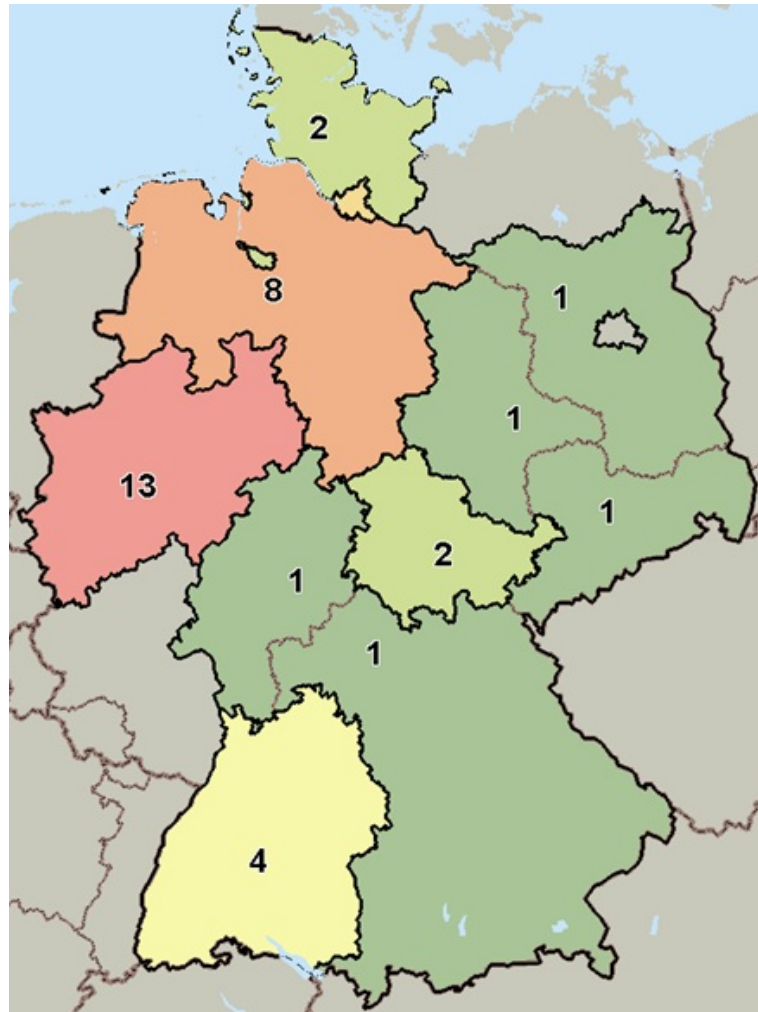


Abbildung 8: Verteilung der Lebensmittelfirmen mit der jeweiligen Anzahl an Firmen der Branche "Herstellung von pflanzlichen und tierischen Ölen und Fetten" nach Bundesländern

(Legende: Färbung des Bundeslandes: grau: keine Firmen, grün: geringe Anzahl an Firmen, gelb: mittlere Anzahl an Firmen, rot: hohe Anzahl an Firmen, erstellt mit Microsoft® MapPoint 2011)

Entstehungsprozess, Inhaltsstoffe und derzeitige Verwendung der Reststoffe

Bei der Herstellung von Rohöl aus Ölsaaten/-früchten entsteht als Reststoff mit der größten Masse Ölschrot oder Presskuchen. In Deutschland wird Öl hauptsächlich aus Ölsaaten hergestellt, weshalb als Reststoff hauptsächlich Ölschrote anfallen. In Abbildung 9 ist der Herstellungsprozess von Rohöl aus Ölsaaten/-früchten mit den dabei entstehenden Reststoffen dargestellt.

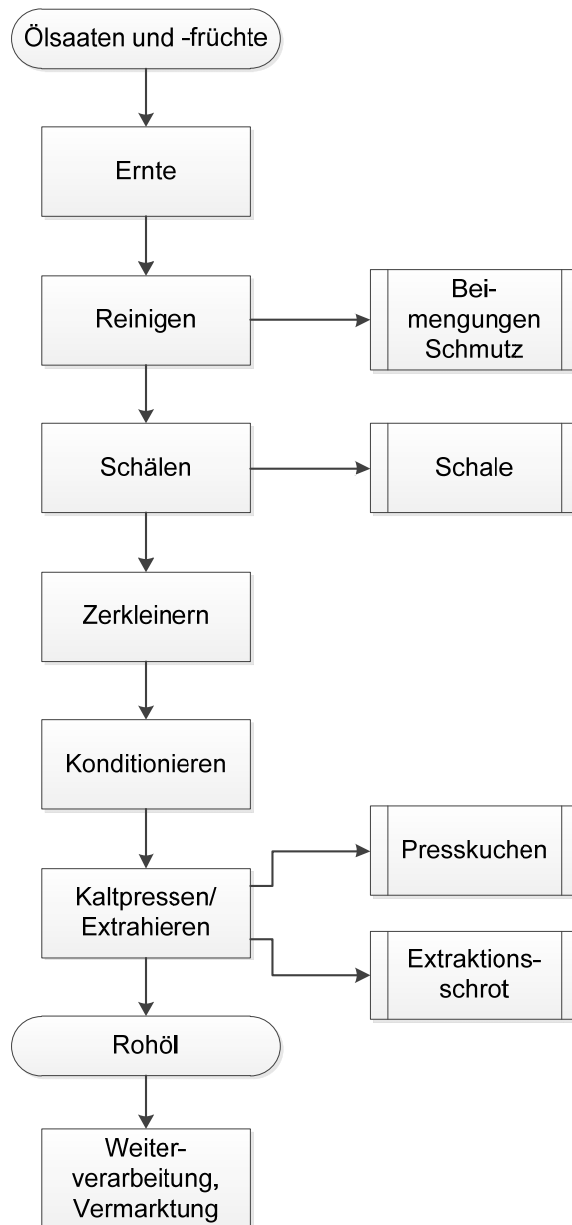


Abbildung 9: Fließschema der Rohölgewinnung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [22], [23])

Die im Herstellungsprozess von Rohöl anfallenden Ölschrote sind sehr eiweißreich und werden in gepresster Form als Futtermittel eingesetzt. Nahezu 100% der anfallenden Ölschrote werden an die Mischfutterindustrie oder direkt an den Landhandel verkauft, der die Ölschrote an die Endverbraucher, die Landwirte, verkauft.

Bestimmung der Menge an branchenspezifischen Reststoffen

Die Bestimmung der Reststoffmenge konnte mithilfe von Interviews und einer anschließenden Hochrechnung realisiert werden. Trotz einer geringen

Rücklaufrate zu den Interviews von knapp 10% konnte aus diesen Interviewdaten ein übereinstimmender Reststofffaktor bestimmt werden. Bei der Verarbeitung der Ölsaaten zu Rohöl fallen demnach ca. 60% der Menge der verarbeiteten Rohware als Reststoff, d.h. Ölschrot an. Mithilfe dieses Reststofffaktors und den Daten über die Ölsaatenverarbeitung in Deutschland vom BMELV [34] konnte eine Erhebung der Reststoffmengen auf Nord-, Ost- und Süd-Ebene Deutschlands erfolgen. Bei Annahme einer mittleren Trockensubstanz des Ölschrotes von ca. 88% [35] konnten die ermittelten Ölschrotmengen auf TS berechnet werden.

Tabelle 8: Ermittelte Reststoffmengen der Ölsaatenverarbeitung auf regionaler Ebene in Mg TS/a

in Mg TS/a				
Bundesland	Region	Anzahl der identifizierten Lebensmittelfirmen		Menge an Reststoffen [Mg TS/a]
Bremen	Nord	2	30	3 830 100
Hamburg		5		
Niedersachsen		8		
Nordrhein-Westfalen		13		
Schleswig-Holstein		2		
Berlin	Ost	0	5	1 101 100
Brandenburg		1		
Mecklenburg-Vorpommern		0		
Sachsen		1		
Sachsen-Anhalt		1		
Thüringen		2		
Baden-Württemberg	Süd	4	6	1 141 600
Bayern		1		
Saarland		0		
Hessen		1		
Rheinland-Pfalz		0		
GESAMT		41		6 072 800

Mit einer Reststoffmenge von ca. 4 Mio. Mg fallen fast zwei Drittel der gesamten Reststoffmenge Deutschlands in der Region Nord an. Süd- und Ostdeutschland spielen in der Ölsaatenverarbeitung eine eher untergeordnete Rolle (Tabelle 8).

Mithilfe der Interviews und der Hochrechnung konnte eine Gesamtmenge an biogenen Reststoffen aus der deutschen ölsaaten-verarbeitenden Industrie von ca. 6 Mio. Mg TS/a ermittelt werden.

Die Validität der ermittelten Daten ist als sehr hoch einzustufen. Mit der beschriebenen Erhebungsmethode konnten die Reststoffmengen der gesamten Industrie abgerufen werden. Da neben den Interviews auch statistische Dienste, wie Daten vom Statistischen Bundesamt, verwendet wurden, ist die Datenlage als zuverlässig zu bewerten.

„Umsteuerbare“ Kapazitäten, d.h. eine alternative Verwendung der Reststoffe aus der ölsaatenverarbeitenden Industrie, sind prinzipiell vorhanden. Nahezu 100% der Ölschrote gehen in die Futtermittelindustrie und sind somit prinzipiell auch für andere Verwertungswege „verfügbar“. Hierbei entstehen jedoch Nutzungskonflikte mit der Futtermittelindustrie. Die derzeitige Verwendung der Ölschrote als eiweißreiches Futtermittel ist weit etabliert und durch die ansteigende Tierhaltung wird der Bedarf an Futtermitteln noch weiter erhöht, wodurch eine Umsteuerung dieser Reststoffe in eine höherwertige Verwertung kritisch zu betrachten ist.

2.2.5 Milchverarbeitung

Mit knapp 22 Mrd. € jährlichen Umsatz gehört die Milchindustrie zu den umsatzstärksten Branchen der Ernährungswirtschaft. Der Pro-Kopf-Verbrauch an Milch und Milchprodukten liegt bei ca. 360 kg pro Jahr [36].

In der Branche der Milchverarbeitung ist die Verarbeitung der Rohmilch zu Konsummilch, Käse und anderen Milchprodukten eingeschlossen. Deutschlandweit werden rund 30 Mio. Mg Milch verarbeitet [37] und daraus rund 4 Mio. Mg Milcherzeugnisse wie Kondensmilcherzeugnisse, Trockenmilcherzeugnisse und Käse hergestellt [38].

Identifizierung der relevanten Lebensmittelfirmen

Die Anzahl der identifizierten Firmen in der Branche der Milchverarbeitung lag bei 119 Unternehmen. Davon waren 75 Unternehmen den KMU, 23 Firmen den Unternehmen mit 250-500 Mitarbeiter und 21 Firmen den Unternehmen mit mehr als 500 Beschäftigten zuzuordnen. Kleine Molkereien sind in Deutschland demnach noch in der Überzahl.

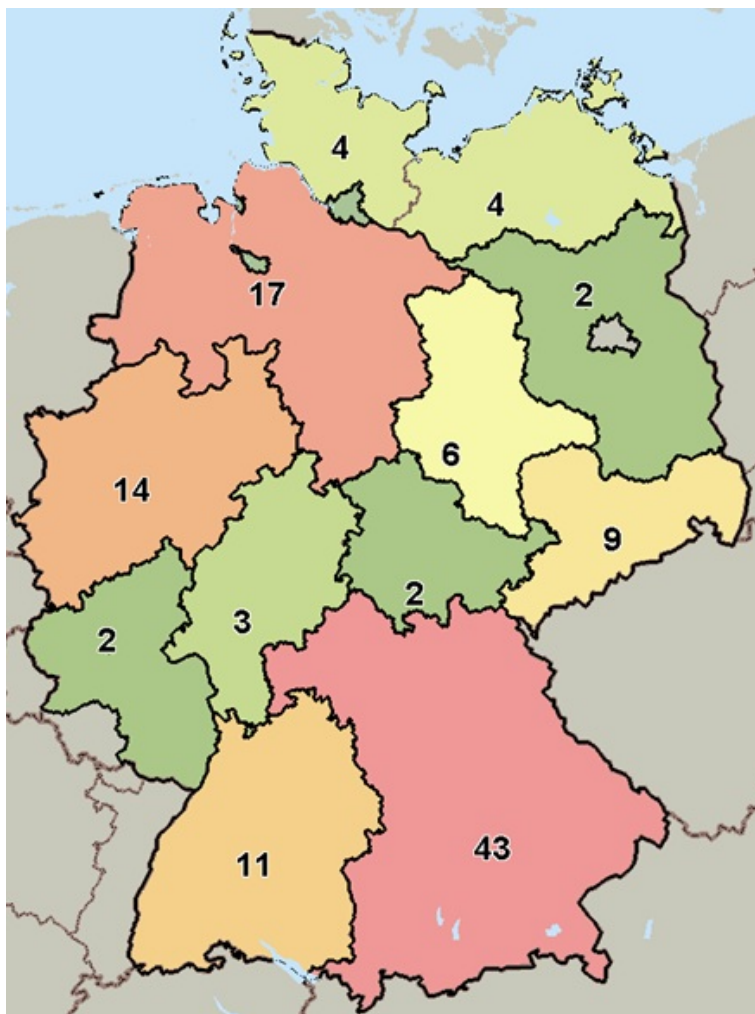


Abbildung 10: Verteilung der Lebensmittelfirmen mit der jeweiligen Anzahl an Firmen der Branche "Milchverarbeitung" nach Bundesländern

(Legende: Färbung des Bundeslandes: grau: keine Firmen, grün: geringe Anzahl an Firmen, gelb: mittlere Anzahl an Firmen, rot: hohe Anzahl an Firmen, erstellt mit Microsoft® MapPoint 2011)

Der regionale Schwerpunkt der Milchbranche liegt in Bayern. In Norddeutschland gehört Niedersachsen zu den wichtigen milchverarbeitenden Bundesländern (Abbildung 10).

Entstehungsprozess, Inhaltsstoffe und derzeitige Verwendung der Reststoffe

Bei der Verarbeitung der Rohmilch zu Konsummilch fallen kaum nennenswerte Reststoffe und Reststoffmengen an. Aus diesem Grund wurde dieser Prozess nicht als Fließschema dargestellt. Die Rohmilch wird zunächst gereinigt, anschließend zentrifugiert und zur Haltbarmachung pasteurisiert. Je nach gewünschtem Endprodukt kann die Haltbarmachung bei verschiedenen Temperaturen geschehen.

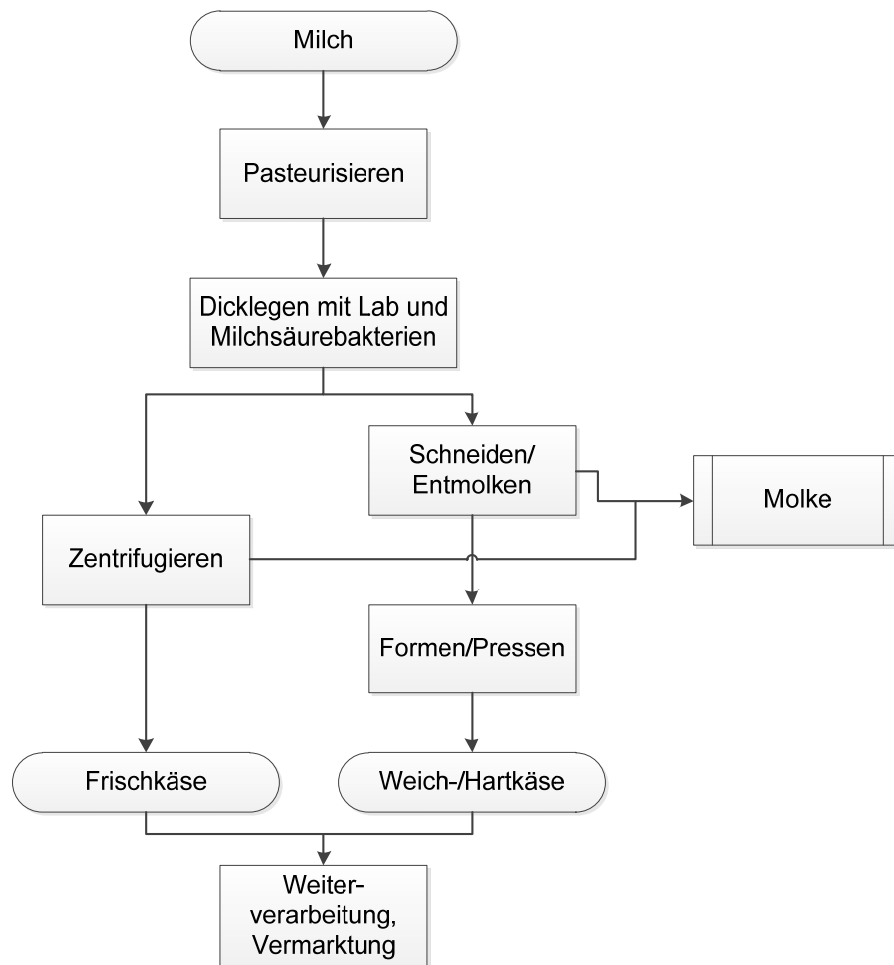


Abbildung 11: Fließschema der Käseherstellung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [23])

Der eigentlich hauptsächliche „Reststoff“ in der Milchverarbeitung ist die Molke (Abbildung 11), wobei die Molke nicht unbedingt als Reststoff, sondern vielmehr als Nebenprodukt zu bezeichnen ist. Die Molke entsteht, wenn die pasteurisierte Milch zu Käse verarbeitet wird. Nach der Dicklegung der Milch erfolgen Schnitte im Bruch, die zur Synärese – zum Austritt der Molke – führen. Je nach gewünschtem Produkt fällt mehr oder weniger Molke an und die nachfolgende Bearbeitung ist unterschiedlich.

Neben der Molke fallen in der Branche der Milchverarbeitung auch geringe Mengen an sogenannter Spülmilch an. Die Spülmilch ist ein Gemisch von Milchresten und Wasser, die bei der Durchspülung der Rohrleitung bei einem Produktwechsel in der Industrie entsteht.

Molke besteht zu knapp 94% aus Wasser und besitzt einen geringen Kohlenhydrat- und Fettgehalt. Der Eiweiß- und Vitamingehalt der Molke ist

hingegen hoch. Die derzeitige Verwendung der Molke ist vielseitig. Zum größten Teil wird die Molke in Pulverform in der Schweinemast als günstiges, eiweißreiches Futtermittel verwendet. Molke kann und wird jedoch auch industriell in der Lebensmittel- oder Kosmetikbranche verarbeitet. Die Verwertung in einer Biogasanlage ist ebenso üblich.

Die Spülmilch besitzt einen wässrigen Charakter. Eine genaue Zusammensetzung der Spülmilch ist nicht bekannt. Verwertet wird die Spülmilch meist durch die Verfütterung an Schweine oder in der Biogasanlage.

Bestimmung der Menge an branchenspezifischen Reststoffen

Die Datenerhebung in der Branche „Milchverarbeitung“ wurde durch eine sehr geringe Interviewteilnahme der angefragten Lebensmittelfirmen erschwert. Die Rücklaufquote lag bei ca. 6%. Auf Grundlage der geführten Interviews konnte jedoch ein ungefährender Reststofffaktor für die Molke und die Spülmilch ermittelt werden, der anschließend mit verfügbaren Zahlen über die verarbeitete Milchmenge vom Statistischen Bundesamt verrechnet werden konnte. Diese Hochrechnung basiert auf deutschlandweiten Daten und Zahlen. Eine Regionalisierung war aufgrund der unvollständigen Datenlage und der Gewährung der Anonymität der teilnehmenden Firmen nicht möglich.

Der Anteil entstehender Molke liegt je nach Endprodukt (verschiedene Käsesorten) bei ca. 60-90% der Menge des eingesetzten Rohstoffs. Bei der Spülmilch wurde von einem Reststofffaktor von ca. 0,3% der eingesetzten Menge Milch ausgegangen. In Relation zu der eingesetzten Menge Milch für die jeweiligen Produkte konnte somit eine **Gesamtmenge an biogenen Reststoffen aus der deutschen Milchbranche von ca. 800 000 Mg TS/a** ermittelt werden (Tabelle 9).

Tabelle 9: Ermittelte Reststoffmengen der Milchverarbeitung in Deutschland in Mg TS/a

Land	Anzahl der identifizierten Lebensmittelfirmen	Reststofffraktion	Menge an Reststoffen in Mg TS/a
Deutschland	119	Molke	780 500
		Spülmilch	2 800
GESAMT			783 300

Die Validität der ermittelten Daten ist als hoch einzustufen. Durch die Erhebungsmethode wurde die gesamte milchverarbeitende Industrie in Deutschland mit einbezogen. Die Menge an Reststoffen wurde mithilfe von zuverlässigen Zahlen aus Statistiken und selbst ermittelten Reststofffaktoren erhoben.

Kapazitäten, die „umsteuerbar“ sind prinzipiell vorhanden. Die Verwendung der Reststoffe in der Schweinemast könnte durch eine höherwertige Verwertung ersetzt werden. Eine breitere Verwendung der Molke in der industriellen Verwertung ist vorstellbar.

2.2.6 Mahl- und Schälmmühlen, Herstellung von Stärke und Stärkederivaten

Die Stärkeindustrie macht in Deutschland einen Jahresumsatz von ca. 7,5 Mrd. € (2007) [39]. Die Mühlenbranche erwirtschaftet einen jährlichen Umsatz von knapp 2,5 Mrd. € [40]. Gemeinsam machen diese beiden Industrien also einen bedeutenden Teil des Gesamtumsatzes der Ernährungsbranche in Deutschland aus.

Die deutschen Mühlen vermahlen im Jahr ca. 8 Mio. Mg Weizen und Roggen zu knapp 6,5 Mio. Mg Mehl. Der Pro-Kopf-Verbrauch an Mahlerzeugnissen liegt in Deutschland bei ca. 68 kg im Jahr (2010/2011) [40].

In der deutschen Stärkeindustrie werden ca. 4,4 Mio. Mg Rohmaterial zu ungefähr 1,5 Mio. Mg Stärke verarbeitet. Der Verbrauch an Stärke lässt sich in die Sparten Non-Food und Food einteilen, wobei der Food-Bereich in Deutschland mit einem Verbrauch von ca. 60% (2008) der produzierten Stärke leicht dominiert [39].

Identifizierung der relevanten Lebensmittelfirmen

In der Branche „Mahl- und Schälmmühlen, Herstellung von Stärke und Stärkederivaten“ wurden insgesamt 85 Firmen identifiziert. Bei der Erfassung wurde die Mitarbeitergrenze auf 20 Beschäftigte reduziert, um eine repräsentative Gruppengröße zu erlangen.

Unter die kleinen und mittelständischen Unternehmen mit einer maximalen Mitarbeiterzahl von 250 Beschäftigten fielen insgesamt 75 Unternehmen. Zwischen 250 und 500 Mitarbeitern wurden 6 Unternehmen identifiziert und nur 4 Unternehmen besaßen über 500 Mitarbeiter. Der Schwerpunkt dieser Branche lag demnach eher in der Vermahlung in kleineren mittelständischen Betrieben. Die Vermahlungskapazität der Großmühlen lag allerdings weit über der der KMU. Die Bundesländer Bayern und Nordrhein-Westfalen bilden die regionalen Schwerpunkte der Branche (Abbildung 12).

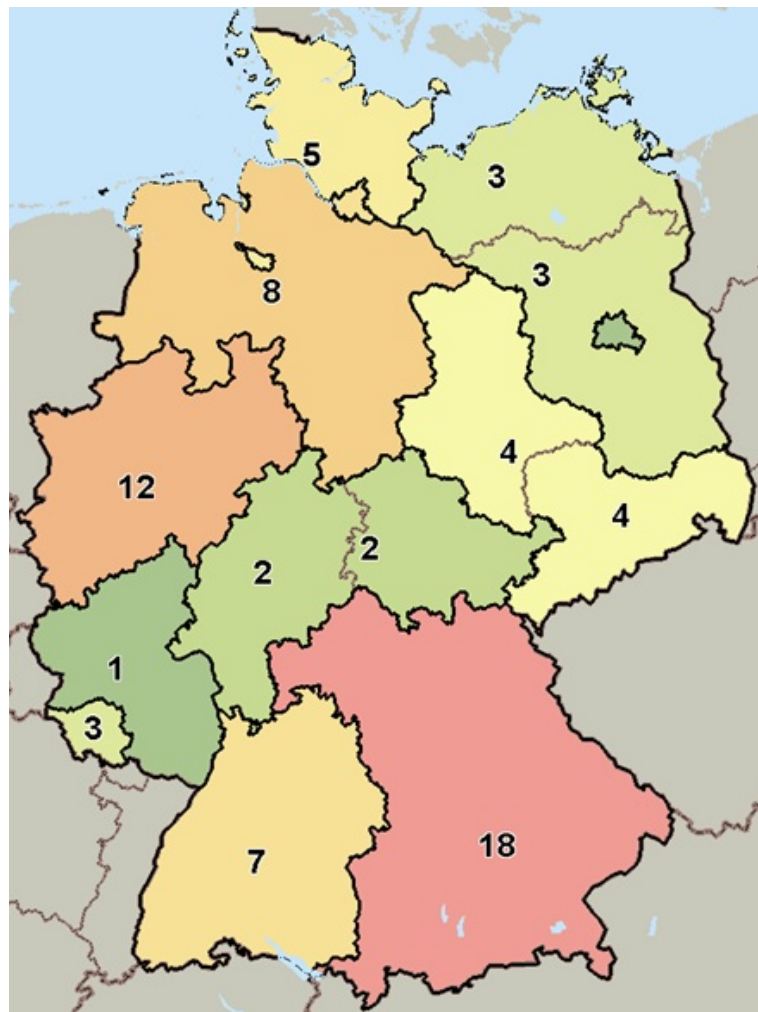


Abbildung 12: Verteilung der Lebensmittelfirmen mit der jeweiligen Anzahl an Firmen der Branche "Mahl- und Schälsmühlen, Herstellung von Stärke und Stärkeerzeugnissen" nach Bundesländern

(Legende: Färbung des Bundeslandes: grün: geringe Anzahl an Firmen, gelb: mittlere Anzahl an Firmen, rot: hohe Anzahl an Firmen, erstellt mit Microsoft® MapPoint 2011)

Entstehungsprozess, Inhaltsstoffe und derzeitige Verwendung der Reststoffe

Bei der Verarbeitung von Getreide zu Mehl fällt zum größten Teil Kleie an. Die Vermahlung des Getreides verläuft mehrstufig. Siebschritte zwischen

den einzelnen Vermahlungsstufen führen zu den Produkten Schrot, Grieß, Dunst und Mehl, als Reststoff nach der Siebung tritt die Kleie auf. Zu Beginn des Prozesses fallen bei der Reinigung des Getreides Stäube in geringen Mengen an (Abbildung 13).

Die Kleie besteht hauptsächlich aus Ballaststoffen und Cellulose sowie Hemicellulose (letztere zählen beide zu den Ballaststoffen). Üblicherweise wird sie als Futtermittel genutzt. Durch den Reichtum an Ballaststoffen wird Kleie aber auch in der menschlichen Ernährung genutzt. Die Stäube hingegen haben neben den organischen auch anorganische Anteile und werden deshalb größtenteils verbrannt. Eine höherwertige Verwertung dieser Reststofffraktion ist derzeit nicht üblich und für die Unternehmen aufgrund von Personal- und Zeitmangel schwierig zu bewerkstelligen.

Stärke wird in Deutschland aus Mais, Kartoffeln und Weizen produziert. Im Laufe des Verarbeitungsprozesses entstehen eiweißhaltige Reststofffraktionen, die hauptsächlich als Futtermittel eingesetzt werden (Abbildung 14 bis Abbildung 16).

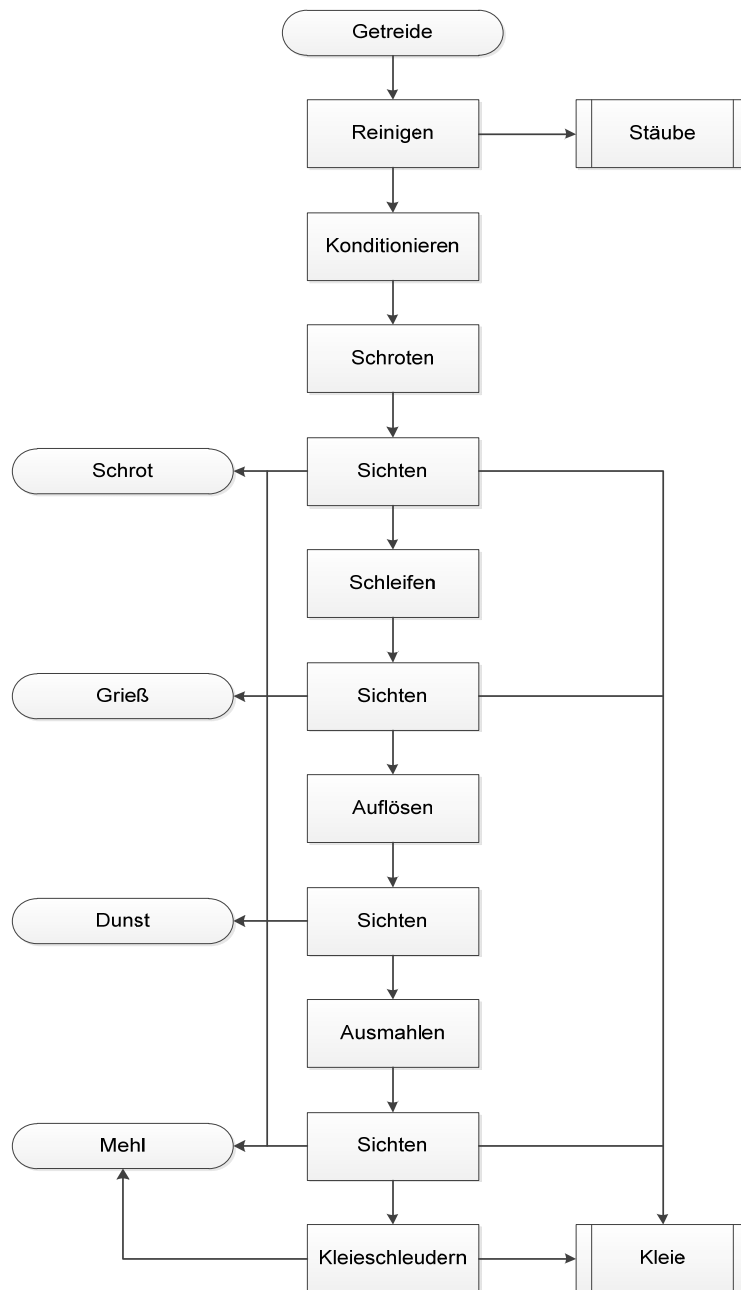


Abbildung 13: Fließschema der Mehlerstellung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [23])

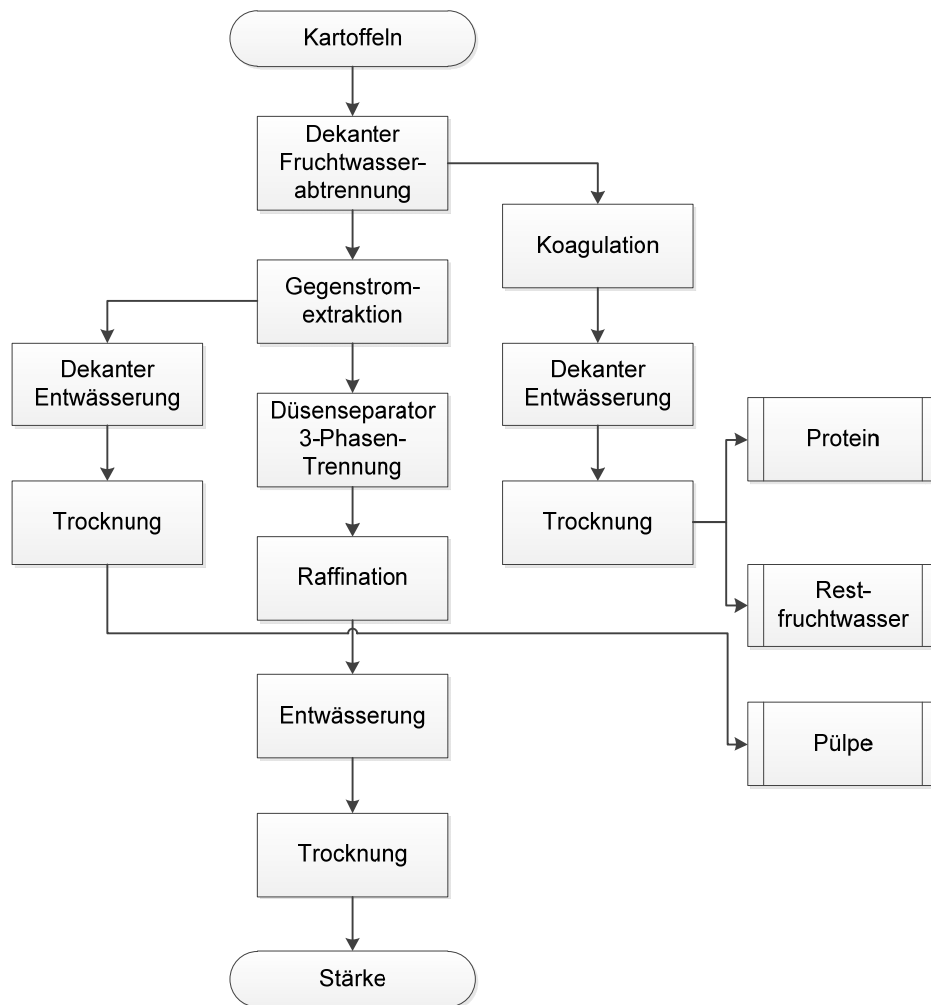


Abbildung 14: Fließschema der Kartoffelstärkeherstellung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [22])

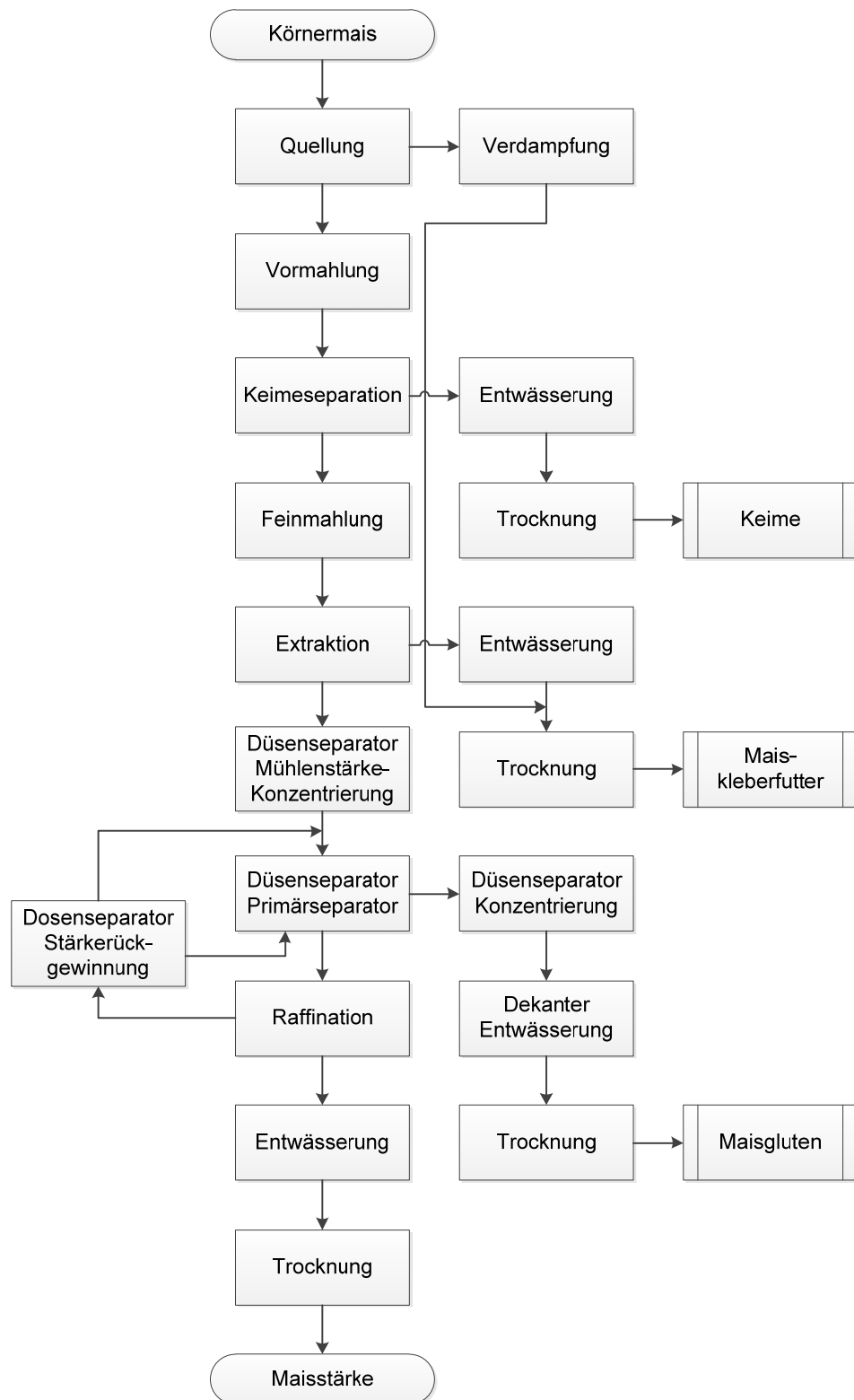


Abbildung 15: Fließschema der Maisstärkeherstellung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [22])

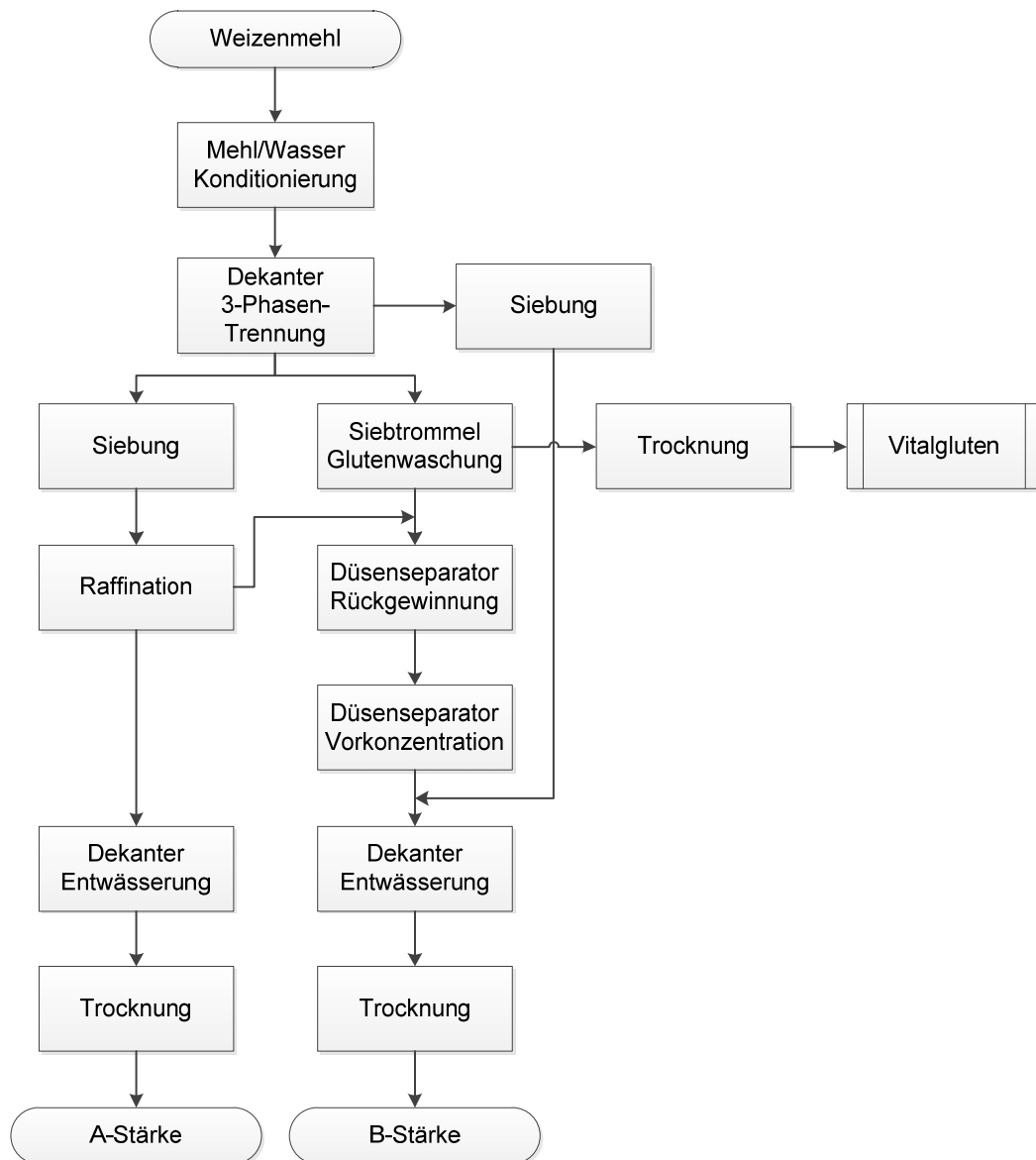


Abbildung 16: Fließschema der Weizenstärkeherstellung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [22])

Bestimmung der Menge an branchenspezifischen Reststoffen

Die Bestimmung der Reststoffmengen aus der deutschen Getreideverarbeitung basiert zum größten Teil auf statistischen Daten und Unternehmensdaten, die im Internet veröffentlicht wurden. Durch die Interviewmethode konnten in dieser Branche wegen geringer Teilnahme der Firmen keine statistisch zuverlässigen Daten erhoben werden.

Tabelle 10: Ermittelte Reststoffmengen der Getreideverarbeitung auf regionaler bzw. Deutschlandebene in Mg TS/a

Deutschlandebene in Mg TSt/a					
Bundesland	Region	Anzahl der identifizierten Lebensmittelfirmen		Menge an Reststoffen [Mg TS/a]	
				Getreide- vermahlung	Stärke- industrie
Bremen	Nord	5	37	269 030	312 000
Niedersachsen		8			
Nordrhein- Westfalen		12		329 160	
Hamburg		7			
Schleswig- Holstein		5		48 250	
Berlin	Ost	1	17		
Brandenburg		3			
Mecklenburg- Vorpommern		3		172 530	
Sachsen- Anhalt		4			
Sachsen		4		40 880	
Thüringen		2		53 450	
Baden- Württemberg	Süd	7	31	156 410	
Bayern		18		233 000	
Hessen		2		48 060	
Saarland		3			
Rheinland- Pfalz		1		79 080	
GESAMT		85		1 429 850	312 000
				1 741 850	

Mithilfe der veröffentlichten Angaben über die Vermahlungsmenge der Getreide in Deutschland und den Bundesländern sowie der Angabe der jeweiligen Mehlausbeute konnte ein Reststofffaktor von 20-25% Kleie ermittelt werden. Der Reststofffaktor für die anfallenden Stäube bei der Getreidereinigung konnte aus den Interviews ermittelt werden und liegt bei ca. 1% des Gesamtvolumens der Vermahlung. Eine grobe Regionalisierung wurde durch die statistischen Angaben ermöglicht. Die Trockensubstanz der Kleie liegt bei ca. 85-88%.

Die Reststoffmengen, die in der deutschen Stärkeindustrie entstehen, waren schwieriger zu erheben. Die Angaben über ungefähre Art und Menge der Reststoffe beruhen hauptsächlich auf Aussagen des Fachverbandes. Obwohl es nur wenige stärkeproduzierende Unternehmen in Deutschland gibt (8 Firmen) und eine Berechnung der jeweils produzierenden Reststoffmenge

mithilfe der verarbeiteten Rohstoffmenge prinzipiell möglich gewesen wäre, konnte eine Regionalisierung nicht erfolgen. Nicht jede der Firmen hat die jeweiligen Vermahlungsmengen auf ihrer Homepage veröffentlicht. Aus diesem Grund konnte nur eine Gesamtzahl der Reststoffe aus der Stärkeproduktion für Deutschland angegeben werden. Um die Menge an Reststoffen auf ihre Trockensubstanz zu beziehen, wurde mit einer TS von ca. 10% gerechnet.

Die ermittelten Ergebnisse der Reststoffmengen aus der deutschen Getreideverarbeitung sind in Tabelle 10 dargestellt. Während bei der Getreidevermahlung der Großteil der Reststoffmenge mit 1,4 Mio. Mg anfällt, steuert die Stärkeindustrie ca. 310 000 Mg Reststoffe hinzu. **Die getreideverarbeitende Industrie produziert in Deutschland demnach eine Reststoffmenge von ca. 1,74 Mio. Mg TS/a.**

Die Validität der erhobenen Reststoffmengen ist als solide einzustufen. Während die Zahlen aus der Getreidevermahlung sehr verlässlich sind, da große Teile der Erhebung mithilfe statistischer Dienste durchgeführt wurden, konnten die erhobenen Reststoffmengen der Stärkeindustrie nicht zuverlässig erhoben werden. Es bestehen Unsicherheiten in der wirklichen Menge der Reststoffe aus der stärkeproduzierenden Industrie.

„Umsteuerbare“ Kapazitäten der anfallenden Reststoffe dieser Branche für eine höherwertige Verwertung sind prinzipiell vorhanden. Da die Reststoffe (Kleie) dieser Branche größtenteils als Futtermittel verwendet werden, kann, solange die Futtermittelindustrie darunter nicht leidet, eine alternative Verwendung der Reststoffe angestrebt werden. Die Menge an anfallenden Stäuben, die bei ca. 80 000 Mg/a liegt, bietet definitiv eine Möglichkeit, andere Verwertungswege einzuschlagen. Hier sehen die Unternehmen auch einen großen Handlungsbedarf, gerade in Bezug auf die Wirtschaftlichkeit bei der Verwertung dieser Reststofffraktion.

2.2.7 Herstellung von Back- und Teigwaren

Die Herstellung von Back- und Teigwaren gehört mit einem jährlichen Umsatz von ca. 13 Mrd. € zu den wichtigsten Lebensmittelindustrien Deutschlands. Der jährliche Pro-Kopf-Verbrauch an Back- und Teigwaren

liegt in Deutschland bei ca. 83 kg (2011). Über 300 verschiedene Sorten Brot und 1 200 Sorten Kleingebäck werden in Deutschland produziert ([41], [42]).

Identifizierung der relevanten Lebensmittelfirmen

Der regionale Schwerpunkt der Branche „Herstellung von Back- und Teigwaren“ liegt im Nord-Westen und im Süden Deutschlands (Abbildung 17).

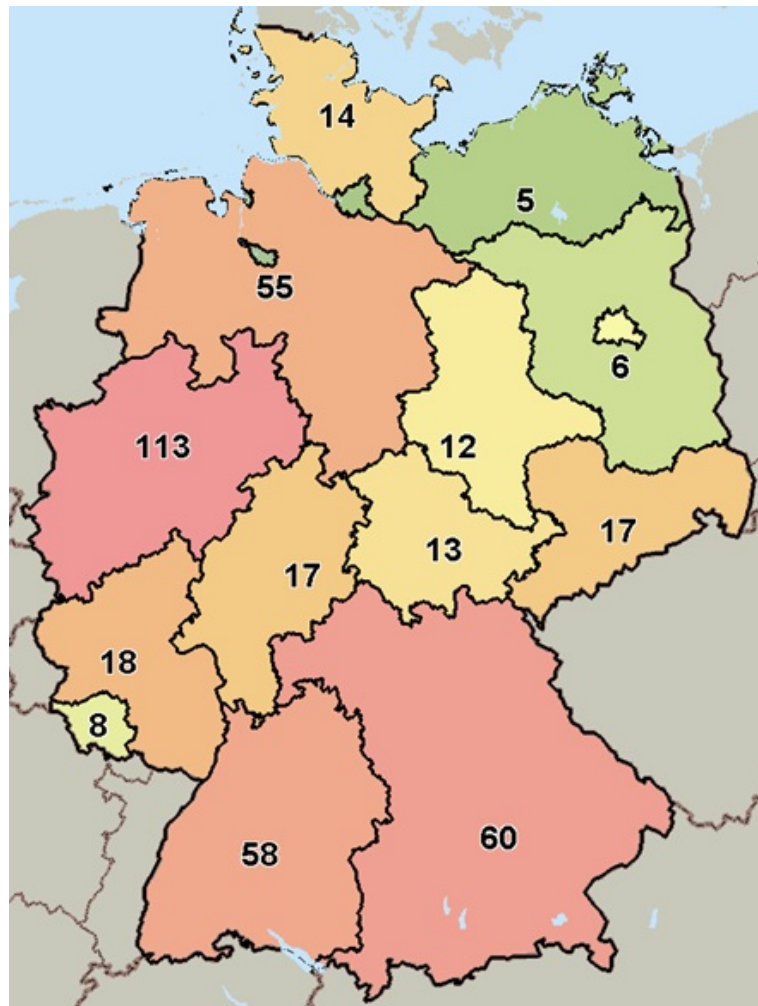


Abbildung 17: Verteilung der Lebensmittelfirmen mit der jeweiligen Anzahl an Firmen der Branche "Herstellung von Back- und Teigwaren" nach Bundesländern

(Legende: Färbung des Bundeslandes: grün: geringe Anzahl an Firmen, gelb: mittlere Anzahl an Firmen, rot: hohe Anzahl an Firmen, erstellt mit Microsoft® MapPoint 2011)

Die Identifizierung der relevanten Lebensmittelfirmen ergab eine Gesamtzahl an Unternehmen von 410. Davon waren 276 Firmen den KMU zuzuordnen, 76 den Unternehmen mit 250-500 Mitarbeiter und 58 Firmen den Unternehmen mit einer Mitarbeiterzahl von über 500 Beschäftigten. Bezüglich der Firmenanzahl lag der Schwerpunkt dieser Industrie demnach

eher bei den kleinen und mittelständischen Unternehmen. Großbäckereien sind in Deutschland weitaus weniger vorhanden.

Die Backwaren werden jedoch hauptsächlich in den Großbäckereien produziert und dann zu den kleineren Bäckereien und Backwarenverkäufern geliefert. Aus diesem Grund fallen in den Großbäckereien mehr Reststoffe an als in den kleineren Betrieben.

Entstehungsprozess, Inhaltsstoffe und derzeitige Verwendung der Reststoffe

Für die Herstellung von Back- und Teigwaren werden diverse Rohstoffe benötigt. Der wichtigste Rohstoff ist das Mehl, das aus Getreide hergestellt wird. In dieser Branche handelt es sich bei dem Mehl um einen Rohstoff, weshalb die Reststoffe aus der Mehlproduktion nicht zu den Reststoffen aus der Branche der Back- und Teigwaren gehören. Die üblichen Reststoffe dieser Branche sind Teig- und Schnittreste aus der Produktion und Rest- oder Rückbrote von den Bäckereien (Abbildung 18 und Abbildung 19). Hierunter sind die Reste zu verstehen, die am Ende des Tages bei den Bäckereien noch nicht verkauft wurden.

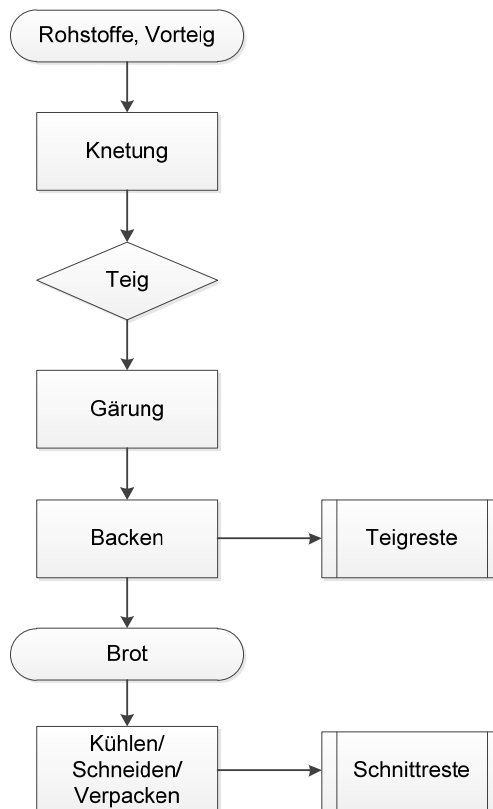


Abbildung 18: Fließschema der Brotherstellung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [24])

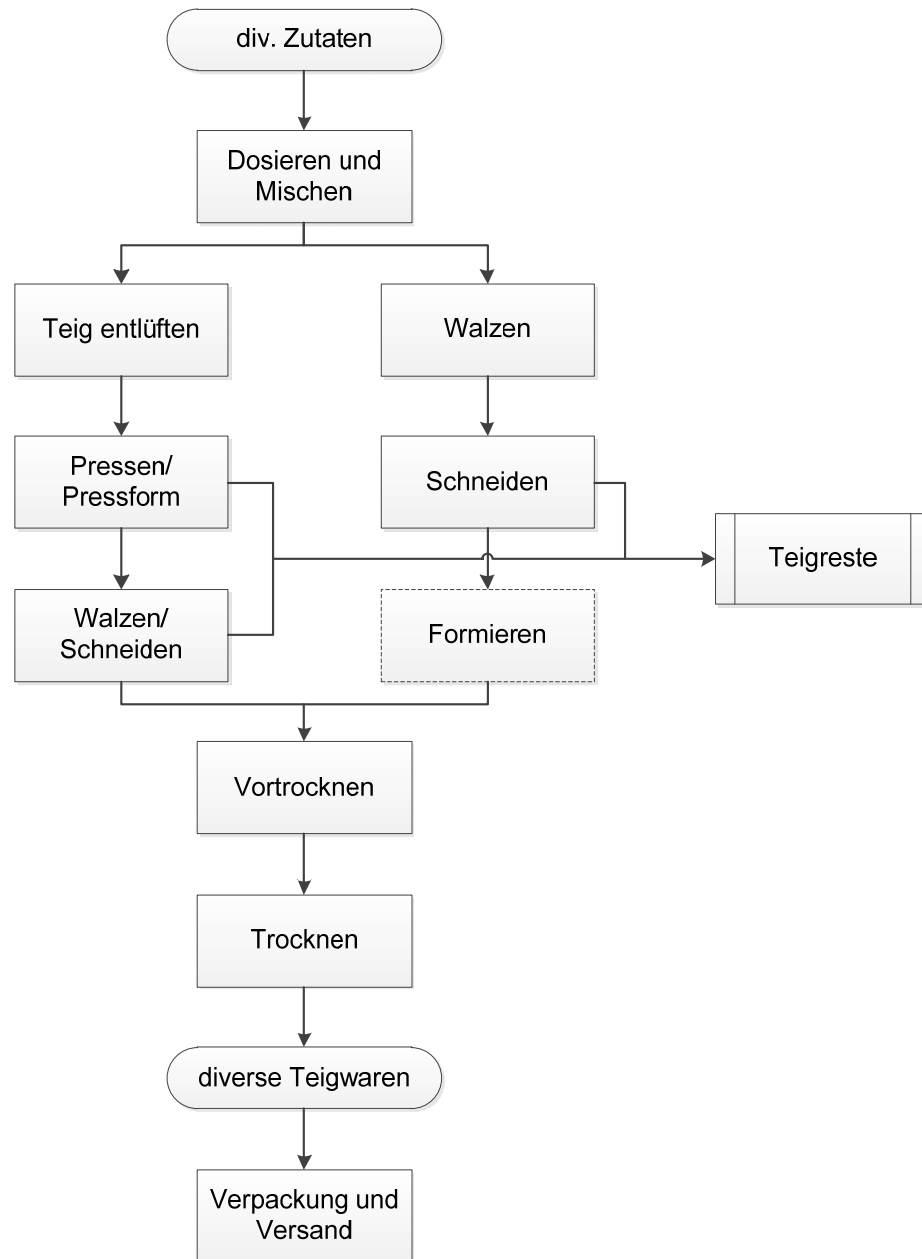


Abbildung 19: Fließschema der Teigwarenherstellung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [24])

In bestimmten Fällen kann das anfallende Restbrot in der aktuellen Produktion wiederverwendet werden. Der übrige Rest dieser Brote wird zum größten Teil verfüttert. Hierzu ist in einigen Fällen noch eine zusätzliche Aufarbeitung, wie z.B. das Entpacken von bereits verpacktem Brot, notwendig, was zusätzliche Kosten verursacht. Das (Rück-)Brot besteht durchschnittlich aus ca. 40-50% Kohlenhydraten, 6-8% Protein, ~1% Fett und ungefähr 4-8% Ballaststoffen.

Bestimmung der Menge an branchenspezifischen Reststoffen

Die Ermittlung der Reststoffmengen aus der Branche „Herstellung von Back- und Teigwaren“ war schwierig zu realisieren. Einen Reststofffaktor über den ungefähren Anfall von Teig- und Schnittresten in der Produktion von Back- und Teigwaren ist bisher noch nicht veröffentlicht worden und konnte auch nicht berechnet werden.

Da die Industrie generell daran interessiert ist, so wenig Verlust wie möglich zu haben, kann davon ausgegangen werden, dass die Menge an Teig- und Schnittresten relativ gering ist, da die Prozesse möglichst ressourcensparend optimiert worden sind. Trotzdem anfallende Teigreste können, wenn alle Hygiene- und weitere Kriterien erfüllt sind, durchaus wieder zum rohen Teig hinzugefügt werden. Die anfallenden Schnittreste beim Brot oder Bruch in der Teigwarenproduktion können als „zweite Wahl“ verkauft werden.

Die Menge an Rück- oder Restbrot, das in Deutschland anfällt, war aufgrund der fehlenden Interviews nicht zu erheben. Eine Literaturrecherche hat nur wenige Angaben über Rückbrotmengen in Deutschland erbracht. Nach Martens (2001) liegt die Menge an Rückbrot zwischen 8 und 10% der deutschen Gesamtproduktion an Backwaren. **Auf Basis einer vorgenommenen Schätzung der Brotproduktionsmenge (über den Mehleinsatz), sollte die Menge an Rück- und Restbrot in Deutschland danach bei ca. 600 000 Mg/a liegen [43]. Bei einer angenommenen Trockensubstanz des Altbrottes von 78% [44] fallen also ca. 470 000 Mg TS/a an Rück- und Restbrot an.**

Die Validität und Belastbarkeit der Daten ist als eher niedrig einzustufen. Eine Erhebung durch Interviews, um die angegebenen Zahlen gegebenenfalls zu überprüfen oder optimieren, konnte aufgrund der geringen Rücklaufquote bei der Firmenbefragung nicht realisiert werden.

Die Menge an „umsteuerbaren“ Kapazitäten kann nicht genau beziffert werden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass eine alternative und höherwertige Verwertung der Rück- und Restbrote durchaus möglich und sinnvoll ist. Da es derzeit keine etablierten Verwertungswege für die Rück-

und Restbrote gibt, stehen nahezu 100% der anfallenden Brotmenge in dieser Branche für eine höherwertige Verwertung zur Verfügung.

2.2.8 Herstellung von sonstigen Nahrungsmitteln

Die Branche „Herstellung von sonstigen Nahrungsmitteln“ umfasst die Herstellung von Zucker und Süßwaren, Kaffee und Tee, Würzmitteln, Fertiggerichten, sowie von begrenzt haltbaren Lebensmitteln und Spezialitäten. Einzelne Unterklassen werden auf Grund ihrer Heterogenität gesondert betrachtet.

2.2.8.1 Herstellung von Zucker

In dieser Unterklasse werden die Raffination von Zucker und daraus erzeugte Zuckerarten erfasst. Der Anbau von Zuckerrüben ist seit mehr als 200 Jahren die Grundlage für die Erzeugung von Zucker in Deutschland. Im Wirtschaftsjahr 2011/12 wurden in ca. 32 000 Betrieben auf einer Fläche von ~357 000 ha Zuckerrüben angebaut. Die dort geernteten Zuckerrüben wurden in den 20 deutschen Zuckerfabriken zu Zucker verarbeitet. Aus 27 Mio. Mg Zuckerrüben wurden in der Kampagne 2011/2012 ca. 4,8 Mio. Mg Zucker produziert ([45], [46]).

Identifizierung der relevanten Lebensmittelfirmen

Deutschlandweit wurden 4 zuckerverarbeitende Unternehmen identifiziert, die 20 Werke zur Zuckerherstellung besitzen [45]. Die Werke konzentrieren sich auf Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen, Bayern und Sachsen-Anhalt (Abbildung 20). Die größte Reststoffmenge fällt demnach in Nordrhein-Westfalen an.

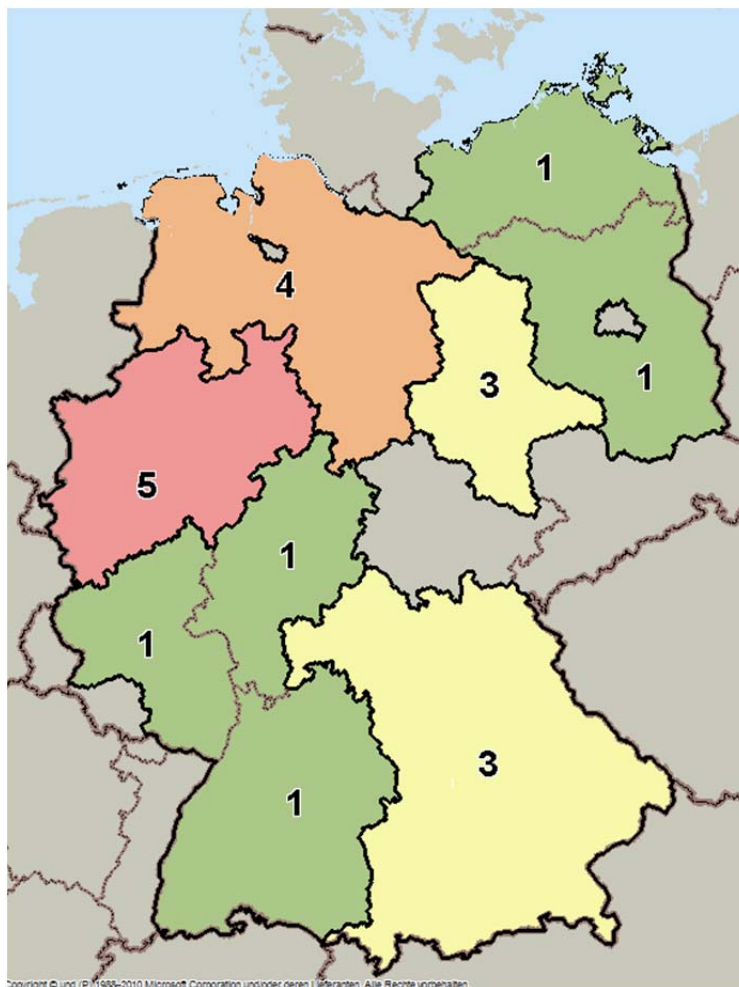


Abbildung 20: Verteilung der Lebensmittelfirmen mit der jeweiligen Anzahl an Firmen der Branche "Verarbeitung von Zucker" nach Bundesländern

(Legende: Färbung des Bundeslandes: grün: geringe Anzahl an Firmen, gelb: mittlere Anzahl an Firmen, rot: hohe Anzahl an Firmen, erstellt mit Microsoft® MapPoint 2011)

Entstehungsprozess, Inhaltsstoffe und derzeitige Verwertung der Reststoffe

Biogene Reststoffe entstehen an vielen Stellen während der Aufarbeitung der Zuckerrüben (Abbildung 21). Diese werden je nach Verwendung entweder gemeinsam oder strikt getrennt gesammelt (und weiterverwertet). Es entstehen Rübenenerde und Rübenkleinteile, Rübenschnitzel nach der Extraktion und Melasse. Die Rübenenerde wird wieder auf die Felder ausgebracht. Der überwiegende Teil der Reststoffe wird auf Grund der enthaltenen Nährstoffe (Tabelle 11) in der Futtermittelindustrie verarbeitet. Geringe Teile der Rübenschnitzel werden kompostiert oder exportiert. Ein Teil der Melasse wird zur Herstellung von Hefe, in der Biotechnologie- oder Pharmaindustrie sowie in Brennereien als Sekundärrohstoff eingesetzt.

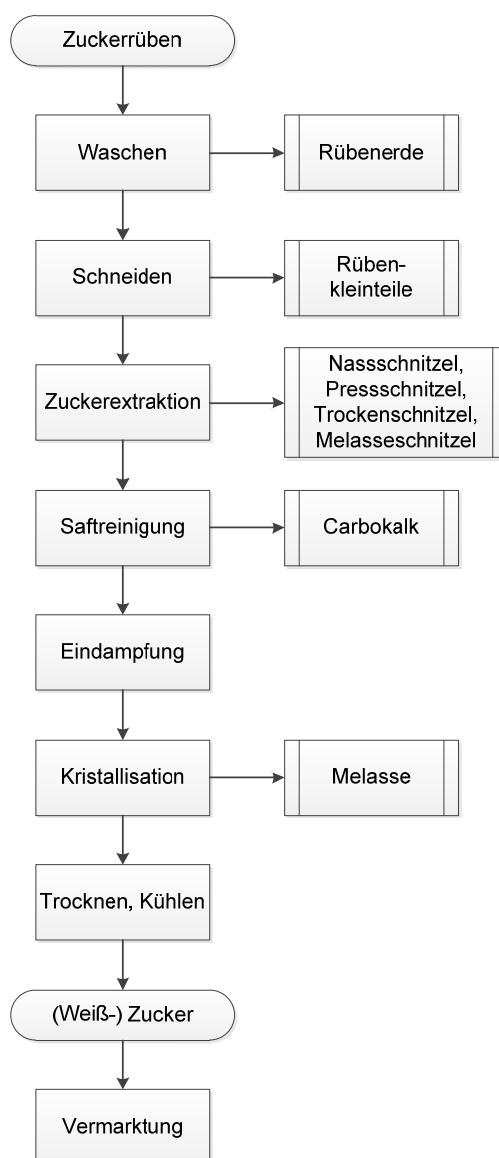


Abbildung 21: Fließschema der Rübenzuckerherstellung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [24])

Tabelle 11: Inhaltsstoffe unterschiedlicher biogener Reststoffe der Zuckerproduktion

	Rübenkleinteile	Melasse	Melasseschnitzel	Pressschnitzel
Trockensubstanz [g/kg]	170	770	890	280
Aschegehalt [%]	25	19	30	30
Rohprotein [g/kg TS]	75	139	97	84
Rohfaser [g/kg TS]	102	0	146	180
Rohfett [g/kg TS]	3	2	8	4

Bestimmung der Menge an branchenspezifischen Reststoffen

Die Menge der ermittelten Reststoffe aus der Zuckergewinnung setzt sich aus unterschiedlichen Fraktionen zusammen. Die Daten wurden aus Interviews mit der Wirtschaftlichen Vereinigung Zucker e.V. [45] und den

Kapazitätsdaten der einzelnen Zuckerfabriken ermittelt und geben die Daten der Kampagne 2011/2012 wieder. Die größten Mengen an biogenen Reststoffen aus der Zuckerproduktion fallen in Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Nordrhein-Westfalen an (Tabelle 12). Gemeinsam fallen in diesen Bundesländern rund 65% der Reststoffe dieser Branche an.

Tabelle 12: Ermittelte Reststoffmengen der Zuckerverarbeitung auf regionaler bzw. Deutschlandebene in Mg TS/a

Deutschland insgesamt in Mg TS/a				
Bundesland	Region	Anzahl der Unternehmen		Menge an Reststoffen [Mg TS/a]
Bremen	Nord	0	9	1 397 200
Hamburg		0		
Niedersachsen		4		
Nordrhein-Westfalen		5		
Schleswig-Holstein		0		
Berlin	Ost	0	5	826 200
Brandenburg		1		
Mecklenburg-Vorpommern		1		
Sachsen		0		
Sachsen-Anhalt		3		
Thüringen		0		
Baden-Württemberg	Süd	1	6	873 100
Bayern		3		
Saarland		0		
Hessen		1		
Rheinland-Pfalz		1		
GESAMT		20		3 096 500

Die Gesamtmenge an biogenen Reststoffen aus der Zuckerproduktion beträgt rund 3 096 500 Mg TS/a.

Die Validität und Belastbarkeit der Daten ist aufgrund der Tatsache, dass in dieser Branche Gesamterntedaten, die Produktionskapazitäten der verarbeitenden Unternehmen und Interviewdaten des Bundesverbandes vorliegen, als hoch einzustufen.

Für die Nebenprodukte bzw. biogenen Reststoffe existieren etablierte Verwertungswege. Die in der Tabelle 13 genannten Mengen an Pressschnitzeln könnten einer höherwertigen Verwertung zugeführt werden, ohne Auswirkungen auf den Futtermittelmarkt befürchten zu müssen [45]. Gleiches gilt für Teile der zur Ausfuhr bestimmten Trockenschnitzel. Nach

Interviewdaten liegt die „umsteuerbare“ Kapazität hier bei rund 350 000 Mg TS/a.

Tabelle 13: Ermittelte Reststoffmengen der Zuckerindustrie bezogen auf die Trockensubstanz

Reststofffraktion	Menge [Mg TS/a]
Melasse	585 800
Melasseschnitzel	1 310 300
Pressschnitzel	328 700
Trockenschnitzel	24 600
Nassschnitzel	4 400
Rübenkleinteile	27 600
Carbokalk	815 100
GESAMT	3 096 500

2.2.8.2 Herstellung von Süßwaren

In dieser Unterklasse werden die Herstellung von Kakao und Kakaoerzeugnissen, Schokoladenwaren, Zuckerwaren, Kaugummi und Dragees erfasst. Die deutsche Süßwarenindustrie nimmt mit einem Anteil von rund 8% am Umsatz der deutschen Ernährungsindustrie einen führenden Rang ein [17].

Identifizierung der relevanten Lebensmittelfirmen

Laut dem Bundesverband der Süßwarenindustrie (BDSI, [47]) beschäftigen sich 94 Hersteller mit der Produktion von Schokolade und 89 mit der Produktion von Süßwaren. Mittels der Hoppenstedt-Firmendatenbank wurden insgesamt 85 Unternehmen gefunden, die den vorgegebenen Kriterien entsprachen. Diese verteilen sich auf 88 produzierende Standorte (Tabelle 14). 17 Unternehmen stellen Dragees, Gummi- und Geleeprodukte oder Bonbons her; 8 Unternehmen produzieren Rohmassen für die Weiterverarbeitung. Die Kakaovermahlung wird von 6 Unternehmen (7 Standorte) direkt in Deutschland durchgeführt, wobei 2 davon den Kakao direkt weiterverarbeiten. 53 Unternehmen produzieren Schokolade, Halbfabrikate oder kakaohaltige Lebensmittel und 3 weitere Unternehmen produzieren Brotaufstriche aus Honig und Zuckerrüben. 5% der identifizierten und angeschriebenen Unternehmen haben in einem Interview Reststoffdaten übermittelt. Durch Internetrecherchen wurden weitere 30% der Unternehmen in die Berechnung mit eingebunden.

Entstehungsprozess, Inhaltsstoffe und derzeitige Verwertung der Reststoffe

Biogene Reststoffe entstehen, je nach Art der herzustellenden Süßwaren, in unterschiedlichen Produktionsschritten (Abbildung 22 und Abbildung 23). Diese werden in den meisten Fällen gemeinsam gesammelt (und weiterverwertet). Neben Kakaoschalen entstehen hauptsächlich sogenannte Spülchargen und produktionsbedingte Reststoffe. Inhaltsstoffe und Verwertungswege sind auf Grund der Vielzahl der Unternehmen und deren Produkte sehr unterschiedlich. In den überwiegenden Fällen wurden die Futtermittelindustrie und die thermische Verwertung, bzw. die Herstellung von Brennstoffpellets als Hauptwege angegeben.

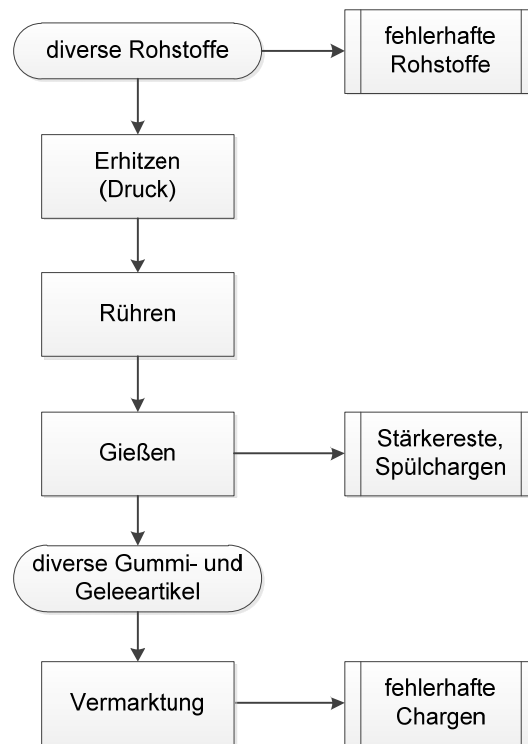


Abbildung 22: Fließschema der Herstellung von Gummi- und Geleeartikeln mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [24])

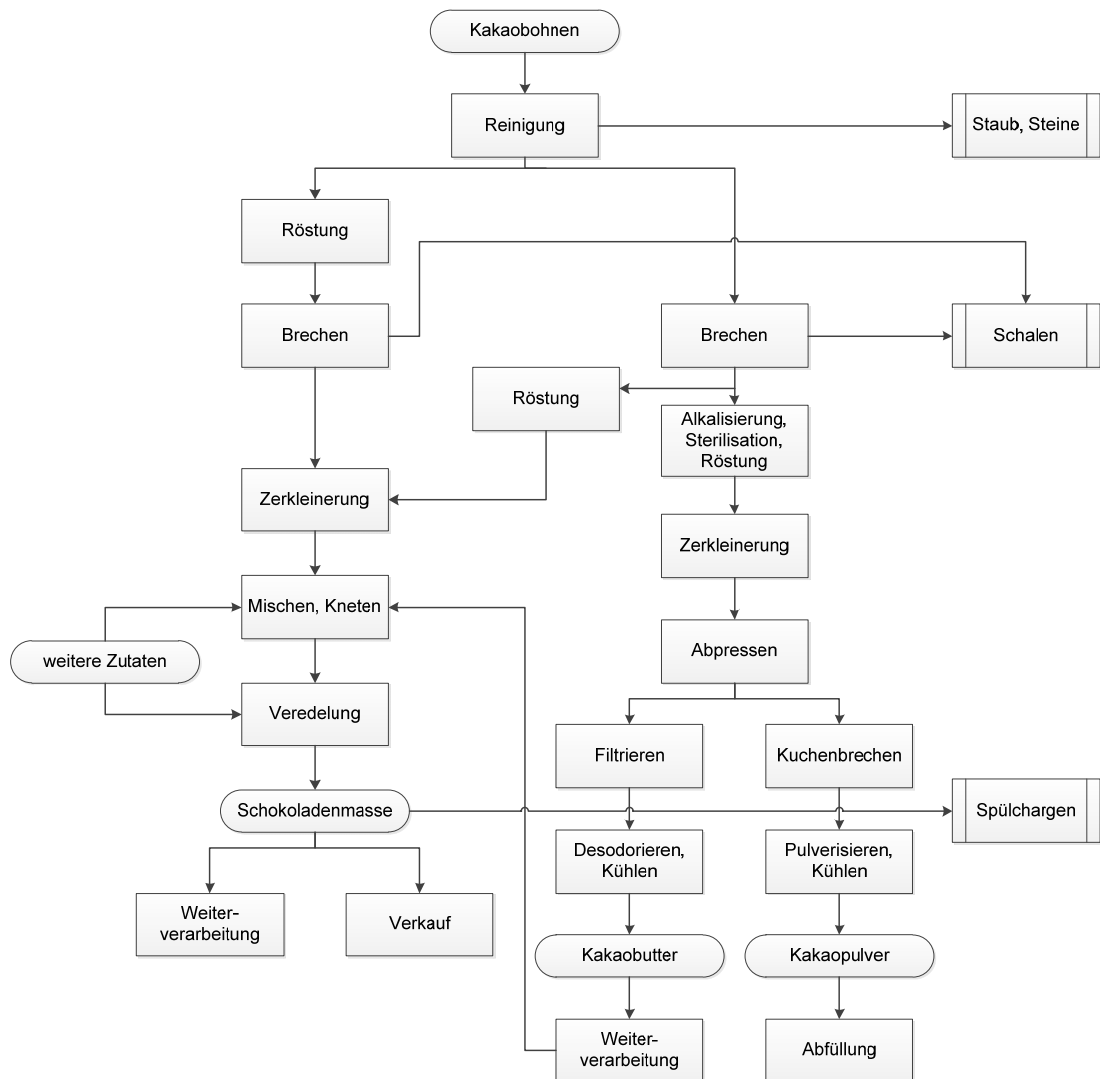


Abbildung 23: Fließschema der Schokoladenherstellung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [24])

Bestimmung der Menge an branchenspezifischen Reststoffen

Die Reststoffe, die branchenweit anfallen, sind fehlerhafte Rohstoffe sowie nicht verkehrsfähige Produktions- und Spülchargen. Keines der beteiligten Unternehmen hat hierzu konkrete Zahlen genannt, so dass diese beiden Unterpunkte nicht in die Berechnung eingeflossen sind. Bei der Produktion von Süßwaren, Bonbons, Gummi- und Geleeartikel, sowie Dragees fallen während des Prozesses nur geringste Mengen an biogenen Reststoffen wie zum Beispiel Stärkereste oder Spülchargen an. Laut Aussage des Branchenführers sind die anfallenden Mengen so gering, dass keine Daten hierzu erhoben werden. Die Reststoffe werden über den Gewerbemüll entsorgt und nicht gesondert gesammelt. Bei der Herstellung von Schokoladenwaren und kakaohaltigen Produkten fallen neben Fehl- und

Spülchargen biogene Reststoffe bei Schokoladenfüllungen wie Marzipan, Nüssen, Waffeln oder Ähnliches in Kleinmengen und auch nicht regelmäßig an. Die mengenmäßig größten Reststoffströme entstehen bei der Produktion von Kakao und Rohmassen. Der Rohkakaoimport [48] betrug für das Jahr 2011 452 000 Mg. Dieser Kakao wurde in Deutschland von 13 Unternehmen geröstet, exportiert oder direkt weiter verarbeitet. Beim Rösten des Rohkakaos entstehen die Schalen (10%, feucht), sowie Fett/Ölfraktionen (0,5%) als Reststoffe [Interviewdaten].

Die Gesamtmenge an biogenen Reststoffen aus der Süßwarenproduktion beträgt rund 47 700 Mg TS/a (Tabelle 14 und Tabelle 15).

Tabelle 14: Ermittelte Reststoffmengen der Süßwarenindustrie auf regionaler bzw. Deutschlandebene in Mg TS/a

Zahl in Klammern: in die Berechnung einbezogene Unternehmen

Bundesland	Region	Anzahl der Unternehmen		Menge an Reststoffen [Mg TS/a]
Bremen	Nord	1	39 (13)	21 270
Hamburg		2		
Niedersachsen		9		
Nordrhein-Westfalen		17		
Schleswig-Holstein		10		
Berlin	Ost	8	19 (8)	10 790
Brandenburg		1		
Mecklenburg-Vorpommern		2		
Sachsen		2		
Sachsen-Anhalt		3		
Thüringen		3		
Baden-Württemberg	Süd	13	30 (10)	15 640
Bayern		13		
Saarland		0		
Hessen		4		
Rheinland-Pfalz		0		
GESAMT		88 (30)		47 700

Tabelle 15: Ermittelte Reststoffmengen der Süßwarenindustrie bezogen auf die Trockensubstanz

*: eine Hochrechnung ist auf Grund der Anzahl der beteiligten Firmen nicht möglich

Reststofffraktion	Menge [Mg TS/a]
Häutchen von Mandeln und Nüssen	2 300
Kakaoschalen	40 500
Fettfraktionen	1 200
Zusätze für gefüllte Schokoladen	~3 700*
GESAMT (ohne Zusätze f. gefüllte Schokoladen)	44 000
GESAMT	>47 700

Die Validität und Belastbarkeit der Daten ist aufgrund der Tatsache, dass die Hochrechnungen und Interviewdaten die Herstellung von Kakao und Rohmassen vollständig widerspiegeln, als hoch einzustufen.

Für die Nebenprodukte bzw. biogenen Reststoffe existieren etablierte Verwertungswege. Die Unternehmen sind jedoch grundsätzlich bereit über Alternativen nachzudenken. Als Hauptkriterium für die Entscheidung über alternative Nutzungskonzepte wurden Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit genannt. Die „umsteuerbare“ Kapazität liegt hier bei rund 40 000 Mg TS jährlich.

2.2.8.3 Verarbeitung von Kaffee und Tee, Herstellung von Kaffee-Ersatz

In dieser Unterklasse werden die Verarbeitung von Kaffee und Tee, sowie die Herstellung von Kaffee-Ersatz erfasst. Dies beinhaltet ebenfalls die Herstellung von entkoffeiniertem Kaffee und die Herstellung von Früchte- oder Kräutertees.

Kaffee und Tee werden deutschlandweit in großen Mengen getrunken. Der Kaffeeverbrauch in Deutschland liegt mit 149 L pro Kopf und Jahr deutlich höher als der Tee-Verbrauch mit 26 L (bundesdeutscher Durchschnitt). Eine Ausnahme hiervon bilden die Ostfriesen mit einem Pro-Kopf-Verbrauch von 290 L/a [49].

Neben ihrer Eigenschaft als Genussmittel sind Kaffee und Tee wirtschaftlich bedeutende Handelswaren. Die deutschen Unternehmen zur Verarbeitung von Kaffee und Tee erwirtschaften etwa 3% des Umsatzes der deutschen Ernährungsindustrie [17].

Kaffee ist nach Erdöl das zweitwichtigste Handelsprodukt. Der weltweit größte Umschlagplatz für dieses wirtschaftlich bedeutende Handelsprodukt ist der Hamburger Hafen. Darüber hinaus tragen die großen Veredelungskapazitäten in Deutschland, sowie die Einkünfte aus der Kaffeesteuer – 2,19 € pro Kilogramm Röstkaffee und 4,78 € pro Kilogramm löslicher Kaffee – insgesamt rund 1 Milliarde Euro zu seiner Bedeutung bei [50].

Auch bei der Veredelung von Tee nimmt Deutschland einen wichtigen Platz ein. Fachkompetenz und Erfahrung der deutschen Tee-Experten, sowie die beiden Tee-Städte Hamburg und Bremen machen Deutschland zu einer Drehscheibe des internationalen Teehandels. Der weltweit größte Umschlagplatz für Tee ist der Hamburger Hafen. Dabei wächst Hamburgs Stellenwert als internationaler Teehandelsplatz, rund 70% aller europaweit gehandelten Tees werden über die Hansestadt umgeschlagen [49].

Identifizierung der relevanten Lebensmittelfirmen

Der Deutsche Kaffeeverband e.V. [50] hat derzeit 110 Mitgliedsunternehmen, die das gesamte Spektrum der Kaffeebranche repräsentieren. Davon sind 53 Unternehmen Röster, 2 Entkoffeinierer und 9 Hersteller von Extraktkaffee. Neben diesen Mitgliedern gibt es noch über 160 Kaffeemanufakturen in Deutschland. Die Röstkapazitäten liegen mit 85% bei 6 Großröstereien, weitere 10% entfallen auf die mittelständischen Unternehmen. Die restlichen 5% des deutschen Kaffeemarktes entfallen auf die rund 200 Privatröstereien und Kaffeemanufakturen mit einer Produktionskapazität <1 000 Mg pro Jahr. Nach den von uns gewählten Kriterien wurden 22 Unternehmen identifiziert (Abbildung 24).

Der Deutsche Teeverband e.V. und die Wirtschaftsvereinigung Kräuter- und Fruchtee e.V. ([48], [51]) haben derzeit 47 Mitgliedsunternehmen, die das gesamte Spektrum des Teehandels und der Verarbeitung repräsentieren. Ca. 80% der importierten beziehungsweise geernteten Mengen werden von 9 Großunternehmen bearbeitet, diese wurden von uns in die Datenbank aufgenommen und angeschrieben.

Auf Grund der Bedeutung der Häfen in den Hansestädten Hamburg und Bremen für diese Branche konzentrieren sich die Unternehmen der Kaffee- und Teeverarbeitung im Norddeutschen Raum –Niedersachsen, Hamburg und Bremen– (Abbildung 24). Eine hohe Dichte von Verarbeitern findet sich ebenfalls in Bayern. Auch Berlin besitzt eine Vielzahl an Kaffeeröstereien. Dies ist begründet in der „Berlinförderung“, einer staatlichen Maßnahme zur Wirtschaftsförderung, die 1994 auslief.

Insgesamt wurden bei der Verarbeitung von Kaffee und Tee 31 Unternehmen identifiziert und angeschrieben. 15% der interviewten Unternehmen war bereit, Daten zu Reststoffmengen und Verarbeitungswegen zur Verfügung zu stellen.

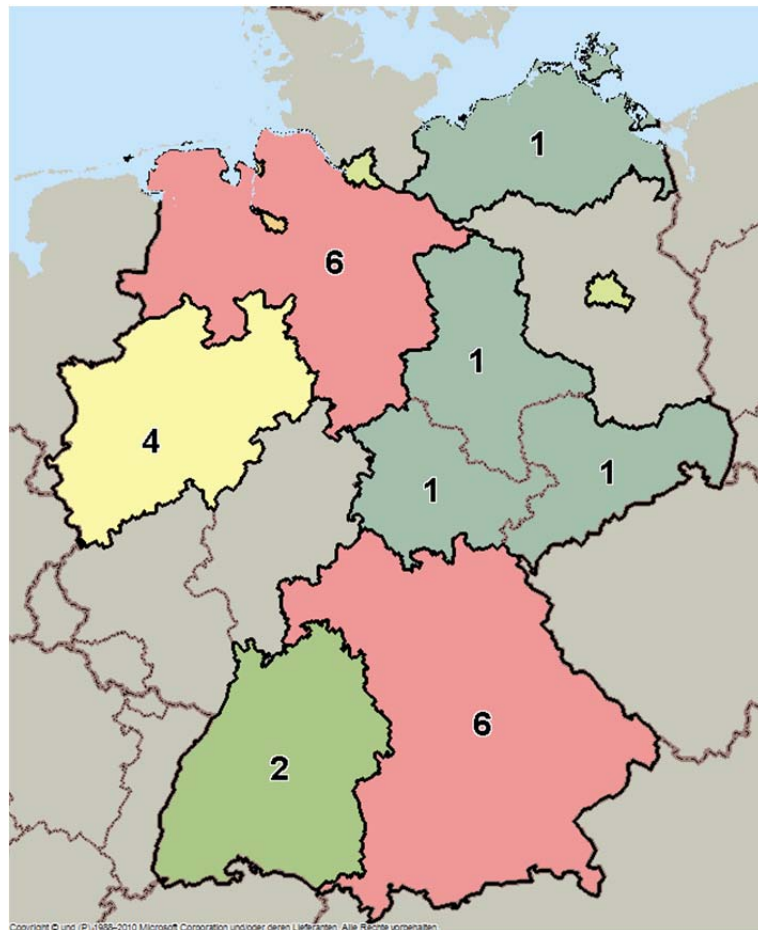


Abbildung 24: Verteilung der Lebensmittelfirmen mit der jeweiligen Anzahl an Firmen der Branche "Verarbeitung von Kaffee und Tee" nach Bundesländern
(Legende: Färbung des Bundeslandes: grün: geringe Anzahl an Firmen, gelb: mittlere Anzahl an Firmen, rot: hohe Anzahl an Firmen, erstellt mit Microsoft® MapPoint 2011)

Entstehungsprozess, Inhaltsstoffe und derzeitige Verwertung der Reststoffe

Biogene Reststoffe entstehen in den unterschiedlichen Produktionsschritten (Abbildung 25 und Abbildung 26). Diese werden in den meisten Fällen gemeinsam gesammelt und weiterverwertet. Neben den Stäuben von Kaffee und Tee, die bei Transport und Lagerung entstehen, fallen Rohstoffe mit Transportschäden, Fehlröstungen, nicht verkäufliche Produkte beim Anfahren von Verpackungsmaschinen an. Den größten Beitrag zu den biogenen Reststoffen leisten jedoch der Kaffeegrund, der bei der Herstellung von Kaffeeextrakt anfällt, und die Kaffeehäutchen, ein Reststoff aus der Kaffeeröstung. Als derzeitige Verwertungswege wurden die Verwertung der Reststoffe extern in Biogasanlagen oder intern thermisch zur Dampferzeugung genannt.

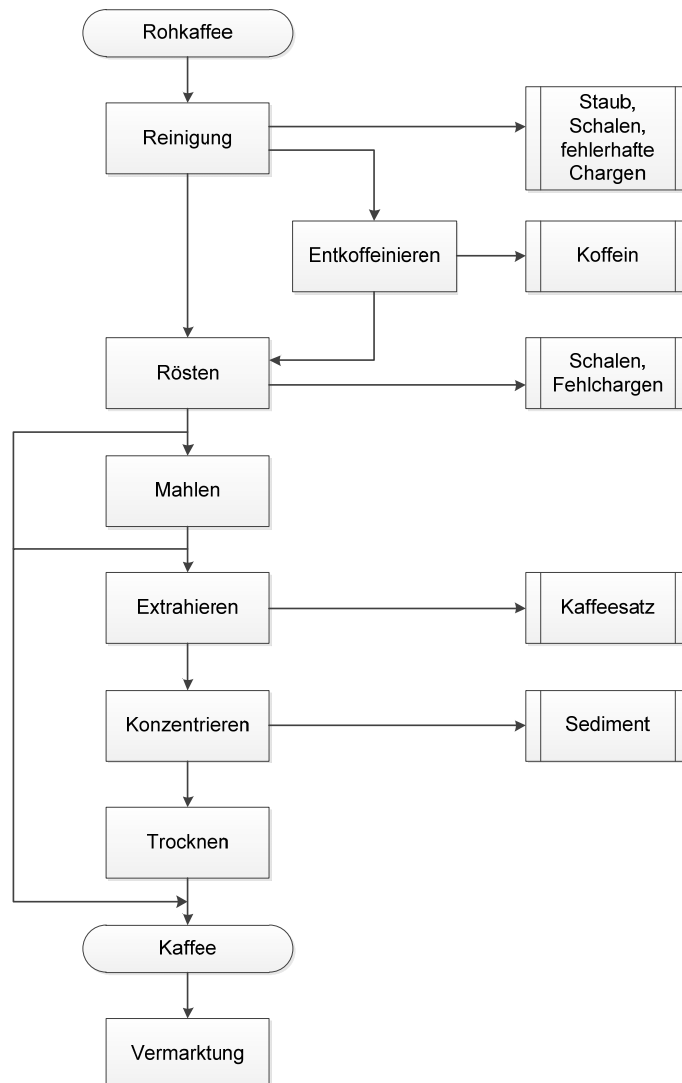


Abbildung 25: Fließschema der Kaffeeröstung und Verarbeitung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [24])

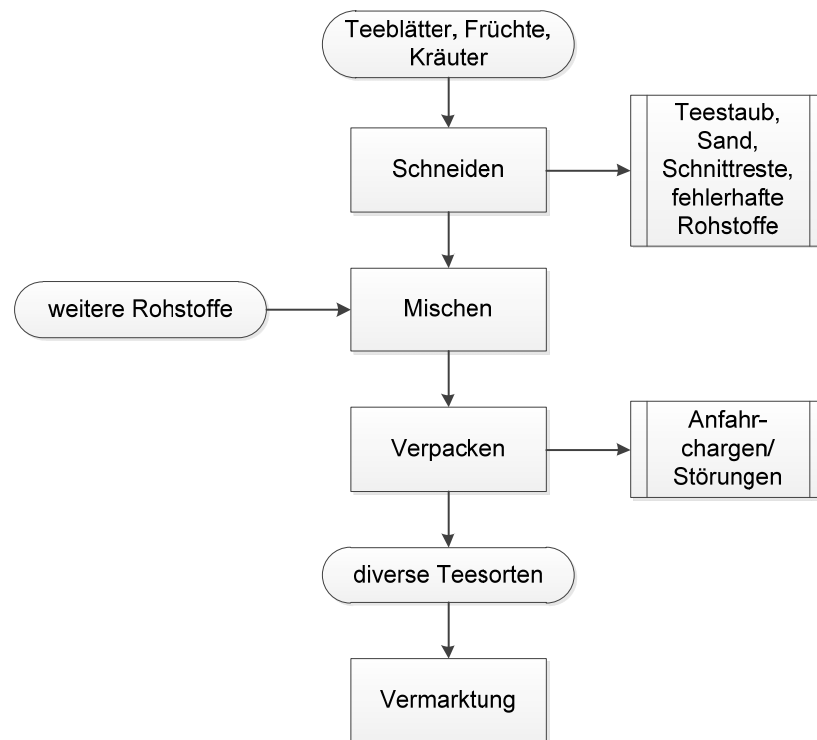


Abbildung 26: Fließschema der Teeverarbeitung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [24])

Insbesondere für Unternehmen der Kaffeebranche sind etablierte Verwertungswege aus zwei Hauptgründen unabdingbar. Auf Grund der in Deutschland existierenden Kaffeesteuer muss die Vernichtung nicht verkaufsfähiger Kaffeeprodukte durch beauftragtes Personal exakt nachgewiesen werden, da sonst Steuern bezahlt werden müssen. Auch die Produktionsprozesse stellen strikte Anforderungen an die Entsorger: die Behälter der Stäube müssen ja nach Röstkapazität mehrmals die Woche abgeholt und gegen neue Abfallcontainer ausgetauscht werden.

Bestimmung der Menge an branchenspezifischen Reststoffen

Rund 60% der branchenweiten Verarbeitungskapazität wurden durch die geführten Interviews abgedeckt. Durch die weitere Ermittlung von Produktionskapazitäten für einen Großteil der identifizierten Reststoffbesitzer wurden die Reststoffmengen für rund 90% der Branche ermittelt und aufgeschlüsselt. Die mengenmäßig größten Reststoffströme entstehen bei der Produktion von Kaffeeextrakten (Tabelle 16). Diese werden jedoch zumeist direkt zur Energieerzeugung im eigenen Werk verwendet.

Tabelle 16: Ermittelte Reststoffmengen der Kaffee- und Teeverarbeitung bezogen auf die Trockensubstanz

Kaffeepellet: bestehend aus Kaffeegrund und Kaffeehäutchen

Reststofffraktion	Menge [Mg/a (TS)]
Kaffee- und Teestaub	2 280
Kaffeepellet	11 900
Teeabfälle	350
GESAMT	14 530

Das höchste regionale Aufkommen liegt in der Region Nord, mit Niedersachsen und den Hansestädten Hamburg und Bremen, sowie Nordrhein-Westfalen (Tabelle 17).

Tabelle 17: Ermittelte Reststoffmengen der Kaffee- und Teeverarbeitung auf regionaler bzw. Deutschlandebene in Mg TS/a

Bundesland	Region	Anzahl der Unternehmen	Menge an Reststoffen [Mg TS/a]
Bremen	Nord	4	13 500
Hamburg		3	
Niedersachsen		7	
Nordrhein-Westfalen		5	
Schleswig-Holstein		0	
Berlin	Ost	2	1 000
Brandenburg		0	
Mecklenburg-Vorpommern		1	
Sachsen		1	
Sachsen-Anhalt		1	
Thüringen		1	
Baden-Württemberg	Süd	2	30
Bayern		3	
Saarland		0	
Hessen		1	
Rheinland-Pfalz		0	
GESAMT		31	14 530

Die Gesamtmenge an biogenen Reststoffen aus der Verarbeitung von Kaffee und Tee beträgt rund 14 530 Mg TS/a.

Die Validität und Belastbarkeit der Daten ist aufgrund der Tatsache, dass in dieser Branche über 90% der Produktionskapazitäten durch Hochrechnungen und Interviewdaten beschrieben wurden, als sehr hoch einzustufen.

Für die Nebenprodukte bzw. biogenen Reststoffe existieren etablierte Verwertungswege. Auf Grund der bereits geschilderten Problematik bei der zertifizierten Entsorgung von Abfällen aus der Kaffeeverarbeitung war das Interesse von alternativen Nutzungswegen gering. Als Hauptkriterium für die Entscheidung über alternative Nutzungskonzepte wurden auch hier Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit, sowie innovative Einsatzmöglichkeiten genannt. Die „umsteuerbare“ Kapazität liegt daher hier bei rund 1 000 Mg TS jährlich.

2.2.8.4 Herstellung von Würzmitteln und Soßen, Fertiggerichten, homogenisierten und diätetischen Nahrungsmitteln, sowie sonstigen Nahrungsmitteln

In dieser Unterklasse werden die Herstellung von Würzmitteln und Soßen, Fertiggerichten und Convenience-Produkten erfasst. Diese deutschen Unternehmen haben mit 2,5% für Würzmittel und Soßen, und 6,8% für Fertiggerichte und sonstige Nahrungsmittel einen Anteil von etwa 10% am Umsatz der deutschen Ernährungsindustrie [17].

Die Herstellung von Würzmitteln und Soßen umfasst die Produktion von Mayonnaise, Ketchup, Senf, Würzsoßen und Würzen. Würze wird am häufigsten in flüssiger Form als Speisezusatz und in getrockneter Form als Trockensuppen, -soßen oder Fertigprodukten verwendet. Verarbeitet wurden im letzten Jahr Rohstoffe zu rund 500 000 Mg Würzen, Soßen und Suppen. Feinkostsalate wurden mit einem Produktionsvolumen von rund 220 000 Mg hergestellt [52].

Als Fertiggerichte werden zubereitete, gewürzte und (vor-)gegarnte Gerichte verstanden. Um als Gericht zu gelten, müssen die Zubereitungen aus mindestens zwei Zutaten bestehen. Darunter zählen Fleisch-, Fisch- und Gemüsegerichte, gefrorene Pizza und diverse regionale/nationale/internationale Gerichte. Im letzten Jahr wurden Deutschlandweit rund 1,1 Mio. Mg, beziehungsweise rund 3 Milliarden Portionen produziert [31].

Säuglingsnahrung und diätetische Lebensmittel fallen unter die Gruppe der homogenisierten Nahrungsmittel. Sie unterscheiden sich in ihrer

Zusammensetzung deutlich von den Lebensmitteln des allgemeinen Verzehrs.

Die Untergruppe der sonstigen Nahrungsmittel umfasst die Herstellung von Nahrungsergänzungsmitteln, Hefen, Extrakten, Ersatzprodukten wie zum Beispiel Kunsthonig oder Käseersatz und Eiprodukten. Im vergangenen Jahr wurden 130 000 Mg Eiprodukte, Rohei ohne Schale, hergestellt [31].

Identifizierung der relevanten Lebensmittelfirmen

Die Statistik weist einen Import von rund 95 000 Mg Gewürzen jährlich nach Deutschland aus [31]. Die Gewürzindustrie deckt den Bedarf an Gewürzen in Haushalt, Gastronomie, Großverpflegungseinrichtungen und Wiederverkauf über den Handel. Gleichzeitig ist sie der Partner der Lebensmittelhersteller im handwerklichen und industriellen Bereich mit dem Schwerpunkt in der Fleisch verarbeitenden Branche. 77 Gewürzverarbeiter und -veredler sind Mitglied im Fachverband der Gewürzindustrie e.V. [53]. Mit rund 130 überwiegend mittelständischen Unternehmen der Lebensmittelindustrie zählt der Verband der Hersteller kulinarischer Lebensmittel e. V. zu den großen Interessenvertretern der Branche. Die Haupterzeugnisse der rund 70 Feinkosthersteller im Verband sind Feinkostsalate, Mischsalate, Feinkostsoßen, Meerretticherzeugnisse.

Der DIÄTVERBAND vertritt die gemeinsamen Interessen von circa 40 Herstellern diätetischer Lebensmittel gegenüber staatlichen Organen, Wissenschaft und Öffentlichkeit auf nationaler und europäischer Ebene [54].

Nach den von uns gewählten Kriterien wurden 173 Unternehmen identifiziert (Abbildung 27) und angeschrieben. Knapp 10% der interviewten Unternehmen war bereit, Daten zu Reststoffmengen und Verarbeitungswegen zur Verfügung zu stellen.

Die Unternehmen und Reststoffmengen konzentrieren auf Nordrhein-Westfalen und Bayern (Abbildung 27).

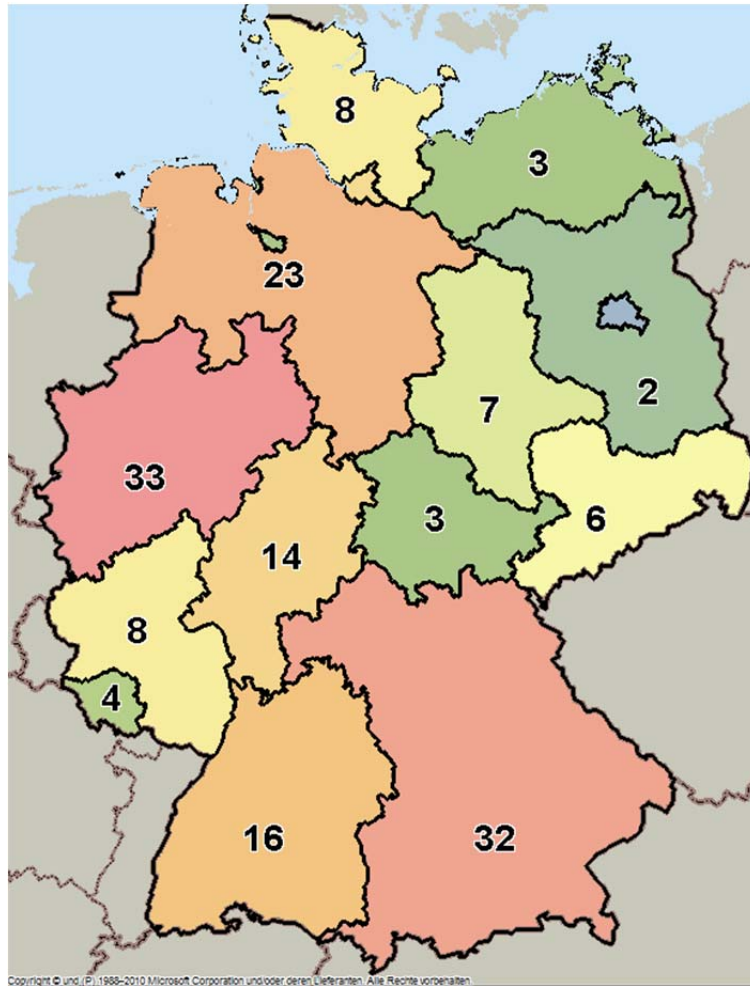


Abbildung 27: Verteilung der Lebensmittelfirmen mit der jeweiligen Anzahl an Firmen der Convenience-Industrie nach Bundesländern

(Legende: Färbung des Bundeslandes: grün: geringe Anzahl an Firmen, gelb: mittlere Anzahl an Firmen, rot: hohe Anzahl an Firmen, erstellt mit Microsoft® MapPoint 2011)

Entstehungsprozess, Inhaltsstoffe und derzeitige Verwertung der Reststoffe

Auf Grund der Vielfalt der unterschiedlichen Produkte sind die entstehenden Reststoffe heterogen. Bei der Herstellung von Würzen fallen Trester nach der Hydrolyse an. Dabei handelt es sich um eiweißarme Reststoffe (Abbildung 28). Sie können je nach Hydrolyseverfahren sauer und stark salzhaltig sein, oder noch Peptidasen enthalten. Der Trockensubstanzgehalt liegt bei rund 60% und der mittlere Fettgehalt bei rund 30%.

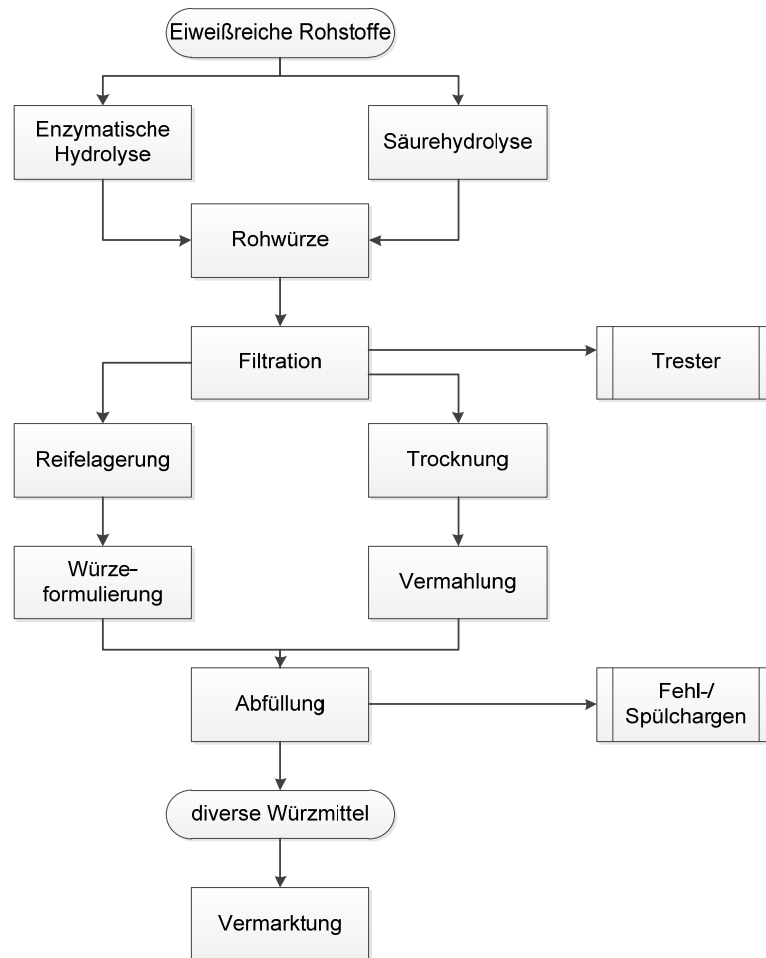


Abbildung 28: Fließschema der Herstellung von Würzmitteln mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [24])

Convenience-Produkte sollen in Aussehen, Geschmack und Konsistenz küchenmäßig zubereiteten Produkten entsprechen. Grundsätzlich werden hier die gleichen Rohstoffe eingesetzt, lediglich die technologischen Verarbeitungsstufen beziehungsweise die Vorbereitung unterscheiden sich. Analog zur küchenmäßigen Verarbeitung fallen dabei unterschiedliche Reststoffe an (Abbildung 29).

Für die Nebenprodukte bzw. biogenen Reststoffe existieren etablierte Verwertungswege. Diese sind abhängig von den verwendeten Rohstoffen. Sind in den Reststoffen tierische Proteine enthalten, so sind diese nicht mehr zur Erzeugung von Tierfutter für Wiederkäuer geeignet. Der hier etablierte Verwertungsweg führt zu einer thermischen Nutzung. Gewünscht wird in den meisten Fällen jedoch eine höherwertige Nutzung. Hohe Salzgehalte oder extreme pH-Werte der Hydrolyserückstände führen zu kostenintensiven Entsorgungswegen, hier sind ebenfalls Alternativen gewünscht. Die bei der

Herstellung von Eiprodukten ohne Schale entstehenden Mengen an Schalen werden als Dünger eingesetzt [55].

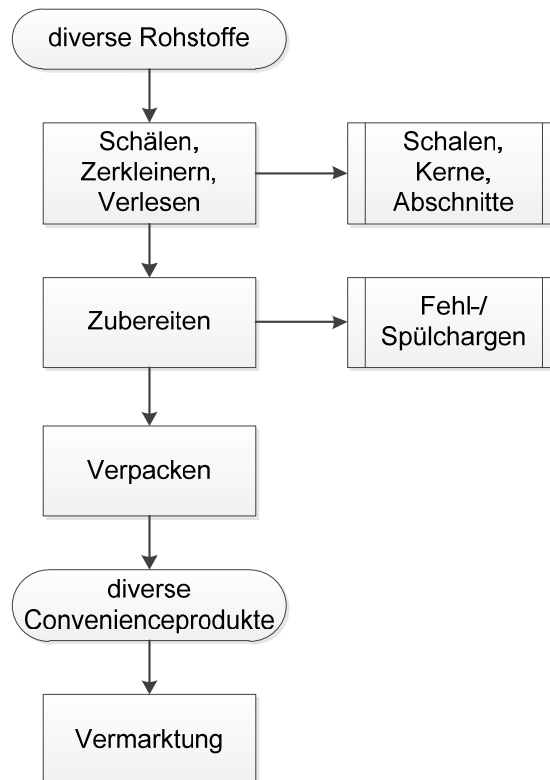


Abbildung 29: Fließschema der Herstellung von Convenience-Produkten mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [24])

Bestimmung der Menge an branchenspezifischen Reststoffen

Bei der Produktion von Fertiggerichten fallen pro Portion etwa 150 g Reststoffe [56] an. Der Trockensubstanzgehalt liegt zwischen 12-25%, je nach Inhaltstoff. Die mengenmäßig größten Reststoffströme entstehen bei der Produktion von Fertiggerichten und Feinkostprodukten (Tabelle 18).

Aus Interviewdaten wurden noch „Müll-Faktoren“ für Tiefkühlpizzen (21 Mg Reststoffe pro 1 Million Pizzen, TS: 35%) und Feinkostprodukte (0,02 Mg pro Mg Produkt (TS)) entwickelt.

Die Gesamtmenge an biogenen Reststoffen aus der Herstellung von Convenience-Produkten beträgt rund 113 000 Mg TS/a.

Die befragten Unternehmen sind bereit, über Alternativen nachzudenken. Als Hauptkriterium für die Entscheidung wurden Wirtschaftlichkeit und

Umweltverträglichkeit genannt. Die „umsteuerbare“ Kapazität liegt in dieser Branche bei rund 100 000 Mg TS jährlich.

Tabelle 18: Ermittelte Reststoffmengen der Convenience-Industrie bezogen auf die Trockensubstanz

Reststofffraktion	Menge [Mg TS/a]
Fertiggerichte	86 000
Feinkost	13 500
Würzen, Suppen, Soßen	9 000
Eiprodukte	4 500
GESAMT	113 000

Bei der Regionalisierung der Branche war es möglich rund 56% der entstehenden Reststoffe auf die identifizierten Unternehmen aufzuteilen. Diese Reststoffmenge wurde von nur 36% der identifizierten Unternehmen produziert (Tabelle 19).

Die Validität und Belastbarkeit der Daten ist für die deutschlandweiten Zahlen als hoch und für die regionalisierten Zahlen als mittel einzustufen.

Tabelle 19: Ermittelte Reststoffmengen der Convenience-Industrie auf regionaler bzw. Deutschlandebene in Mg TS/a

Zahl in Klammern: in die Berechnung einbezogene Unternehmen

Bundesland	Region	Anzahl der Unternehmen		Menge an Reststoffen [Mg TS/a]
Bremen	Nord	3	77 (22)	30 000
Hamburg		10		
Niedersachsen		23		
Nordrhein-Westfalen		33		
Schleswig-Holstein		8		
Berlin	Ost	1	22 (11)	2 700
Brandenburg		2		
Mecklenburg-Vorpommern		3		
Sachsen		6		
Sachsen-Anhalt		7		
Thüringen		3		
Baden-Württemberg	Süd	16	74 (30)	31 000
Bayern		32		
Saarland		4		
Hessen		14		
Rheinland-Pfalz		8		
GESAMT		173 (63)		63 700

2.2.9 Herstellung von Futtermitteln

In die Branche „Herstellung von Futtermitteln“ gehören im engeren Sinne die Hersteller von Einzel-, Misch- und Ergänzungsfuttern, Vormischungen und Zusatzstoffen, sowie die Landwirtschaft selbst. Im weiteren Sinne gehören die verschiedenen Zweige der Ernährungsindustrie mit den dort anfallenden Nebenprodukten ebenfalls der Futtermittelbranche an [57].

Das Futter an sich ist die Grundlage der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung und der Haltung von Heim- und Hobbytieren. In der Landwirtschaft sind Zukauffuttermittel der größte Vorleistungsposten mit etwa 6,7 Milliarden Euro. Der Heimtierfuttermarkt erzielt einen Umsatz von rund 2,9 Milliarden Euro. Dabei untergliedert sich der Heimtierfuttermarkt in die Futterbereiche für Katzen (1,5 Mrd. €), Hunde (1,2 Mrd. €), Kleintiere (121 Mio. €), Zierfische (69 Mio. €) und Ziervögel (49 Mio. €) [57].

Identifizierung der relevanten Futtermittelfirmen

Eine amtliche Statistik zur Produktion von Heimtierfutter gibt es nicht, da diesbezüglich keine Meldepflicht besteht und somit keine Produktionszahlen veröffentlicht werden. Die beiden Unternehmen der Heimtierbranche, die in der Datenbank aufgeführt sind, wurden im weiteren Verlauf nicht berücksichtigt.

Die Mehrzahl der Mischfutterhersteller ist in den nördlichen Bundesländern ansässig (Abbildung 30), dort befindet sich ebenfalls der Schwerpunkt der Nutztierhaltung. Diese Branche ist überwiegend mittelständisch geprägt und wird durch eine Vielzahl von Unternehmen präsentiert. Allerdings ist auch hier ein steigender Konzentrationsprozess zu verzeichnen. Alleine die zehn größten Mischfutterproduzenten besitzen einen Marktanteil von 55% und stellen jeweils mehr als 300 000 Mg Produkt pro Jahr her. Die 62 größten Betriebe (ca. 75% Marktanteil) mit einer Produktionskapazität von mehr als 100 000 Mg wurden identifiziert (Abbildung 31) und angeschrieben.



Abbildung 30: Verteilung der Firmen mit der jeweiligen Anzahl an Firmen der Branche "Herstellung von Futtermitteln" –Herstellung von Mischfutter gesamt nach Regionen
(erstellt mit Microsoft® MapPoint 2011)

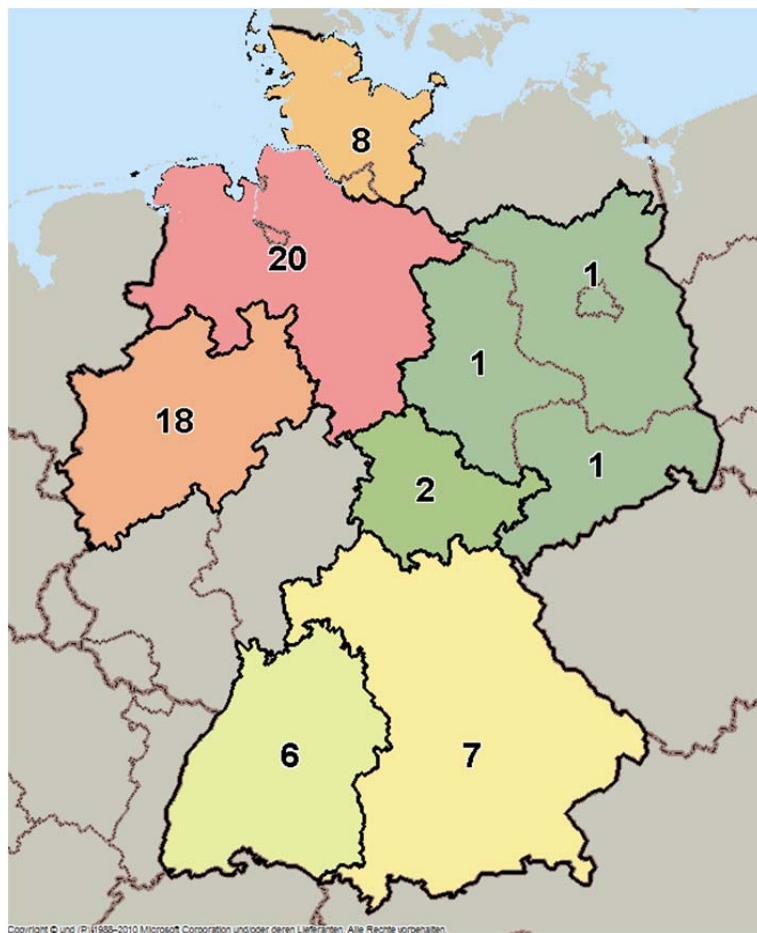


Abbildung 31: Verteilung der Firmen mit der jeweiligen Anzahl an Firmen der Branche "Herstellung von Futtermitteln" nach Bundesländern

(Legende: Färbung des Bundeslandes: grün: geringe Anzahl an Firmen, gelb: mittlere Anzahl an Firmen, rot: hohe Anzahl an Firmen, erstellt mit Microsoft® MapPoint 2011)

Entstehungsprozess, Inhaltsstoffe und derzeitige Verwertung der Reststoffe

Bei der Herstellung von Mischfuttern werden unterschiedlichste Reststoffe/ sekundäre Rohstoffe aus der Ernährungsindustrie mit Getreiden aus der Landwirtschaft vermischt und vermahlen (Abbildung 32). Die sekundären Rohstoffe aus der Herstellung von Lebensmitteln werden sortenrein angeliefert und gelagert; hierbei entstehen keine nennenswerten Reststoffe (Interviewdaten).

Biogene Reststoffe im Sinne dieses Projektes fallen lediglich bei der Annahme von Getreide aus der landwirtschaftlichen Produktion an. Dies sind neben Spelzen Schmachgetreide, Stroh und Unkrautsamen. Diese biogenen Reststoffe werden der Kompostierung zugeführt.

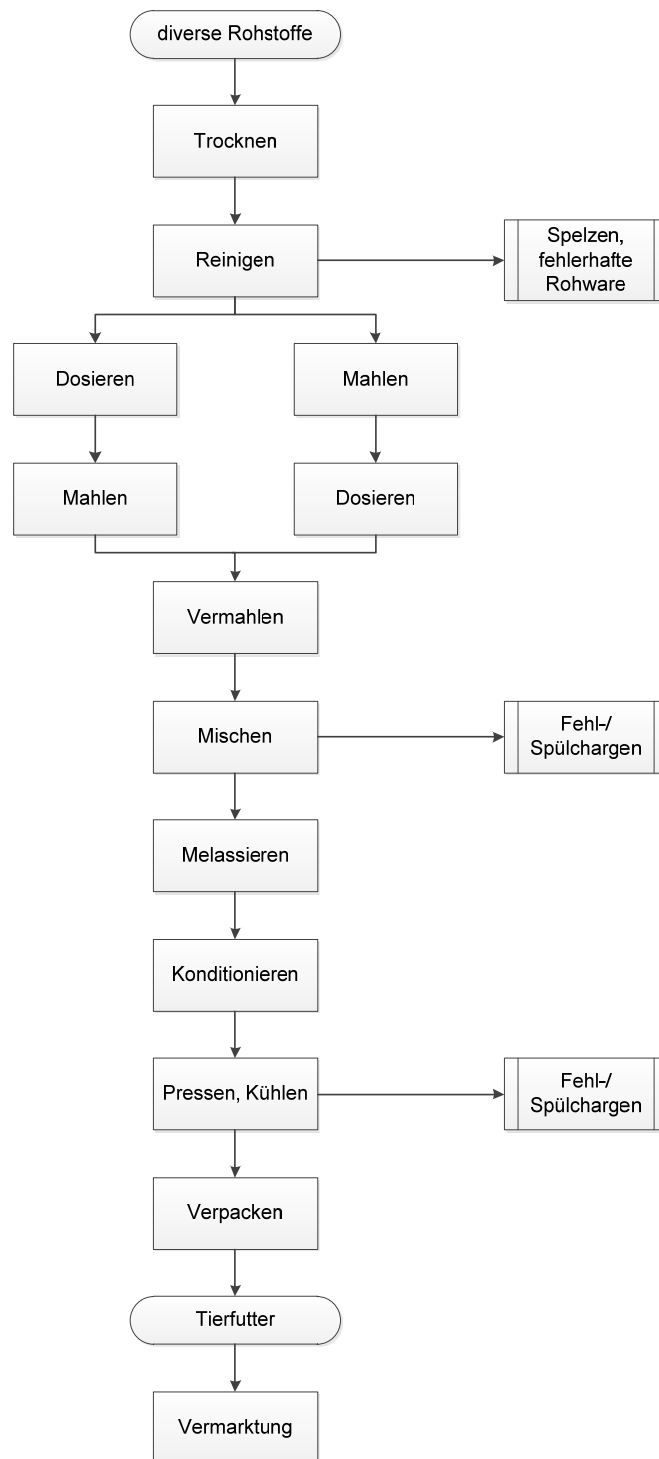


Abbildung 32: Fließschema der Mischfutterherstellung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [24])

Bestimmung der Menge an branchenspezifischen Reststoffen

Auf Grund der Interviewergebnisse (Rücklaufquote: 10%) wurde für diese Branche ein „Müllfaktor“ von 0,25% bezogen auf die Produktionskapazität ermittelt. In Deutschland wurden im vergangenen Jahr 23 Mio. Mg Mischfutter hergestellt; die 64 größten Unternehmen produzierten 17 Mio. Mg

[57]. Dies entspricht einer Produktionskapazität von 260 000 Mg pro Betriebsstätte.

In der Region Nord entstehen damit die größten Reststoffmengen dieser Branche, rund 27 000 Mg TS/a (Tabelle 20). **Unter Einbeziehung aller Mischfutterhersteller in Deutschland entstehen hier rund 53 000 Mg TS/a biogene Reststoffe, die einer alternativen Nutzung zugeführt werden könnten.**

Die Validität und Belastbarkeit der Daten ist für die Herstellung von Mischfuttermitteln als hoch einzustufen. Die Daten für den Heimtierfuttermarkt wurden nicht erfasst.

Tabelle 20: Ermittelte Reststoffmengen der Mischfutterproduktion auf regionaler bzw. Deutschlandebene in Mg TS/a
Zahl in Klammern: Einbeziehung aller Mischfutterhersteller

Bundesland	Region	Anzahl der Unternehmen		Menge an Reststoffen [Mg TS/a]
Bremen	Nord	2	44 (271)	27 000 (38 300)
Hamburg		3		
Niedersachsen		18		
Nordrhein-Westfalen		17		
Schleswig-Holstein		5		
Berlin	Ost	0	5 (73)	3 100 (7 000)
Brandenburg		1		
Mecklenburg-Vorpommern		0		
Sachsen		1		
Sachsen-Anhalt		1		
Thüringen		2		
Baden-Württemberg	Süd	6	13 (73)	7 400 (7 600)
Bayern		7		
Saarland		0		
Hessen		0		
Rheinland-Pfalz		0		
GESAMT		62 (417)		37 500 (52 900)

2.2.10 Getränkeherstellung

In der Branche Getränkeherstellung sind sieben unterschiedliche Klassen zusammengefasst. Bei der Herstellung von Erfrischungsgetränken und der Gewinnung natürlicher Mineralwässer fallen keine nennenswerten Reststoffe an. Die zur Herstellung von Erfrischungsgetränken verwendeten Frucht-

auszüge werden als Rohstoff angeliefert und im Verarbeitungsbetrieb nur noch gemischt [58]. Weitere Unterklassen umfassen die Herstellung von Spirituosen und die Herstellung von Malz und Bier. Die Sparte alkoholische Getränke besitzt mit 8,2% den viertgrößten Anteil am Gesamtumsatz der Ernährungsindustrie. Der durchschnittliche Alkoholkonsum bei über 15jährigen in Deutschland liegt bei rund 12,5 L reinem Alkohol [59].

Die spirituosenerzeugenden Unternehmen lassen sich in vier unterschiedliche Gruppen aufteilen; die Brennereien, Winzer und Sektkellereien, Malzproduktion und Brauereien. Die pro Gruppe entstehenden biogenen Reststoffe sind ähnlich.

2.2.10.1 Brennerei

Brennereien produzieren aus schwach alkoholhaltigen Ausgangsstoffen stark alkoholhaltige Spirituosen. Dieser Vorgang wird Destillieren oder auch Brennen genannt. Die Spirituosen unterliegen in Deutschland dem Branntweinsteuergesetz. Die Brennereien lassen sich daher nach der Art der Steuerermittlung in Abfindungsbrennereien (der Alkoholgehalt wird nach dem eingesetzten Rohstoff berechnet) und Verschlussbrennereien (die Steuern werden auf den tatsächlich entstandenen Alkohol erhoben) unterteilen [59].

Abfindungsbrennereien oder auch Klein- und Obstbrennereien genannt, sind landwirtschaftliche Nebenbetriebe, die aus historischen Gründen ausschließlich in Süd- und Südwestdeutschland (vor allem in Baden-Württemberg, Bayern, Rheinland-Pfalz, Saarland) angesiedelt sind [60].

Identifizierung der relevanten Lebensmittelfirmen

Mittels der Hoppenstedt Firmendatenbank wurden insgesamt 27 Verschlussbrennereien identifiziert und angeschrieben (Abbildung 33).

Die Fragebogen-Rücklaufquote hier betrug 52%, wobei 6 Unternehmen lediglich mitteilten, dass der Rohalkohol importiert würde und somit keinerlei Reststoffe im Brennereiprozess anfallen.

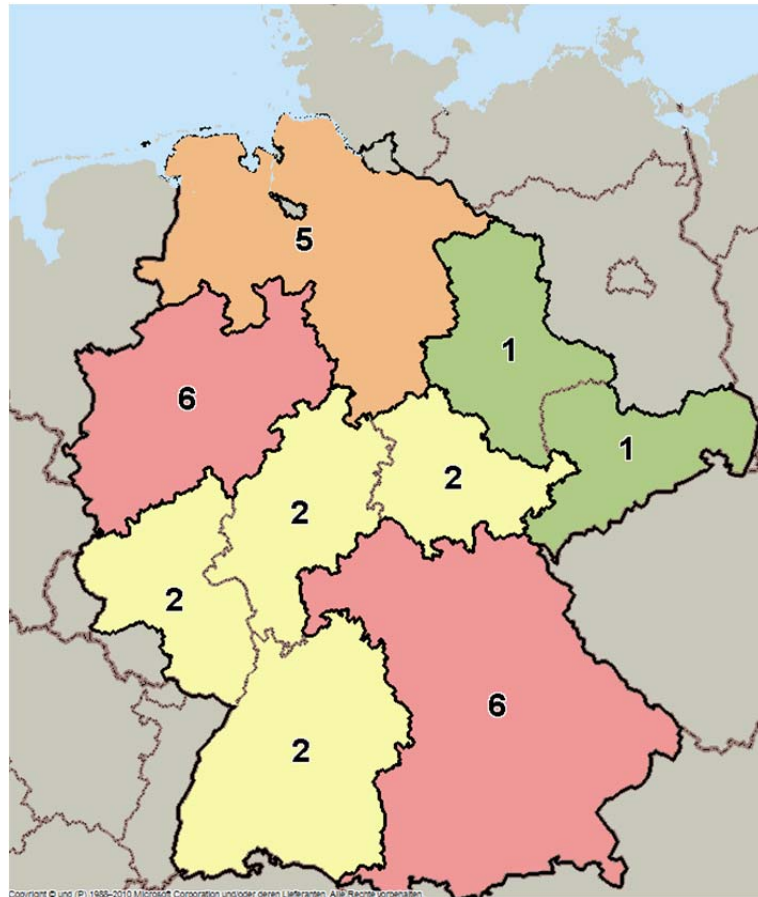


Abbildung 33: Verteilung der Lebensmittelfirmen mit der jeweiligen Anzahl an Firmen der Branche "Herstellung von Spirituosen" nach Bundesländern

(Legende: Färbung des Bundeslandes: grün: geringe Anzahl an Firmen, gelb: mittlere Anzahl an Firmen, rot: hohe Anzahl an Firmen, erstellt mit Microsoft® MapPoint 2011)

Entstehungsprozess, Inhaltsstoffe und derzeitige Verwertung der Reststoffe

Bei der Produktion von hochprozentigen Spirituosen werden zucker- oder stärkehaltige Rohstoffe wie Obst oder Getreide eingesetzt. Die bei der Gärung und anschließenden Destillation entstehenden Reststoffe enthalten neben den unlöslichen Obstbestandteilen auch Lipide, Mineralstoffe, Proteine und phenolische Komponenten. Eine ähnliche Zusammensetzung erhält man für die Reststoffe nach dem Mazerationsverfahren.

Die bisherige Verwertung der biogenen Reststoffe erfolgt zu 6% über die Futtermittelindustrie, zu 10% über Verbrennungsanlagen und 84% werden als Düngemittel eingesetzt.

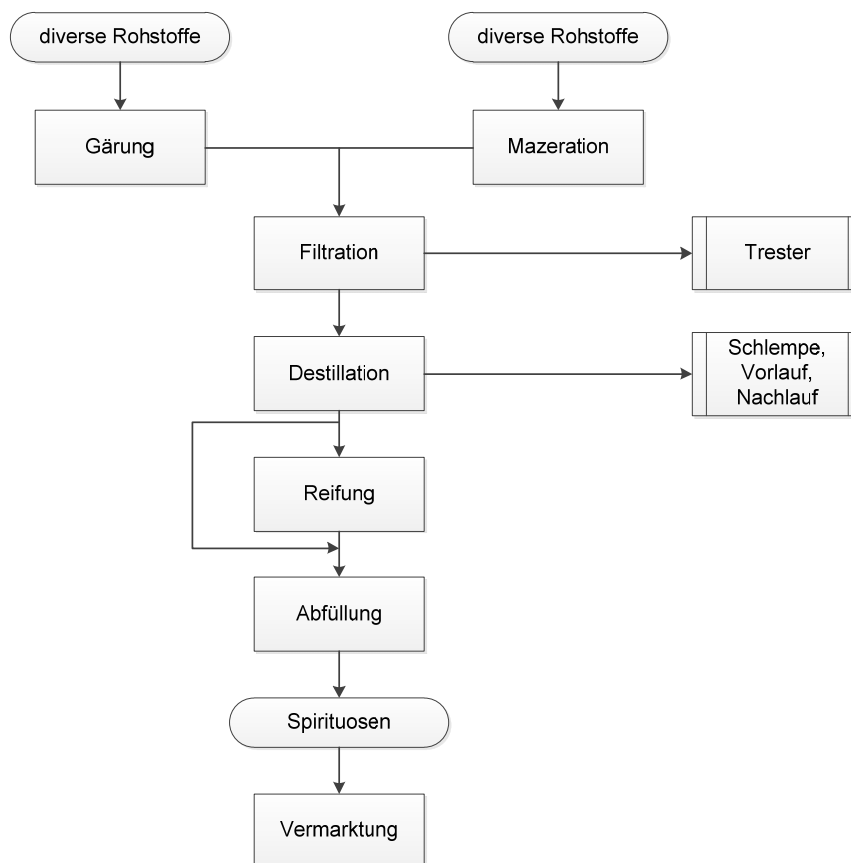


Abbildung 34: Fließschema der Spirituosenherstellung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [24])

Bestimmung der Menge an branchenspezifischen Reststoffen

Mit den erhaltenen Interviewergebnissen wurden 52% der Branche in die Berechnung einbezogen. Die aufgeführten Verschlussbrennereien hatten im Jahr 2011 ein Reststoffaufkommen von rund 3 700 Mg (Tabelle 21). Die Reststoffe der Klein- und Obstbrennereien waren darin nicht enthalten. Werden diese ebenfalls berücksichtigt, so entstehen deutschlandweit rund 15 000 Mg TS/a Reststoffe. Die Abfindungsbrennereien entsorgen die Schlempen derzeit über die entsprechenden Kläranlagen in den süddeutschen Gemeinden [60].

Unter Einbeziehung aller biogenen Reststoffe der Verschluss- und Abfindungsbrennereien in Deutschland entstehen hier rund 15 000 Mg TS/a, die einer alternativen Nutzung zugeführt werden könnten. Allerdings entsteht der Großteil der Reststoffe in den rund 30 000 Abfindungsbrennereien, die in gesamt Süddeutschland verteilt sind.

Die Validität und Belastbarkeit der Daten ist für die Abfindungsbrennereien als hoch einzustufen. Eine Regionalisierung auf Bundeslandebene stellte sich als schwierig heraus. Die Validität und Belastbarkeit der Daten für die Verschlussbrennereien ist als mittel einzustufen.

Tabelle 21: Ermittelte Reststoffmengen der Spirituosenherstellung auf regionaler bzw. nationaler Ebene in Mg TS/a

Zahl in Klammern: in die Berechnung einbezogenen Unternehmen

Bundesland	Region	Anzahl der Unternehmen		Menge an Reststoffen [Mg TS/a]
Bremen	Nord	0	11 (7)	3 250
Hamburg		0		
Niedersachsen		5		
Nordrhein-Westfalen		6		
Schleswig-Holstein		0		
Berlin	Ost	0	4 (0)	
Brandenburg		0		
Mecklenburg-Vorpommern		0		
Sachsen		1		
Sachsen-Anhalt		1		
Thüringen		2		
Baden-Württemberg	Süd	2	12 (30 007)	470 (11 800)
Bayern		6		
Saarland		0		
Hessen		2		
Rheinland-Pfalz		2		
GESAMT		27 (30 014)		15 050

2.2.10.2 Winzer und Sektkellereien

Der Weinbau ist eine der ältesten Spezialkulturen der Welt. Der Anbau von Wein prägt und beeinflusst die Landschaft und Wirtschaft der Weinbaugebiete. Weinbaugebiet ist ein gesetzlich geschützter Begriff, der eine geografische Region kennzeichnet. In dieser darf ein bestimmter Wein angebaut werden. Die Weinbaugebiete prämiieren die Weine innerhalb ihrer Grenzen und kontrollieren Qualitäts- und Lagebezeichnungen.

Die Herstellung von Schaumwein-Sekt- beruht auf einer zweiten alkoholischen Gärung. Die Grundweine, oder Jungweine werden verschnitten und ein Gemisch aus Reinzuchthefen und Zucker zugefügt. Die Nachgärung geschieht in Flaschen oder drucksicheren Behältern.

Identifizierung der relevanten Lebensmittelfirmen

In Deutschland werden ca. 9,5 Millionen Hektoliter Wein im Jahr erzeugt. Circa 80 000 Winzer bauen diesen auf einer Weinanbaufläche von ca. 102 000 Hektar (Stand 2011) an. Es gibt 13 Weinbaugebiete in Deutschland, von denen zwei Drittel auf der Fläche des Bundeslands Rheinland-Pfalz liegen. Das größte Weinanbaugebiet Deutschlands ist Rheinhessen, gefolgt von der Pfalz (Abbildung 35) ([61], [62]).

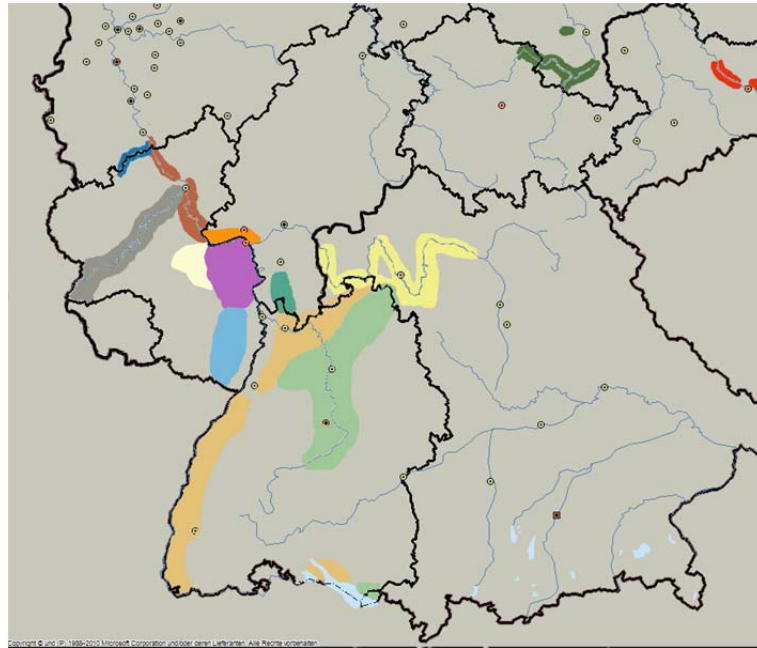


Abbildung 35: Verteilung der 13 deutschen Weinanbaugebiete nach Bundesland

(Legende: dunkelblau: Ahr; dunkelbraun: Mittelrhein; grau: Mosel; orange: Rheingau; hellgelb: Nahe; lila: Rheinhessen; hellblau: Pfalz mittelgrün: Hessische Bergstraße; , erstellt mit Microsoft® MapPoint 2011)

In diesem Jahr gibt es in den 13 Weinbaugebieten 202 Winzer-genossenschaften, deren Mitglieder rund 30% der gesamten Rebfläche bewirtschaften. Der Wein wird unter einem gemeinschaftlichen Namen vertrieben [62]. Im Gegensatz dazu stehen die Erzeugergemeinschaften, die die Vermarktung gemeinschaftlich organisieren. Daneben gibt es unzählige Winzer, die in Haupt- oder Nebenerwerb Rebflächen bewirtschaften [61]. Mittels der Hoppenstedt Firmendatenbank wurden 35 Genossenschaften und Erzeugergemeinschaften als Reststoffbesitzer identifiziert und angeschrieben. In den Bundesländern Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg waren die meisten Reststoffbesitzer zu finden (Abbildung 36). Im vergangenen Jahr waren deutschlandweit rund 1 600 Sektkellereien

registriert. Die Gesamtproduktionsmenge belief sich auf 3 200 000 hL Schaumwein. Ungefähr 80% der Produktionsmenge wurde durch drei Sektkeltereien hergestellt. Diese wurden ebenfalls in die Datenbank aufgenommen und angeschrieben.

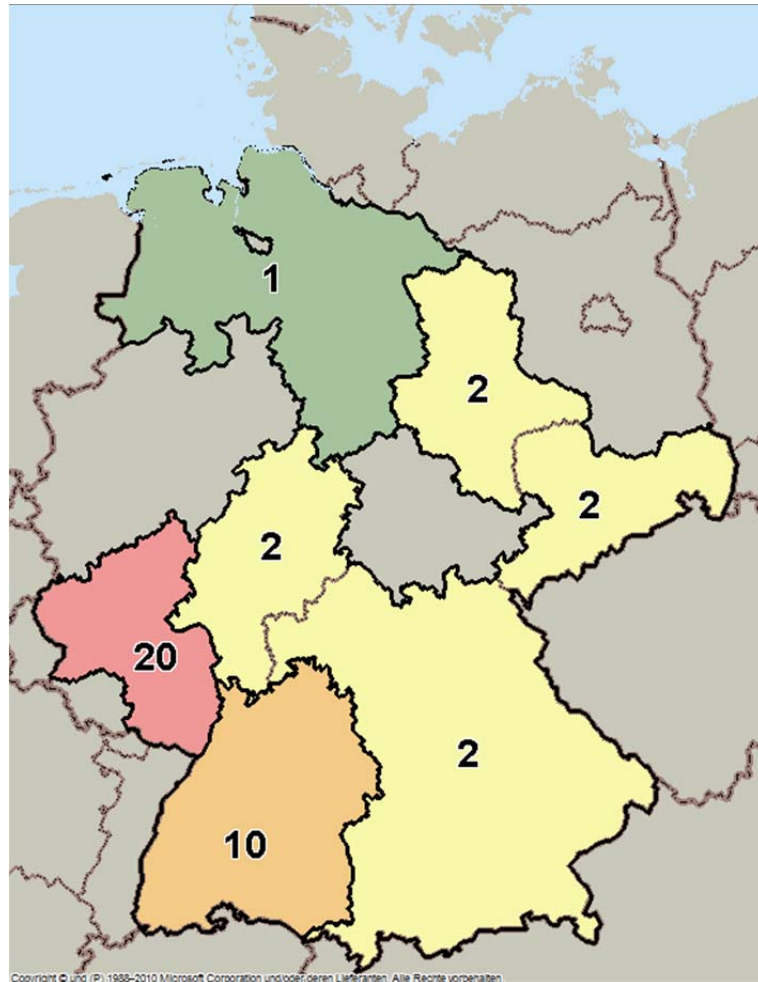


Abbildung 36: Verteilung der Lebensmittelfirmen mit der jeweiligen Anzahl an Firmen der Branche "Herstellung von Wein und Sekt" nach Bundesländern

(Legende: Färbung des Bundeslandes: grün: geringe Anzahl an Firmen, gelb: mittlere Anzahl an Firmen, rot: hohe Anzahl an Firmen, erstellt mit Microsoft® MapPoint 2011)

Entstehungsprozess, Inhaltsstoffe und derzeitige Verwertung der Reststoffe

Bei der Herstellung von Wein entstehen Reststoffe an verschiedenen Stellen während des Keltereiprozesses (Abbildung 37). Bei der Traubenannahme werden Kämme, Stiele und defekte Trauben aussortiert. Hierzu wurden von den interviewten Unternehmen keine Angaben gemacht, so dass diese nicht weiter berücksichtigt wurden. Nach dem Pressen der Beeren entsteht der Trester, der aus Schalenresten, Fruchtfleisch und Kernen besteht. Trübstoffe

und die Weinhefen werden während des Prozesses abfiltriert. Der entstandene Weinstein wird ebenfalls abgetrennt und entsorgt.

Die hier entstandenen Reststoffe sind Humus- und Nährstofflieferanten, die mit einer weinbaulichen Verwendung einen Großteil der Nährstoffe wieder in den Weinberg zurück bringen könnten. Des Weiteren enthalten Traubentrester sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe, wie zum Beispiel phenolische Säuren, Anthocyane oder Flavonoide [63].

Die derzeitigen Verwertungswege sind stark unterschiedlich; größere Weingüter nutzen Tresterabfälle zur Düngung. Die Winzergenossenschaften bieten dies ebenfalls an, es wird jedoch nur ein geringer Teil durch die Kleinwinzer wieder abgeholt. Hier erfolgt die Verwertung überwiegend in Biogasanlagen (Interviewdaten).

Bei der zweiten Gärung der Jungweine zum Sekt entstehen ebenfalls Trubstoffe und Hefereste, die ähnliche Inhaltsstoffe besitzen. Die etablierten Verwertungswege führen über die Nutzung als Düngemittel und zur energetischen Nutzung.

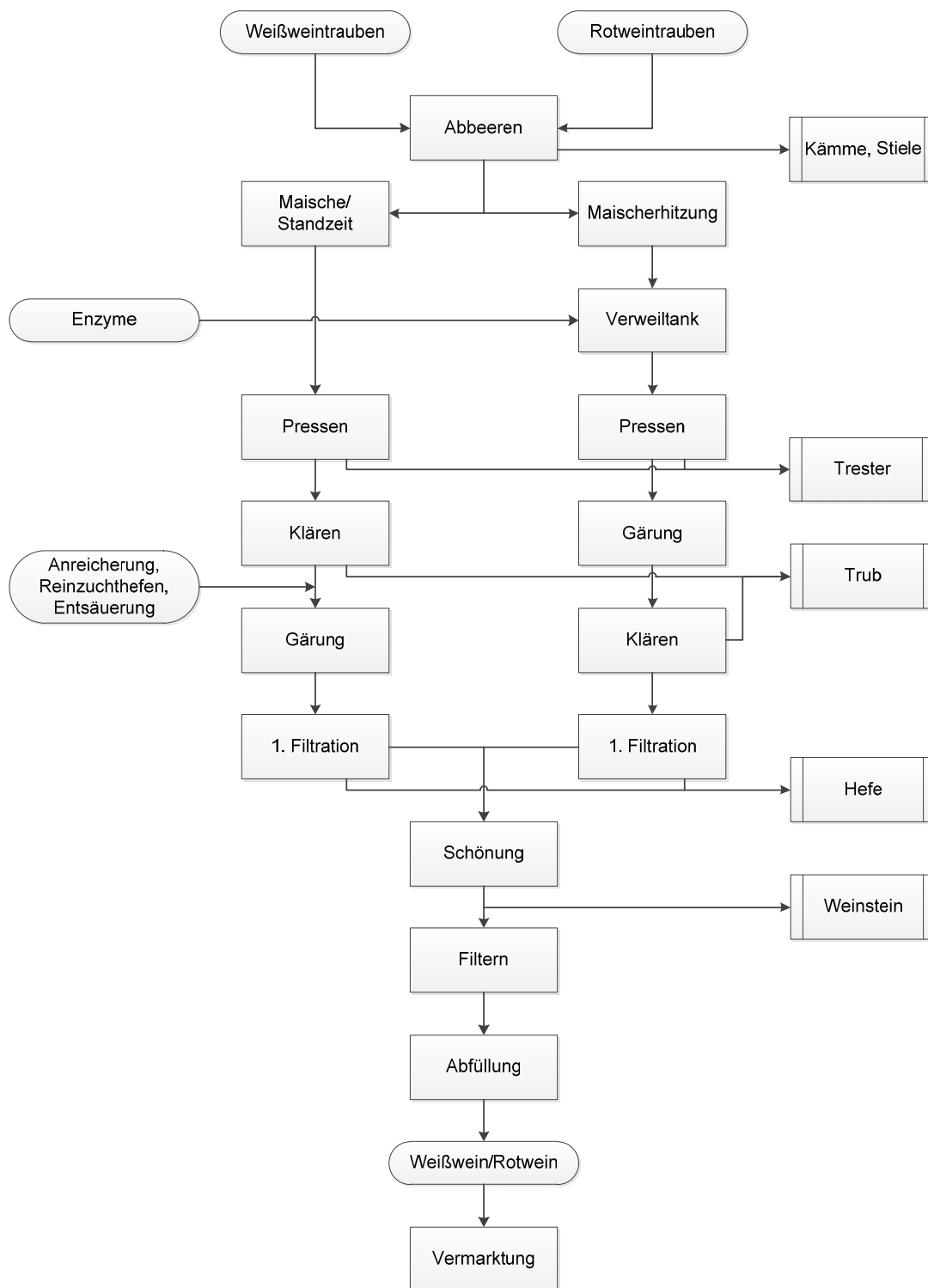


Abbildung 37: Fließschema der Weinherstellung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [24])

Bestimmung der Menge an branchenspezifischen Reststoffen

Bei der Produktion und dem Ausbau von Wein fallen pro Hektar Ertragsrebläche folgende biogenen Reststoffe (TS) an: 2,3 Mg Grünschnitt, 1,03 Mg Trester, 0,08 Mg Trubstoffe und 0,007 Mg Hefereste ([63], [64] / Interviewdaten).

In der Sektherstellung fallen 0,001 Mg TS Trubstoffe/Hefereste pro Hektoliter Schaumwein an (Interviewdaten).

Auf Basis dieser Reststofffaktoren entstanden deutschlandweit 326 670 Mg TS/a (Tabelle 22) biogene Reststoffe in den Genossenschaften und Erzeugergemeinschaften.

Die mengenmäßig größten Reststoffströme entstanden allerdings bei der Bearbeitung des Rebstocks in Form von Grünschnitt (Tabelle 22). Dieser verbleibt direkt im Weinberg und wird als Gründünger im Boden eingearbeitet (Interviewdaten).

Zieht man diesen Betrag von der Gesamtmenge ab, entstanden deutschlandweit 113 300 Mg TS/a (Tabelle 23) biogene Reststoffe in den verarbeitenden Genossenschaften und Erzeugergemeinschaften.

Die Validität und Belastbarkeit der Daten ist auf Grund der Steuerdaten/Statistiken der Weinbauverbände als hoch einzustufen.

Die befragten Unternehmen sind teilweise bereit, über Alternativen nachzudenken; als Hauptkriterium für die Entscheidung wurden Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit genannt. Die „umsteuerbare“ Kapazität liegt in dieser Branche bei rund 80 000 Mg TS jährlich.

Tabelle 22: Ermittelte Reststoffmengen der Wein- und Sekt-Produktion bezogen auf die Trockensubstanz

Reststofffraktion	Menge [Mg TS/a]
Grünschnitt	213 400
Trester	92 830
Trubstoffe	20 310
Hefereste	130
GESAMT	326 670

Mit Hilfe der Ertragsreblächen aus jedem Bundesland wurden die biogenen Reststoffmengen aus der Weinherstellung zu 100% und die der Sekt-

herstellung zu 80% auf die Regionen bezogen. Tabelle 23 zeigt die regionale Verteilung des Reststoffanfalls.

Tabelle 23: Ermittelte Reststoffmengen der Wein- und Sektherstellung auf regionaler bzw. nationaler Ebene in Mg TS/a
Zahl in Klammern: Ertragsrebläche

Bundesland	Region	Anzahl der Unternehmen		Menge an Reststoffen [Mg TS/a]
Bremen	Nord	0	1 (0)	0
Hamburg		0		
Niedersachsen		1		
Nordrhein-Westfalen		0		
Schleswig-Holstein		0		
Berlin	Ost	0	4 (1 205)	2 630
Brandenburg		0		
Mecklenburg-Vorpommern		0		
Sachsen		2		
Sachsen-Anhalt		2		
Thüringen		0		
Baden-Württemberg	Süd	9	33 (89 335)	110 670
Bayern		1		
Saarland		0		
Hessen		3		
Rheinland-Pfalz		20		
GESAMT		38 (90 540)		113 300

2.2.10.3 Mälzereien

Das Mälzen wurde früher von den Brauereien selbst durchgeführt. Mit der Industrialisierung wurden die Mälzereien eigenständige Unternehmen. Heute stellen nur noch wenige Brauereien ihr Malz selbst her [65].

In rund 180 Ländern weltweit wird Bier gebraut. Der Grundstoff hierfür, das Malz, wird dagegen nur in ca. 50 Ländern hergestellt. Die bekannteste Verwendung für das Malz ist das Bierbrauen. Durch unterschiedlich stark gedarrte Malze entstehen helle bis dunkle Biere. Auch bei der Herstellung von Whisky wird Malz verwendet. Malzkaffee gilt als gesunder und auch für Kinder geeigneter Kaffee-Ersatz. Malzmehl (meist aus Weizen) wird in der Bäckerei bzw. Mühle zur Verbesserung von triebsschwachen Mehlen eingesetzt. Der hohe Gehalt an vergärbaren Zuckern und Amylasen fördert das Gasbildungsvermögen in Teigen und die Bräunung der Gebäcke [65].

Identifizierung der relevanten Lebensmittelfirmen



Abbildung 38: Verteilung der Lebensmittelfirmen mit der jeweiligen Anzahl an Firmen der Branche "Herstellung von Malz" nach Bundesländern

(Legende: Färbung des Bundeslandes: grün: geringe Anzahl an Firmen, gelb: mittlere Anzahl an Firmen, rot: hohe Anzahl an Firmen, erstellt mit Microsoft® MapPoint 2011)

In Deutschland gibt es ca. 45 Handelsmälzereien. Diese produzieren 2,1 Mio. Mg Malz pro Jahr. Im Deutschen Mälzerbund e. V. sind zurzeit ca. 40 Betriebsstätten in Deutschland zusammengeschlossen. Gemessen an der Malzproduktion vertritt der Deutsche Mälzerbund e. V. ca. 70-80% der deutschen Malzindustrie. Mittels der Hoppenstedt Firmendatenbank und dem Deutschen Mälzerbund e.V. wurden 26 Unternehmen mit insgesamt 45 Betriebsstätten identifiziert und in die Berechnung mit einbezogen [65]. Der überwiegende Anteil der Mälzereien ist aus historischen Gründen im süddeutschen Raum zu finden (Abbildung 38). Dort werden demgemäß auch die meisten biogenen Reststoffe erwartet.

Entstehungsprozess, Inhaltsstoffe und derzeitige Verwertung der Reststoffe

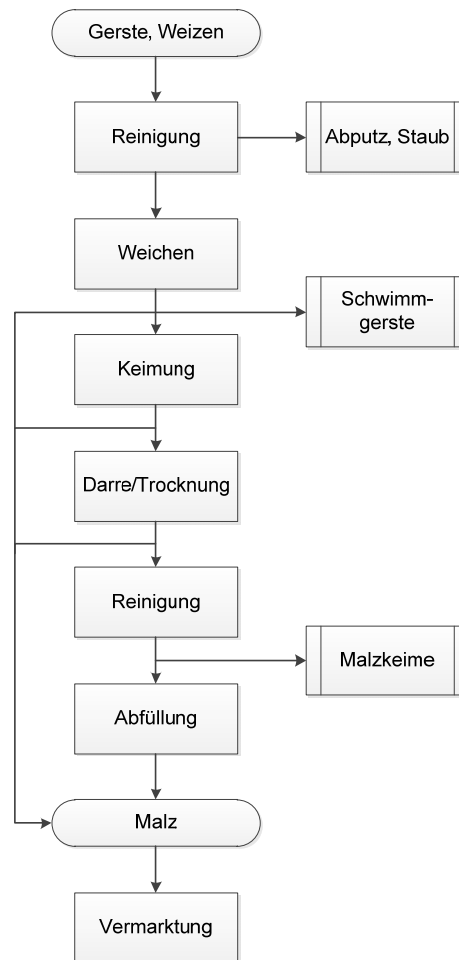


Abbildung 39: Fließschema der Malzherstellung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [24])

Malz ist gekeimtes und getrocknetes Getreide (meist Gerste, auch Roggen, Weizen, Dinkel, u.a.). Es wird zunächst gereinigt und eingeweicht. Dadurch steigt der Wassergehalt auf ca. 40 % an. Die Temperatur im Keimkasten wird bei ca. 15°C gehalten. Im Mehlkörper werden dadurch verstärkt Enzyme gebildet, die die Reservestoffe des Mehlkörpers in lösliche Stoffe überführen. Nach ca. 5-7 Tagen wird die Keimung durch schonendes Trocknen (Darre bei 80°C) beendet. Während des Prozesses fallen Getreidereinigungsabfälle, der Abputz, Schwimmgerste und Malzkeime an (Abbildung 39). Auf Grund des hohen Proteinanteils von 24% sind die Malzkeime begehrte Zusatzstoffe in Futtermitteln. Die Schwimmgerste wird ebenfalls an die Futtermittelindustrie veräußert. Der Abputz wird als Abfall entsorgt, da hier auch Steine, Hölzer und Metallteile enthalten sein können.

Bestimmung der Menge an branchenspezifischen Reststoffen

Bei der Produktion von Malz fallen vom aufgenommenen Getreide, je nach Qualität leicht unterschiedlich, folgende biogene Reststoffe (TS) an: 0,8% Sortiergetreide und 5% Malzkeime (Interviewdaten).

Auf dieser Basis kann deutschlandweit von einer Menge von 106 600 Mg TS/a biogenen Reststoffen ausgegangen werden, wobei der Hauptteil dieser Reststoffe im süddeutschen Raum anfällt (Tabelle 24).

Da mit den identifizierten Unternehmen 96% der Branche erfasst wurden, ist die Validität und Belastbarkeit der Daten als sehr hoch einzustufen.

Die befragten Unternehmen, sowie der Deutsche Mälzerbund e.V. denken über alternative Verwertungswege nach, wenn höhere Erlöse als in der Futtermittelindustrie erzielt werden können. Die biogenen Reststoffe wären für eine energetische Verwertung (Biogasproduktion) geeignet.

Die „umsteuerbare“ Kapazität liegt in dieser Branche bei rund 14 000 Mg TS/a.

Tabelle 24: Ermittelte Reststoffmengen der Mälzereien bezogen auf die Trockensubstanz

Reststofffraktion	Menge [Mg TS/a]
Sortiergetreide	14 230
Malzkeime	92 370
GESAMT	106 600

Mit Hilfe der Produktionskapazitäten der einzelnen Mälzereien aus jedem Bundesland wurden zusätzlich die biogenen Reststoffmengen der einzelnen Bundesländer berechnet (Tabelle 25).

Tabelle 25: Ermittelte Reststoffmengen der Malzverarbeitung auf regionaler bzw. nationaler Ebene in Mg TS/a

Zahl in Klammern: Anzahl verarbeitender Werke

Bundesland	Region	Anzahl der Unternehmen	Menge an Reststoffen [Mg TS/a]
Bremen	Nord	0	18 570
Hamburg		1	
Niedersachsen		0	
Nordrhein-Westfalen		2	
Schleswig-Holstein		0	
		3 (5)	

Berlin	Ost	0	1 (5)	13 890
Brandenburg		0		
Mecklenburg-Vorpommern		0		
Sachsen		0		
Sachsen-Anhalt		0		
Thüringen		1		
Baden-Württemberg	Süd	5	22 (35)	74 140
Bayern		15		
Saarland		0		
Hessen		1		
Rheinland-Pfalz		1		
GESAMT			26 (45)	106 600

2.2.10.4 Brauereien

Die deutsche Brauwirtschaft ist mit ihren 1 341 Braustätten weltweit führend. Sie ist mittelständisch geprägt und wie keine andere Branche in den Regionen verwurzelt. Das zeigt sich daran, dass die Brauereien heute wie früher für bestimmte Regionen stehen und die Biernamen sowie Produktbeschreibungen oftmals einen unmittelbaren Regionalbezug herstellen. Über 5 000 verschiedene Biere bieten eine einzigartige Marken- und Sortenvielfalt. Gesetzliche Regelungen, seit 1516 -Bayerisches Reinheitsgebot- und 1906 -Regelung im Deutschen Reich-, bestimmen die Inhaltsstoffe des Bieres und dokumentieren die lange Tradition des Brauens in Deutschland [66].

Identifizierung der relevanten Lebensmittelfirmen

Der Begriff Brauerei beschreibt das Gesamtunternehmen, das gegebenenfalls mehrere Braustätten betreibt. Mehrere Unternehmen können zu größeren Brauereigruppen zusammengeschlossen sein.

Die amtliche Statistik zählt für das Jahr 2011 1 341 betriebene Braustätten, wobei Bayern mit 632 Braustätten die meisten Sudhäuser betreibt. Allerdings ist der Jahresausstoß dieser Braustätten gering. Deutschlandweit betrachtet stellen die kleinsten Brauereien (bis 1 000 hL Jahresausstoß) knapp 49% aller Brauereien, produzieren aber nur knapp 0,2% des deutschen Bierausstoßes. Die Brauereien bis 5 000 hL stellen knapp 70% der Brauereien, aber nur 0,9% des Bierausstoßes.

Mittels der Hoppenstedt Firmendatenbank wurden die Brauereien identifiziert, die einen Bierausstoß von mehr als 50 000 hL haben. Dies waren deutschlandweit 167 Braustätten, von denen 49 Brauereien in 11 Brauereigruppen zusammengefasst sind.

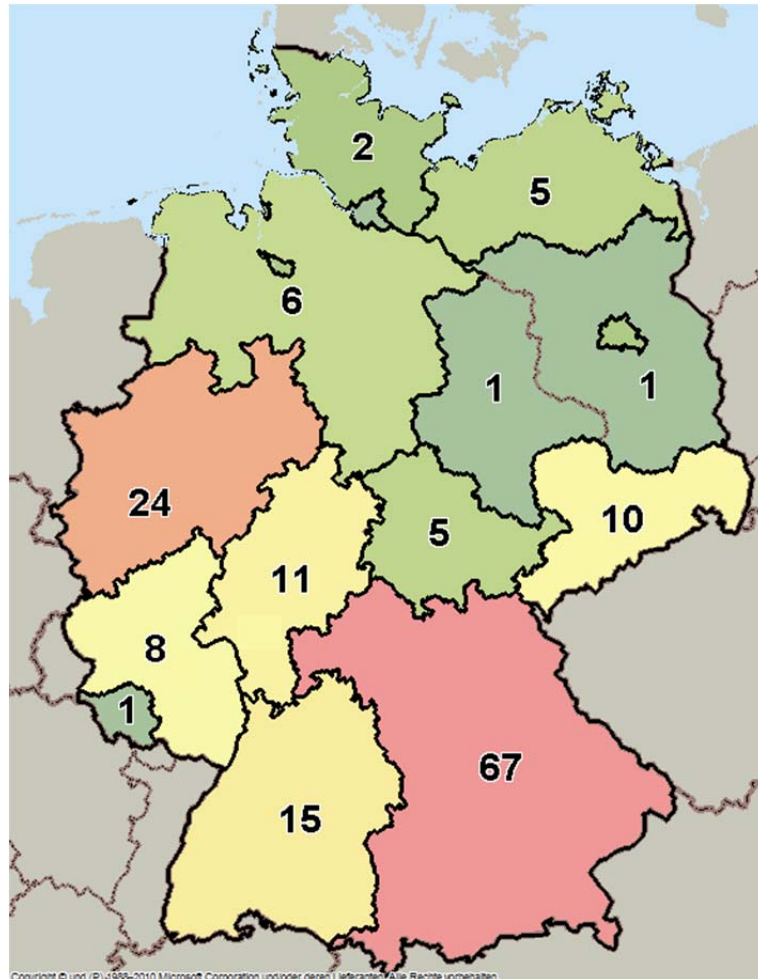


Abbildung 40: Verteilung der Lebensmittelfirmen mit der jeweiligen Anzahl an Firmen der Branche "Herstellung von Bier" nach Bundesländern

(Legende: Färbung des Bundeslandes: grün: geringe Anzahl an Firmen, gelb: mittlere Anzahl an Firmen, rot: hohe Anzahl an Firmen, erstellt mit Microsoft® MapPoint 2011)

Die meisten Brauereien waren in Bayern, Nordrhein-Westfalen und Baden-Württemberg zu finden (Abbildung 40).

Entstehungsprozess, Inhaltsstoffe und derzeitige Verwertung der Reststoffe

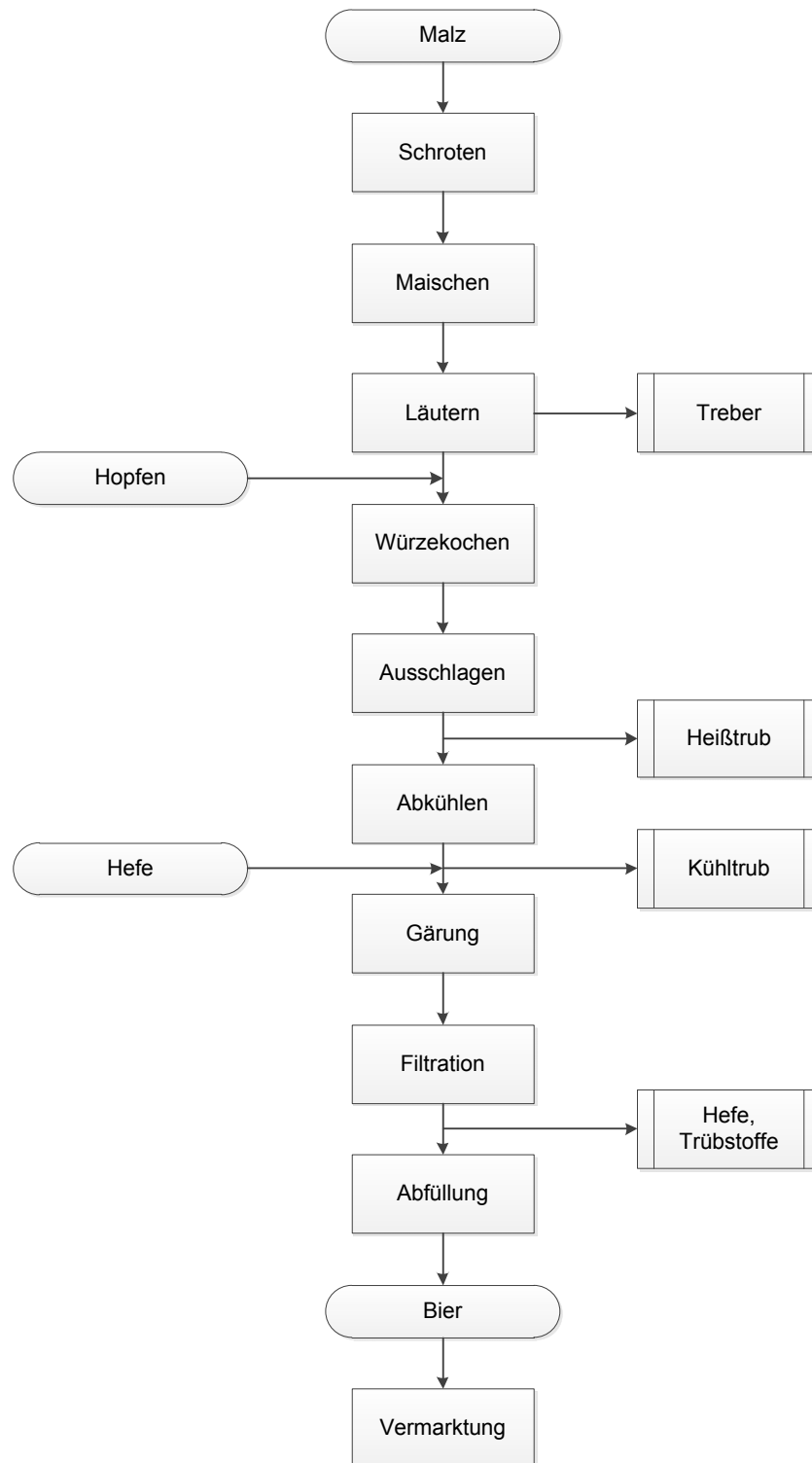


Abbildung 41: Fließschema der Bierherstellung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [24])

Da der Großteil der Brauereien Malz nicht mehr selbst produziert, werden in diesem Abschnitt lediglich die Reststoffe der eigentlichen Bierherstellung betrachtet (Abbildung 41). Den mengenmäßig größten Anteil der

produktionsspezifischen Abfälle stellt mit rund 78% der Biertreber dar. Neben Treber entstehen noch Malzstaub (0,4%), Heiß- und Kühltrub (9,3%), Hefereste (9,6%) und Kieselgurabfälle (2,5%).

Prozessbedingt weisen die Reststoffe einen hohen Wassergehalt und geringen Kohlenhydratanteil auf (Tabelle 26).

Tabelle 26: Inhaltsstoffe des biogenen Reststoffes Gerstentreber

Inhaltsstoff	Gerstentreber
Trockensubstanz	24%
Proteingehalt (% TS)	22%
Kohlenhydratgehalt (% TS)	1%
Lignocellulosegehalt (% TS)	51%

Die stoffliche Nutzung der Biertreber und Hefen als Tierfutter ist der derzeitige Verwertungsweg von Brauereireststoffen. Zu geringen Teilen erfolgt auch eine stoffliche Verwertung in der Pharma-, Kosmetik- und Lebensmittelindustrie.

Bestimmung der Menge an branchenspezifischen Reststoffen

Auf Basis der angegebenen Reststofffaktoren und der Produktionsdaten lassen sich deutschlandweit 362 940 Mg TS/a an biogenen Reststoffen ermitteln, die zu einem überwiegenden Teil im süddeutschen Raum zu finden sind (Tabelle 27).

Tabelle 27: Ermittelte Reststoffmengen der Brauereien bezogen auf die Trockensubstanz

Reststofffraktion	Menge [Mg TS/a]
Biertreber	312 800
Hefereste	32 500
Trubstoffe	13 000
Malzstaub	4 640
GESAMT	362 940

Die Validität und Belastbarkeit der Daten ist auf Grund der verwendeten Steuerdaten/ Statistiken der Brauverbände als sehr hoch einzustufen.

Die befragten Unternehmen denken über alternative Verwertungswege nach, wenn höhere Erlöse als in der Futtermittelindustrie erzielt werden können oder das Treberangebot die Nachfrage übersteigt. Die biogenen Reststoffe wären auch für eine energetische Verwertung, zum Beispiel zur Biogasproduktion, geeignet.

Die „umsteuerbare“ Kapazität liegt in dieser Branche derzeit bei rund 50 000 Mg TS/a.

Mit Hilfe der Produktionskapazitäten der einzelnen Braustätten aus jedem Bundesland wurden die biogenen Reststoffmengen der einzelnen Bundesländer berechnet (Tabelle 28).

Tabelle 28: Ermittelte Reststoffmengen der Braustätten auf regionaler bzw. nationaler Ebene in Mg TS/a

Zahl in Klammern: Produzierte Menge Bier (hL)

Bundesland	Region	Anzahl der Unternehmen		Menge an Reststoffen [Mg TS/a]
Bremen	Nord	2	35 (27 013 172)	144 550
Hamburg		1		
Niedersachsen		6		
Nordrhein-Westfalen		24		
Schleswig-Holstein		2		
Berlin	Ost	2	24 (17 808 975)	95 120
Brandenburg		1		
Mecklenburg-Vorpommern		5		
Sachsen		10		
Sachsen-Anhalt		1		
Thüringen		5		
Baden-Württemberg	Süd	15	102 (23 069 850)	123 270
Bayern		67		
Saarland		1		
Hessen		11		
Rheinland-Pfalz		8		
GESAMT		161	(67 891 997)	362 940

2.2.11 Tabakverarbeitung

Die weltweite Rohtabakernte betrug mehr als 7 Mio. Mg. Der deutsche Tabakanbau hat, wenngleich eine lange Tradition, eine untergeordnete Bedeutung auf dem Weltmarkt (0,3%). Bis Ende der 70er Jahre war der Tabakanbau zur Selbstversorgung in Deutschland gebräuchlich. Aktuell wird Tabak nur noch auf wenigen Flächen in Baden zwischen Mannheim und Lahr, in Mittelsachsen und in der Südpfalz angebaut. Die Angebotsvielfalt deutscher Tabakverarbeiter wird geprägt durch ca. 300 Feinschnitt-, ca. 700 Pfeifentabak sowie 100 Kau- und Schnupftabakmarken.

Identifizierung der relevanten Firmen

Der Verband der deutschen Rauchtobakindustrie (VdR, [67]) ist ein Zusammenschluss von 19 überwiegend mittelständisch strukturierten und zum Teil familiengeführten Unternehmen. Die Mitglieder, die ihren Sitz in vielen Regionen Deutschlands haben, sind Hersteller und Distributeure sowie Importeure. Mit Hilfe der Hoppenstedt Firmendatenbank und dem VdR wurden 14 Unternehmen mit insgesamt 17 Verarbeitungsstandorten (Abbildung 42) identifiziert und angeschrieben. Die Rücklaufquote betrug ca. 50%.

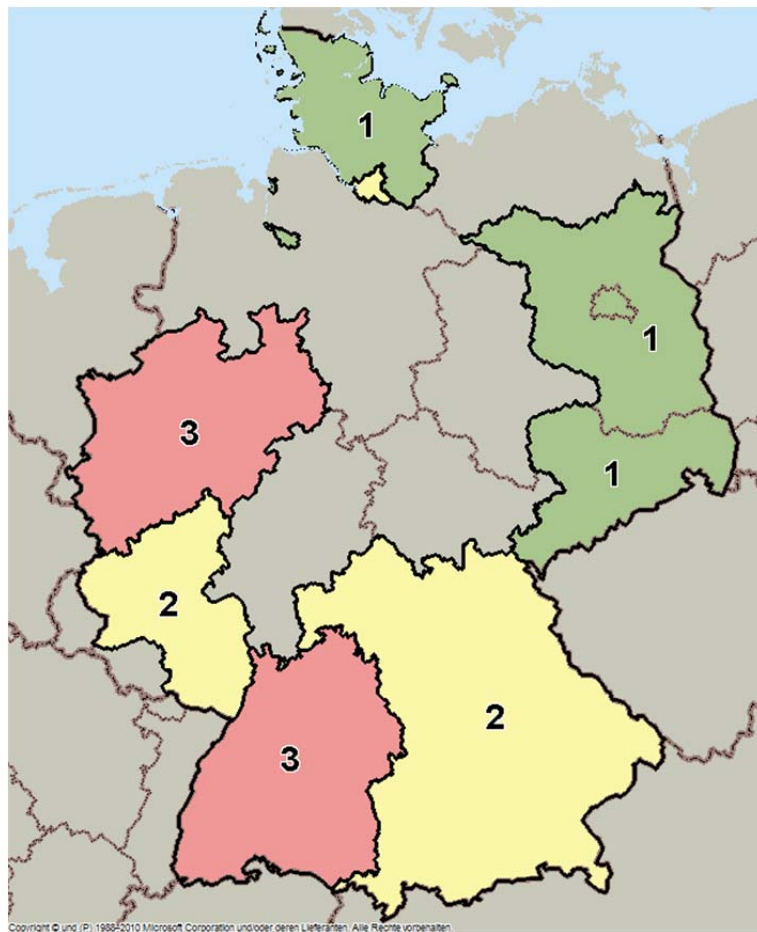


Abbildung 42: Verteilung der Firmen mit der jeweiligen Anzahl an Firmen der Branche "Veredelung von Tabak" nach Bundesländern

(Legende: Färbung des Bundeslandes: grün: geringe Anzahl an Firmen, gelb: mittlere Anzahl an Firmen, rot: hohe Anzahl an Firmen, erstellt mit Microsoft® MapPoint 2011)

Entstehungsprozess, Inhaltsstoffe und derzeitige Verwertung der Reststoffe

Bei der Tabakverarbeitung entstehen Tabakreste in verschiedenen Prozessschritten, vom Lagern, über das Wiegen bis zur Verpackung (Abbildung 43). Diese werden zumeist gemeinschaftlich gesammelt.

Für die Tabakverarbeiter sind etablierte Verwertungswege unabdingbar. Auf Grund der in Deutschland existierend Tabaksteuer muss die Vernichtung nicht verkaufsfähiger Produkte durch beauftragtes Personal exakt nachgewiesen werden, da sonst Steuern bezahlt werden müssen. Die derzeitigen Verwertungswege gehen über Kompostierung und gewerbsmäßige Entsorger.

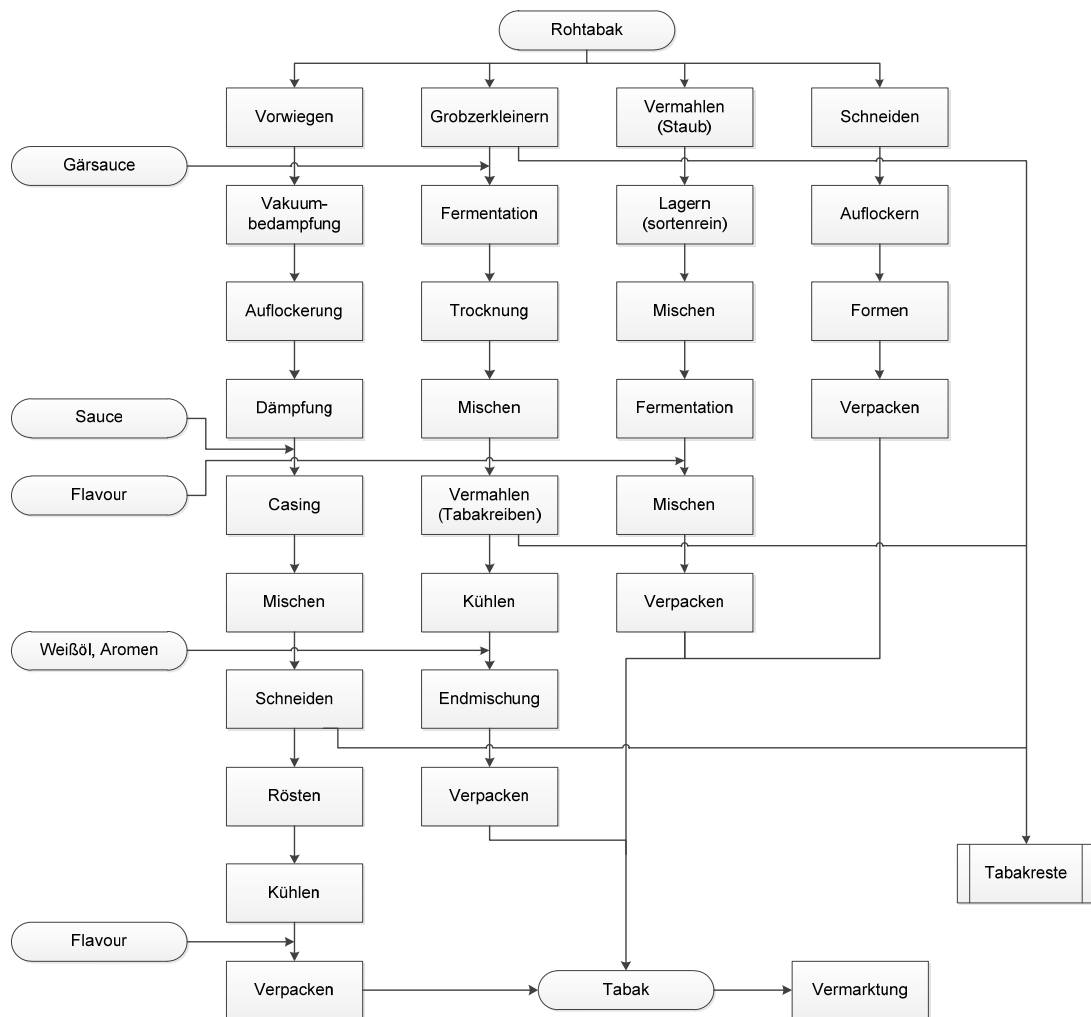


Abbildung 43: Fließschema der Tabakverarbeitung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [68])

Bestimmung der Menge an branchenspezifischen Reststoffen

Deutschlandweit entstehen bei der Verarbeitung von Tabak biogene Reststoffe im Umfang von rund 6 600 Mg TS/a (Tabelle 29).

Tabelle 29: Ermittelte Reststoffmengen der Tabakverarbeitung auf regionaler bzw. nationaler Ebene in Mg TS/a

Zahl in Klammern: alle Tabakverarbeitenden Standorte

Bundesland	Region	Anzahl der Unternehmen		Menge an Reststoffen [Mg TS/a]
Bremen	Nord	0 (1)	5 (7)	3 870
Hamburg		2		
Niedersachsen		0		
Nordrhein-Westfalen		2 (3)		
Schleswig-Holstein		1		
Berlin	Ost	1	2 (3)	1 170
Brandenburg		1		
Mecklenburg-Vorpommern		0		
Sachsen		0 (1)		
Sachsen-Anhalt		0		
Thüringen		0		
Baden-Württemberg	Süd	3	7	1 585
Bayern		2		
Saarland		0		
Hessen		0		
Rheinland-Pfalz		2		
GESAMT		14 (17)		6 625

Die Validität und Belastbarkeit der Daten ist auf Grund der verwendeten Steuerdaten/ Interviewdaten als sehr hoch einzustufen.

Für die biogenen Reststoffe existieren etablierte Verwertungswege. Auf Grund der bereits geschilderten Problematik mit der Tabaksteuer bei der zertifizierten Entsorgung von Abfällen war das Interesse von alternativen Nutzungswegen mäßig. Die „umsteuerbare“ Kapazität liegt hier bei rund 3 500 Mg TS/a.

2.2.12 Biotechnologie

Die Biotechnologie ist nach Definition der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD): „die Anwendung von Wissenschaft und Technik auf lebende Organismen, Teile von ihnen, ihre Produkte oder Modelle von ihnen zwecks Veränderung von lebender oder nichtlebender Materie zur Erweiterung des Wissensstandes, zur Herstellung von Gütern und zur Bereitstellung von Dienstleistungen“ [69].

Heute ist die Biotechnologie eine vielgenutzte Querschnittstechnologie, mit der neue Medikamente entwickelt, neue Pflanzensorten gezüchtet oder Alltagsprodukte wie Waschmittel und Kosmetika effizienter hergestellt werden. Trotz der Vielschichtigkeit der „weißen“ Biotechnologie ist Deutschland aktuell kein bedeutender Fermentationsstandort [70].

Identifizierung der relevanten Firmen

Die rund 530 in der Biotechnologie tätigen Unternehmen arbeiten in den Schwerpunktgebieten Medizin, Landwirtschaft und Industrie. Demnach entwickeln derzeit 250 Firmen neue Medikamente oder diagnostische Tests. 187 Unternehmen sind in mehreren Anwenderbranchen aktiv, hierzu zählen auch Auftragsproduktionen. In der industriellen Biotechnologie -Entwicklung von technischen Enzymen, neuen Biomaterialien oder biotechnologischen Produktionsprozessen- haben 56 Unternehmen ihr Hauptgeschäftsfeld. Nur 24 Firmen sind der Agro-Biotechnologie zuzurechnen.

Mit Hilfe der Biotechnologie-Datenbank des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) wurden alle Firmen identifiziert, die Produktion als Hauptgeschäftsfeld angeben und mehr als 10 Mitarbeiter beschäftigen. Hier wurden 65 Unternehmen identifiziert und angeschrieben. Die Rücklaufquote betrug 22%.

Entstehungsprozess, Inhaltsstoffe und derzeitige Verwertung der Reststoffe

Die Biotechnologie-Branche ist eine sehr heterogene Branche, so dass viele verschiedene biogene Reststoffe entstehen und die Verwertungswege daher ebenfalls stark unterschiedlich sind.

Die Unternehmen im Bereich der Agro-Biotechnologie beschäftigen sich mit Saat- und Pflanzenzüchtung. Hier entstehen Stroh und Fremdpflanzenanteile als prozessbedingte Reststoffe. Diese werden entweder kompostiert oder zu Heizpellets verarbeitet und thermisch verwertet (Interviewdaten).

Bei Unternehmen, die im Bereich Herstellung und Mischung von Medikamenten tätig sind, fallen Fehl- und Spülchargen an. Diese sind wässrig, mit entsprechenden Wirkstoffanteilen. Zudem fallen unregelmäßig Rohstoffe mit Transportschäden an. Diese Reststoffe werden derzeit

kostenpflichtig, mit zum Teil sehr hohen CSB-Frachten, entsorgt. Alternative Nutzungskonzepte sind hier hocherwünscht (Interviewdaten).

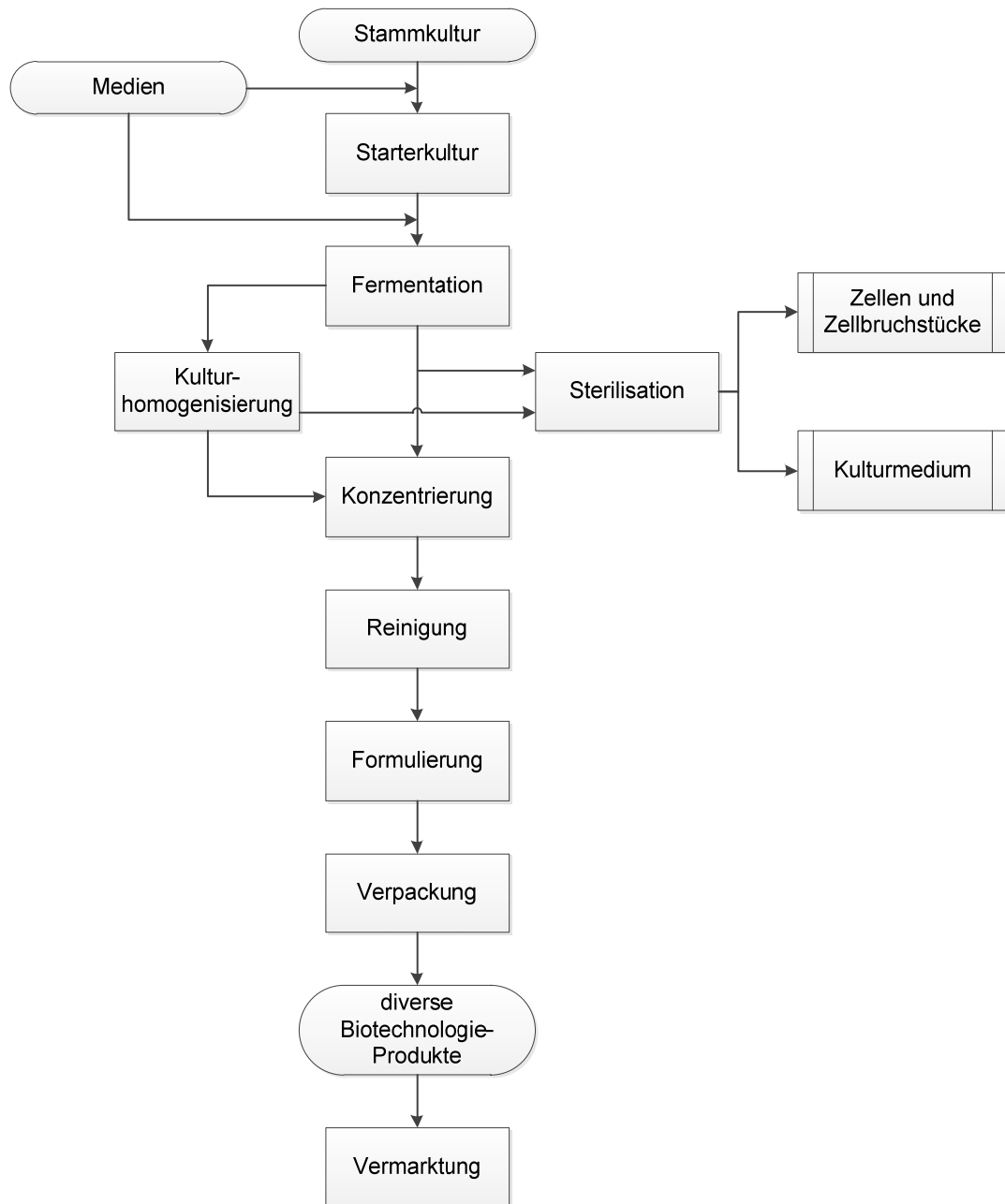


Abbildung 44: Fließschema eines biotechnologischen Prozesses mit den dabei entstehenden Reststoffen

Beim überwiegenden Teil der biotechnologischen Prozesse handelt es sich um Fermentationsprozesse. Je nach Prozessführung ist das gewünschte Produkt im Zellinneren oder wird in das Medium sekretiert. Dementsprechend sind die Reststoffe Nährlösungen mit zum Teil erheblichen Kohlenhydratmengen, die Zellen, Zellbruchstücke oder keinerlei feste Bestandteile enthalten (Abbildung 44). Nach dem Gentechnik-Gesetz

müssen Organismen ab der Sicherheitsstufe I vor Entsorgung inaktiviert werden. Dies geschieht zumeist durch Hitzeeinwirkung, danach werden die Reststoffe kostenpflichtig entsorgt. Entstehen diese Reststoffe in größeren Mengen, werden von den Unternehmen alternative Nutzungskonzepte gesucht (Interviewdaten).

Im Bereich der Aromaproduktion entstehen biogene Reststoffe durch die „Entaromatisierung“ pflanzlicher Rohstoffe [72]. Die dabei entstehenden Trester fallen sortenrein und batchweise an. Die Verwertung erfolgt derzeit kostenpflichtig über externe Verwerter. Hier sind ebenfalls alternative Verwendungskonzepte erwünscht (Interviewdaten).

Bestimmung der Menge an branchenspezifischen Reststoffen

Rund 22% der branchenweiten Produktionskapazität wurden durch die geführten Interviews abgedeckt. Durch die Ermittlung von Produktionskapazitäten für Deutschland (Tabelle 30) wurden mit Hilfe von Reststofffaktoren ([70], [71], [73] und 5% TS [eigene Daten]) die Reststoffmengen für die Branche ermittelt und aufgeschlüsselt. Die mengenmäßig größten Reststoffströme entstehen bei der Produktion von Bioethanol und Reinzuchthefen.

Tabelle 30: Fermentationsprodukte in Deutschland ([70], [71])

Produkt	Produktionsmenge [Mg/a]
Hefe	200 000
Antibiotika	3 000
Milchsäure	5 000
Enzyme	500
Erythritol	3 000
Bio-Ethanol	580 000
Pro-Insulin	0,025

Deutschlandweit wurden in dieser Branche biogene Reststoffe von 250 000 Mg TS/a bestimmt, davon wurden 19 500 Mg TS/a regional aufgeschlüsselt (Tabelle 31).

Tabelle 31: Ermittelte Reststoffmengen der Biotechnik-Industrie auf regionaler bzw. nationaler Ebene in Mg TS/a

Nationaler Ebene in Mg TS/a				
Bundesland	Region	Anzahl der Unternehmen	Menge an Reststoffen [Mg TS/a]	
Bremen	Nord	0	1 500	250 000
Hamburg		3		
Niedersachsen		9		
Nordrhein-Westfalen		9		
Schleswig-Holstein		4		
Berlin	Ost	3	0	
Brandenburg		0		
Mecklenburg-Vorpommern		1		
Sachsen		0		
Sachsen-Anhalt		1		
Thüringen		0		
Baden-Württemberg	Süd	15	18 000	
Bayern		11		
Saarland		0		
Hessen		7		
Rheinland-Pfalz		2		
GESAMT		65	19 500	250 000

Die meisten Reststoffe entstanden in den süddeutschen Regionen. Eine weitere Regionalisierung der Daten war auf Grund von Geheimhaltungswünschen der beteiligten Unternehmen nicht möglich.

Die Validität und Belastbarkeit der Daten ist auf Grund der geringen Rücklaufquote, der Heterogenität der Branche und der geringen Datenlage als eher gering einzustufen.

2.3 Zusammenfassende Darstellung des Reststoff-Aufkommens in der deutschen Lebensmittel- und Biotechnik-Industrie

2.3.1 Überblick über die ermittelten Reststoffmengen in Deutschland

Auf Basis der mit Hilfe von Interviews, der Annahme von branchenspezifischen Reststofffaktoren und einer darauf basierenden Hochrechnung durchgeführten Erhebung zum Reststoff-Aufkommen in der deutschen Lebensmittel- und Biotechnik-Industrie konnten für Deutschland in diesen Industriezweigen jährlich insgesamt zwischen 13 und 14 Mio. Mg biogene Reststoffe ermittelt werden (Angaben in TS/a, Tabelle 32).

Tabelle 32: Ermittelte Reststoffmengen der gesamten deutschen Lebensmittel- und Biotechnik-Industrie in Mg TS/a

(Legende zur Validität: o = mittel, + = hoch, - = niedrig)

Branche	Menge an biogenen Reststoffen		Validität der Daten
	[Mg FM/a]	[Mg TS/a]	
Schlachten & Fleischverarbeitung	1 500 000	390 000	o
Fischverarbeitung	100 000	25 000	-
Obst- & Gemüseverarbeitung	890 000	130 000	-
Herstellung von pflanzlichen & tierischen Ölen & Fetten	6 900 000	6 100 000	+
Milchverarbeitung	11 800 000	780 000	+
Mahl- & Schälmaschinen, Herstellung von Stärke & Stärkeerzeugnissen	4 900 000	1 740 000	o
Herstellung von Back- & Teigwaren	600 000	470 000	-
Herstellung von sonstigen Nahrungsmitteln	5 300 000	3 270 000	+
Herstellung von Futtermitteln	56 000	50 000	+
Getränkeherstellung	3 100 000	600 000	+
Tabakverarbeitung	7 800	7 000	+
Biotechnologie	1 800 000	250 000	-
GESAMT	36 953 800	13 812 000	+

Bei einer Kalkulation der Menge an Reststoffen auf Basis von Feuchtmassen – wie dies in der Literatur häufig getan wird – lassen sich insgesamt ca. 37 Mio. Mg/a biogener Reststoffe errechnen. Allerdings ist dies auf Grund der enthaltenen großen Mengen an Wasser wenig zielführend, wenn man primär an der Erfassung der stofflich oder energetisch nutzbaren Biomasse-mengen interessiert ist. Die folgenden zusammenfassenden Darstellungen beruhen deshalb ausschließlich auf der Verwendung von Trockenmasse-Angaben. Die in Tabelle 32 ebenfalls mit aufgenommenen Validitätsbewertungen sind aus den vorangehenden Branchenbetrachtungen übernommen worden.

Tabelle 32 zeigt, dass die im Vergleich mit ca. 6 Mio. Mg Reststoffen (TS) größten Reststoffmengen in der Teilbranche „Herstellung von pflanzlichen und tierischen Ölen und Fetten“ anfallen. Hierbei handelt es sich überwiegend um die bei der Herstellung von Rohöl aus Ölsaaten anfallenden Ölschrote. Da Ölschrote sehr proteinreich sind, werden diese in der Regel in gepresster Form als Futtermittel eingesetzt.

Bei dem zweitgrößten „Produzenten“ biogener Reststoffe, nämlich der Branche „Herstellung von sonstigen Nahrungsmitteln“ (Bezeichnung entspricht der entsprechenden Kategorie in der Produktionsstatistik beim Statistischen Bundesamt) handelt es sich um eine Reihe diverser Produktionslinien, wie z.B. der Herstellung von Zucker und Süßwaren, Kaffee und Tee, Würzmitteln, Fertiggerichten sowie von begrenzt haltbaren Lebensmitteln und Spezialitäten. Die mit Abstand größten Reststoffmengen entstehen bei der Zuckerproduktion. Hierbei handelt es sich vor allem um Rübenschnitzel und Melasse, wobei die Rübenschnitzel primär in der Futtermittelindustrie und die Melasse als Nährmedium in der Biotechnik-Industrie Verwendung finden.

Auch die getreideverarbeitenden Industrien im Bereich „Mahl- und Schälmühlen und Herstellung von Stärke und Stärkeerzeugnissen“ produzieren größere Mengen an biogenen Reststoffen (Kleie, proteinhaltige Reststofffraktionen), die ebenfalls hauptsächlich als Futtermittel eingesetzt werden.

Rund 800 000 Mg TS/a an biogenen Reststoffen werden in der Branche der Milchverarbeitung produziert. Der wichtigste Reststoff ist hier proteinreiche Molke, die in ihrer getrockneten Form häufig in der Schweinemast eingesetzt wird. Alternativ wird Molke auch industriell für die Produktion von Pharmaprodukten oder Lebensmitteln eingesetzt.

Reststoffe im Umfang von knapp 600 000 Mg TS/a fallen in der Branche der „Getränkeherstellung“ an. Die Branche der Getränkeherstellung umfasst die Produktion von Spirituosen, Wein und Sekt sowie von Malz und Bier. Der größte Masseanteil biogener Reststoffe fällt dabei in den Brauereien als Biertreber an. Zusätzlich fallen auch kleinere Mengen an Heferesten, Trubstoffen und Malzstäuben an. Verwertet werden diese Reststoffe hauptsächlich in der Futtermittelindustrie. In geringen Teilen werden die Reststoffe jedoch auch stofflich zur Produktion von Pharma- und Kosmetikprodukten sowie Lebensmitteln genutzt. Die Trester, die als hauptsächlicher Reststoff bei den Winzern und in Sektkellereien entstehen, werden von den größeren Weingütern üblicherweise in der Düngung eingesetzt. Die Kleinwinzer verwerten ihre Reststoffe hauptsächlich in

Biogasanlagen. Die bei der Produktion von Malz in Mälzereien anfallenden Malzkeime sind ein begehrter Zusatz in der Futtermittelindustrie. In den Brennereien entstehen bei der Produktion von Spirituosen nur geringe Mengen an Reststoffen, die hauptsächlich zur Düngung verwendet werden.

Ungefähr 500 000 Mg TS/a an biogenen Reststoffen entstehen in Deutschland in der Branche „Herstellung von Back- und Teigwaren“. Hierbei handelt es sich im Wesentlichen um Schnittreste und Rest- und Rückbrote, die sowohl in der industriellen Produktion, als auch in den einzelnen Kleinbäckereien anfallen können. Die übliche Verwertung dieser Reststoffe ist entweder eine erneute Einarbeitung in die Produktion von Back- und Teigwaren (in sehr geringen Mengen) oder die Verfütterung bzw. das Verbrennen der Rest- und Rückbrote. In einigen Fällen können die Brote vom Vortag oder die anfallenden Schnittreste zu einem günstigeren Preis auch noch im Handel verkauft werden.

Rund 400 000 Mg TS/a an biogenen Reststoffen werden in der Branche „Schlachten und Fleischverarbeitung“ produziert. Hierbei handelt es sich hauptsächlich um Schlachtnebenprodukte, die in Verarbeitungsbetrieben für tierische Nebenprodukte zu protein- und fettbasierten Produkten verarbeitet werden. Diese Produkte werden je nach Art am häufigsten in der Futtermittelindustrie oder in der technischen Verwendung, als Düngemittel oder in der Oleochemie, verwertet.

Die restlichen Industrien tragen insgesamt nur zu kleinen Teilen zum gesamten biogenen Reststoffaufkommen in Deutschland bei. Bei der Verarbeitung von Obst und Gemüse entstehen z.B. rund 130 000 Mg TS/a an biogenen Reststoffen. Die hauptsächlichsten Reststoffe sind hier verschiedene Trester und Presskuchen, aber auch Schalen, Kerne und Steine sowie aussortiertes Obst und Gemüse. Die übliche Verwertung dieser Reststoffe ist die Verwendung in Biogasanlagen oder als Tierfutter.

Bei der Produktion von Futtermitteln, die bei den Mischfutterherstellern ohnehin häufig schon aus Reststoffen oder sekundären Rohstoffen der Ernährungsindustrie hergestellt werden, bleiben nur noch geringe Mengen an biogenen Reststoffen in Form von Spelzen, Schmachtgetreiden, Stroh und

Unkrautsamen übrig, die dann in der Regel über die Kompostierung verwertet werden.

In der deutschen Fischverarbeitung fallen durch das Ausnehmen und Filetieren der Fische an Land nur noch relativ geringe Mengen an biogenen Reststoffen an. Häufig werden die Fische kurz nach dem Fang schon ausgenommen, weshalb diese Reststofffraktion häufig schon auf See entsorgt wird. Die an Land noch anfallenden Mengen an Fischresten werden in Verarbeitungsbetrieben zu Fischmehl und Fischöl verarbeitet, die entweder in der Futtermittelindustrie oder auch technisch, z.B. in Raffinerien oder Gerbereien, Anwendung finden.

Die Tabakverarbeitung produziert in Deutschland die geringste Menge an biogenen Reststoffen mit rund 7 000 Mg TS/a. Hierbei handelt es sich um Tabakreste, die während der Produktion in den verschiedenen Prozessschritten, wie Zerkleinern, Schneiden und Vermahlen anfallen. Aufgrund der in Deutschland existierenden Tabaksteuer werden die anfallenden Tabakreste streng kontrolliert über die Düngung oder gewerbsmäßige Entsorger entsorgt.

Erstmalig wurde im Rahmen dieser Arbeit versucht, Daten bezüglich des Reststoffaufkommens der „Biotechnik-Industrie“ zu ermitteln. Da sich hinter dieser Sammelbezeichnung sehr unterschiedliche Technologien verbergen, war eine pauschalisierende Hochrechnung hier schwierig. Es kann jedoch gesagt werden, dass insbesondere im Fermentationsbereich größere Mengen an Reststoffen anfallen (Pilzmycel, Zellbiomasse...), für die – z.B. auf Grund möglicher Wirkstoff-Restgehalte – eine Nutzung beispielsweise im Futtermittelbereich schwierig ist. In dieser Studie wurde eine Gesamtmenge an biogenen Reststoffen aus der Biotechnik-Industrie von 250 000 Mg TS/a ermittelt.

2.3.2 Validität der ermittelten Daten und Vergleich der Daten mit anderen durchgeführten Erhebungsmethoden

Die im Rahmen dieser Arbeit zusammengestellten Mengendaten wurden aus einer *kombinierten Auswertung* von Interviewdaten von Firmen und Branchenverbänden, der Annahme von branchenspezifischen Reststoff-

faktoren, der Berücksichtigung der vom statistischen Bundesamt branchenspezifisch ermittelten Produktionsmengen und einer darauf basierenden Hochrechnung ermittelt. Die produktionsspezifischen Reststofffaktoren (= Masseanteil Reststoff pro Masse Rohstoff) für die einzelnen Branchen wurden entweder aus der Literatur oder durch die geführten Interviews ermittelt. Die den Angaben der Reststoff-Mengen (wenn nicht anderes angegeben) zu Grunde liegenden Trockensubstanzgehalte wurden ebenfalls der Literatur entnommen.

Hauptproblem der hier eingesetzten Interviewmethode war die relativ geringe Rücklaufquote auf unsere Anfrage. Die Rücklaufquote lag in der Regel zwischen 10 und 30%, was mit vergleichbaren Interview-basierten Studien vergleichbar ist ([74], [75], [76], [77], [78], [79]). In den durchgeführten Interviews wurde deutlich, dass Aussagen über die Entstehung und Zusammensetzung biogener Reststoffe eher erfolgten als Aussagen über entstandene Reststoffmengen.

Um die Interview-basierten Daten zu überprüfen, wurden darüber hinaus – wie in Kap. 2.1.2 genauer beschrieben wurde – noch zwei andere Methoden der Datenerhebung eingesetzt (Abschätzung aus Produktionsmengen unter Einbezug von prozesstechnisch abgeleiteten Reststofffaktoren und die Abschätzung aus der Menge eingesetzter Rohstoffe unter Einbezug des nichtgenutzten Rohstoffanteils). Leider konnten über diese rein Datenbank/Literatur-basierten Methoden bisher nicht für alle Branchen ausreichende Zahlen ermittelt werden, sodass ein direkter Vergleich der über die jeweiligen Methoden ermittelten Reststoff-Gesamt mengen an dieser Stelle noch nicht möglich ist. Im Vergleich der Methoden wurde weiterhin deutlich, dass die aus der Bewertung von Produktmengen und produktionsspezifischen Abfallanteilen errechneten Reststoffmengen bei einzelnen Branchen z.T. zu deutlich höheren Werten führten, als sie durch Interview oder durch Rohstoffnutzungsgrade ermittelt werden konnten (Daten nicht dargestellt). Ein Grund für diese Diskrepanz im Fall der Produktmengen-basierten Methode war, dass die der Kalkulation zu Grunde gelegten Produktionsmengen nicht zuverlässig auf eingesetzte Rohstoffe und die in Folge anfallenden Reststoffe zurückschließen ließen. So waren Produktionen aus

bereits vorverarbeiteten Rohstoffen, wie beispielsweise zerlegtem Fleisch, ausgenommenen Fischen, Fruchtsaftkonzentraten, in den zur Berechnung verwendeten Produktionsmengen ebenfalls enthalten. Da die rohstoffbasierte Methode zur Berechnung der Reststoffmengen in diesem Punkt erfolgversprechender war (da hierbei nur die tatsächlich eingesetzte Rohstoffmengen in der Lebensmittelproduktion einbezogen wurden), werden im Weiteren nur die durch Interviewtechnik und Rohstoffeinsatz ermittelten Reststoffmengen in Mg TS/a vergleichend dargestellt (Tabelle 33). Für die Umrechnung der Reststoffmengen auf ihre Trockensubstanz wurden bei beiden Methoden die gleichen aus der Literatur entnommenen Trockensubstanzgehalte verwendet.

Vergleicht man die auf diese unterschiedliche Weise ermittelten Daten miteinander (Tabelle 33), zeigt sich, dass die für die verschiedenen Branchen identifizierten Reststoffmengen im Wesentlichen auf ähnlichem Niveau liegen. Die im Vergleich deutlichste Differenz bei den Reststoffmengen ergab sich – möglicherweise methodisch bedingt – in der Bewertung der Fleischbranche. Während in der Interviewmethode die Menge an Reststoffen mit einem pauschalen Reststofffaktor ermittelt wurde, wurden in der „rohstoffbasierten Methode“ der Hochrechnung differenziertere Reststofffaktoren zu Grunde gelegt. Die Validität der erhobenen Reststoffmenge aus der rohstoffbasierten Abschätzung ist in dieser Branche

Tabelle 33: Mit unterschiedlichen Erhebungsmethoden ermittelte Reststoffmengen in verschiedenen Branchen der Lebensmittelindustrie

Branche	Menge an Reststoffen (ermittelt aus Interviews/ Hochrechnungen) [Mg TS/a]	Menge an Reststoffen (ermittelt aus Rohstoff- basierten Abschätzungen) [Mg TS/a]
Schlachten & Fleischverarbeitung	390 000	690 000
Fischverarbeitung	25 000	---
Obst- & Gemüse- verarbeitung	130 000	200 000
Herstellung von pflanzlichen & tierischen Ölen & Fetten	6 100 000	6 500 000
Milchverarbeitung	780 000	---
Mahl- & Schälmühlen, Herstellung von	1 740 000	2 200 000

Stärke & Stärke- erzeugnissen		
Herstellung von Back- & Teigwaren	470 000	---
Herstellung von sonstigen Nahrungsmitteln	3 270 000	2 200 000
Herstellung von Futtermitteln	50 000	---
Getränkeherstellung	600 000	---
Tabakverarbeitung	7 000	---
Biotechnologie	250 000	---
GESAMT	13 812 000	
Validität	+	+

deshalb sogar etwas höher einzustufen. Der für die Branche „Herstellung von sonstigen Nahrungsmitteln“ erkennbare Unterschied liegt im Wesentlichen in einer nicht ganz vergleichbaren Branchenbasis begründet. Während in der interviewbasierten Methode die Reststoffmenge, die bei der Herstellung von Zucker, Süßwaren, Tee und Kaffee und von Würzmitteln, Soßen, Fertiggerichten etc. entsteht, berechnet wurde, wurden in der rohstoffbasierten Abschätzung der Reststoffmengen neben der Produktion von Zucker und Kaffee auch die Herstellung von Kakao und die Verarbeitung von Eiern in die Berechnung mit einbezogen. Aufgrund der starken Heterogenität der Branche „Herstellung von sonstigen Nahrungsmitteln“ war es in dieser Branche generell schwierig, exakte Reststoffmengen zu ermitteln.

Die mit Hilfe der „rohstoffbasierten Methode“ erfolgte punktuelle Überprüfung der Validität und Belastbarkeit der auf Basis der „Interview-Hochrechnungsmethode“ dargestellten Daten hat aus unserer Sicht gezeigt, dass die Zuverlässigkeit der eingesetzten Erhebungstechnik insgesamt als hinreichend hoch angesehen werden kann. Bis auf wenige Ausnahmen konnten die Reststoffmengen der gesamten Industrie so umfassend zahlenmäßig erfasst werden, auch wenn die Datenlage bei einzelnen Branchen kritischer eingeschätzt werden muss.

2.3.3 Vergleich der ermittelten Reststoffmengen mit Daten aus der Literatur

Vergleicht man nun die hier vorgestellten Daten zum Anfall biogener Reststoffe in der deutschen Lebensmittelindustrie mit den bisher für einzelne

Branchen publizierten Daten, fallen auf den ersten Blick z.T. gravierende Diskrepanzen zwischen den verschiedenen Zahlenwerten auf (Tabelle 34).

Tabelle 34: Vergleich der berichteten Mengen von Verarbeitungsresten aus der Nahrungs- und Genussmittelindustrie in Deutschland

(bitte beachten: Angaben entweder als Feuchtmasse (FM) oder Gewicht Trockensubstanz (TS))

	Diese Studie, 2012		Knappe et al., 2007		AWARENET, 2004	Laufenberg et al., 2003	Branscheid, 2001
	10 ³ Mg/a FM	10 ³ Mg/a TS	10 ³ Mg/a FM	10 ³ Mg/a TS	10 ³ Mg/a FM	10 ³ Mg/a FM	10 ³ Mg/a FM
Reststoffe aus Schlachthof und Fleisch- verarbeitung (gesamt)	1 500	390	1 249	914	2 667		2 127
Reststoffe aus Obst- und Gemüse- verarbeitung (gesamt)	890	130	1 030	106	2 654	480	
Reststoffe aus der Getränke- herstellung	3 100	600				3 754	
<i>davon Biertreber</i>	<i>1 300</i>	<i>310</i>	<i>2 800</i>	<i>700</i>			
Reststoffe aus der Zuckerherstellung (Unterbranche aus „Herstellung von sonstigen Nahrungsmitteln) (gesamt)	4 800	3 100			26 524	3 000	
<i>davon Melasse</i>	<i>760</i>	<i>590</i>	<i>900</i>	<i>720</i>			

Die wichtigste Diskrepanz besteht zunächst darin, dass in der Literatur Reststoffmengen aus der Lebensmittelindustrie häufig als Feuchtgewicht angegeben werden. Um die Ergebnisse dieser Studie mit den in der Literatur publizierten Werten besser vergleichen zu können, sind die hier bisher als Trockensubstanz vorgestellten Daten deshalb zusätzlich auch auf der Basis von Feuchtmassen mit angegeben (Tabelle 34). Vergleicht man nun die

Reststoffmengen einzelner Branchen auf Basis der Feuchtmassen zeigt sich, dass (mit Ausnahme der durch AWARENET ermittelten Zahlen) die jeweils ermittelten Reststoffmengen der Größenordnung gut miteinander vergleichbar sind. Einen krassen Ausreißerwert stellt allerdings die in der AWARENET-Studie für die Zuckerherstellung festgestellte (vermeintliche) Reststoffmenge dar. Bei genauerer Betrachtung dieses Wertes zeigt sich, dass Reststoff hier offensichtlich einfach als Masse Rohstoff Feuchtgewicht minus Produktmasse kalkuliert worden ist und der vermeintliche Reststoff hier primär aus Wasser besteht. Dies zeigt einmal mehr, dass a) Reststoffmengen grundsätzlich nur auf TS-Basis wirklich vergleichbar sind und dass b) auch die Erfassungsmethode großen Einfluss auf den ermittelten Wert haben kann. Dies zeigt sich auch, wenn man die in dieser Studie ermittelten Branchen-Werte mit vorher publizierten Werten genauer vergleicht.

So variieren – wie in Tabelle 34 zu sehen ist – die bisher veröffentlichten Masseangaben zu biogenen Reststoffen, die in den Schlachthöfen und der Fleischverarbeitung in Deutschland entstehen, zwischen 1 200 000 und 2 700 000 Mg/a (bezogen auf Feuchtmasse). In dieser Studie wurden für diese Branche eine Gesamtmenge an biogenen Reststoffen von 1 500 000 Mg/a in Feuchtmasse ermittelt. Sucht man nach Erklärungen für die unterschiedlichen Zahlen, zeigt sich z.B., dass bei Knappe et al. die Gesamtmenge an biogenen Reststoffen aus der Menge an den fett- und proteinbasierten Produkten, die bei der Verarbeitung der Schlachtnebenprodukte entstehen, ermittelt wurde. In dieser Studie enthält jedoch die ermittelte Zahl an biogenen Reststoffen die Daten über Schlachtnebenprodukte vor der Verarbeitung zu anderen Produkten. Die AWARENET-Studie ermittelte die Reststoffmengen aus der Schlachtung durch eine sehr differenzierte Betrachtung der einzelnen Reststofffraktionen. Unter anderem wurde hier auch die Menge an anfallenden Blut in die Gesamtmenge mit einbezogen, welche jedoch in der hier durchgeführten Studie nicht in der Reststoffmenge in Feuchtmasse enthalten ist, da mit einem pauschalen Reststofffaktor gerechnet werden musste, der sich auf das Gewicht der geschlachteten Tiere bezog. Die unterschiedlichen Erhebungsmethoden können auch zur Erklärung der etwas unterschiedlichen Werte der ermittelten

und veröffentlichten Trockensubstanz-Reststoffmengen aus der Tier-schlachtung dienen. In dieser Studie wurde die TS-Reststoffmenge mit einer – auf die „rohen“ Schlachtnebenprodukte bezogenen – pauschalen Trockensubstanzquote von 26% kalkuliert. Knappe et al. hingegen bestimmten die Reststoffmenge auf Basis der Menge an bereits produzierten Stoffen aus den Schlachtnebenprodukten und auf Basis einer für diese Stoffe zu Grunde gelegten Trockensubstanzquote von 90%. Die von AWARENET und Branscheid für die Fleischbranche publizierten Zahlen liegen vor allem deshalb etwas höher, weil hier auch die während des Schlachtprozesses anfallenden Blutmengen mit einkalkuliert wurden.

Betrachtet man die (Frischmasse-bezogenen) biogenen Reststoffmengen aus der deutschen Obst- und Gemüseverarbeitung, variieren die Zahlen ebenfalls deutlich in einem Bereich zwischen 480 000 und 2 700 000 Mg/a. Die in dieser Studie ermittelten Reststoffmengen liegen mit 890 000 Mg Feuchtmasse/a innerhalb dieser Spannbreite (Tabelle 34). Die Unterschiede lassen sich dabei zum Teil dadurch erklären, dass in dieser relativ diversifizierten Branche in den jeweiligen Erhebungen nicht immer alle Teilbranchen in gleichem Umfang erfasst wurden. So stützt sich die von Laufenberg et al. veröffentlichte Zahl von 480 000 Mg Reststoff-Feuchtmasse/a nur auf einige Teilprozesse der gesamten Obst- und Gemüseverarbeitung, wie beispielsweise die Fruchtsaftherstellung. Es kann deshalb davon ausgegangen werden, dass die tatsächliche Menge an biogenen Reststoffen in diesem Fall höher liegt. Die von AWARENET veröffentlichte Zahl von ca. 2 700 000 Mg Reststoff-FM/a liegt im Vergleich zu den anderen ermittelten Reststoffmengen auf einem sehr hohen Niveau, was vermutlich an dem sehr hohen verwendeten Reststofffaktor von 30-50% an verarbeiteter Rohware liegt. Dadurch entstehen allein in der Saftproduktion aus Obst und Gemüse laut AWARENET schon über 2 Mio. Mg FM/a an biogenen Reststoffen. Hochgerechnet auf den Rohstoffeinsatz an Obst und Gemüse müsste dieser bei 4-6 Mio. Mg/a liegen. Unseren Informationen zufolge [80] werden deutschlandweit jedoch nur knapp 2,8 Mio. Mg/a an Obst und Gemüse industriell zu Produkten verarbeitet, was nicht mit den Daten der AWARENET-Studie übereinstimmt. Die von Knappe et al. ermittelten biogenen Reststoffmengen in der Obst- und Gemüse-

verarbeitung entsprechen sowohl auf Basis von Feucht- als auch von Trockenmasse in etwa den in dieser Studie erhobenen Werten. Es kann deshalb davon ausgegangen werden, dass in dieser Branche biogene Reststoffmengen um ca. 1 Mio. Mg/a in der Frischmasse und ungefähr 100 000 Mg/a in der Trockensubstanz anfallen.

Für die deutsche Getränkeindustrie ist von Laufenberg et al. mit 3,8 Mio. Mg Reststoff-FM/a eine Mengenangabe gemacht worden, die der in diesem Projekt ermittelten Zahl von 3,1 Mio. Mg Reststoff-Frischmasse/a in etwa entspricht. Die kleinere Abweichung lässt sich mit der normalen jährlichen Schwankung der Produktionsmengen aus der Wein- und Bierherstellung und der daraus resultierenden schwankenden Menge an biogenen Reststoffen erklären. Etwas größer ist allerdings die Abweichung der von Knappe et al. und in dieser Studie ermittelten Zahlen bezüglich der in Deutschland anfallenden Mengen an Biertreber (2,8 zu 1,3 Mio. Mg FM/a und 0,7 zu 0,3 Mio. Mg TS/a; Tabelle 34). Auch hier können allerdings unterschiedliche Produktionszahlen in den jeweils betrachteten Jahren ausschlaggebend für die auftretenden Differenzen sein.

Für die Menge an biogenen Reststoffen aus der deutschen Zuckerherstellung wurden bisher – auf Basis des Feuchtgewichts – Zahlen zwischen 3 und 26 Mio. Mg/a veröffentlicht. Bei Herausnahme des irreführenden AWARENET-Werts (Erklärung s.o.) ergibt sich für diese Industriebranche auf FM-Basis noch eine Schwankungsbreite zwischen 3 und 4,8 Mio. Mg/a. Auch für den ebenfalls in diesem Produktionszweig anfallenden Reststoff Melasse bewegt sich die Schwankungsbreite mit 0,8-0,9 Mio. FM/a und 0,6-0,7 Mio. Mg TS/a (Tabelle 34) in einem tolerablen Rahmen. Auch hier lassen sich die kleinen Unterschiede auf unterschiedliche Verarbeitungsmengen an Zuckerrüben und daraus resultierende unterschiedliche Produktionsmengen in den einzelnen Jahren zurückführen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der für einzelne Branchen als Validitätstest durchgeführte Vergleich der bisher veröffentlichten und der in dieser Studie erhobenen Zahlen zum Anfall von biogenen Reststoffen aus der Lebensmittelindustrie im Wesentlichen große Übereinstimmungen aufweist, wobei sich die im Einzelfall auftretenden Unterschiede in der Regel

durch unterschiedliche Methodik bei der Reststoffmengenerhebung und insbesondere den zu Grunde gelegten Reststofffaktoren erklären lassen. Insgesamt zeigt der Literaturvergleich deshalb, dass die in dieser Studie ermittelten Zahlen als hinreichend vertrauenswürdig angesehen werden können. In einigen Branchen (z.B. Fleisch und Obst/Gemüse) musste in dieser Studie allerdings noch mit pauschalisierten produktionsspezifischen Reststofffaktoren kalkuliert werden. Um hier noch eine größere Datensicherheit zu erreichen, müssten diese produktionsspezifischen Faktoren noch weiter differenziert werden, was in dem gegebenen Zeitrahmen jedoch nicht möglich war.

2.3.4 Quantifizierung der in der Lebensmittelindustrie regional anfallenden biogenen Reststoffmengen

Ein Anliegen dieses F&E-Projektes war es, zu untersuchen, ob und wie die anfallenden Reststoffmengen auch auf regionalem Maßstab quantifiziert werden können. Im Ergebnis der von uns geführten Interviews hat sich gezeigt, dass dies nicht durch direkte Befragungen gelöst werden kann, da Firmen in der Regel zur Preisgabe von betriebsbezogenen Abfalldaten nur bereit waren, wenn daraus nicht auf den jeweiligen Betrieb zurückgeschlossen werden kann. Die Regionalisierung der ermittelten Daten wurde deshalb auf Angaben auf der Ebene „Bundesland“ oder Region (Nord, Süd, Ost) beschränkt. In Tabelle 35 ist gezeigt, welche Bundesländer in den jeweiligen Regionen Nord, Süd, Ost zusammengefasst wurden.

Um eine Regionalisierung vornehmen zu können, wurden die für Deutschland ermittelten Zahlen mit den in der Region und der jeweiligen Branche tätigen Betrieben in Beziehung gesetzt. Insbesondere durch die Mitarbeit einzelner Branchenverbände ist es so gelungen, 87% der bundesweit erfassten Reststoffmengen zumindest in die Regionen zurück zu verfolgen (Tabelle 35). Die Differenz zwischen der für Deutschland ermittelten Menge an biogenen Reststoffen und den der Region zugewiesenen Reststoffmengen ist unter anderem dadurch zu erklären, dass z.B. für die vier großen Branchen Milch-, Obst-/Gemüse- und Fischverarbeitung sowie der Herstellung von Backwaren mit zusammen rund 1 400 000 Mg TS/a an biogenen Reststoffen lediglich aggregierte Zahlen für

die Bundesrepublik Deutschland vorlagen. Auf der Ebene Bundesland wurden im Rahmen dieser Studie nur rund 40% der ermittelten biogenen Reststoffmengen regional zugeordnet (Tabelle 35). Neben dem bereits erwähnten Grund (nur bundesweit aggregierte Daten verfügbar) wäre bei Ausweisung der im Bundesland anfallenden Branchenreststoffe die den beteiligten Unternehmen zugesicherte Vertraulichkeit der Angaben nicht mehr gesichert gewesen.

Betrachtet man die in Tabelle 35 angegebenen Zahlen zeigt sich, dass die Region Nord über die größten Reststoffmengen verfügt (ca. 6.4 Mio. Mg TS/a).

Tabelle 35: Ermittelte Reststoffmengen der Lebensmittel- und Biotechnik-Industrie auf regionaler bzw. Deutschlandebene in Mg TS/a

Menge an Reststoffen [Mg TS/a]				
Bundesland	Region			
Bremen	Nord	19 900	6 400 000	13 812 000
Hamburg		25 400		
Niedersachsen		1 049 200		
Nordrhein-Westfalen		1 129 500		
Schleswig-Holstein		70 900		
Berlin	Ost	7 000	2 400 000	
Brandenburg		112 300		
Mecklenburg-Vorpommern		182 700		
Sachsen		83 100		
Sachsen-Anhalt		632 400		
Thüringen		81 500		
Baden-Württemberg	Süd	379 200	3 000 000	
Bayern		911 900		
Saarland		3 700		
Hessen		141 700		
Rheinland-Pfalz		346 800		
GESAMT		5 177 200	11 800 000	13 812 000

Im Vergleich der Bundesländer entsteht der größte Teil der biogenen Reststoffe in Nordrhein-Westfalen, gefolgt von Niedersachsen und Bayern (Abbildung 45). Nordrhein-Westfalen ist ebenfalls das Bundesland mit den meisten Unternehmen in der Lebensmittelbranche.

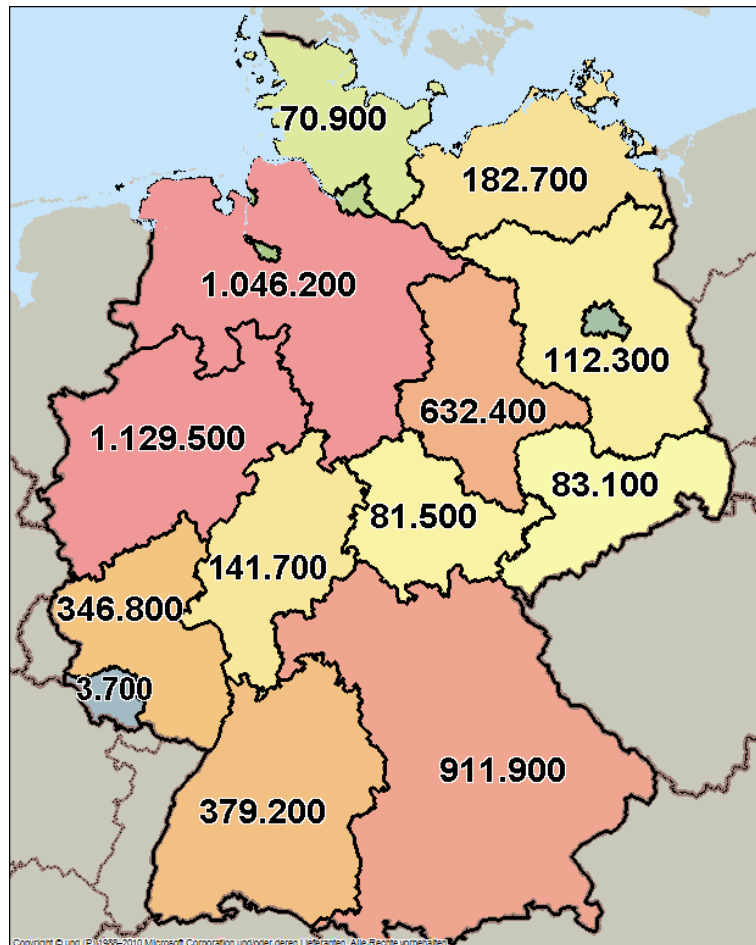


Abbildung 45: Verteilung aller biogenen Reststoffe der Lebensmittel- und Biotechnik-Industrie nach Bundesländern

(Legende: Färbung des Bundeslandes: grün: geringe Anzahl an Firmen, gelb: mittlere Anzahl an Firmen, rot: hohe Anzahl an Firmen, erstellt mit Microsoft® MapPoint 2011)

Ein Vergleich der hier aufgeführten regionalisierten Daten mit früher durchgeführten Studien ist schwierig, da andere Reststoff-Studien oft nur Angaben zu einzelnen Branchen enthalten oder die Angaben als Feuchtgewicht erfolgen. So wurde für das Ernährungsgewerbe in Sachsen [74] ein Reststoffmengenstrom an biogenen Abfällen von rund 300 000 Mg/a angegeben. Dies bezog sich jedoch nur auf die Teilbereiche Fleisch- und Milchverarbeitung, sowie die Herstellung von Backwaren und Bier. Die Angaben sind nicht auf die Trockenmasse bezogen worden. Ähnliches ist für Hessen beschrieben worden. Die geschätzte Reststoffmenge wurde mit 326 000 Mg/a angegeben und beinhaltete die Süßwarenindustrie, die Fleisch- und Milchverarbeitung, sowie die Herstellung von Bier. Auch hier erfolgten keine Angaben über die Trockensubstanz [75]. Eine Untersuchung

von 2002 für das Saarland gab die Menge an biogenen Reststoffen mit 4 500-100 000 Mg/a Feuchtmasse an [76].

Da in dieser Studie nicht alle Reststoffmengen auf Bundeslandebene angegeben werden konnten, ist ein Vergleich der Daten an dieser Stelle nicht möglich.

2.3.5 Bewertung der Verfügbarkeit der ermittelten Reststoffmengen und Identifizierung umsteuerbarer Kapazitäten

Die im Rahmen dieser Studie ermittelte Menge biogener Reststoffe von ca. 14 Mio. Mg TS/a ist im Vergleich zu anderen in Deutschland anfallenden Biomassefraktionen (Tabelle 36) durchaus nennenswert und ist so grundsätzlich auch im Hinblick auf eine weitergehende stoffliche oder energetische Nutzung interessant.

Tabelle 36: Technisches Brennstoffpotential aus Biomasse in Deutschland ([81])

	Energetisch nutzbare Menge [Mio. Mg/a FM]
Halmgutartige Rückstände, Nebenprodukte und Abfälle	
Stroh	9,3
Gras aus Grünland usw.	2,6 – 4,0
Landschaftspflegematerial	0,9 – 1,8
<i>Summe</i>	<i>12,8 – 15,1</i>
Holzartige Rückstände, Nebenprodukte und Abfälle	
Waldrestholz	13,7
Schwachholz	10
Zusätzlich nutzbares Waldholz	10,7
Altholz	6
Industrieholz	4
Landschaftspflegeholz	0,46
<i>Summe</i>	<i>45</i>
Sonstige Rückstände, Nebenprodukte und Abfälle	
Exkrementen und Einstreu	162
Ernterückstände	7 – 14
Abfälle aus Gewerbe u. Industrie	3,1 – 4,7
Organ. Siedlungsabfälle	7,6
<i>Summe</i>	<i>180 – 188</i>

Bei reiner Mengenbetrachtung sind – wie oben beschrieben – insbesondere in den Branchen „Herstellung von Ölen und Fetten“, bei der Zuckerproduktion und in der getreideverarbeitenden Branche theoretisch große Reststoffpotentiale für eine alternative und ggf. höherwertige Nutzung zu erkennen. Allerdings werden die in diesen Branchen anfallenden Reststoffe – auf Grund

der guten Nährstoffgehalte – derzeit primär als Futtermittel genutzt. Vergleicht man die Menge an Reststoffen aus der Lebensmittelindustrie, die derzeit in den Futtermittelbereich gehen (knapp 9 Mio. Mg TS/a; Zahlen aus dieser Studie) mit der Gesamtproduktionsmenge der deutschen Mischfutterindustrie (ca. 23 Mio. Mg/a an Tierfutter [57]) wird deutlich, dass eine anderweitige und alternative Nutzung dieser Reststofffraktionen möglicherweise zu gravierenden Einschränkungen der Rohstoffbasis der Futtermittelindustrie führen könnte. Allerdings gibt es auch für diesen Typ von Reststoffen in Einzelfällen Verwertungsprobleme, die eine anderweitige Nutzung attraktiv machen. So unterliegt die Verfütterung von „proteinhaltigen Erzeugnissen und von Fetten aus dem Gewebe warmblütiger Landtiere und von Fischen“ an Nutztiere, die zur Erzeugung von Lebensmitteln dienen, einer sehr strengen Reglementierung im Futtermittelgesetz [82]. Auf Grund dessen können verschiedenste Reststoffströme der Lebensmittelindustrie, die beispielsweise Gelatine enthalten, nicht an die Futtermittelindustrie abgegeben werden. Hier ist wegen der hochwertigen Inhaltsstoffe eine anderweitige Nutzung der Reststoffe sinnvoll und von den Interviewpartnern durchaus gewünscht.

Auch die Anforderung, dass bei Einsatz der biogenen Reststoffströme in der Futtermittelindustrie grundsätzlich eine Nachverfolgbarkeit für jede einzelne Reststoffcharge gewährleistet sein muss, ist insbesondere für kleinere Unternehmen eine Herausforderung, die oft nur schlecht zu leisten ist.

Insgesamt müssen die ökologischen und ökonomischen Aspekte einer Umsteuerung der Futtermittel-Reststoffströme somit noch genauer untersucht und bewertet werden.

Problemloser „umsteuerbare“ Reststoffmengen sind solche, die derzeit entsorgt werden beziehungsweise einer thermischen Verwertung zugeführt werden. Diese Reststoffe könnten, im Sinne einer Kaskadennutzung von Rohstoffen, z.B. vor einer thermischen Nutzung zunächst z.B. durch Extraktion oder Fermentation auch für anderweitige stoffliche Nutzungen erschlossen werden. Auch Reststoffmengen, die derzeit zur Verwertung exportiert werden, fallen in diese Kategorie. Zu nennen sind hier vor allem biogene Reststoffe aus der Herstellung von Würzmitteln, Soßen und anderen

Lebensmitteln. Aber auch die Menge an anfallenden Stäuben bei der Vermahlung von Getreide und die anfallenden Trubstoffe bei der Weinproduktion stellen ggf. ein weiter nutzbares Potential dar.

Die so ermittelte direkt „umsteuerbare“ Kapazität an biogenen Reststoffen liegt bundesweit bei rund 500 000 Mg TS/a. Diese Zahl ergibt sich aus der Summe der jeweils bei den einzelnen Branchen angegebenen Zahl an „umsteuerbaren“ Kapazitäten, wenn diese Menge ermittelt und näher verifiziert werden konnte. Da dies nicht für alle Branchen möglich war, liegt die Zahl an „umsteuerbaren“ Kapazitäten vermutlich etwas höher als angegeben.

Eine genauere Betrachtung verdient in diesem Zusammenhang die Branche „Herstellung von Back- und Teigwaren“. Von den 470 000 Mg TS/a, die hier als Reststoff anfallen, könnte prinzipiell die gesamte Menge alternativ und höherwertig verwertet werden, da bisher keine etablierten Verwertungswege existieren. Eine genauere Untersuchung von Verwertungsmöglichkeiten könnte in diesem Falle erfolgsversprechend sein.

Generell kann – wie aus den Interviews mit den Unternehmen deutlich wurde – im Hinblick auf die Möglichkeiten einer alternativen Reststoffnutzung gesagt werden, dass eine solche höherwertige Nutzung durchaus angestrebt wird, dies aus rechtlichen oder wirtschaftlichen Gründen aber oft nicht möglich sei.

So regelt beispielsweise das deutsche „Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien“ (EEG, [83]) die Einspeisung und Vergütung von Strom aus erneuerbaren Quellen. Nachwachsende Rohstoffe im Sinne des Gesetzes sind danach „Biomassen, die in der Landwirtschaft, Forstwirtschaft oder Landschaftspflege angefallen sind und durch keine weitere Bearbeitung, bis auf Ernte, Konservierung und Bioenergienutzung aufbereitet oder verändert wurden“. Demnach werden beispielsweise Trester, die in einem bedeutenden Teil der Lebensmittelindustrie entstehen, nicht als Nachwachsende Rohstoffe im Sinne des Gesetzes behandelt und werden auch nicht in Biogasanlagen verwertet. Zum einen erhält der Betreiber keine Boni nach dem EEG, was zu wirtschaftlichen Einbußen führt. Zum anderen sind nicht alle Biogasanlagen

für die Verwertung von Reststoffen der Lebensmittelindustrie zugelassen (Interviewaussagen) und auch technisch nicht in der Lage bestimmte Reststoffströme abzunehmen (Interviewaussagen).

Ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Verwertung von biogenen Reststoffen ist die Steuergesetzgebung, die insbesondere die Firmen betrifft, die Kaffee und Tabak verarbeiten. Hier müssen alle Reststoffmengen durch zertifizierte Entsorger, beziehungsweise durch vom Zoll zertifiziertes Personal entsorgt werden. Die Entsorgung muss lückenlos dokumentiert werden, da sonst Steuern für die Reststoffe anfallen. Dies ist ein Punkt der bei der Überlegung zu anderweitigen Nutzungswegen unbedingt Beachtung finden muss (Interviewaussagen).

Auch wirtschaftliche Aspekte können die Wahl des Verwertungswegs von biogenen Reststoffen maßgeblich beeinflussen. In den Firmen-Interviews wurden insbesondere Produktionsaspekte, Lager-, Fahrt und Entsorgungskosten, sowie Erlöse genannt. Die termingerechte Entsorgung von Reststoffen wurde dabei als besonders wichtig eingestuft, um z.B. zu verhindern dass durch Fehler im Entsorgungsablauf womöglich die gesamte Produktion gestoppt werden muss. Insbesondere bei der Absaugung von Stäuben jeglicher Art wurde dieser Punkt als entscheidend genannt. Auch der schnelle Abtransport von leicht verderblichen Reststoffen wurde von den Unternehmen als sehr wichtig angesehen. Die Möglichkeit Reststoffe zu sammeln und entsprechend zu lagern (-20°C), um sie einer hochwertigen Verwendung zuführen zu können, wurde nur von einer sehr kleinen Anzahl an Firmen angeboten (<10).

Die bei der Verwertung biogener Reststoffe anfallenden Kosten oder Erlöse variieren sowohl nach Branche als auch nach der Region. So kann die Verwertung identischer Reststoffe, entstanden in unterschiedlichen Regionen Deutschlands, in einem Fall mit Erlös, im anderen Fall mit nicht unerheblichen Kosten durchgeführt werden. Dass dieser Aspekt nicht nur einzelne Unternehmen und Branchen betrifft, wurde im Verlauf dieser Studie deutlich. Genereller Wunsch der Unternehmen ist natürlich, mit der Verwertung der Reststoffe je nach Ausgangslage entweder geringere Kosten zu verursachen oder höhere Gewinne zu erzielen.

2.3.6 Fazit und Notwendigkeit weiterer Forschung

Die durchgeführte Erhebung über die in der deutschen Lebensmittel- und Biotechnik-Industrie anfallenden biogenen Reststoffmengen hat gezeigt, dass in diesem Industriezweig pro Jahr biogene Reststoffe im Umfang von rund 37 Mio. Mg Frischmasse und 14 Mio. Mg Trockensubstanz potentiell verfügbar werden. Für eine ganze Reihe von Branchen sind dabei erstmalig systematische Ermittlungen zur anfallenden Reststoffmenge durchgeführt worden (Tabelle 37). Dort wo bereits früher Reststoffmengen ermittelt wurden, sind die publizierten Zahlen zum Vergleich (z.T. nach Umrechnung in TS) als Min-/Max Werte mit in die Tabelle aufgenommen worden. Dieser Vergleich zeigt, dass die ermittelten Zahlen insgesamt als hinreichend vertrauenswürdig eingeschätzt werden können.

Tabelle 37: Übersicht über die in verschiedenen Branchen der Lebensmittel- und Biotechnik-Industrie ermittelten biogenen Reststoffmengen und deren aktuelle Verwertung.

Zum Vergleich sind – wo vorliegend – die jeweils niedrigsten und höchsten Werte aus der Literatur mit aufgeführt (z.T. nach Umrechnung in TS)

Branche	Menge an Reststoffen diese Studie		Menge an Reststoffen Literatur [10 ³ Mg/a TS]		Aktuelle und primäre Reststoffnutzung
	10 ³ Mg/a FM	10 ³ Mg/a TS	Min.	Max.	
Schlachten & Fleischverarbeitung	1 500	390	300 ¹	900 ¹	Die Schlachtnebenprodukte werden zu hochwertigen fett- und proteinbasierten Produkten verarbeitet. Diese dienen zu großen Teilen als Futtermittel oder zum Einsatz in der Düngung oder der Oleochemie .
Fischverarbeitung	100	25			Aus den Fischresten werden Fischmehle und -öle hergestellt. Diese finden ihre Verwendung hauptsächlich in der Heimtierfutterindustrie und in der technischen Verwertung (Raffinerien, Oleochemie).
Obst- & Gemüseverarbeitung	890	130	70 ²	400 ²	Die Reststoffe aus der Obst- und Gemüseverarbeitung werden zum größten Teil als Futtermittel oder in der Biogasanlage verwertet. Eine stoffliche Nutzung, beispielsweise bei der Herstellung von Spirituosen , ist in einigen Fällen jedoch auch vorhanden.

Herstellung von pflanzlichen & tierischen Ölen & Fetten	6 900	6 100			In gepresster Form sind die Ölschrote ein wertvolles Futtermittel und werden hier vollständig genutzt
Milchverarbeitung	11 800	780			Die anfallende Molke wird zum größten Teil in getrockneter Form in der Schweinemast verwendet. Eine industrielle, stoffliche Nutzung der Molke ist in einigen Fällen vorhanden, aber ausbaufähig. Die anfallende Spülmilch wird ebenso verfüttert.
Mahl- & Schälmuehlen, Herstellung von Stärke & Stärkeerzeugnissen	4 900	1 740			Die Kleie ist ein ballaststoffreicher Futtermittelzusatz . Aber auch eine stoffliche Nutzung in der Lebensmittelindustrie ist in einigen Fällen schon üblich. Die anfallenden Stäube werden derzeit thermisch verwertet .
Herstellung von Back- & Teigwaren	600	470			Die anfallenden Schnittreste und Rück- und Restbrote werden derzeit nicht etabliert genutzt. Die gängige Verwertung dieser Reststoffe findet sich in der Futtermittelindustrie oder in der Verbrennung .
Herstellung von sonstigen Nahrungsmitteln	5 300	3 270			Der größte Teil der Reststoffe dieser Branche fällt bei der Zuckerproduktion an. Diese Reststoffe werden zu großen Teilen verfüttert , dienen aber auch sehr gut als Rohstoff für die Biotechnologie .
Zuckerherstellung	4 800	3 100	2 000 ³		-
Herstellung von Futtermitteln	56	50			Die Reststoffe aus der Futtermittelindustrie werden kompostiert .
Getränkeherstellung	3 100	600		700 ⁴	Die Reststoffe aus der Getränkeherstellung werden größtenteils zur Düngung oder in der Futtermittelindustrie eingesetzt.
Tabakverarbeitung	7,8	7			Die Reste aus der Tabakverarbeitung werden aufgrund der vorhandenen Tabaksteuer streng kontrolliert über die Düngung oder die gewerbsmäßige Entsorgung verwertet.
Biotechnik	1 800	250			Die anfallenden Reststoffe aus der Biotechnik-Industrie werden meist kostenpflichtig über externe Verwerter entsorgt .
GESAMT	36 954	13 812			

(¹: mit einer FM/TS-Ratio von 3,85 berechnet, ²: mit einer FM/TS-Ratio von 6,85 berechnet, ³: mit einer FM/TS-Ratio von 5,17 berechnet, ⁴: mit einer FM/TS-Ratio von 1,55 berechnet; leere Zelle: keine Angaben aus der Literatur verfügbar)

Allerdings bedarf es in Bezug auf die Erhebungstechnik noch weiterer Forschung. So konnte in einigen Branchen aufgrund fehlender spezifischerer Informationen nur pauschal auf eine Reststoffmenge hochgerechnet werden. Weitere Arbeit ist auch nötig, um regional differenziertere Aussagen zu Anfall und möglichen alternativen Nutzungen der verschiedenen biogenen Reststofffraktionen machen zu können.

Ein Vergleich der in dieser Studie ermittelten Reststoffmengen in der Lebensmittel- und Biotechnik-Industrie mit den Mengen anderer biogener Abfallfraktionen (Tabelle 36) zeigt, dass im Bereich der Lebensmittelindustrie grundsätzlich ein großes Nutzungspotential vorliegt. Die Art und Weise möglicher Umnutzungen bedarf jedoch weiterer Untersuchungen. Insbesondere muss dabei auch beachtet werden, ob und in welchem Maß Umsteuerungen möglicherweise an anderer Stelle zu Problemen führen. Dies gilt insbesondere für Reststoffe, die bisher im Futtermittelbereich genutzt werden (Tabelle 37). Der beste Ansatz zur Lösung dieser Frage bestünde aus unserer Sicht aus regional differenzierten „Case by case-Betrachtungen“, da in solchen Projekten auch betriebliche, regionale und umweltbezogene Besonderheiten in angemessener Weise berücksichtigt werden könnten.

3 Literatur und Datenbanken

- [1] Statistisches Bundesamt (2011) Kennzahlen der Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes 2010
<https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/Industrie/VerarbeitendesGewerbe/Tabellen/KennzahlenVerarbeitendesGewerbe.html?nn=50894>, letzter Aufruf: 31.07.2012
- [2] Eurostat, Prodcom database (2005) Statistics on the production of manufactured goods Volume Annual 2005. accessible at: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?_pageid=0,1136195,0_45572097&_dad=portal&_schema=PORTAL
- [3] Verordnung über Deponien und Langzeitlager, Deponieverordnung – DepV, 27.04.2009
- [4] Arvanitoyannis, I.S. (2007) Waste Management for the Food Industries. Academic Press.
- [5] Waldron, K. (2007) Handbook of waste management and co-product recovery in food processing (Volume 1). Woodhead Publ Ltd, UK.
- [6] Waldron, K. (2009) Handbook of waste management and co-product recovery in food processing (Volume 2). Woodhead Publ Ltd, UK.
- [7] AWARENET (2004) Handbook for the prevention and minimisation of waste and valorisation of by-products in European agro-food industries. Depósito legal: BI-223-04, <http://www.gaiker.es/ing/monografias.aspx> (Stand: April 2012)
- [8] Peters, D., Holst, N., Herrmann, B., Lulies, S., Stolte, H. (2010) Nachwachsende Rohstoffe in der Industrie. http://www.fnrserver.de/ftp/pdf/literatur/pdf_228bro_nr_industrie_dt_15072010_02_klein.pdf
- [9] Wecke, C.; Kretzschmar, G. (Hrsg.) (1999) Umweltverträgliche Verwertung von Nebenerzeugnissen der Nahrungs- und Genussmittelherstellung. Leipziger. Universitätsverlag, Leipzig
- [10] Knappe, F., Böß, A., Fehrenbach, H., Giegrich, J., Vogt, R., Dehoust, G., Schüler, D., Wiegmann, K., Fritsche, U. (2007) Stoffstrommanagement von Biomasseabfällen mit dem Ziel der Optimierung der Verwertung organischer Abfälle. *UBA Texte, 04/07*.

- [11] Laufenberg, G., Kunz, B., Nystroem, M. (2003) Transformation of vegetable waste into value added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations, *Bioresource Technol.* 2003, 167 – 198.
- [12] Branscheid, W. (2001) Reststoffe der Schlachtung: Bilanz und Perspektiven - Residuals of the slaughtering: present situation and perspectives. accessible at: http://www.bfa-fleisch.de/SEARCH/JBBAFF_GES/DDD/JAHRESBERICHTBAFFRB3C905839095.pdf
- [13] <http://www.hoppenstedt-hochschuldatenbank.de>, letzter Aufruf: 02.04.2012
- [14] <http://www.biotechnologie.de/BIO/Navigation/DE/Datenbank/biotechnologie-db.html>, letzter Aufruf: 02.04.2012
- [15] Statistisches Bundesamt (2011), Produktion des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden – Fachserie 4 Reihe 3.1 – 2010
<https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/IndustrieVerarbeitendesGewerbe/Konjunkturdaten/ProduktionJ.html?nn=70470>, letzter Aufruf: 13.03.2012
- [16] BMELV (2012), Statistik und Berichte des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
<http://www.bmelv-statistik.de/>, letzter Aufruf: 02.08.2012
- [17] Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungswirtschaft (2012), Die Ernährungsindustrie in Zahlen 2012
<http://www.bve-online.de/themen/branche-und-markt/daten-und-fakten/deutsche-ernaehrungsind2012>, letzter Aufruf: 19.09.2012
- [18] Bundesverband der deutschen Fleischwarenindustrie e.V. (2011), Geschäftsbericht 2010/2011
http://www.bvdf.de/aktuell/geschaeftsbericht_2010_11/, letzter Aufruf: 19.09.2012
- [19] Statistisches Bundesamt (2012), Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Schlachtungen und Fleischerzeugung – Fachserie 4 Reihe 4.2.1 – 4. Vierteljahr und Jahr 2011

- https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/ViehbestandTierischeErzeugung/SchlachtungFleischerzeugung2030421123224.pdf?__blob=publicationFile, letzter Aufruf: 30.07.2012
- [20] Statistisches Bundesamt (2012), Geflügelschlachtereien, Geschlachtete Tiere, Schlachtmenge: Bundesländer, Jahre, Geflügelstatistik: Erh. in Geflügelschlachtereien 2011
https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/data;jsessionid=E92FE4AD2758EE2F0BD65C1A90291946.tomcat_GO_1_2?operation=abrufabelleBearbeiten&levelindex=2&levelid=1347970844573&auswahloperation=abrufabelleAuspraegungAuswaehlen&auswahlverzeichnis=ordnungsstruktur&auswahlziel=werteabruf&selectionname=41322-0009&auswahltext=&werteabruf=Werteabruf, letzter Aufruf: 08.08.2012
- [21] Servicegesellschaft Tierische Nebenprodukte mbH, Bonn
<http://www.stn-vvtn.de/>, letzter Aufruf: 20.09.2012
- [22] Tscheuschner, H.D. (Hrsg.) (2004) Grundzüge der Lebensmitteltechnik. B. Behr's Verlag GmbH & Co. KG, Hamburg, 3. Aufl.
- [23] Schuchmann, H. P., Schuchmann, H. (2005) Lebensmittelverfahrenstechnik. Rohstoffe, Prozesse, Produkte. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KG, Weinheim, 1. Aufl. 3. Nachdruck 2011.
- [24] Heiss, R. (Hrsg.) (2004) Lebensmitteltechnologie. Biotechnologische, chemische, mechanische und thermische Verfahren der Lebensmittelverarbeitung. Springer Verlag Berlin Heidelberg New York, 6. Aufl.
- [25] Fisch-Informationszentrum e.V., Hamburg (2012), Fischwirtschaft, Daten und Fakten 2012
http://www.fischinfo.de/pdf/Daten_und_Fakten_2012.pdf, letzter Aufruf: 20.09.2012
- [26] Vereinigte Fischmehlwerke Cuxhaven (2009), Hochwertige Rohstoffreste aus dem Meer
- [27] REGENERAY Ltd.&Co.KG., Ulm
<http://www.regeneray.com/bioabfall.html>, letzter Aufruf: 28.09.2012
- [28] Bundesverband der Obst-, Gemüse- und Kartoffelverarbeitenden Industrie e.V., Bonn (2012), Jahresbericht 2011/2012
- [29] Deutscher Fruchthandelsverband e.V., Bonn

- <http://www.dfhv.de/>, letzter Aufruf: 20.09.2012
- [30] Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2011), Agrarmärkte
Jahresheft 2010
<http://www.lfl.bayern.de>, letzter Aufruf: 26.09.2012
- [31] Statistisches Bundesamt (2012), Produzierendes Gewerbe,
Beschäftigung und Umsatz der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes
sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden –
Fachserie 4 Reihe 4.1.1 – 2011
https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/IndustrieVerarbeitendesGewerbe/Konjunkturdaten/MonatsberichtJ2040411117004.pdf?__blob=publicationFile, letzter Aufruf: 17.09.2012
- [32] Arbeitsgemeinschaft Ernährungsverhalten e.V., Köln
<http://www.agev.net/>, letzter Aufruf: 24.09.2012
- [33] Verband der ölsaatenverarbeitenden Industrie in Deutschland e.V.,
Berlin
<http://www.ovid-verband.de/>, letzter Aufruf: 06.08.2012
- [34] BMELV (2011), Struktur der Mischfutterhersteller 2011, Reihe: Daten-
Analysen
<http://berichte.bmelv-statistik.de/SBB-0100000-2011.pdf>, letzter Aufruf:
24.07.2012
- [35] <http://www.alpines-steinschaf.de/fuetterung4-1.php>, letzter Aufruf:
24.07.2012
- [36] Milchindustrie-Verband e.V., Berlin
www.milchindustrie.de, letzter Aufruf: 01.08.2012
- [37] Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (2012),
Rohstoffeinsatz von Milch für die Herstellung von Milchprodukten.
Verbrauch von Milchprodukten -in Rohstoffeinsatzwert- in Deutschland
http://www.ble.de/DE/01_Markt/09_Marktbeobachtung/02_MilchUndMilcherzeugnisse/TabellenMilchDeutschland.html, letzter Aufruf:
01.08.2012
- [38] BMELV (2012), Herstellung von ausgewählten Milcherzeugnissen
<http://www.bmelv-statistik.de/de/statistischer-monatsbericht/b-ernaehrungswirtschaft/>, letzter Aufruf: 01.08.2012
- [39] Fachverband der Stärke-Industrie e.V. (2009), Berlin

- <http://www.staerkeverband.de>, letzter Aufruf: 02.08.2012
- [40] Verband deutscher Mühlen e.V., Bonn
www.muehlen.org, letzter Aufruf: 02.08.2012
- [41] Zentralverband des Deutschen Bäckerhandwerks e.V., Berlin
<http://www.baeckerhandwerk.de>, letzter Aufruf: 25.09.2012
- [42] GMF – Vereinigung Getreide-, Markt- und Ernährungsforschung GmbH, Bonn
<http://www.gmf-info.de>. Letzter Aufruf: 25.09.2012
- [43] Martens, U. (2001) Aufarbeitung von Rückbrot unter umweltrelevanten und wirtschaftlichen Gesichtspunkten, Dissertation TU Berlin
- [44] Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH (2008) Optimierung der biologischen Abfallbehandlung in Hessen. Im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz
- [45] Verein der Zuckerindustrie
www.zuckerverbaende.de. letzter Aufruf: 18.05.2012
- [46] Dachverband Norddeutscher Zuckerrübenbauer e.V. (DNZ)
<http://www.dnz.de/>. letzter Aufruf: 18.05.2012
- [47] Bundesverband der Deutschen Süßwarenindustrie e.V. (BDSI)
<http://www.bdsi.de>. letzter Aufruf: 11.09.2012
- [48] Verein der am Rohkakaohandel Beteiligten Firmen e.V. (German Cocoa Trade Association)
http://www.kakaoverein.de/rk_6.html. letzter Aufruf: 11.09.2012
- [49] Deutscher Teeverband e.V.
<http://www.teeverband.de/frames.html>. letzter Aufruf: 12.09.2012
- [50] Deutscher Kaffeeverband e.V.
<http://www.kaffeeverband.de>. letzter Aufruf: 12.09.2012
- [51] Wirtschaftsvereinigung Kräuter- und Fruchtee e.V. (WKF)
<http://www.wkf.de/>. letzter Aufruf: 12.09.2012
- [52] Verband der Hersteller kulinarischer Lebensmittel e.V.
<http://www.kulinaria.org>. letzter Aufruf: 26.09.2012
- [53] Fachverband der Gewürzindustrie e.V.
<http://www.gewuerzindustrie.de>. letzter Aufruf: 28.09.2012
- [54] Diätverband e.V.

- <http://www.diaetverband.de>. letzter Aufruf: 26.09.2012
- [55] Bundesverband Deutsches Ei e.V.
www.deutsche-eier.info. letzter Aufruf: 14.09.2012
- [56] Wille, G., Junge, B., Bischofberger, C., Lohmann, D., Bradel, I. (2002)
Speiseabfallströme als Aufgabe für die Entsorgungswirtschaft. *Müll und Abfall* 6, 318-321.
- [57] Deutscher Verband Tiernahrung e.V. (DVT)
<http://www.dvtiernahrung.de/kontakt.html>. letzter Aufruf: 19.09.2012
- [58] Wirtschaftsvereinigung Alkoholfreie Getränke e.V.
<http://www.wafg.de/index.php?id=106>. letzter Aufruf: 20.04.2012
- [59] Bundesverband der Deutschen Spirituosen-Industrie und –Importeure e.V. (BSI)
<http://www.spirituosen-verband.de>. letzter Aufruf: 08.09.2012
- [60] Bundesverband der Deutschen Klein- und Obstbrenner e.V. (BDKO)
<http://www.obstbrenner.de>. letzter Aufruf: 05.08.2012
- [61] Deutscher Weinbauverband e.V. (DWV)
<http://www.dwv-online.de/>. letzter Aufruf: 10.09.2012
- [62] Deutscher Raiffeisenverband e. V. (DRV)
<http://www.deutsche-winzer-genossenschaften.de/>. letzter Aufruf: 10.09.2012
- [63] FEI-Gemeinschaftsforschung (2008). Trester – ein vermeintliches Abfallprodukt mit wertvollen Inhaltsstoffen. *GTM* 3, 46-48.
- [64] Ziegler, B. (2010). Trester und andere Kellereiabfälle zur Rebendüngung. *Weinbau-Information DLR*
- [65] Deutsche Mälzerbund e.V.
<http://www.deutscher-maelzerbund.de>. letzter Aufruf: 26.09.2012
- [66] Deutscher Brauer-Bund e.V.
<http://www.brauer-bund.de/>. letzter Aufruf: 25.09.2012
- [67] Verband der deutschen Rauchtobakindustrie e.V. (VdR)
www.verband-rauchtobak.de. letzter Aufruf: 28.09.2012
- [68] Tabakwissen der Pöschl Tabaco,
<http://www.poeschl-tobacco.com/start.php?url=>. letzter Aufruf: 25.09.2012
- [69] Vereinigung Deutscher Biotechnologie-Unternehmen (VBU)

<http://www.v-b-u.org/>. letzter Aufruf: 01.10.2012

- [70] Eco Sys GmbH, Schopfheim
www.nachwachsenderohstoffe.de/index.php?. Letzter Aufruf
10.10.2012
- [71] Bundesverband der deutschen Bioethanolwirtschaft e.V. (BDBE)
<http://www.bdbe.de/branche/marktdaten>. letzter Aufruf: 15.10.2012
- [72] Deutscher Verband der Aromenindustrie e.V. (DVAI)
<http://www.aromenhaus.de>. letzter Aufruf: 24.06.2012
- [73] Voedisch, B., Menzel, C., Jordan, E., El-Ghezal, A., Schirrmann, T., Hust, M., Jostock, T. (2005) Heterologe Expression von rekombinanten Proteinpharmazeutika. *Laborwelt* 3, 31-35
- [74] Bischofberger, C., Wille, G., Junge, B., Bradel, I. (2003) Abfallmengenströme des Ernährungsgewerbes in Sachsen. *Müll und Abfall* 4, 187-193
- [75] Raussen, T., Kern, M., Koj, U., Wagner, J., Hofmann, H., Turk, T., Einzmann, U. (2009) Biomassepotentialstudie Hessen – Stand und Perspektive der energetischen Biomassenutzung in Hessen. *Hessisches Ministerium f. Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz*
- [76] Baur, F., Haas, C. (2002) Studie zur Weiterentwicklung der energetischen Verwertung von Biomasse im Saarland Teil 1: Herleitung von Biomasse – Potenzialen in unterschiedlichen Betrachtungsebenen. *Ministerium für Umwelt (Saarland)*
- [77] Moerschner, J., Hartmann, S., Eltrop, I. (2003) Biogene Reststoffe zur energetischen Nutzung: Mengen, Märkte und energetische Potenziale in Baden-Württemberg
http://www.biomasse-energie.de/pdf/pub/Moerschner_et_al2003_OTTI-Biomasse20_21-11-03_kurz.pdf
- [78] Mostbauer, P., Kirchmayr, R., Part, F., Bochmann, G., Pertl, A. (2010) Bioenergie Salzburg – Bestandsaufnahme bei biogenen Abfällen, Potentiale, optimierte Nutzung von Biogas und flüssige Energieträger aus Bioabfall. *Land Salzburg*

- [79] Angerer, T., Grech, H., Hanauer, J., Rolland, C., Persy, E., Piller, R. (2001) Erfassung biogener Abfallmengen aus dem Gewerbe und der Lebensmittelindustrie in Wien. *Umweltbundesamt GesmbH (Wien)*
- [80] BMELV (2012) Ertragslage Garten- und Weinbau 2012, Daten-Analysen
<http://www.bmelv-statistik.de/de/testbetriebsnetz/ertragslage-des-garten-und-weinbaus/>, letzter Aufruf: 13.10.2012
- [81] Kaltschmitt, M., Lenz, V., Thrän, D. (2008) Zur energetischen Nutzung von Biomasse in Deutschland – Potenziale, Stand und Perspektiven. LIFIS ONLINE, www.leibniz-institut.de, ISSN 1864-6972
- [82] Gesetz über das Verbot des Verfütterns, des innergemeinschaftlichen Verbringens und der Ausfuhr bestimmter Futtermittel
[http://www.bgbl.de/Xaver/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&bk=Bundesanzeiger_BGBl&start=/*\[@attr_id=%27bgbl100s1635.pdf%27](http://www.bgbl.de/Xaver/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&bk=Bundesanzeiger_BGBl&start=/*[@attr_id=%27bgbl100s1635.pdf%27).
letzter Aufruf 01.10.2012
- [83] Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (EEG)
<http://www.buzer.de/s1.htm?g=EEG&f=1>. letzter Aufruf: 30.08.2012
- [84] Kranert, M., Hafner, G., Barabosz, J., Schneider, F., Lebersorger, S., Scherhauser, S., Schuller, H., Leverenz, D. (2012) Ermittlung der weggeworfenen Lebensmittelmengen und Vorschläge zur Verminderung der Wegwerfrate bei Lebensmitteln in Deutschland, Kurzfassung

4 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Nahrungs- und Genussmittelproduktion in der EU und in Deutschland	7
Tabelle 2:	Durchschnittliche Mengen an Reststoffen oder Nebenprodukten aus 19 ausgewählten Nahrungsmittelproduktionsprozessen	9
Tabelle 3:	Berichtete Mengen von Verarbeitungsresten aus der Nahrungs- und Genussmittelindustrie in Deutschland	10
Tabelle 4:	Regional und nach Branchen differenzierte Übersicht über die Zahl der Firmen der Lebensmittel- und Biotechnik-Branche in Deutschland	14
Tabelle 5:	Ermittelte Reststoffmengen der Fleischbranche auf Bundeslandebene in Mg TS/a	23
Tabelle 6:	Ermittelte Reststoffmengen der Fischverarbeitung in Deutschland in Mg TS/a	27
Tabelle 7:	Ermittelte Reststoffmengen aus der deutschen Obst- und Gemüseverarbeitung in Mg TS/a	33
Tabelle 8:	Ermittelte Reststoffmengen der Ölsaatenverarbeitung auf regionaler Ebene in Mg TS/a	37
Tabelle 9:	Ermittelte Reststoffmengen der Milchverarbeitung in Deutschland in Mg TS/a	41
Tabelle 10:	Ermittelte Reststoffmengen der Getreideverarbeitung auf regionaler bzw. Deutschlandebene in Mg TS/a	49
Tabelle 11:	Inhaltsstoffe unterschiedlicher biogener Reststoffe der Zuckerproduktion	57
Tabelle 12:	Ermittelte Reststoffmengen der Zuckerverarbeitung auf regionaler bzw. Deutschlandebene in Mg TS/a	58
Tabelle 13:	Ermittelte Reststoffmengen der Zuckerindustrie bezogen auf die Trockensubstanz	59
Tabelle 14:	Ermittelte Reststoffmengen der Süßwarenindustrie auf regionaler bzw. Deutschlandebene in Mg TS/a	62
Tabelle 15:	Ermittelte Reststoffmengen der Süßwarenindustrie bezogen auf die Trockensubstanz	63

Tabelle 16:	Ermittelte Reststoffmengen der Kaffee- und Teeverarbeitung bezogen auf die Trockensubstanz	68
Tabelle 17:	Ermittelte Reststoffmengen der Kaffee- und Teeverarbeitung auf regionaler bzw. Deutschlandebene in Mg TS/a	68
Tabelle 18:	Ermittelte Reststoffmengen der Convenience-Industrie bezogen auf die Trockensubstanz	74
Tabelle 19:	Ermittelte Reststoffmengen der Convenience-Industrie auf regionaler bzw. Deutschlandebene in Mg TS/a	74
Tabelle 20:	Ermittelte Reststoffmengen der Mischfutterproduktion auf regionaler bzw. Deutschlandebene in Mg TS/a	79
Tabelle 21:	Ermittelte Reststoffmengen der Spirituosenherstellung auf regionaler bzw. nationaler Ebene in Mg TS/a	83
Tabelle 22:	Ermittelte Reststoffmengen der Wein- und Sekt-Produktion bezogen auf die Trockensubstanz	88
Tabelle 23:	Ermittelte Reststoffmengen der Wein- und Sektherstellung auf regionaler bzw. nationaler Ebene in Mg TS/a	89
Tabelle 24:	Ermittelte Reststoffmengen der Mälzereien bezogen auf die Trockensubstanz	92
Tabelle 25:	Ermittelte Reststoffmengen der Malzverarbeitung auf regionaler bzw. nationaler Ebene in Mg TS/a	92
Tabelle 26:	Inhaltsstoffe des biogenen Reststoffes Gerstentreber	96
Tabelle 27:	Ermittelte Reststoffmengen der Brauereien bezogen auf die Trockensubstanz	96
Tabelle 28:	Ermittelte Reststoffmengen der Braustätten auf regionaler bzw. nationaler Ebene in Mg TS/a	97
Tabelle 29:	Ermittelte Reststoffmengen der Tabakverarbeitung auf regionaler bzw. nationaler Ebene in Mg TS/a	100
Tabelle 30:	Fermentationsprodukte in Deutschland ([70], [71])	103
Tabelle 31:	Ermittelte Reststoffmengen der Biotechnik-Industrie auf regionaler bzw. nationaler Ebene in Mg TS/a	104
Tabelle 32:	Ermittelte Reststoffmengen der gesamten deutschen Lebensmittel- und Biotechnik-Industrie in Mg TS/a	105

Tabelle 33:	Mit unterschiedlichen Erhebungsmethoden ermittelte Reststoffmengen in verschiedenen Branchen der Lebensmittelindustrie	110
Tabelle 34:	Vergleich der berichteten Mengen von Verarbeitungsresten aus der Nahrungs- und Genussmittelindustrie in Deutschland	112
Tabelle 35:	Ermittelte Reststoffmengen der Lebensmittel- und Biotechnik-Industrie auf regionaler bzw. Deutschlandebene in Mg TS/a	117
Tabelle 36:	Technisches Brennstoffpotential aus Biomasse in Deutschland ([81]).....	119
Tabelle 37:	Übersicht über die in verschiedenen Branchen der Lebensmittel- und Biotechnikindustrie ermittelten biogenen Reststoffmengen und deren aktuelle Verwertung.	123

5 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Balkendiagramm zum Projektverlauf.....	6
Abbildung 2: Verteilung der Lebensmittelfirmen der Branche "Schlachten & Fleischverarbeitung" nach Bundesländern.....	19
Abbildung 3: Allgemeines Fließschema der Schlachtung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [22], [23], [24]) ..	21
Abbildung 4: Verteilung der Lebensmittelfirmen mit der jeweiligen Anzahl an Firmen der Branche "Fischverarbeitung" nach Bundesländern	25
Abbildung 5: Fließschema der Fischverarbeitung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach[22], [23])	26
Abbildung 6: Verteilung der Lebensmittelfirmen mit der jeweiligen Anzahl an Firmen der Branche "Obst- und Gemüseverarbeitung" nach Bundesländern	29
Abbildung 7: Allgemeines Fließschema der Obst- und Gemüseverarbeitung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [24])	31
Abbildung 8: Verteilung der Lebensmittelfirmen mit der jeweiligen Anzahl an Firmen der Branche "Herstellung von pflanzlichen und tierischen Ölen und Fetten" nach Bundesländern	35
Abbildung 9: Fließschema der Rohölgewinnung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [22], [23]).....	36
Abbildung 10: Verteilung der Lebensmittelfirmen mit der jeweiligen Anzahl an Firmen der Branche "Milchverarbeitung" nach Bundesländern	39
Abbildung 11: Fließschema der Käseherstellung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [23]).....	40
Abbildung 12: Verteilung der Lebensmittelfirmen mit der jeweiligen Anzahl an Firmen der Branche "Mahl- und Schälmühlen, Herstellung von Stärke und Stärkeerzeugnissen" nach Bundesländern ..	43
Abbildung 13: Fließschema der Mehlerstellung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [23]).....	45

Abbildung 14: Fließschema der Kartoffelstärkeherstellung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [22]).....	46
Abbildung 15: Fließschema der Maisstärkeherstellung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [22]).....	47
Abbildung 16: Fließschema der Weizenstärkeherstellung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [22]).....	48
Abbildung 17: Verteilung der Lebensmittelfirmen mit der jeweiligen Anzahl an Firmen der Branche "Herstellung von Back- und Teigwaren" nach Bundesländern	51
Abbildung 18: Fließschema der Brotherstellung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [24]).....	52
Abbildung 19: Fließschema der Teigwarenherstellung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [24]).....	53
Abbildung 20: Verteilung der Lebensmittelfirmen mit der jeweiligen Anzahl an Firmen der Branche "Verarbeitung von Zucker" nach Bundesländern	56
Abbildung 21: Fließschema der Rübenzuckerherstellung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [24]).....	57
Abbildung 22: Fließschema der Herstellung von Gummi- und Geleeartikeln mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [24])	60
Abbildung 23: Fließschema der Schokoladenherstellung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [24]).....	61
Abbildung 24: Verteilung der Lebensmittelfirmen mit der jeweiligen Anzahl an Firmen der Branche "Verarbeitung von Kaffee und Tee" nach Bundesländern	65
Abbildung 25: Fließschema der Kaffeeröstung und Verarbeitung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [24])	66
Abbildung 26: Fließschema der Teeverarbeitung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [24]).....	67
Abbildung 27: Verteilung der Lebensmittelfirmen mit der jeweiligen Anzahl an Firmen der Convenience-Industrie nach Bundesländern .	71
Abbildung 28: Fließschema der Herstellung von Würzmitteln mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [24]).....	72

Abbildung 29: Fließschema der Herstellung von Convenience-Produkten mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [24]) .	73
Abbildung 30: Verteilung der Firmen mit der jeweiligen Anzahl an Firmen der Branche "Herstellung von Futtermitteln" –Herstellung von Mischfutter gesamt nach Regionen	76
Abbildung 31: Verteilung der Firmen mit der jeweiligen Anzahl an Firmen der Branche "Herstellung von Futtermitteln" nach Bundesländern	77
Abbildung 32: Fließschema der Mischfutterherstellung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [24]).....	78
Abbildung 33: Verteilung der Lebensmittelfirmen mit der jeweiligen Anzahl an Firmen der Branche "Herstellung von Spirituosen" nach Bundesländern	81
Abbildung 34: Fließschema der Spirituosenherstellung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [24]).....	82
Abbildung 35: Verteilung der 13 deutschen Weinanbaugebiete nach Bundesland	84
Abbildung 36: Verteilung der Lebensmittelfirmen mit der jeweiligen Anzahl an Firmen der Branche "Herstellung von Wein und Sekt" nach Bundesländern	85
Abbildung 37: Fließschema der Weinherstellung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [24]).....	87
Abbildung 38: Verteilung der Lebensmittelfirmen mit der jeweiligen Anzahl an Firmen der Branche "Herstellung von Malz" nach Bundesländern	90
Abbildung 39: Fließschema der Malzherstellung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [24]).....	91
Abbildung 40: Verteilung der Lebensmittelfirmen mit der jeweiligen Anzahl an Firmen der Branche "Herstellung von Bier" nach Bundesländern	94
Abbildung 41: Fließschema der Bierherstellung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [24]).....	95
Abbildung 42: Verteilung der Firmen mit der jeweiligen Anzahl an Firmen der Branche "Veredelung von Tabak" nach Bundesländern	98

Abbildung 43: Fließschema der Tabakverarbeitung mit den dabei entstehenden Reststoffen (modifiziert nach [68]).....	99
Abbildung 44: Fließschema eines biotechnologischen Prozesses mit den dabei entstehenden Reststoffen.....	102
Abbildung 45: Verteilung aller biogenen Reststoffe der Lebensmittel- und Biotechnik-Industrie nach Bundesländern.....	118

6 Anlage

[I] Begleitbrief

[II] Interviewleitfaden



Hochschule Bremen . Neustadtswall 30 . D-28199 Bremen

[Firmenadresse]

Fakultät 2 -
Architektur, Bau und Umwelt

**Institut für
Umwelt- und Biotechnik**

Prof. Dr. Bernd Mahro
Dipl.-Ing. Bente Gaida

Telefon: +49 (0) 421 5905 2359
Telefax: +49 (0) 421 5905 4250
E-Mail: bente.gaida@hs-bremen.de

<http://www.hs-bremen.de>

Bremen, den ...

Betr.: Forschungsprojekt Biogene Reststoffe (Projekt-ID: ...)

[Platzhalter],

im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz und der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe führt die Hochschule Bremen in Kooperation mit der Justus-Liebig-Universität Gießen ein Forschungsprojekt zum Aufkommen von biogenen Reststoffen in der Industrie durch. Für die Durchführung des Projektes „Bestandsaufnahme zum biogenen Reststoffpotential der deutschen Lebensmittel- und Biotechnik-Industrie“ (FNR-Förderkennzeichen: 22001910) bitten wir um Ihre Mithilfe.

Erstmalig sollen die in der Industrie anfallenden biogenen Reststoffe und deren bisherige Verwertung im gesamten Bundesgebiet erfasst werden. Ziel ist es, das bisher ungenutzte Rohstoffpotential zu erkennen und neue Möglichkeiten der regionalen Reststoffverwertung zu eröffnen. Zudem soll das Projekt als Ideengeber fungieren, wie Reststoffe regional nachhaltig weiterverarbeitet werden können. Die Leitfragen, die wir Ihnen in diesem Zusammenhang gerne stellen möchten, sind:

- **Welche biogenen Reststoffe fallen in Ihrem Betrieb an und in welchen Mengen?**
- **Welche Verwertungswege werden bisher genutzt?**

Um dieses Projekt erfolgreich bearbeiten zu können, sind wir auf Ihre Unterstützung angewiesen. Wir möchten Sie deshalb bitten, uns zu ermöglichen, die obigen Fragen zu einem geeigneten Zeitpunkt mit Ihnen oder einem Ihrer Mitarbeiter zu besprechen. Das persönliche oder telefonische Interview würde dann nur wenige Minuten Zeit in Anspruch nehmen. Frau Gaida wird sich - falls wir im Vorfeld nicht auf anderem Wege von Ihnen hören - in den nächsten Tagen mit einer entsprechenden Voranfrage mit Ihnen in Verbindung setzen.

Wir können Ihnen versichern, dass die für Ihre Firma übermittelten Daten während der gesamten Projektdurchführung und auch darüber hinaus vertraulich behandelt werden und nur in aggregierter und anonymisierter Form verarbeitet werden. Als Gegenleistung für Ihre Bemühungen können wir Ihnen - wenn Sie interessiert sind - einen bevorzugten und frühzeitigen Informationszugang zu den für Sie interessanten Ergebnissen sowie eine Information über die Resultate des Gesamtprojekts anbieten.

Über Ihre Unterstützung würden wir uns sehr freuen!

Mit freundlichen Grüßen



Prof. Dr. B. Mahro



B. Gaida

Kooperationspartner JLU Gießen:



Prof. Dr. H. Zorn



I. Schüttmann



Hochschule Bremen . Neustadtswall 30 . D-28199 Bremen

[Firmenadresse]

Fakultät 2 -
Architektur, Bau und Umwelt

**Institut für
Umwelt- und Biotechnik**

Prof. Dr. Bernd Mahro
Dipl.-Ing. Bente Gaida

Telefon: +49 (0) 421 5905 2359
Telefax: +49 (0) 421 5905 4250
E-Mail: bente.gaida@hs-bremen.de

<http://www.hs-bremen.de>

Bremen, den ...

Interviewfragen

Für das Projekt „Bestandsaufnahme des biogenen Reststoffpotentials der deutschen Lebensmittel- und Biotechnik-Industrie“, FNR-Förderkennzeichen: 22001910

Kernfragen:

1. **Welche Produkte** werden bei Ihnen produziert und in welchen **Jahresmengen**?
(Wenn möglich, zählen Sie bitte alle von Ihnen erzeugten Produkte mit ihren jeweiligen Jahresmengen in T/a auf.)
2. **Welche biogenen Rohstoffe** werden am Produktionsstandort verarbeitet?
(Wenn möglich, zählen Sie bitte alle die von Ihnen verarbeiteten biogenen Rohstoffe mit ihren jeweiligen Jahresmengen in T/a auf. Falls eine jahreszeitliche Abhängigkeit besteht, benennen Sie bitte auch die jeweiligen Jahreszeiten.)
3. **Welche biogenen Reststoffe** fallen in Ihrem Betrieb in den einzelnen Produktionsprozessen an?
 - a. **Art und Menge** der jeweiligen Reststoffe?
(Wenn möglich, zählen Sie bitte alle die bei Ihnen anfallenden biogenen Reststoffe mit ihren jeweiligen Jahresmengen in T/a auf. Bezieht sich die genannte Menge auf die Feucht- oder auf die Trockenmasse des Reststoffes?)
 - b. In welchem **Zustand** befinden sich die Reststoffe? Fest, flüssig? Sortenrein oder gemischt?
(Bitte führen Sie hier die Reststoffe einzeln auf und ordnen Sie die entsprechende Charakteristik zu. Bei saisonalem Anfall benennen Sie bitte auch die Jahreszeit.)

- c. Sind die **Hauptbestandteile** der anfallenden Reststoffe bekannt?
(Wenn Ja, benennen Sie bitte die chemischen Hauptbestandteile (wie Proteine, Kohlenhydrate, Fette, Ballaststoffe, TS...) der einzelnen Reststoffe mit ihrem jeweiligen prozentualen Anteil bzw. ihrer Menge mit Einheit.)
4. Wie wurden die anfallenden Reststoffe bis jetzt immer **entsorgt bzw. verwertet**?
- a. Welche **Verwertungsmöglichkeiten** werden derzeit genutzt?
(Wenn möglich, benennen Sie bitte für jeden einzelnen Reststoff die jeweilige aktuelle Verwertung. Bei mehreren Verwertungswegen pro Reststoff, führen Sie bitte alle Wege mit der jeweiligen Masseverteilung des Reststoffes auf. Welche Kosten entstehen Ihnen durch die Verwertung?)
- b. Nutzen Sie die Reststoffe auch für eigene Zwecke?
(Wenn Ja, erläutern Sie bitte genauer, worum es sich hierbei handelt.)
- c. Sind Sie an **alternativen Verwertungsmöglichkeiten** (stofflich, thermisch) interessiert?
(Wenn Ja, für welche Reststoffe? Haben Sie schon eine Vorstellung eines alternativen Weges?)

Zusatzfragen:

5. Wären Sie generell bereit, uns **Proben ihrer Reststoffe** zu überlassen?
(Bitte aktivieren Sie ein Kontrollkästchen durch Klicken. Für weitere Kommentare steht ein Textfeld zur Verfügung.)
- ☐ Ja ☐ Nein
6. In welcher Form dürfen wir die Daten zum Rohstoff- und Abfallaufkommen **veröffentlichen**?
(Bitte aktivieren Sie ein oder mehrere Kontrollkästchen durch Klicken.)
- ☐ Dürfen im Rahmen der Studie veröffentlicht werden.
☐ Dürfen in anonymisierter Form veröffentlicht werden.
☐ Dürfen nicht veröffentlicht werden.
7. Gibt es **weitere Punkte**, die Sie uns hinsichtlich des biogenen Reststoffaufkommens (und der energetischen Verwertung) mitteilen wollen?
(Wenn Ja, bitte benennen Sie diese.)
8. Hätten Sie Interesse an einem **Kongress bzw. einem Meeting** im nächsten Jahr über dieses Thema teilzunehmen?
(Bitte aktivieren Sie ein Kontrollkästchen durch Klicken.)
- ☐ Ja ☐ Nein ☐ Eventuell