

ENDBERICHT

Möglichkeiten der Wertschöpfungssteigerung durch Abfallvermeidung (biogener Reststoffe) und Nebenproduktnutzung - Feasibilitystudy

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr,
Innovation und Technologie und
des Landes Steiermark

Juli 2002

Bericht wurde erstellt von:

Herbert G. Böchzelt, Niv Graf, Robert W. Habel, Johann Lomsek, Susanne Wagner,
Hans Schnitzer

JOANNEUM RESEARCH
INSTITUT FÜR NACHHALTIGE TECHNIKEN UND SYSTEME – JOINTS
UNIV. PROF. DI DR. HANS SCHNITZER
MAURITZENER HAUPTSTRASSE 3, A-8130 FROHNLEITEN, AUSTRIA
Tel. +43-3126-5917-2412, Fax: +43-3126-5917-2430
Email: joi@joanneum.at
<http://www.joanneum.at/joi>

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Problemstellung	1
2	Zielsetzung	3
3	Methodik	4
4	Ergebnisse	6
4.1	<i>Kritische Betrachtung der Ansätze von Gunter Pauli - Upsizing</i>	6
4.1.1	Grundlagen und Begriffsdefinition „Upsizing“	6
4.1.2	Zur Methodik nach ZERI (Zero Emissions Research and Initiatives)	7
4.1.3	Input – Output Tabellen, Gesamtdurchsatz	7
4.1.4	Output – Input Tabellen	8
4.1.5	Modellierung von Industrieclustern	8
4.1.6	Fallbeispiele und Pilotprojekte	9
4.1.6.1	Das Upsizing Konzept in Anwendung auf Brauereien	9
4.1.7	Diskussion der Ansätze	13
4.2	<i>Umfrage in der Lebensmittelindustrie</i>	16
4.2.1	Methode	16
4.3	<i>Auswahl der beteiligten Unternehmen</i>	16
4.3.1	Vorauswahl der Unternehmen	16
4.3.2	Ausgewählte Unternehmen	16
4.4	<i>Darstellung und Auswertung der Umfrageergebnisse</i>	18
4.4.1	Zuckerindustrie	19
4.4.1.1	Produktionsdaten aus der Umfrage	20
4.4.1.2	Reststoffaufkommen und derzeitige Verwertung	21
4.4.1.3	Weitere zukünftige Verwertungspotentiale	25
4.4.2	Molkereien	26
4.4.2.1	Produktionsdaten aus der Umfrage	27
4.4.2.2	Reststoffaufkommen und derzeitige Verwertung	27
4.4.3	Ölmühlen und Speiseölraffination	29
4.4.3.1	Produktionsdaten aus der Umfrage	29
4.4.3.2	Reststoffaufkommen und derzeitige Verwertung	30
4.4.3.3	Weitere zukünftige Verwertungspotentiale	30
4.4.3.4	Speiseölraffination	32
4.4.3.5	Produktionsdaten aus der Umfrage	33
4.4.3.6	Reststoffaufkommen und derzeitige Verwertung	33
4.4.3.7	Weitere zukünftige Verwertungspotentiale	34
4.4.4	Brauereien	37
4.4.4.1	Produktionsdaten aus der Umfrage	37
4.4.4.2	Reststoffmengen und derzeitige Verwertungswege	39
4.4.4.3	Weitere zukünftige Verwertungsmöglichkeiten	40
4.4.5	Mühlen	42
4.4.5.1	Produktionsdaten aus der Umfrage	42
4.4.5.2	Reststoffmengen und derzeitige Verwertung	43
4.4.5.3	Weitere zukünftige Verwertungsmöglichkeiten	44
4.4.6	Weinerzeuger	45
4.4.6.1	Produktionsdaten aus der Umfrage	45
4.4.6.2	Reststoffmengen und derzeitige Verwertung	45

4.4.6.3	Weitere zukünftige Verwertungsmöglichkeiten	46
4.4.7	Hersteller von Fruchtsaftkonzentrat und Fruchtzubereitungen	49
4.4.7.1	Produktionsdaten aus der Umfrage	49
4.4.7.2	Reststoffmengen und derzeitige Verwertung	51
4.4.7.3	Weitere zukünftige Verwertungsmöglichkeiten	51
4.4.8	Futtermittelhersteller	53
4.4.8.1	Produktionsdaten aus der Umfrage	53
5	Weitere Aspekte, Sicht der Unternehmen	56
5.1	<i>Upsizing und non-food Bereich</i>	56
5.1.1	Upsizing	56
5.1.2	non-food Bereich	61
6	Diskussion der Ergebnisse	64
6.1	<i>Eignung der Erhebungsmethodik</i>	64
6.2	<i>Nutzung der biogenen Reststoffe</i>	64
6.3	<i>Barrieren zur Nutzung von biogenen Reststoffen</i>	66
7	Ausblick	68
8	Anhang	70
8.1	<i>Vorauswahl der Unternehmen für die Befragung</i>	70
8.2	<i>Fragebogen zur Umfrage in der Lebensmittelindustrie</i>	71
8.3	<i>Abbildungsverzeichnis</i>	90
8.4	<i>Tabellenverzeichnis</i>	91
8.5	<i>Literatur</i>	92

1 Einleitung und Problemstellung

Laut verschiedener Quellen wird nur ein geringer Teil der geernteten und verarbeiteten biogenen Rohstoffe als Produkt auf den Tisch des Konsumenten gebracht. Die Werte für die in den Prozessen anfallenden biogenen Reststoffe schwanken je nach Produkt zwischen 10% bis 90%.

Diese Mengen gehen auf dem Weg zum Konsumenten bei den verschiedenen Bearbeitungsschritten „verloren“. Für biogene Reststoffe, mit deren Verwertungspotential sich diese Studie auseinandersetzen möchte, heißt das meist, dass diese sofort einer Kompostierung oder thermischen Verwertung zugeführt werden. Diese biogenen Reststoffe beinhalten jedoch häufig wertvolle und potentiell gewinnbringende Bestandteile (sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe; hochstrukturierte Biomoleküle,...), die eine Basis für eine zusätzliche industrielle und gewerbliche Nutzung bilden können.

Aus den, bei der Produktion des „Primärproduktes“ anfallenden biogenen Reststoffen können durch eine stoffliche Nutzung der Sekundärrohstoffe weitere Produkte („Sekundärprodukte“) erzeugt werden (Abb. 1); eine thermische Nutzung oder Kompostierung erfolgt erst im aller letzten Schritt.

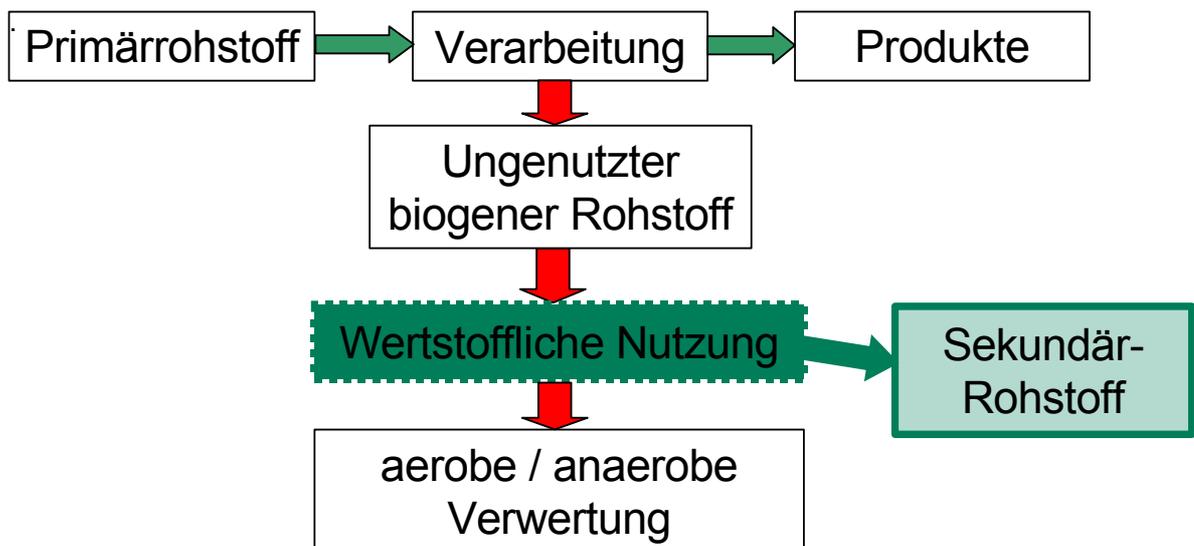


Abbildung 1.1: Die wertstoffliche Nutzung biogener Reststoffe

Den Anstoß zu dieser Studie boten unter anderem die Dankansätze von Gunter Pauli, welche er ausführlich in seinen Büchern „Steering Business towards Sustainability“, „Breakthroughs“ und „UpSizing – the road to zero emissions, more jobs, more income, no pollution“.

Gunter Pauli geht in seinen Arbeiten davon aus, dass eine 100%ige Nutzung der Rohstoffe im Sinne einer zusätzlichen Wertschöpfung in kaskadenartigen Zwischenschritten unter Voraussetzung bestimmter Technologien und Methoden möglich ist (ggf. mit einer „Endnutzung“ als Dünger im Beispiel biogener Reststoffe).

Unter Verwendung von nachhaltigen Verarbeitungstechnologien könnten daher, durch eine teilweise inhaltsstoffliche Nutzung der biogenen Reststoffe vor ihrer aeroben oder anaeroben Verwertung, folgende Vorteile lukriert werden:

- weniger Abfälle / Emissionen und dadurch Schonung des Ökosystems
- weniger Natur- und Ressourcenverbrauch (z.B. Wasser, Energie) bzw. effizientere Ressourcennutzung (Faktor 4, Faktor 10, etc.)
- geringere Kosten für die produzierenden Unternehmen durch Einsparungen bei den Ressourcen und Einsparungen bei den Abfallentsorgungskosten
- eine zusätzliche Wertschöpfung durch die Weiterverarbeitung (UP-Sizing durch eine wertstoffliche Nutzung der Sekundärrohstoffe) im Unternehmen oder extern, und dadurch
- Schaffung zusätzlicher Arbeitsplätze
- Verfahrens-Know-how als zukünftige Markt- und Exportchance

Um eine derartige, effiziente Nutzung überhaupt erst möglich zu machen, müssen jedoch einige Voraussetzungen gegeben sein bzw. geschaffen werden:

- Kenntnis der Input/Output Mengen an Roh- Hilfs- und Betriebsstoffe bei der untersuchten Produktionseinheit
- Kenntnis der Zusammensetzung der anfallenden biogenen „Reststoffe“ bis hin zur feinstofflichen Analyse
- Kenntnisse über die vor- und nachgelagerten Produktionsschritte bei Zwischenproduzenten
- Kenntnisse über die aktuellen Marktpreise (Produktion und Entsorgung)
- Bereitschaft zu innovativen Denkansätzen, Schaffung des nötigen Problembewusstseins bei den Unternehmen

2 Zielsetzung

Nach inhaltlicher Abstimmung mit den Auftraggebern im Startworkshop (Juni 2001) ist es Ziel der vorliegenden Vorstudie, grundlegende Daten der biogenen Reststoffströme aus dem Industriesektor der Nahrungsmittelerzeuger zu erheben (non-product Stoffströme), sowie Informationen über die Innovationsfindung, die Forschungs- und Entwicklungsarbeit und den derzeitigen Stand biogener Reststoffnutzung bzw. Reststoffverwertung in der österreichischen Nahrungsmittelindustrie zu erhalten.

- Auf Basis dieser Umfragedaten (mit Ergänzungen aus der Literatur) sollen für einzelne Industriezweige schematische Stoffstromdarstellungen der biogenen Reststoffe durchgeführt werden.
- Diese dienen, wenn möglich, einer ersten Schwachstellenanalyse und der Darstellung von Optimierungspotentialen (Stoffstromreduktion, Cleaner Production).
- Weiters werden anhand der Umfrageergebnisse innovative Nutzungsmöglichkeiten für biogene Reststoffe einzelner Sektoren erarbeitet und
- noch vorhandener Forschungsbedarf wird aufgezeigt.
- Einen zusätzlichen Schwerpunkt bildet eine kritische Betrachtung der Umsetzbarkeit der Ansätze von Gunter Pauli („Upsizing“, „Zero Emissions“, Nutzungskaskaden) mit speziellem Bezug auf den österreichischen Markt.

Durch diese Studie sollen schließlich der derzeitige Stand der Verwertung von biogenen Reststoffen aus dem Industriesektor der lebensmittelverarbeitenden Betriebe aufgezeigt und mögliche Potentiale zur wertsteigernden Nutzung dieser Reststoffe beispielhaft dargestellt werden.

3 Methodik

Diese Vorstudie erarbeitet die methodischen Grundlagen und sammelt die ersten Erfahrungen mit der Quantifizierung komplexer Produktionsstammbäume. Vorerst wurde der Sektor der Lebensmittelindustrie näher beleuchtet, da die Lebensmittelindustrie in Österreich zu einem der bedeutendsten Industriezweige zählt. Mit 309 Betrieben, ca. 32.000 Beschäftigten und einem Jahresproduktionswert von 5,91 Mrd. Euro [1] weist diese einige Eigenschaften auf, die sie für eine derartige Untersuchung auszeichnen:

- eine große wirtschaftliche Bedeutung in Österreich an der Nahtstelle Landwirtschaft – Konsument
- ein unübersehbarer Bedarf an Innovation durch einen großen wirtschaftlichen Druck auf Grund der erforderlichen Anpassungen durch die EU-Mitgliedschaft
- eine grundsätzliche Außer-Frage-Stellen des Produktes (Notwendigkeit der Ernährung)
- ein langsamer Wandel des Konsumverhaltens und der Produktstrukturen und damit eine gute Abschätzbarkeit der wirtschaftlichen Risiken
- ausschließlich biogene Rohstoffe und damit die Möglichkeit des Schließens natürlicher Kreisläufe
- geringe Ausnutzungsgrade der Rohstoffe im Sinne des Endkonsumenten aber hohes Potential für viele Koppelproduktnutzungen
- Produktionsprozesse mit hohem Wasser- und Energieverbrauch, Ansatzmöglichkeiten für Optimierungen

Darüber hinaus bietet die Lebensmittelindustrie die vielversprechende Möglichkeit eine weitere Nutzung nachwachsender Rohstoffe zu forcieren, ohne dass neue Anbauflächen freigesetzt werden müssen (Nutzung von Reststoffen).

Bei der vorliegenden Studie ist folgenden Vorgangsweise gewählt worden:

1. Darstellung der Ansätze von G. Pauli (Zero Emission, Upsizing) und Diskussion der allgemeinen Umsetzbarkeit für den österreichischen Markt
2. Kontaktaufnahme mit ausgewählten Betrieben aus zwei Gruppen:
 - Betriebe mit Erfahrung in Cleaner Production, EMAS und ähnlichen Programmen
 - Betriebe aus Branchen mit hoher Relevanz in Österreich
3. Methodik der Datenerhebung: Erstellung eines Fragebogens und persönliche Interviews bei den Firmen
4. Auswahl von Fallstudien und Referenzsubstanzen bzw. Substanzgruppen anhand der erhobenen Daten
5. Auswertung der Ergebnisse
6. Folgerungen

Input-Output – Analysen und Stoffstromverfolgung

Die wichtigste Grundlage der Forschungsarbeit ist eine qualitative Input/Output – Analyse der wesentlichen Produktionsprozesse und eine hierauf aufbauende Stoffstromanalyse. Basis hierzu sind:

- Produktionsdaten der Industrie (Ergebnisse der Umfrage)
- Produktionsdaten der Rohstoffversorgung und Landwirtschaft
- Verfahrens- und Technologiebeschreibungen
- Abfall- und Emissionsdaten der Industriebetriebe

Da keine vollständige Erhebung möglich ist, müssen charakteristische Prozessketten ausgewählt werden, bei denen die größten Potentiale für Total-Productivity-Ansätze erkennbar sind.

Für eine I/O-Analyse in der Lebensmittelindustrie sollten die wesentlichen Stoffe bzw. Stoffgruppen wie z.B.:

- Kohlehydrate
- Eiweiß
- Fette und Öle
- Faser- und Ballaststoffe
- Mineralstoffe
- Wasser (als Produktionshilfsstoff)
- Energie (als Produktionshilfsstoff)

soweit als möglich, betrachtet werden.

In der ersten Erhebungsphase werden nur Daten verwendet die aus der Literatur oder der Zusammenarbeit mit Betrieben verfügbar sind und es werden keine eigenen Messungen oder Analysen vorgenommen.

Zur Wertschöpfungssteigerung müssen biogene Reststoffe Wertschöpfungssteigerungen der Produktionsprozesse möglichst weitgehend in Koppelprodukte umgewandelt werden. Diese ermöglichen eine Weiterverarbeitung mit Wertschöpfung (im Gegensatz zu abfall-verarbeitenden Prozessen und energetischen Nutzungen). In einem eigenen branchenspezifischen Auswertungsteil werden diese Nutzungsmöglichkeiten qualitativ und teilweise quantitativ bewertet, und einige mögliche Beispiele aufgezeigt.

4 Ergebnisse

4.1 KRITISCHE BETRACHTUNG DER ANSÄTZE VON GUNTER PAULI - UPSIZING

Die Anzahl der Techniken und Konzepte zur Verminderung bzw. Verhinderung von Umweltbelastungen bei Produktions- und Dienstleistungsprozessen ist groß und ständig im Wachsen. Upsizing ist ein weiteres solches, stark umsetzungsorientiertes Konzept zum integrierten Umweltschutz bei jeglicher produktionsorientierter Tätigkeit, jedoch weit umfangreicher in den Forderungen als vieles Bekannte. Eine kurze Zusammenfassung frei nach G. Pauli soll als Einführung in die teilweise bekannte Thematik dienen [2]. Anschließend werden einige oft zitierte Fallbeispiele und Projekte von G. Pauli und seiner ZERI (Zero Emissions Research and Initiatives) vorgestellt und die Umsetzbarkeit dieser Pilotprojekte allgemein und im speziellen auf österreichische Verhältnisse diskutiert.

4.1.1 Grundlagen und Begriffsdefinition „Upsizing“

Pauli selbst beschreibt die Notwendigkeit ein Konzept zu schaffen, das Prozesse nicht wie bislang üblich von der „Wiege bis zur Bahre“ (LCA), sondern vielmehr von der „Wiege bis zur Wiege“ (Zero Emissions) betrachtet, d.h. ein Abwenden weg von den linearen Denkmodellen hin zu systemischen Überlegungen (ganzheitliche Modelle) und Kreisprozessen. Upsizing kann als ein Gesamtkonzept zur Verminderung von Umweltproblemen, die anthropogene Aktivitäten verursachen, angesehen werden. Die folgenden Ausführungen sollen den Grad der Umsetzbarkeit des Konzeptes für die in dieser Studie untersuchten Betriebe unter den derzeitigen Rahmenbedingungen aufzeigen.

Die genaue Definition des Begriffs „**Upsizing**“ lautet (Übersetzung aus dem Englischen): „[Upsizing ist] die Bildung von Clustern bei industriellen Unternehmungen wobei die wertlosen Neben- bzw. Abfallprodukte eines Prozesses durch einen anderen Prozess einer Wertschöpfung zugeführt werden. Dies erlaubt eine erhöhte Produktivität der gesamten Umwandlung von Kapital, Arbeit und Rohstoffen, wodurch zusätzliche Produkte und Dienstleistungen zu wettbewerbsfähigen Preisen für die Märkte geschaffen werden und schließlich mehr Arbeitsplätze entstehen, während negative Effekte für Mensch und Umwelt reduziert oder sogar völlig vermieden werden können.“

Das Konzept basiert auf dem übergeordneten Ziel „**Zero Emissions**“, d.h.

- es dürfen bei Prozessen keinerlei flüssige, gasförmige oder feste Abfälle (Emissionen) erzeugt werden
- alle Inputstoffe müssen in der Produktion vollständig verwendet werden
- sollten Abfälle entstehen, müssen diese in Kuppelprozessen (auch durch andere Industriezweige) Verwendung finden
-

Um das Ziel einer Zero Emissions – Produktion zu erreichen sind möglichst naturnahe Prozesse unter Einsatz von erneuerbaren Rohstoffen notwendig.

4.1.2 Zur Methodik nach ZERI (Zero Emissions Research and Initiatives)

Dass „produzierte“ Abfälle mehrfach Geld kosten ist hinlänglich bekannt. Zum einen bedeutet die Entstehung von Abfällen bei jedem Prozess eine nicht 100 prozentige Nutzung der meist teuer zugekauften Prozessinputstoffe (versteckte Mehrkosten); zusätzlich muss für die Entsorgung der entstehenden Abfälle bezahlt werden (Entsorgungskosten). Der radikale Ansatz von Zero Emissions bietet für beide Probleme die Lösung: eine völlige Nutzung der eingesetzten Rohstoffe garantiert beinahe 100% Effizienz in der Produktion und minimiert gleichzeitig unerwünschte und schädigende Abfälle (Idealfall: keine Abfälle). Das Ziel ist eine Wertschöpfungssteigerung über einen gesamten Produktionsprozess durch eine gewinnbringende Koppelnutzung von anfallenden Nebenprodukten zu erreichen. Wie bereits in der Einleitung definiert soll dies durch Upsizing (gezielte „Clusterung“ von geeigneten Produktionsbetrieben) erfolgen. Mittel und langfristig sollen lineare Produktionsketten mit geringer Interaktion durch systemische vernetzte Produktionscluster ersetzt werden.

Die von ZERI (G. Pauli) vorgeschlagene Methode zur Umsetzung des UpSizing-Konzepts ist ein 5 Punkte umfassender Stufenplan

- Ermittlung des Gesamtdurchsatzes durch den Einsatz von Input-Output Tabellen
- Suche und Darstellung von Wertschöpfungssteigerungspotentialen durch Output-Input Tabellen
- Modellierung von idealen Industrieclustern
- Identifizierung und Anwendung von in der Forschung entwickelten neuesten Technologien in der Industrie
- Einbindung der politischen Entscheidungsträger zur Schaffung angemessener gesetzlicher Rahmenbedingungen

Die Punkte 1 und 2 beschäftigen sich vor allem mit der betrachteten Einheit im engeren Sinn (Systemgrenze „Unternehmung am Standort XY“). Die weiteren Punkte zeigen den stark systemischen Ansatz, denn schon in einer frühen Planungsphase sollten äußere Randbedingungen ebenso beachtet und in spätere Entscheidungen integriert werden.

4.1.3 Input – Output Tabellen, Gesamtdurchsatz

In einem ersten Schritt muss eine I/O Bilanz eines zu betrachtenden Prozesses aufgestellt werden. Bilanzen dieser Art sind keine Neuigkeit sondern integrierter Bestandteil bereits angewandter Management-Tools (z.B. ISO 14001, Cleaner Production, u.a.). Ein top-down Ansatz ist hier empfehlenswert, wobei im ersten Schritt eine grobe Bilanz über den gesamten Prozess erstellt wird. Hier zeigen sich häufig schon erste Einsparungs- und Verbesserungspotentiale, die in detaillierteren Subprozessbilanzen erfasst und verwertet werden können. Ein weiterer Vorteil der Anwendung von I/O Bilanzen liegt darin, dass viele ISO-zertifizierte Unternehmungen bzw. solche mit CP-Erfahrung diese Bilanzen meist schon in brauchbarer Qualität vorliegen haben und somit für die Erhebungen kein ungebührlicher Aufwand betrieben werden muss.

Sind alle Einsparungs- und Verbesserungspotentiale der bestehenden Prozesse im Rahmen der gegebenen technisch-wirtschaftlichen Möglichkeiten genutzt, so bleiben trotzdem gewisse Restmengen an Nebenprodukten vorhanden, welche nun in die folgenden O/I – Tabellen Eingang finden.

4.1.4 Output – Input Tabellen

Diese Art der Tabelle soll die Basis einer möglichst kreativen Suche nach weiteren Einsatzmöglichkeiten für anfallende Reststoffe darstellen. Hierzu ist oft die genaue Zusammensetzung der Reststoffe (chemische Analyse) von essentieller Notwendigkeit, um diese Reststoffe gezielt einer Weiterverwendung zuführen zu können bzw. die notwendigen Modifikationen zur Weiterverwendung der Reststoffe transparent zu machen. Als Beispiel seien hier verschiedene Trester aus der Fruchtsaftproduktion genannt, die teilweise noch beachtliche Mengen an unterschiedlichen Vitaminen oder Antioxidantien enthalten und daher für die pharmazeutische Industrie wertvolle Inputstoffe darstellen könnten. Wichtig ist dabei der Kreativität freien Lauf zu lassen, um möglichst viele Verwertungsmöglichkeiten mit potentieller Wertschöpfung zu identifizieren.

Weiters ist zu beachten, dass bei Kuppelprozessen zur Nutzung von Reststoffen wiederum Reststoffe anfallen können, welche ebenfalls so gut wie möglich in die Nutzungskaskade eingebracht werden sollten (Beispiel: Sind die Wertstoffe aus den Fruchttrestern extrahiert können die Trester als Futtermittel für Tiere dienen, deren Gülle wiederum kann als Substrat für Biogasanlagen zur Energiegewinnung genutzt werden, usw.).

Erst nach einer ausgiebigen Erfassung aller denkbaren Alternativen findet eine Bewertung der Machbarkeit der einzelnen Kuppel- und Subprozesse statt. Hier muss die technische Machbarkeit (Stand der Technik, vorhandene Kapazitäten vor Ort) und die Wirtschaftlichkeit der Reststoffkuppelnutzung genau überprüft (mit gängigen Methoden der Wirtschaftlichkeitsrechnung) und bewertet (nach Grad der Erfüllung der „Zero Emission“-Bedingungen) werden. Die Schwierigkeit liegt bei der systemischen Erfassung aller Einflüsse – eine Aussage über die Auswirkung auf das gesamte System ist oft nur mit Einschränkungen möglich.

Die Bewertungsmethodik nach ZERI umfasst folgende Punkte:

Festlegen und evaluieren eines Marktes für das/die Produkte der erweiterten Wertschöpfung

Festlegen des erforderlichen Energieaufwandes

Erfassung der notwendigen Investitionen

Ermittlung des zusätzlichen Bedarfs an Flächen

Mögliche Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt (Schaffung von neuen Arbeitsplätzen?)

4.1.5 Modellierung von Industrieclustern

Die Idee besteht darin, bestehende Produktionsprozesse und Industriezweige nach bester Möglichkeit so zu „clustern“, dass alle „Emissionen“ (Rest- und Abfallstoffe, Energie) einer Sparte von anderen Sparten direkt verwendet werden können. Es sollen die möglichen Synergien effizient genutzt werden. Eine der wichtigsten Aufgaben besteht in der Identifikation der optimalen Größe einer industriellen Betriebseinheit in den gegebenen Rahmenbedingungen (Umwelt) um die höchstmögliche Effizienz für sich alleine und im Cluster zu gewährleisten.

Wachstum findet nicht durch einfaches Upscaling eines optimierten Prozesses statt, sondern vielmehr durch ein vervielfachen der optimierten Betriebseinheit. Dieses stark an die Natur angelehnte Prinzip lässt sich am einfachsten auf den landwirtschaftlichen Bereich anwenden, hier existieren derzeit auch die meisten gut funktionierenden Fallbeispiele. Auf diesem komplexen Aufgabengebiet besteht noch ein großer Forschungsbedarf für alle industrielle Sektoren.

Weiter Bestandteile des UpSizing Prinzips sind die Identifikation von neuen und innovativen Technologien zur effizienteren Nutzung von Rohstoffen und die Integration von staatlichen Stellen („Politik“) in neuartige Entwicklungskonzepte, da viele neue Ideen zur Umsetzung und Integration in bestehende Systeme neuer Rahmenbedingungen und somit einer veränderten Gesetzgebung bedürften.

4.1.6 Fallbeispiele und Pilotprojekte

Stellvertretend für die beschriebenen Ansätze von Pauli sollen 2 konkrete Projekte, welche in der Literatur und von ZERI beschrieben sind, näher betrachtet werden. Anhand dieser Projekte sollen einige Konzepte zur Verwertung von biogenen Reststoffen, die auch das Potential einer Anwendung in Österreich haben (Schnittstelle Landwirtschaft – Industrie), genauer erläutert werden.

4.1.6.1 Das UpSizing Konzept in Anwendung auf Brauereien

Der Prozess des Bierbrauens hinterlässt große Mengen an biogenen Reststoffen (Biertreber, Hefe, Malzkeime), welche derzeit größtenteils und kostengünstig an die Futtermittelindustrie abgegeben werden. Nach dem UpSizing-Prinzip hingegen wird eine kaskadische Verwertung dieser organischen Reststoffe unter beinahe kompletter Nutzung aller Inhaltsstoffe beschrieben, wobei der schematische Ablauf wie folgt aussieht:

- Verwendung der Biertreber (+/- Beimischung anderer organischer Reststoffe (Holzabfälle)) zur Züchtung von Pilzen UND/ODER als Backmittlersatz zur Herstellung von Brot (abhängig von der eingesetzten Getreideart und –sorte)
- Verfütterung der Biertreber nach deren Einsatz als Pilzsubstrate an Tiere (die Züchtung von Pilzen erhöht die Verdaulichkeit der Treber)
- Vergärung der Gülle und einiger organisch belasteter Brauereiabwässer in einer Biogas-Anlage und Nachbehandlung der Brauereiabwässer mittels Algen (aerobe Behandlung in Pflanzenkläranlagen)
- Verwendung der Algen als Fischfutter in einer Fischzucht
- Bewässerung von landwirtschaftlicher Fläche mittels der größtenteils geklärten Abwässer

In der Literatur ist erst eine Brauerei beschrieben, die nach diesem Konzept neu angelegt wurde. Die 1997 gegründete Tunweni Brauerei befindet sich in Tsumeb, Namibia, Afrika und produzierte im Jahr 1998 ein Bier aus Hirsemalz (unter Zuckerzusatz) unter Verwertung der anfallenden Reststoffe nach dem oben geschilderten Prinzip. Ein Lokalausweis einer Delegation des Fraunhoferinstitutes für chemische Technologien beschreibt die Brauerei, welche zum Zeitpunkt des Besuches (Oktober 1998) nur mit einem Fünftel der vollen Kapazität lief, als mäßig erfolgreich was die Umsetzung des Zeroemissions-Konzeptes betrifft [3].

Die Biogasausbeuten liegen angeblich bei ca. 8 m³ Methan/Tag, welches zu Kochzwecken verwendet wird, die Verwendung der Abwärme ist nicht näher beschrieben. Diese anaerob behandelte Gülle wird nach Vergärung in Algenbecken geleitet, wo eine aerobe Nachklärung erfolgt (vgl. Pflanzenkläranlage). Die Algen dienen als Tierfutter, das nährstoffreiche Abwasser fließt in 2 jeweils 3000m³ große Fischteiche. An den fruchtbaren Teicheindämmungen werden unterschiedlichste Gemüsearten, wie z.B. Melanzani, Kohl, und Bohnen um nur einige zu nennen, gezogen. Das nährstoffreiche Wasser fördert das Wachstum von Phytoplankton und Gräsern, welche die Hauptnahrungsquelle für die 6 verschiedenen Fischarten darstellen. Die Ausbeuten an Fischen wird mit ca. 60.000 Stück pro Jahr beziffert, eine Massenangabe fehlt (Schätzung: ca. 10-15 Tonnen/Jahr) [4], [5].

Weltweit gibt es zahlreiche weitere Projekte, welche sich mit der Nutzung von vorwiegend biogenen Reststoffen bzw. dem Zero Emissions Ansatz beschäftigen. Als Beispiele seien genannt:

Kolumbien (Brasilien, Afrika): Pilzzucht auf Kaffeeernte Rückständen als Ausgangspunkt eines IBS nach ZERI.

Afrika: Pilzzucht auf Wasserhyazinten als Integrationsprojekt für Waisenkinder und Lieferant von Nahrungsmittel und Nutzung von biogenem Reststoff (Wasserhyazinthen welche aufgrund von Hypereutrophierung auf verschiedenen Seen wuchern)

Brasilien: Gewinnung von Algen als Nebenprodukte des Reisanbaus

Abschließend sollen 2 „Module“, welche für eine integrierte Kreislaufwirtschaft nach dem dargestellten Prinzip eine besondere Rolle spielen, im Folgenden näher erläutert werden.

4.1.6.1.2 Allgemeines zur Pilzzucht

Pilze sind eine ganz besondere Lebensform, welche die außergewöhnliche Fähigkeit besitzen, auf für gewöhnlich „wertlose“ Reststoffe unterschiedlichster Art aus Landwirtschaft und Industrie (Holzabfälle, Maiskolben, Schalen von Nüssen, Sonnenblumen u.a., Stroh, Papierabfälle) zu wachsen. Die Ausbeuten verbessern sich entscheidend, wenn die Grundsubstrate mit Zusätzen (z.B. Biertreber, Kleie, Hefeabfälle, u.a.) vermischt werden. Pilze sind äußerst schmackhafte pflanzliche Eiweißlieferanten (Rohproteingehalte zw. 10-30%). Darüber hinaus wird vielen Pilzsorten bereits eine positive Wirkung auf den menschlichen Stoffwechsel (z.B. cholesterinsenkende Wirkung) attestiert.

Die Pilzzüchtung ist eine eigene Wissenschaft für sich und soll hier nur als eine vielversprechende Möglichkeit zur Wertschöpfung aus Reststoffen erwähnt sein. Die Methoden sind vielfältig und oft mit einem entscheidenden Mehraufwand an weiteren Ressourcen verbunden, wie z.B.

- Wasser zur Befeuchtung der Substrate und zur Erzeugung eines geeigneten Mikroklimas für die Pilzzucht (abhängig von Pilzart)
- Energie zur Pasteurisierung oder Sterilisation von Substraten (abhängig vom gezüchteten Pilz), ggf. Temperierung der Zuchträume
- Infrastruktur (Zuchträume, Kleinlabors zur Sporenzüchtung etc.)

wodurch eine professionelle Pilzzucht im Großmaßstab mit entsprechenden Ausbeuten erst wirtschaftlich rentabel wird. Hier besteht noch konkreter Forschungsbedarf um zusammen mit industriellen Partnern mit dem nötigen Mut zur Umsetzung ein Pilotprojekt zu initiieren. Eine besondere Herausforderung stellen die Billigimporte aus Asien bzw. teilweise aus Osteuropa dar (Importpreise der Tiefkühlware liegen bei ca. 92 Eurocent je kg geschnittener Pilze). Hier müsste speziell auf die Bedürfnisse des lokalen Marktes eingegangen werden (Produktion von Bioware), um sich deutlich von billiger Massenware abzuheben.

Trotz allem existiert hier ein enormes Potential, da der Weltmarkt für Pilze seit vielen Jahren in ständigem Wachstum ist, und neben den herkömmlichen Speisepilzen zusätzlich die Möglichkeit der Züchtung von medizinischen Pilzen für Anwendungen im Pharma-Med Bereich besteht. Der Bereich der Bioremediation mit Pilzen und Pilze als Filter für belastetes Oberflächenwasser soll an dieser Stelle nicht näher behandelt werden, für weiterführende Literatur siehe auch bei [6].

4.1.6.1.3 Allgemeines zur Wurmkompostierung

Die Wurmkompostierung ist eine alternative zur gewöhnlichen Kompostierung, die gegenüber der Kompostierung den Vorteil bietet, dass zusätzlich zur Gewinnung eines hochwertigen Kompost-Düngers Würmer für die Verwendung als Futtermittel für Zuchtvieh als „Nebenprodukt“ anfallen. Der Wurmkompost ist ein Produkt des natürlichen Verdauungsvorganges von Regenwürmern und reich Mikroorganismen und anorganischen Mineralien (Nitraten, Phosphaten, Kaliumcarbonaten). Weiters sind verschiedene Enzyme (Proteasen, Amylasen, Lipasen, Cellulasen) enthalten, welche auch nach der Ausscheidung durch den Regenwurm weiter zersetzend auf die organischen Stoffe wirken.

Derzeit sind über 3000 Regenwurmartens bekannt, die zur Gewinnung von Wurmkomposten vorwiegend eingesetzte Art ist *Eisenia foetida*, ein Oberflächenwurm. Die Wurmkompostierung wird vor allem in den USA in großindustriellem Maßstab durchgeführt, wo in eigenen Anlagen biogene Abfälle und Klärschlämme aus aerober Behandlung verwertet werden. Eine solche Anlage befindet sich in Cleveland, USA, wo auf etwa 10.000 m² Fläche ca. 22.000t biogener Abfälle / Jahr verarbeitet werden [7]. An der Verminderung des Raumbedarfes des derzeit recht platzintensiven Verfahrens wird laufend geforscht. Anlagen mit 1000 Tonnen Verarbeitungskapazität pro Jahr auf 100m² Fläche sind bereits realisiert. In Österreich existiert zur Zeit nur ein Unternehmen, das Wurmkompost in einer solchen Anlage mit einer Gesamtjahreskapazität von 1000 Tonnen herstellt [8].

4.1.7 Diskussion der Ansätze

Neu an den Ansätzen von Gunter Pauli ist die Idee, altbekannte Konzepte aus der Landwirtschaft konsequent auch auf moderne Industriezweige umzulegen, bzw. hier bestehende Prozesse in einem neuen Licht zu beleuchten und zu überdenken. Es geht um ein Lernen von der Natur, welche keine Prozesse kennt, in denen Abfall im Sinne seiner Definition entsteht. Pauli selbst räumt allerdings ein, dass die größten Potentiale zur Umsetzung solcher Konzepte im ersten Schritt in der Landwirtschaft und in jenen Produktionsbereichen liegen, welche vor allem organische Materialien verarbeiten. Sogenannte Integrierte Biosysteme haben eine lange Tradition in Südamerika oder in China, wo sie auch gegenwärtig noch Anwendung finden. IBS orientieren sich an drei einfachen Prinzipien [9]:

- Verwendung aller bei Prozessen (Produktion, Landwirtschaft) anfallenden organischen Reststoffen
- Suche nach zumindest zwei unabhängigen Verwertungsmöglichkeiten für diese Reststoffe
- Kreislaufschließung für die Materialflüsse (org. Rohstoffe) und die enthaltenen Nährstoffe

Bestehende Bewertungen

Nach [10] wird eine vollständige Anwendung der geschilderten Fallbeispiele bzw. Pilotprojekte (Integrierte Biosysteme als Anwendung für die Industrie) in Österreich bzw. Europa wird in absehbarer Zeit keine umfangreiche Umsetzung in der Industrie finden. Folgende Gründe werden angeführt:

- bereits hoher Entwicklungsstand der Unternehmungen, hoher Spezialisierungsgrad
- Input/Output Verhältnisse
- ökonomische Interessen versus ökologische Ziele und Anliegen
- Integration in ein bestehendes Wirtschaftssystem
- hohe Komplexität, Anzahl der Materialflüsse
- teilweise große Entfernung der Subsysteme zueinander

Vorhandene Hürden

Die Integration von hochentwickelten, lange bestehenden Unternehmen mit all seinen strategischen Konzepten (häufig ist ein hoher Grad an Spezialisierung gegeben), der bestehenden Firmenpolitik und vorhandenen Managementmethoden in ein IBS-Konzept wird ein schwieriges Unterfangen, da vorhandene Strukturen verändert und neue geschaffen werden müssten und in vielen Bereichen ein Umdenken notwendig würde – ein Prozess, der mit Sicherheit viele Widerstände erzeugen würde. Ein Bewusstsein für solche Veränderungen kann längerfristig nicht von außen erzwungen werden – eine Möglichkeit wäre ein Anreizsystem verbunden mit gesetzlichen Vorgaben („Pull“ und „Push“) von staatlicher Ebene aus zu implementieren (wie teilweise schon geschehen) und beispielhafte Pilotprojekte in der westlichen Welt zu schaffen.

Aber auch einfache Diskrepanzen im Verhältnis der Input- zu Outputstoffen stellen zum Teil Barrieren dar.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist, ob und in welchem Ausmaß im Unternehmen

ökonomische Interessen schwerer wiegen als die ökologische Verantwortung. Umweltbewusstsein und Neuorientierung muss sich auch nach wirtschaftlichen Kriterien rechnen, um uneingeschränkte Zustimmung zu erreichen.

Die neuen Ideen müssen sich in unser vorhandenes Wirtschaftssystem integrieren lassen, was nicht immer und uneingeschränkt der Fall ist (IBS sind häufig arbeitsintensiv in ihrer Umsetzung und/oder haben einen erhöhten Raumbedarf – Kriterien, die IBS per se nicht als sehr attraktiv für unsere derzeitigen Rahmenbedingungen erscheinen lassen).

Die hohe Komplexität und große Anzahl an Materialströmen in unserem Produktions- und Wirtschaftssystem erschwert den Überblick und macht in allen Fällen eine eingehende Analyse an einem IBS beteiligten Unternehmen notwendig woraus sich oft ein hoher Aufwand und daraus hohe Kosten am Anfang ergeben.

Und, der vielleicht wichtigste Punkt ist jener der physischen Entfernung der zu integrierenden Unternehmen. Nur wenn sämtliche Transportwege möglichst kurz gehalten werden, können Stoffflüsse zwischen unterschiedlichen Unternehmen reibungslos und mit geringen Kosten erfolgen. Auf dieser Erkenntnis basiert auch die Forderung nach einer Clusterung von unterschiedlichen Industriezweigen zur systematischen Nutzbarmachung ihrer Reststoffströme in einem Netzwerk. Dies wiederum würde vielerorts eine Restrukturierung erfordern, welche unter den gegebenen Bedingungen in unserem System derzeit nicht einfach denk- und umsetzbar ist.

Ausblick

All diese Punkte lassen daher eine Umsetzung von IBS in hochtechnologisierten Ländern in der nächsten Zeit im industriellen Sektor jedenfalls nicht in vollem Umfang erwarten, da es nicht zuletzt an beispielhaften Vorführprojekten mangelt.

In Europa sind zur Zeit nur einige Pilotprojekte vorhanden, wie z.B. die Adaption eines stillgelegten Zementwerkes zu einer Kompostierungsanlage in Schweden [11], oder eine Brauerei in Deutschland, welche Brot aus Biertreber bäckt und sich auch mit der Pilzzucht auf Biertrebersubstrat auseinandersetzt (Erzquell Bauerei Bielstein [12]). Die Verwendung von Biertreber als Beimischung zur Erzeugung von Spezialbrot ist durchaus schon häufiger anzutreffen, vgl. [13]. Für Österreich könnte ein IBS Pilotprojekt neue Impulse für eine nachhaltige Entwicklung bringen.

Im weiteren Sinne wird die Methodik einer geschlossenen Kreislaufwirtschaft im Bereich der Nahtstelle *Landwirtschaft – Unternehmen der Lebensmittelbranche* in Österreich durchwegs praktiziert. Eine Deponierung von organischen Reststoffen aus der Landwirtschaft oder Lebensmittelproduktion ist nicht (mehr) gegeben. Bevorzugter Weise findet eine mechanisch-biologische Abfallbehandlung statt (Kompostierung). Biogene Abfälle aus der industriellen Produktion werden häufig auch als Futtermittel für Zuchtvieh in der Landwirtschaft verwendet – entweder durch direkte Abgabe an Landwirte oder über die Futtermittelproduzenten.

Die Herausforderung stellt sich aus unserer Sicht zusätzlich darin, eine additive Wertschöpfung aus in Produktionsprozessen anfallenden, biogenen Reststoffen zu erzielen, bevor diese schließlich als Dünger oder durch eine thermische Verwertung wieder der Biomasse zugeführt werden.

Dieser Ansatz, Nutzungskaskaden einzuführen, wäre bei der Verwendung naturnaher Prozesse (Gewinnung, angepasste Technologien) voll in einem IBS-Prozess integrierbar.

Trotz der diskutierten Schwierigkeiten bei der Umsetzung sind einige Denkansätze von Pauli sehr vielversprechend und können gerade im Umgang mit biogenen Rohstoffen bei Schaffung des nötigen Bewusstseins seitens der Industrie und der produzierenden Unternehmen neue Perspektiven für eine ressourcenschonende, nachhaltige Wirtschaftsentwicklung eröffnen.

4.2 UMFRAGE IN DER LEBENSMITTELINDUSTRIE

4.2.1 Methode

Als geeignete Methodik zur Datenerfassung wurde ein persönliches Interview mittels Fragebogen gewählt. Durch diese Methode konnten Produktionsschritte praktisch erhoben und Stoffströme verfolgt und dargestellt werden.

Ziel der Umfrage war die Erfassung vielfältigster, unternehmensbezogener Daten, welche für die Durchführung dieser Studie von entscheidender Bedeutung waren. Die Fragenkomplexe umfassten folgende Themenschwerpunkte

- Allgemeine Fragen zum Unternehmen
- Produktentwicklung, Innovationen, Forschung und Entwicklung
- Abfälle und biogene Reststoffe
- UpSizing und non-food Bereich

deren Auswertung an den entsprechenden Stellen in den folgenden Kapitel dargestellt ist. Der Themenkomplex „UpSizing und non-food Bereich“ gibt die Auffassung der Befragten im Unternehmen wieder.

4.3 AUSWAHL DER BETEILIGEN UNTERNEHMEN

4.3.1 Vorauswahl der Unternehmen

Für diese Studie wurden 31 österreichische Nahrungsmittel-Unternehmen aus 9 verschiedenen Branchen zur Auswahl vorgeschlagen (siehe Anhang 8.1). Nachdem Informationen über die Betriebe mit Hilfe des Internet gesammelt, sowie erste Kontakte mit den Unternehmen hergestellt wurden, musste die Anzahl der in Frage kommenden Betriebe auf 19 reduziert werden.

Die Auswahl der Betriebe erfolgte nach bestimmten Kriterien, wie z.B. (hierzu vgl. [14], [15])

- Bereitschaft zur Teilnahme an einem persönlichen Interview
- Größe der Unternehmung und Produktpalette, Vorhandensein biogener Reststoffe
- Bedeutung der Branche in der Lebensmittelindustrie

Dabei wurde beachtet, dass, wo möglich, mehrere Betriebe einer Branche berücksichtigt werden, um Vergleichswerte innerhalb einer Branche zu erhalten.

4.3.2 Ausgewählte Unternehmen

Zwei der 19 vereinbarten Interviews konnten nach mehrmaligen Absagen der Unternehmen nicht durchgeführt werden. Jene 17 Unternehmen, deren Daten die Grundlage dieser Arbeit bilden, sind in der nachfolgenden Tabelle 4-1 angeführt.

Die ¹Futtermittelproduzenten (s.u.), welche nicht direkt der Lebensmittelbranche zuzuordnen sind, wurden deshalb in diese Umfrage integriert, da sie mengenmäßig größter Verwerter der biogenen Reststoffe aus der lebensmittelverarbeitenden Industrie sind.

Tabelle 4-1: Daten zu den befragten Unternehmen

Branche	Unternehmen	Standort	Standorte in Österreich	Mitarbeiter	jährlicher Umsatz in Mio. €
Mühlen	Farina Mühlen AG	Raaba, St	2	50	21,8
	Rösselmühle Ludwig Polsterer	Graz, St	1	18	2,54
	J. Pichler's Erben KG	Weiz, St	1	11	1,2
Zucker-Industrie	Agrana - Zucker und Stärke AG	Tulln, NÖ	3 Zuckerwerke	616 bis 924 (alle 3 Standorte)	380 (alle 3 Standorte)
Weinproduzenten	Weingut Eduard Tscheppe	Leutschach, St	1	3 bis 33	1
Brauindustrie	Gösser – Brau Union Österreich AG	Leoben, St	z.Z. 8	200	k.A.
	Puntigamer – Brau Union Österreich AG	Graz, St	z.Z. 8	400	k.A.
	Schladminger Brau GmbH	Schladming, St	1	42	5,1
Fruchtsaftkonzentrat- und Fruchtzubereitungs-Erzeuger	S. Spitz GesmbH	Attnang-Puchheim, OÖ	1 Werk + Vertrieb in Linz, OÖ	530	174,4
	Grünwald Fruchtsaft GmbH	Stainz, St	1	83	21,8 bis 29
	Steirerobst AG	Gleisdorf, St	1	198	77
Molkereien	NÖM AG	Baden, NÖ	3	315	211
	Berglandmilch reg. Ges.mmbH	Pasching, OÖ	8	ca. 1000 (Konzern)	581 (Konzern)
Ölmühle	Ölmühle Pelzmann GmbH	Wagna, St	1	15	k.A.
Speiseölraffination	Friola Speiseöl Handels- und Produktions-GmbH	Graz, St (Produktion in Lannach, St)	1 Werk + Vertrieb in Graz, St	14	7,3
Mischfutter Erzeuger ¹	Agra Tagger AG	Graz, St	3	75 (alle 3 Standorte)	21,8
	Linzer Krafffutter GesmbH	Linz, OÖ	1	60	21,8

4.4 DARSTELLUNG UND AUSWERTUNG DER UMFRAERGEERGEBNISSE

Bei der Aufarbeitung der Umfragedaten wird nach folgender Systematik vorgegangen:

Gruppierung der befragten Unternehmen nach Branchen, somit Auswertung der Unternehmensdaten branchenspezifisch nach

- Zuckerindustrie
- Molkereien
- Ölmühlen und Speiseölraffination
- Brauereien
- Mühlen
- Weinproduzenten
- Hersteller von Fruchtsäften und Fruchtsaftkonzentraten und
- Mischfuttererzeuger (nicht der LM-Industrie zugehörig)

In jeder Branche wird ein kurzer Überblick über die Produktionstechnologien und soweit für diese Studie sinnvoll, über die erzeugten Produkte gegeben. Anschließend erfolgt die Darstellung der anfallenden biogenen Reststoffe in Tabellen oder Stoffflussdiagrammen (Sankey-Darstellung), wobei die Gesamtmengen an nicht verwerteten Hauptgruppen (Kohlehydrate, Proteine, Fett, Faserstoffe) Berücksichtigung finden.

Es folgt ein Überblick über mögliche Potentiale zur Abfallvermeidung (Cleaner Production) durch Optimierung der Produktionsprozesse, soweit diese aus der Befragung der Unternehmen ableitbar sind. Anschließend werden Möglichkeiten zur **Wertschöpfung** („Added Value“) durch die Nutzung von Nebenprodukten dargestellt und diskutiert, wobei auch die Meinung der befragten Interviewpartner Berücksichtigung findet.

Bei der Aufarbeitung der erhaltenen Daten aus der Industrie müssen teilweise Daten aus der Literatur zur Ergänzung herangezogen werden, da die Unternehmen über gewisse Daten in der notwendigen Tiefe und Aufbereitung nicht verfügten und/oder nicht immer bereit waren, diese Daten zur externen Verwendung weiterzugeben.

4.4.1 Zuckerindustrie

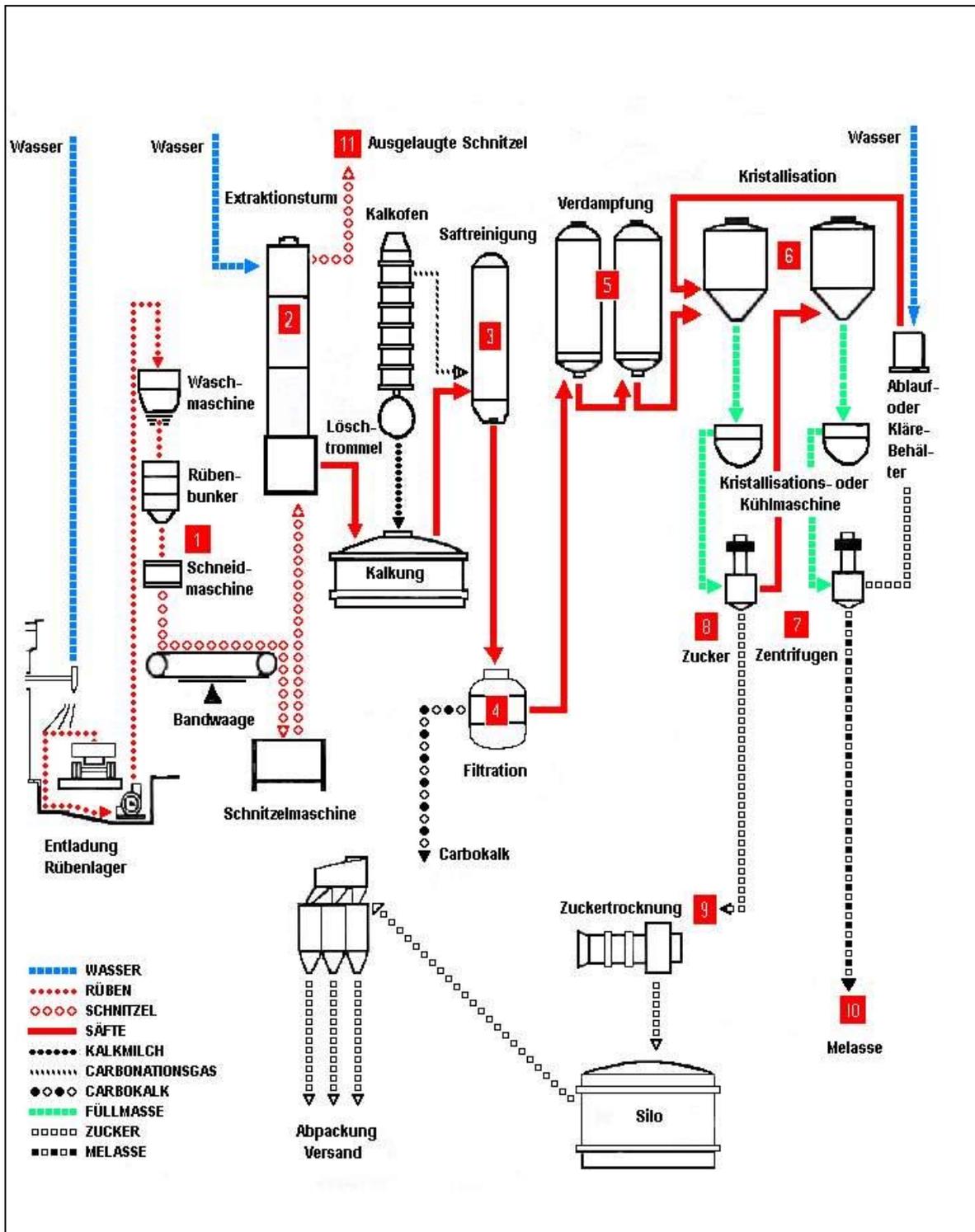


Abbildung 4.2: Vereinfachtes Fließbild der Zuckerproduktion [16]

Abbildung 4.2 zeigt die Zuckergewinnung (Chromatographie ist nicht abgebildet), die Ziffern in den roten Vierecken stehen dabei für: [1] Schnitzelgewinnung, [2] Saftgewinnung, [3] Saftreinigung, [4] Filtration, [5] Saftverdickung, [6] Kristallisation, [7] Zentrifugieren, [8] Zucker, [9] Zuckertrocknung, [10] Melasse, [11] Nassschnitzel

4.4.1.1 Produktionsdaten aus der Umfrage

Österreich liegt mit einer Ausbeute von ca. 10-12 Tonnen Zucker je Hektar Anbaufläche zusammen mit Deutschland, Frankreich, den Niederlanden und Belgien an der Spitze Europas. Auch in der Umsetzung von Rohmaterial in Primärprodukt (Zuckerrübe -> Kristallzucker) liegt Österreich mit ca. 16% Konversionsrate an vorderster Front.

Tabelle 4-2 zeigt die I/O Bilanz des einzigen österreichischen Zuckerherstellers für das Jahr 2000. Die Zahlenwerte in der folgenden Tabelle liegen zum Teil nur gerundet vor, deshalb ergibt sich eine Abweichung der Massen zwischen dem Gesamtinput und dem Gesamtoutput. Anmerkung: bei Wasser wurde als Näherung mit einer Dichte von 1 t/m³ gerechnet.

Tabelle 4-2: Input / Output Bilanz des Zuckerproduzenten (Teil1, Input)

Input/Output Analyse			
			Einheit
Input			
Zuckerrüben	(inkl. Wasser)	2.633.000	t
Rübenerde		230.000	t
Erdgas		72.000.000	Nm ³
Strom		1.700	MWh
Kalkstein		70.700	t
Koks		5.300	t
Wasser	(aus Rüben)	(2.000.000)	m ³
	aus Vorfluter	2.100.000	m ³
	aus Grundwasser	700.000	m ³
	aus Vorjahr	200.000	m ³
Summe Input		5.939.000	t

Tabelle 4-2: Input / Output Bilanz des Zuckerproduzenten (Teil2, Output)

Output			Einheit
Wasser	als Dampf	250.000	m ³
Wasserverdunstung		600.000	m ³
Abwasser	zum Vorfluter	3.900.000	m ³
Wasser im Produkt		90.000	m ³
Erd- und Überschussschlamm in Erdkassetten		360.000	t
Strom		4.800	MWh
Emissionen	Staub	65	t
	CO ₂	130.000	t
	NO _X	113	t
	CSB	190	t
	Stickstoff	24	t
Trockenschnitzel		165.000	t
Carbokalk		115.000	t
Dicksaft		31.000	t
Melasse		38.000	t
Weißzucker		411.000	t
<i>Summe Output</i>		<i>6.090.392</i>	<i>t</i>

4.4.1.2 Reststoffaufkommen und derzeitige Verwertung

Tabelle 4-3 gibt einen Überblick über die bei der Zuckerproduktion mengenmäßig größten Anteile an biogenen Reststoffen

Tabelle 4-3: Biogene Reststoffe der Zuckerproduktion

Biogener Reststoff	Menge [t/a]	Verwertung	Erlöse/Kosten
Melasse	100.000	intern/extern	E
Trockenschnitzel	160.000	Futtermittel	E
Rübenerde u. Überschussschlamm	360.000	Ackererde	K
Carbokalk u Nichtzuckerstoffe	115000	Düngerrohstoff	E

Die **Rübenerde** wird zusammen mit dem anfallenden Überschussschlamm der Kläranlage drei Jahre getrocknet, und kann dann als Ackererde wieder aufgebracht werden. Das Klarwasser wird in der Produktion wiederverwendet.

Der **Carbonkalk** ist ein Gemisch aus Kalk und Nichtzuckerstoffen, welches bei der Saftreinigung anfällt. Er wird derzeit als Düngerrohstoff verkauft.

Die Rübenschnitzel werden getrocknet, anschließend melassiert und danach zu **Trockenschnitzelpellets** agglomeriert. Diese Pellets dienen als Futtermittel und haben als solche gute Eigenschaften (gute Verdaulichkeit, hoher Faseranteil, etc.). Die thermische Verwertung der Trockenschnitzelpellets wurde überlegt. Diese wird aber wegen der zu geringen Trockensubstanz der erhaltenen Pellets und dem resultierenden, etwa vierfachen höheren Preis gegenüber fossilen Brennstoffen derzeit nicht in Betracht gezogen.

Eine Analyse von Trockenschnitzel ergibt durchschnittlich folgendes Bild:

- 7,0% Rohprotein
- 0,55% Rohfett
- 17,5% Rohfaser
- 4,5% Asche

Der interessanteste biogene Reststoff ist die **Melasse**, welche circa 25 M% der Produktausbeute (Zucker) beträgt. Umgerechnet auf den Rohstoffeinsatz (Rübenschnitzel) fallen etwa 4 M% Melasse vor und etwa 2 M% nach der Chromatographie an.

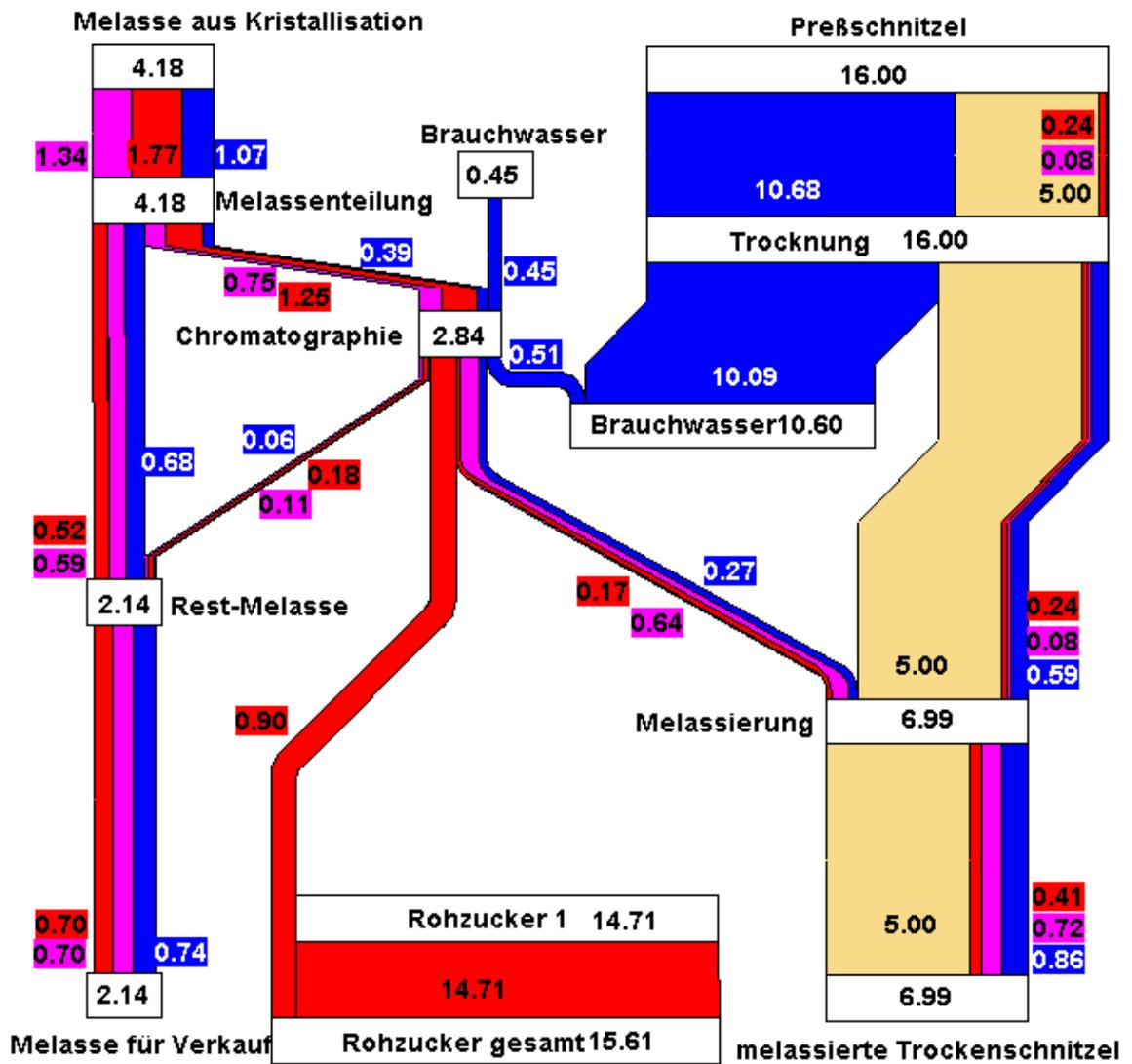
In der Melasse bleiben ca. 12 M% Zucker als wertvoller Inhaltsstoff zurück, dies ist einerseits rohstoffbedingt und andererseits wegen der Technologie der Verfahren zur Zeit nicht veränderbar. Dieser Restzucker ist beim Verkauf der Melasse ein notwendiger Bestandteil, wird jedoch aus einem Teil der anfallenden Menge chromatographisch zurückgewonnen. Der Reststoff Melasse wird also im Fall des befragten Unternehmens intern aufbereitet und extern verwertet. Die interne Nutzung durch Chromatographie wird seit 1994 angewandt.

Die Innovation für dieses Verfahren kam aus den USA. 60 M% der anfallenden Melasse werden hierzu in einen Dicksirup und in eine zuckerarme Melasse aufgetrennt. Aus dem zuckerreichen Dicksirup wird der Zucker zu 80% durch Kristallisation gewonnen. Der entstehende Reststoff wird der externen Nutzung zugeführt. Die zuckerarme Melasse wird für die Melassierung der Trockenschnitzelpellets verwendet. Die Massen dieser Stoffströme erhöhen sich wegen des Zusatzes von etwa 17 M% Wasser bezogen auf die ursprüngliche Melassenmenge. Es entsteht eine Verteilung von 4 Teilen Dicksirup zu 3 Teilen zuckerarmer Melasse. Die folgenden Sankey-Diagramme verdeutlichen die angesprochenen Ausbeuten.

Die Verwertungsarten von Melasse sind sehr vielfältig, da sie einen wichtigen Rohstoff für mehrere Industriezweige darstellt. Melasse stellt eine billige Zucker- und Kohlenhydratquelle dar. Die 40 M% Melasse, welche nicht der Chromatographie zugeführt werden, und der anfallende Rest-Dicksirup (aus der Chromatographie) werden im wesentlichen an Betriebe der Lebensmittelindustrie, die Alkohol-, Hefe- und Zitronensäuregärung biotechnologisch durchführen oder an Mischfutterwerke als Futtermittelzusatz verkauft.

Alle angeführten Reststoffe fallen saisonal von Oktober bis Dezember während der Zuckerrübenernte – Kampagne an, und können, mit Ausnahme der Rübenerde und des Überschussklärschlammes verkauft werden. Die Verarbeitung des Rohzuckers in verschiedene Verkaufszucker läuft hingegen das gesamte Jahr über.

Sankey-Diagramm der Zuckergewinnung, Teil 2



- Legende:
- Wasser
 - Marsubstanz
 - Nichtzuckerstoffe
 - Zucker

Alle Werte in Massenprozent

Abbildung 4.4: Stoffflussdiagramm der Zuckerherstellung, Teil 2

4.4.1.3 Weitere zukünftige Verwertungspotentiale

Gewinnung von Saponinen aus Zuckerrüben

Allgemeines zu Saponinen

Saponine sind pflanzliche Inhaltsstoffe, welche auf Grund ihrer physikalisch-chemischen sowie physiologischen Eigenschaften in einer Gruppe sekundärer Pflanzenstoffe zusammengefasst werden. Saponine sind meist stark bitter schmeckende, oberflächenaktive Verbindungen, welche in den unterschiedlichsten Lebensmitteln (Hülsenfrüchte, Spinat, Hafer, etc.) zu finden sind. In der Literatur existieren wenig gesicherte Werte zu Gehalten, es kann jedoch ein Saponingehalt im Bereich von 01, - 1,0% von der Trockenmasse für viele Lebensmittel angenommen werden. Die Verarbeitung der Lebensmittel reduziert den Saponingehalt entscheidend. Die physiologische Wirksamkeit von Saponinen erstreckt sich über viele Bereiche: Hemmung von Darmkrebs, antibiotische Wirkung gegen Pilze (beide im Tierversuch) auch cholesterinsenkende Wirkungen wurden beschrieben [17].

Zur Zeit beschäftigen sich Forschungsarbeiten des Institutes für Chemische Prozesskontrolle am Joanneum Research mit der Thematik der Gewinnung von Emulgatoren und Tensiden aus nachwachsenden Rohstoffen. Eine Versuchsreihe galt auch der Gewinnung von **Saponinen** aus Zuckerrüben, welche praktisch in wenigen Schritten geschehen kann:

- Extraktion des Materials
- Reinigungsschritte
- weitere Extraktionsschritte
- Trocknung

Das Produkt ist weiß, pulvrig, teilweise löslich in Wasser und schäumt sehr gut. Die Ausbeute liegt bezogen auf die Trockenmasse derzeit bei ungefähr 2%. Weitere Versuche zur Verbesserung der Ausbeute sind geplant. Die Emulgatorwirkung der gewonnenen Stoffe (vorwiegend Saponine mit Verunreinigungen durch Zuckerreste) war für die frühe Versuchsphase durchaus zufriedenstellend. [18]

Die in der Melasse vorkommenden **Betaine** könnten stofflich unter Erhaltung der Biomoleküle verwendet werden, Forschungsarbeiten hierzu finden im Konzern jedoch nicht statt. Weiters wäre die Herstellung von Chemiezucker denkbar, allerdings ist derzeit die Nachfrage zu gering.

Energie: Die Gewinnung von Biogas bei der Abwasseraufbereitung als alternative zu fossilen Brennstoffen wäre möglich, wird derzeit aber wegen mangelnder Wirtschaftlichkeit nicht betrieben.

Generell sieht das befragte Unternehmen selbst momentan kein hohes Potential für ein „Upsizing“ im eigenen Betrieb, da es für die biogenen Reststoffe (siehe Kapitel 6.2.3.) genügend vorhandene Märkte und Abnehmer gibt. Da fast alle anfallenden Reststoffe erlöswirksam sind, findet im Bereich der erweiterten Nutzung der biogenen Reststoffe derzeit keine F&E statt.

4.4.2 Molkereien

Einleitend soll ein Fließbild der Milchverarbeitung einen Überblick über die unterschiedlichen Prozessstufen bei milchverarbeitenden Betrieben geben.

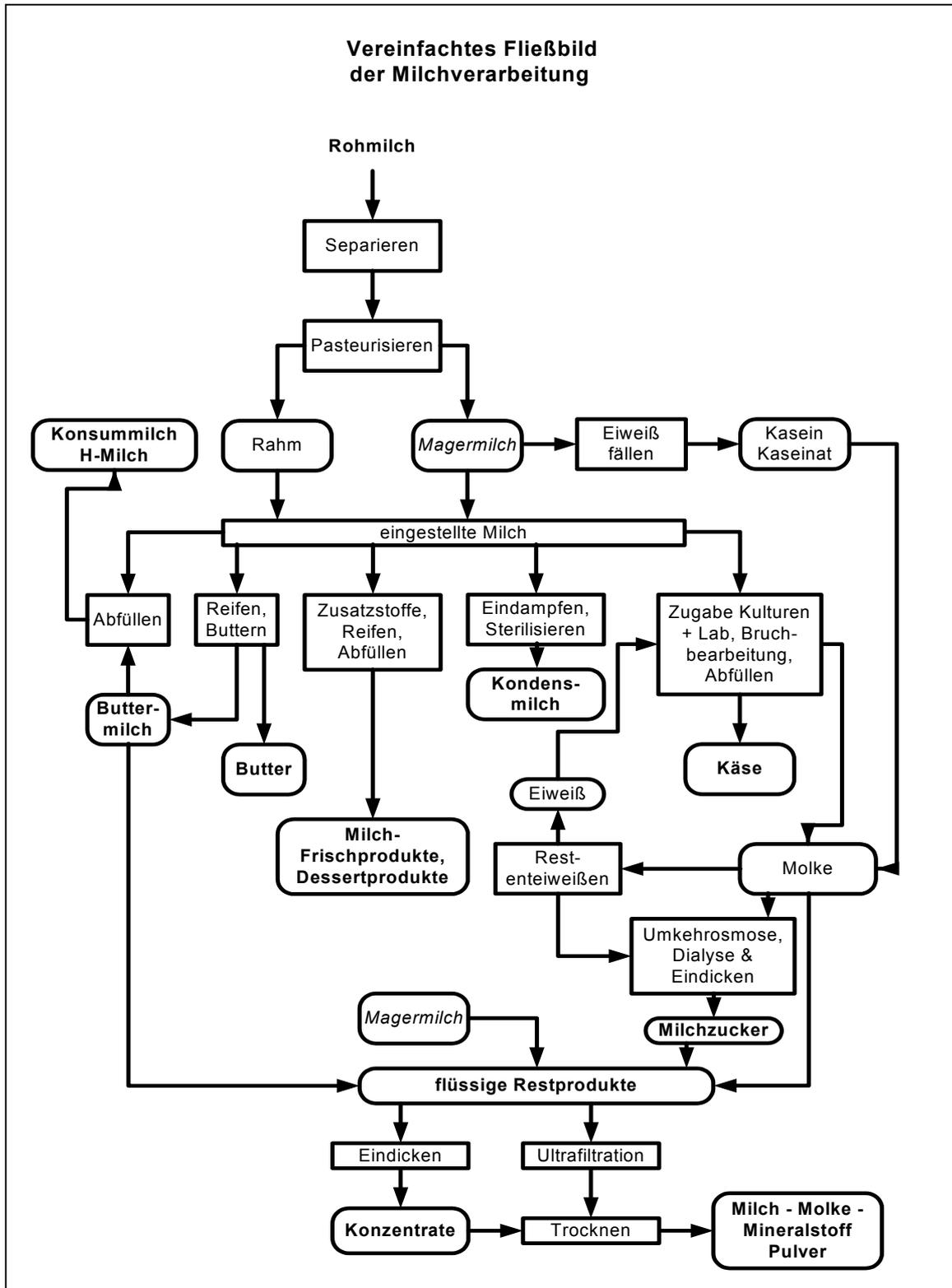


Abbildung 4.5: Fließbild der Milchverarbeitung [19]

4.4.2.1 Produktionsdaten aus der Umfrage

Die Entstehung von Restmilch durch An- und Abfahrverlusten bei der Produktion von Milch, Milchprodukten und Joghurt wird von einem der befragten Unternehmen als ein Problemfeld beschrieben. Hier besteht noch F&E Potential zur Verminderung von Reststoffströmen im Sinne von Cleaner Production durch Verbesserung der Verarbeitungsprozesse. Derzeit belaufen sich diese genannten Verluste in Höhe von ca. 1,6% der Produktausbringung entsprechend ca. 2800 Tonnen pro Jahr.

4.4.2.2 Reststoffaufkommen und derzeitige Verwertung

Ein wichtiger biogener Reststoff bei der Verarbeitung von Milch ist die Molke. Bei der Käseerzeugung entstehen aus 10 l Milch 1 kg Käse und beim Waschen 10 l Molke. Dies bedeutet, dass bei einer Betrachtung der Volumina gleichviel Reststoff entsteht wie Rohstoff eingesetzt wird. Molke besitzt die wertvollen Inhaltsstoffe: Molkeneiweiß, Zucker und Mineralstoffe.

Neben der Verarbeitung zu Trinkmolke werden auch die Inhaltsstoffe der Molke weiterverwertet. Die Entzuckerung (Lactose-Gewinnung) der **Molke** ist längere Zeit schon Stand der Technik, während die Gewinnung der anderen Inhaltsstoffe (Molkeneiweiß, Mineralstoffe) auf neueren Technologien beruht. Die bei der Entzuckerung gewonnene Lactose wird vor allem in der Pharmaindustrie verwertet. Mittels Ultrafiltration können die Molkenproteine von den niedermolekularen Bestandteilen wie Lactose und Mineralstoffen abgetrennt und gewonnen werden. Eine typische Zusammensetzung von Molkeneiweißpulver (mit ca. 70% Eiweißgehalt) sieht folgendermaßen aus:

- 74% Molkenprotein
- 10% Lactose
- 5% Fett
- 3% Asche

Einsatzgebiete in der Lebensmittelindustrie sind:

- Proteianreicherung in Lebensmittel, Teigwaren und Fruchtgetränken
- Verbesserung der Bräunungseigenschaften von Backwaren und Süßwaren (Toffifee, Karamell-Bonbons)
- Konsistenzverbesserung von Fertigsoßen und Dressings

Das Molkeneiweiß wird aber auch für Kinder- und Sportlernahrung oder als Wasserbindemittel genutzt. In der Schweiz werden aus dem **Permeat** (Lactose und Mineralstoffe) Getränke erzeugt [19].

Weitere Verwertungsmöglichkeiten der Molke sind die Verarbeitung zu Molkenpulver, entmineralisiertem Molkenpulver (aus geschmacklichen Gründen) und teilentzuckertem Molkenpulver (Kuppelprodukt der Lactoseherstellung).

Da Molke ein derart großes Spektrum an Nutzungsmöglichkeiten bietet, wird derzeit in einem der befragten Unternehmen an einer vollständigen internen Nutzung gearbeitet. Diese Forschungsarbeiten sind allerdings streng geheim.

Die weiteren biogenen Reststoffe der Käseerzeugung können intern verwertet werden. So wird beispielsweise der **Molkenstaub** bei der Schmelzkäse-Erzeugung genutzt und der Molkenrahm dient als Fettaufbesserer für Kesselmilch.

Die anfallende **Restmilch** (Mischung aus Fehlchargen, An/Abfahrverlusten, u.a.) wird derzeit als Futtermittel kostenneutral abgegeben. An einer Nutzung wird unternehmensintern geforscht.

4.4.3 Ölmühlen und Speiseölraffination

Generell können Öle und auf zwei unterschiedliche Arten gewonnen werden, einerseits durch die Extraktion und andererseits die Pressung, wobei moderne Gewinnungsmethoden mit höchster Wirtschaftlichkeit eine Kombination beider Varianten in Abhängigkeit der zu pressenden Ölsaaten anwenden.

Für die Umfrage wurde eine Ölmühle mit Produktionsschwerpunkt Kürbiskernöl ausgewählt, weshalb auch in Abbildung 4.6 beispielhaft ein Schema zu Gewinnung von Kürbiskernöl zu entnehmen ist.

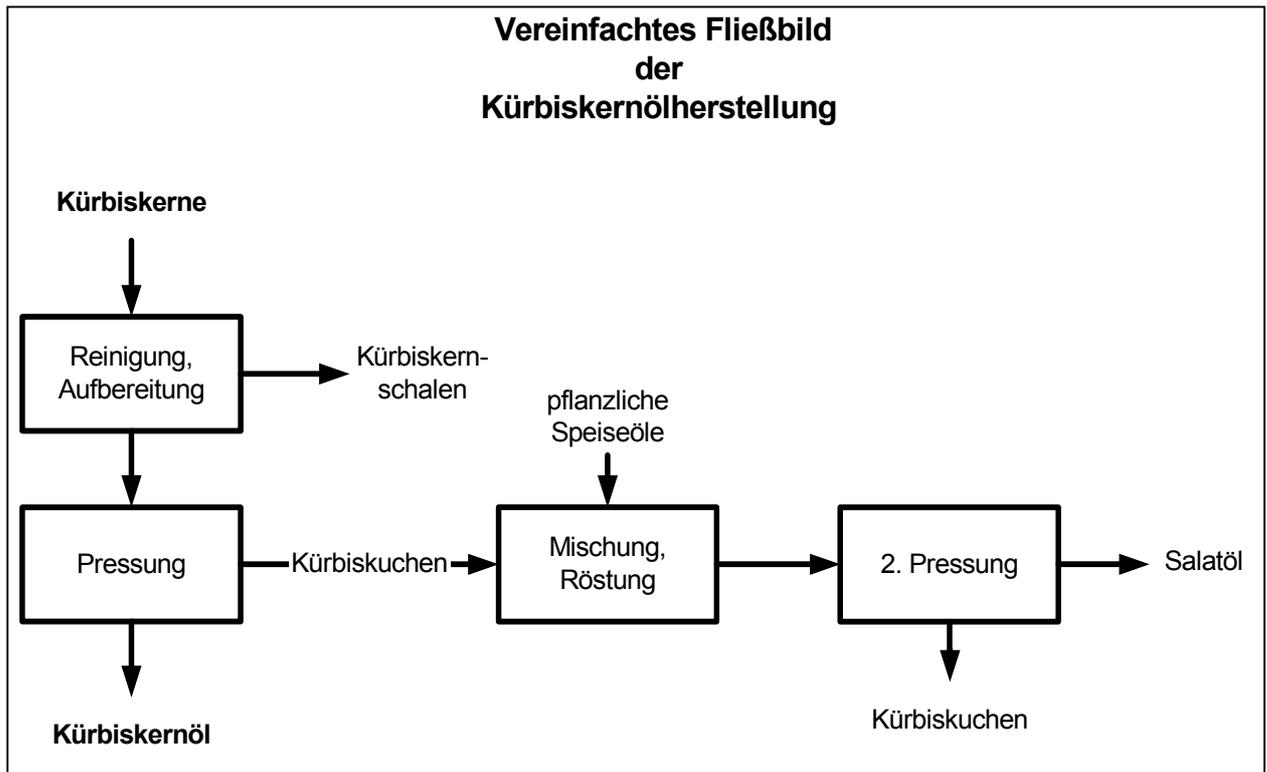


Abbildung 4.6: Vereinfachtes Fließbildschema einer Kürbiskernöl Gewinnung

4.4.3.1 Produktionsdaten aus der Umfrage

Das Unternehmen stellt vorwiegend Kürbiskernöl und Salatöle her. Salatöl ist eine Mischung aus verschiedenen pflanzlichen Ölsorten (Raps-, Sonnenblumenöl) und dem Restöl des Kürbiskernkuchens nach der ersten Pressung. Der Kürbiskernkuchen aus der ersten Pressung enthält noch hohe Anteile an wertvollem Öl (Restölgehalte von 5-14% verbleiben bei der Verwendung konventioneller Pressen für gewöhnlich im Presskuchen [19, S.96], exakte Messdaten des Betriebes waren nicht zu erhalten). Deshalb wird dieser Kuchen für gewöhnlich nochmals zerkleinert und mit billigerem Speiseöl aus Sonnenblumenkernen oder Raps vermengt, geröstet und wiederum gepresst. Das erhaltene Öl besitzt das Aroma des Kernöls ist aber mit der Qualität und dem Geschmack des Kernöls nicht zu vergleichen, weswegen es auch bedeutend billiger erhältlich ist.

4.4.3.2 Reststoffaufkommen und derzeitige Verwertung

An biogenen Reststoffen fallen außer dem Presskuchen auch die Schalen von der Reinigung der Kerne vor der Pressung an.

Der **Presskuchen** kann nach dem Zerkleinern auf die Felder als Dünger ausgebracht oder zur Viehfütterung verwendet werden; derzeit wird der Presskuchen erlöswirksam als Viehfutter verkauft, die erzielten Preise liegen bei ca. 25-30 Cent je kg Presskuchen.

Die bei der Vorbereitung zur Pressung der Kerne anfallenden **Schalen** können zur Zeit nicht vermarktet werden. Versuche zur Verbrennung der Schalen in Hackschnitzelöfen wurden durchgeführt, mussten aber wegen mangelnder Wirtschaftlichkeit wieder eingestellt werden. Momentan werden die Schalen kostenlos abgegeben und als Einstreu für Stallungen in der Landwirtschaft verwendet.

Da die aufgezählten Verwertungswege traditioneller Weise genutzt werden, sieht das befragte Unternehmen selbst keine besondere Möglichkeit für eine Nutzung der biogenen Produktionsrückstände im Sinne von Upsizing.

4.4.3.3 Weitere zukünftige Verwertungspotentiale

Extraktion des **Presskuchens**

Neben der Ölverpressung gibt es noch die Möglichkeit der Ölextraktion mittels Kohlendioxid. Diese Methode könnte statt einer zweiten Pressung mit niederwertigeren Ölen eingesetzt werden und hätte den Vorteil der Gewinnung einer 2. Fraktion reinen Öles.

Die reinen Extrakte finden vor allem im medizinisch-pharmazeutischen Bereich (Gewinnung von Phytohormonen) zur Behandlung von Patienten mit Prostataleiden und verwandten Beschwerden Verwendung. In der Kosmetikindustrie werden diese Extrakte zur Behandlung von jugendlicher Akne eingesetzt.

Reststoffe der Pressvorbereitung

Die **Schalen** der Kürbiskerne und die Ausschussware könnten bei der Pilzzucht, einer in diesem Bericht beschriebenen Methode zur Nutzung von biogenen Reststoffen, aufgrund ihrer Zusammensetzung als Substrate für die Züchtung bestimmter Arten (Shiitake, Austernpilze, u.a.) eingesetzt werden. Ein Einsatz als Faserrohstoff für den Sektor der papierverarbeitenden Industrie muss noch geprüft werden.

Ein besonders interessanter Aspekt ergibt sich bei der gesamtheitlichen Betrachtung der Verwertungspotentiale des **Kürbisses**. Derzeit werden fast ausschließlich die Kerne des Ölkürbis zur Gewinnung des wertvollen Öles verwendet (ca. 11%), während der größte Anteil der Ernte (ca. 89 %), nämlich der Kürbis selbst, meist direkt als Dünger auf dem Feld verbleibt; die Prozentangaben beziehen sich auf die Massenprozent der Trockensubstanz. Wenn man von den Daten des Jahres 1995 hochrechnet, wo ca. 415.000 Tonnen an Ölkürbissen geerntet wurden, so zeigt sich, dass nur ca. 45.000 Tonnen dieser Ernte einer gewinnbringenden Verwertung zugeführt wurden (Kerne zur Pressung).

Hier seien nur beispielhaft 2 vielversprechende Anwendungsmöglichkeiten für die Gesamtnutzung des Kürbisses genannt:

- Verwendung des Fleisches getrocknet als Kürbispulver (Backzusatz zu Brotmehlen)
- Gewinnung des Pektins aus dem Fruchtfleisch
- Gewinnung der Carotine aus dem Fruchtfleisch

Die Durchführung der hier vorliegenden Studie hat entscheidende Impulse geliefert - weiterführende Projekte am NTS (Joanneum Research) sind zu diesen Themen bereits geplant.

Die bislang aufgezählten möglichen Verwertungsarten beziehen sich allesamt auf den Kürbis bzw. seine Reststoffe. Im Falle der Verpressung anderer Ölsaaten soll beispielhaft die Gewinnung von Rapsöl genannt sein. Bei der Verwertung von Rückständen aus der Rapsölgewinnung ergibt sich neben der Verwendung als Dünger oder Tierfutter die interessante Option der Gewinnung von Phytohormonen, welche cholesterinsenkenden Eigenschaften besitzen.

4.4.3.4 Speiseölraffination

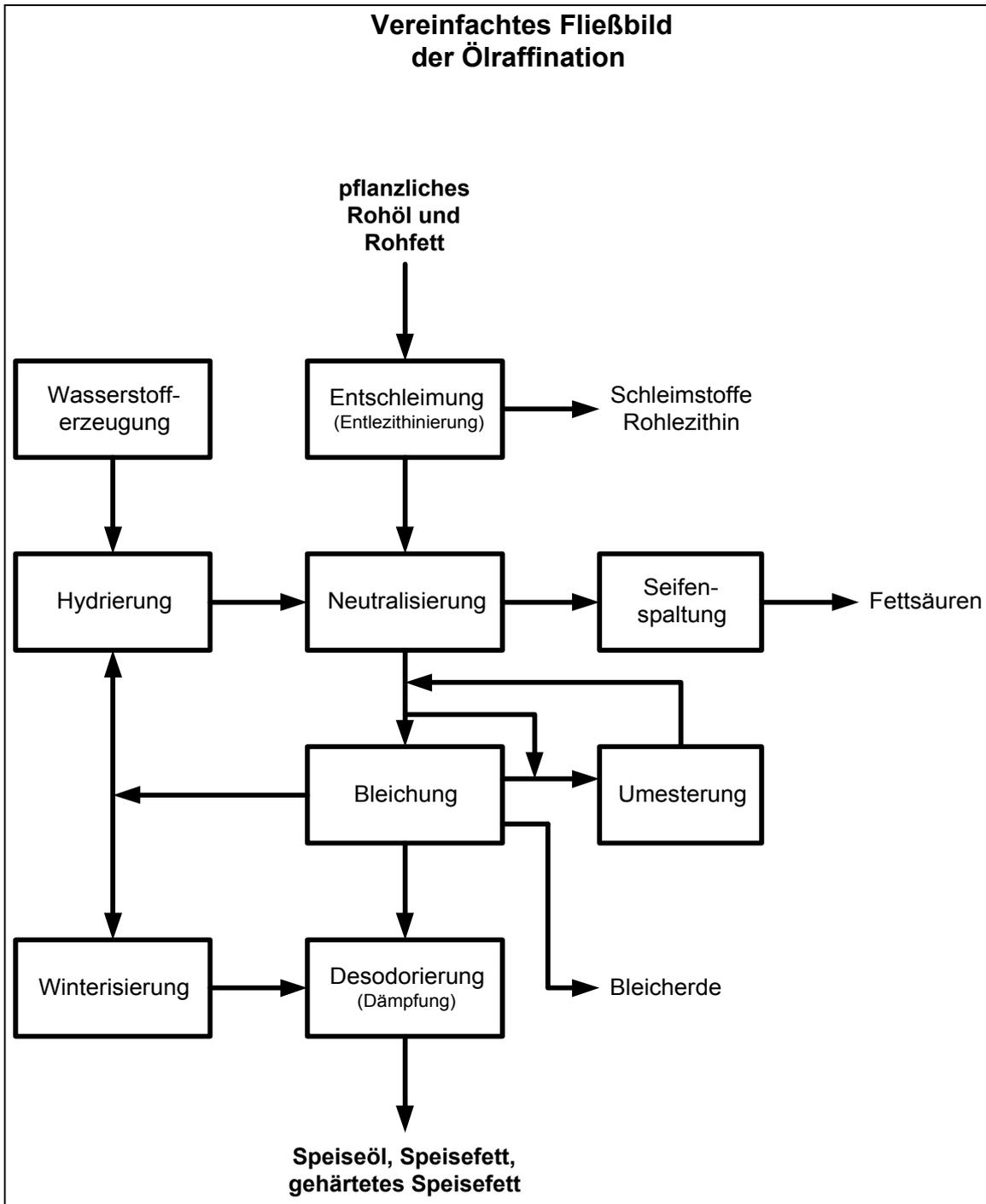


Abbildung 4.7: Produktionsschema einer Speiseölraffinerie [19, S.98]

Speiseöl wird großtechnisch unter Vorbehandlung der Ölsamen (Entschalung, Brechen, etc.) meist durch Verpressung in Schneckenpressen (Warmpressung) gewonnen. Das Öl wird anschließend vor dem Verkauf raffiniert.

4.4.3.5 Produktionsdaten aus der Umfrage

Rohe Fette und Öle enthalten verschiedene unerwünschte natürliche Begleitstoffe, welche die Genießbarkeit im allgemeinen erniedrigen. Als Beispiele seien genannt: freie Fettsäuren, Chlorophyll (Pflanzenfarbstoff), Wachse, Schleimstoffe und Phosphatide. Einige dieser Stoffe beeinträchtigen die Haltbarkeit und erschweren die Weiterverarbeitung. Ein positiver Nebeneffekt der Raffination ist die Entfernung fast sämtlicher Schwermetalle, Pestizide und Herbizide aus dem Öl bzw. Fett.

Die Raffination gliedert sich in 4 Hauptschritte:

- Entschleimung
- Entsäuerung
- Bleichung
- Dämpfung (Desodorierung)

Das befragte Unternehmen produzierte im letzten Jahr in etwa 12.000 Tonnen raffiniertes Öl.

4.4.3.6 Reststoffaufkommen und derzeitige Verwertung

Bei der Entschleimung (welche sehr häufig direkt nach der Pressung stattfindet) fallen Rohlezhin und andere Schleimstoffe in einer Menge von bis zu 3% des Rohöles an [19, S. 97]. **Lezithin** ist ein in verschiedenen Industriezweigen (Lebensmittel, Pharma) vielfach eingesetzter Hilfsstoff (Emulgator) und daher leicht abzusetzen.

Die bei der Entsäuerung anfallenden **freien Fettsäuren** (FFS) machen einen Anteil von etwa 0,7 bis 2% am Rohöl aus, bei Palmöl auch bis zu 5%. Die freien Fettsäuren können als Rohstoffe für Waschmittel und Seifen dienen oder aber auch zu Biodiesel (saure Katalyse) verarbeitet werden. Auch hier ist ein großer Markt vorhanden und es können Erlöse erzielt werden. Derzeit werden die freien Fettsäuren als Futtermittel verkauft.

Bei der Bleichung des Öles fällt im genannten Unternehmen eine **Bleicherde** im einem **Restölgehalt** von ca. 25% an. Der Gesamtölverlust in diesem Bereich beläuft sich dieserart auf ca. 60 – 80 Tonnen/Jahr. Derzeit wird diese Bleicherde (ca. 240-320 Tonnen/Jahr) kostenpflichtig durch den Betrieb Saubermacher entsorgt und kompostiert.

Hier bietet sich ein Ansatzpunkt zur Rationalisierung: Mit dem heutigen Stand der Technik ist eine Rückgewinnung der in der Bleicherde enthaltenen Ölmengen durchaus möglich. Die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens (Extraktion mit organischen Lösemitteln oder Verdrängung durch Wasser) ist abhängig von den verarbeiteten Mengen an Öl und wird derzeit von Unternehmen aus Kostengründen nicht betrieben. Auch eine erneute Aktivierung der Bleicherde ist technisch bereits machbar, jedoch aus Gründen der mangelnden Wirtschaftlichkeit noch nicht umgesetzt.

Die folgende Abbildung illustriert nochmals die Mengen an Reststoffen bei der Ölraffination. Alle Werte sind in Tonnen angegeben.

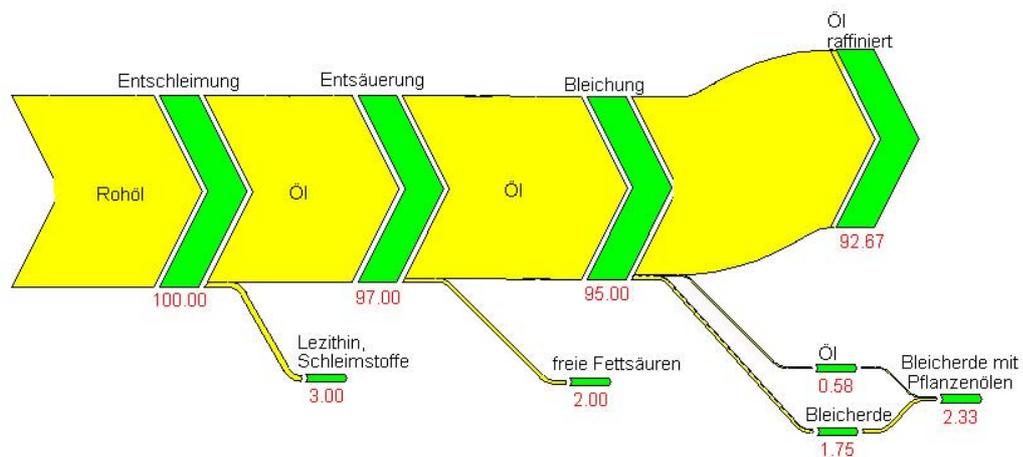


Abbildung 4.8: Beispielhafte Stoffströme bei der Verarbeitung von Speiseölen

4.4.3.7 Weitere zukünftige Verwertungspotentiale

Mit Restöl belasteter Bentonit

Als Bentonit bezeichnet man tonhaltiges Gestein, das durch die Verwitterung vulkanischer Asche entstanden ist. Seinen Namen erhielt Bentonit nach der ersten Fundstätte bei Fort Benton, Wyoming (USA). Seine ungewöhnlichen Eigenschaften (Quellfähigkeit und Fähigkeit zum Austausch von positiv geladenen Ionen) werden durch das Tonmineral Montmorillonit bestimmt. Der Name Montmorillonit leitet sich von der südfranzösischen Stadt Montmorillon ab, wo ebenfalls diese Tone vorkommen. Montmorillonit ist ein Aluminiumhydroxysilikat, das zur Gruppe der Phyllosilikate (Blätterstruktur-Silikate) gehört.

Montmorillonit ist der Hauptvertreter in der Gruppe der Dreischichtsilikate, die auch als Smektit bezeichnet werden. In der Praxis werden Bentonit, Smektit und Montmorillonit als Synonyme für quellfähige Mehrschichtsilikate gebraucht. Bentonit kann zusätzlich Begleitminerale wie Quarz, Feldspat, Glimmer enthalten.

Im speziellen Fall der Bleicherden (oft synthetische „Bentonite“) handelt es sich um sogenannte „säureaktivierte Bentonite“, welche durch ihre besonders große Oberfläche gute Eigenschaften für die Reinigung von Produkten der Lebensmittelindustrie (Öle, Zuckersäfte, u.s.w.) aufweisen [20].

Im Sinne einer kaskadischen Nutzung bzw. des „Waste Sharing“ lassen sich hier nach unseren Abschätzungen, je nach Verarbeitungsgrad verschiedene mögliche

Wege der Verwertung beschreiben:

- Einsatz in der Pharmaindustrie
- Einsatz in der Lebensmittelindustrie
- Einsatz in der Futtermittelindustrie
- Einsatz in der Zementindustrie

Die Bereiche Pharma- und Lebensmittelindustrie verwenden Bentonite in unterschiedlichster Form und von unterschiedlichster Zusammensetzung, wobei in diesen beiden Fällen der Bentonit vorher von den Restölen befreit werden müsste. Ein Einsatz der ölbehafteten Bentonite in der Futtermittelindustrie ist prinzipiell denkbar, wobei hierzu vorab noch Analysen durchzuführen sind.

Im Folgenden soll der mögliche Einsatz in der Zementindustrie näher beschrieben werden.

Bentonite in der Zementindustrie

In der folgenden Tabelle sind die chemischen Analysenwerte von unterschiedlichen Bentoniten wiedergegeben.

Tabelle 4-4: Analysedaten von Bentoniten, Angaben in Masse-%

	Wyoming Bentonit	Griechischer Bentonit	Süddeutscher Bentonit	Sardischer Bentonit
SiO ₂	63,10	58,4	59,3	62,1
Al ₂ O ₃	21,10	19,7	18,9	21,4
Fe ₂ O ₃	3,65	5,3	5,5	4,6
TiO ₂	0,14	0,8	0,4	0,5
CaO	0,65	4,5	4,9	2,6
MgO	2,67	3,9	5,9	4,3
Na ₂ O	2,20	3,2	2,5	3,1
K ₂ O	0,37	0,7	1,4	0,5

Aufgrund der erhöhten Alkaligehalte (Na, K) in Bentoniten muss der Einsatz als Zuschlagstoff in der Zementklinkerproduktion sehr dosiert erfolgen, da zu hohe Alkaligehalte die Eigenschaften von Zement negativ beeinflussen und daher bei der Herstellung nicht erwünscht sind. In Deutschland werden Bentonite laut [21] in der Zementproduktion bereits verwendet.

Wenn es sich, wie im betrachteten Fall des Speiseölproduzenten, um **Bentonite** mit organischen Verunreinigungen handelt, so erfolgt der Einsatz eher als Sekundärbrennstoff [21]. Bleicherde mit einem Ölgehalt von ca. 25% hat einen Energiewert von ca. 9-10 Megajoule je kg. In der deutschen Zementindustrie wurden laut [21] im Jahr 1999 insgesamt 13.000 Tonnen an Bleicherde auf diese Weise in Zementwerken verwertet. Laut Auskunft von [22] wird in diesen beiden Werken (LaFarge – Perlmooser bzw. Wietersdorfer&Peggauer) derzeit keinerlei Bentonit eingesetzt, weder als Sekundärbrennstoff noch als Zuschlagstoff. Hier besteht noch weiterer Forschungsbedarf.

Quantifizierbare Einsparungspotentiale

Wenn man die derzeitigen Entsorgungskosten von ca. 73€ je Tonne (Anmerkung: bei Anlieferung der Substanz beim Entsorger) pflanzenölverschmutzter Bleicherde betrachtet, so ergibt sich im befragten Unternehmen durch die Option des Waste-Sharing ein Einsparungspotential von 17.500 – 23.300 Euro pro Jahr, vorausgesetzt, die Lieferwege bleiben kurz, was in dem betrachteten Fall gegeben wäre. Die Einsparungspotentiale liegen noch höher, wenn man eine Kombination aus Rückgewinnung der Öle aus der Bleicherde durch eine neu zu errichtende Extraktionsanlage (Wiedereinführung des zurückgewonnen Öles in den Raffinationsprozess oder Einsatz als Biodiesel nach einer Umesterung) und einen anschließenden Einsatz der Bleicherde in der Zementindustrie verfolgt.

4.4.4 Brauereien

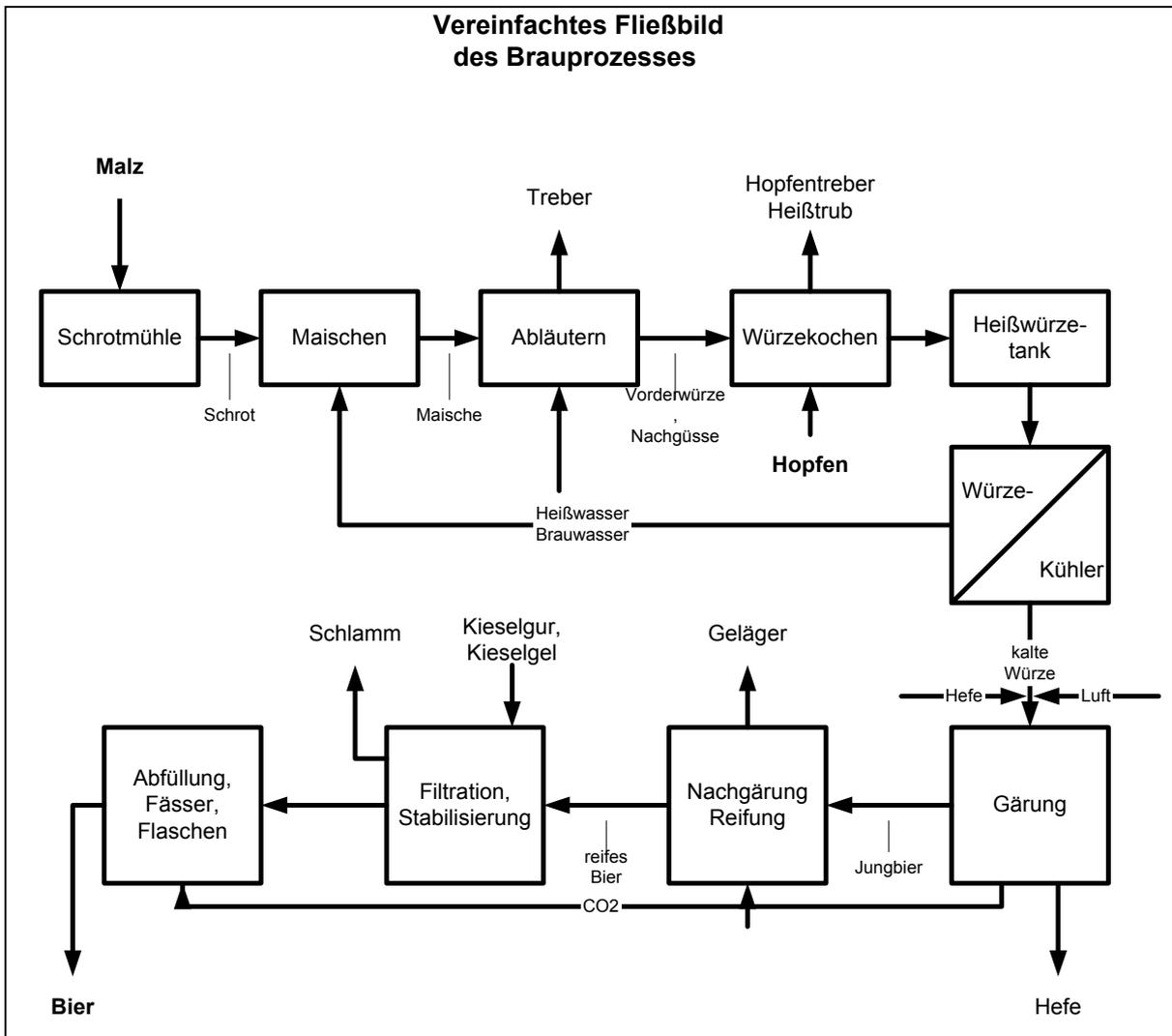


Abbildung 4.9: Fließbild der Bierproduktion [19]

4.4.4.1 Produktionsdaten aus der Umfrage

Die österreichische Brauunion mit insgesamt 8 Brauereien produzierte im Jahr 2000 529.875 m³ Bier. Die folgende Tabelle und das anschließende Stoffflussdiagramm zeigen die Daten aus dem aktuellen Umweltbericht für das Jahr 2001.

Tabelle 4-5: Input/Output Daten der Brauunion Österreich [23]

Input:		Output:	
Rohstoffe:		Produktion:	
Malz (in t)	83.908	Bier (in Mio. m ³)	0,53
Rohfrucht (in t)	2.087		
Hopfen (in t)	329	Wasser:	
Summe (in t)	86.324	Nutzwasser (in Mio. m ³)	1,95
		Abwassermenge (in Mio. m ³):	1,49
Wasser:		Summe (in Mio. m ³)	3,44
Frischwasser (in Mio. m ³)	2,23		
Nutzwasser (in Mio. m ³)	1,95	Verwertbare Altstoffe:	
Summe (in Mio. m ³)	4,18	Treber (in t)	83.632,50
		Trockentreber (in t)	628,6
Energie		Malzkeime/-staub (in t)	770,6
Wärme (in GWh)	131,2	Putzgerste (in t)	0
Strom (in GWh)	45,7	Hefe/Geläger (in t)	7.613,00
Summe (in GWh)	170	Summe (in t)	92.644,70
		Wiederverwertbare Altstoffe:	5215,2
		Kieselgur (in t)	1.430,70
		Summe (in t)	6.645,90

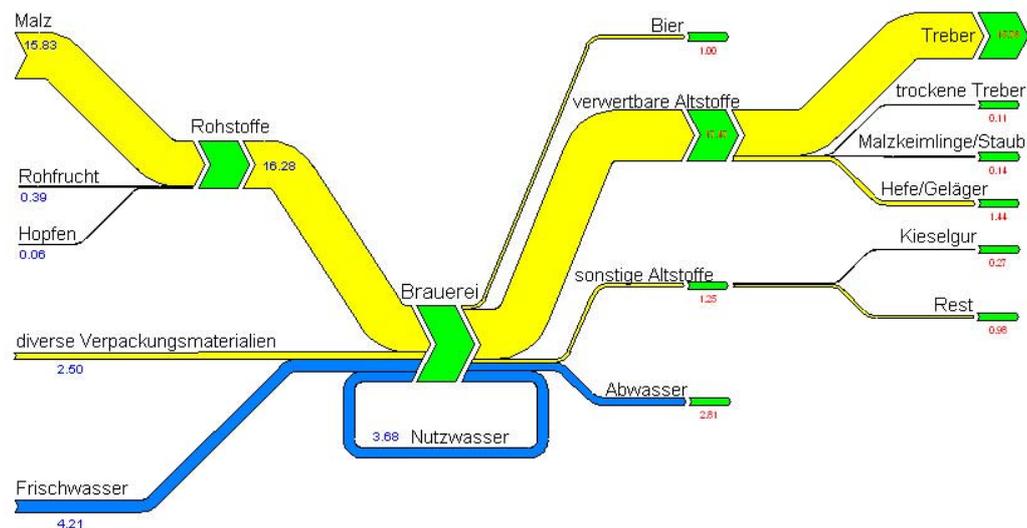


Abbildung 4.10: Stoffströme bei der Bierherstellung

4.4.4.2 Reststoffmengen und derzeitige Verwertungswege

Aus der Umfrage bei drei Braubetrieben ergab sich folgendes Bild an Reststoffen und Verwertungswegen.

Tabelle 4-6: Umfragewerte für einige biogene Reststoffe aus zwei Betrieben

Betrieb	Biogener Reststoff	Menge [t]	Verwertung	Erlöse/Kosten
1	Treber	500	Futtermittel	E
	Gelägerhefe	80	Entsorgung	K
2	Treber (feucht)	18376,4	Futtermittel	E
	Hefe	2134,7	Futtermittel	E
	Kieselgur	270,3	Kompost	K

Wie aus der Tabelle ersichtlich wird derzeit beinahe das gesamte Aufkommen an biogenen Reststoffen aus den Brauereibetrieben an die Futtermittelindustrie bzw. an Landwirte direkt weitergegeben. Die erzielten Erlöse liegen hierbei recht nieder: für **Treber** werden ca. 1 Eurocent je kg erzielt, die Hefe wird mit ca. 0,7 Eurocent je kg an Futtermittelhersteller abgegeben. Eine Brauerei führte bei der Befragung allerdings Probleme im Absatz der Treber an. Wie aus der Tabelle ist ersichtlich entsorgt ein Betrieb zur Zeit seine anfallende **Gelägerhefe** kostenerzeugend, wobei hierzu keine näheren Angaben gemacht wurden. Der **Kieselgur** wird derzeit kompostiert, was Kosten in der Höhe von etwa 50-60 Euro je Tonne verursacht, in Summe und über das Jahr also etwa 13.515 – 16218 Euro.

Mit den Treberrückständen gehen jedoch auch wertvolle Inhaltsstoffe verloren, wie aus der folgenden Tabelle ersichtlich ist.

Tabelle 4-7: Inhaltsstoffe der Treber und der Hefe

	Treber
Nährstoffe:	(in % der TS)
Rohprotein	22,5 - 27,5
Rohfett	5,5 - 9,5
Rohfaser	16,2 - 21,2
Rohasche	3,8 - 6,2
N-freie Extraktstoffe	40,0 - 47,0
Mineralstoffe:	(in % der TS)
Calcium	0,27 - 0,49
Phosphor	0,57 - 0,77
Natrium	0,10 - 0,90
Magnesium	0,17 - 0,27

	Hefe
Nährstoffe:	(in %)
Rohprotein	40,0 - 45,0
Rohfett	0,2 - 1,5
Rohasche	5,0 - 10,0
Restfeuchte	7,0 - 10,0

Derzeit sind im Konzern (Brauunion Österreich) Forschungsarbeiten zur thermischen Entsorgung von Biertreber im Gang. Eine Pilotanlage soll heuer (2002) in Betrieb gehen. Das Hauptaugenmerk liegt nicht so sehr auf einer thermischen Entsorgung der eigenen Treber, als viel mehr auf der Vermarktung eines Patentes zur Verbrennung von Treber, da es viele Länder gibt, in denen eine Verwendung der

Treber als Futtermittel aus strukturellen Gründen (wenig Landwirtschaft) nicht möglich ist.

Weiters sollte beachtet werden, dass Biertreber zwar prinzipiell ein sehr nährstoffreiches, jedoch schwerverdauliches Viehfutter ergeben [24], weshalb alternative Nutzungsmöglichkeiten, wie zum Beispiel die Nutzung als Substrat zur Pilzzucht durchaus Sinn machen würden. Die Einsatzmengen zur Nutzung in Mehlen kann als durchwegs gering eingeschätzt werden, wobei die erzielbaren Preise durchaus bei 5-10 Eurocent angesetzt werden können, was den 5-10fachen Erlös des derzeitigen Entsorgungsweges bedeutet.

4.4.4.3 Weitere zukünftige Verwertungsmöglichkeiten

Beispiel Japan

In Japan besteht die Möglichkeit einer Abgabe der Biertreber als Futtermittel nur in sehr eingeschränktem Maßstab. Der Großteil der anfallenden Treber als auch der Hefe muss daher deponiert werden, wobei die Kosten der Deponierung in Japan wegen des geringen Platzangebotes sehr hoch liegen. Daher liegt der Fokus der Forschung japanischer Biererzeuger verständlicher Weise auf einer alternativen Verwendung der anfallenden biogenen Reststoffe. Die Brauerei KIRIN ist hierbei sehr innovativ, wie die folgenden Beispiele illustrieren [25].

Entwicklung einer Beschichtung aus Bestandteilen der Bierhefe

„Yeast Wrap“ ist ein natürliches Beschichtungsmaterial mit hohen Anteilen an pflanzlichen Faserstoffen und wird aus der ausgeschiedenen **Bierhefe** gewonnen. Die Entwicklung wurde im Jahr 2000 am Markt eingeführt. Das Material dient zur Beschichtung von Tabletten u.ä. Dingen und wird derzeit vorwiegend in der Pharmaindustrie genutzt. Das Material besitzt vorteilhafte Eigenschaften wie z.B. eine vollständige Wasserlöslichkeit und eine geringe Durchlässigkeit von Sauerstoff.

Entwicklung eines „Functional Food“ Jogurt-Drinks

Weiters wurde aus Bestandteilen der **Bierhefe** (Zellwände) ein Jogurtgetränk entwickelt, das in Japan durch das japanische Gesundheitsministerium als Nahrungsergänzungsmittel anerkannt ist.

Weiter Einsatzmöglichkeiten der Hefe

Bekannt ist auch die Gewinnung von Hefeextrakten aus den **Brauereihefen** zum Einsatz in Würzmitteln (Suppenwürze, etc.). In Australien wird aus diesen Hefeextrakten ein eigener Brotaufstrich (Marmite®, Vegemite®) hergestellt, der Geschmack ist jedoch gewöhnungsbedürftig, eine Einführung des Produktes am österreichischen Markt eher fraglich. Die Nutzung zur Verwertung der Hefe als Basis für die Produktion von Würze erscheint jedoch sinnvoll und sollte verfolgt werden (Prüfung der gesetzlichen Einschränkung).

Forschung und Entwicklung im Bereich der Verwertung von Treber

Zum einen wurden hier erfolgreiche Pilzzüchtungsexperimente („Genkinoko“ Pilze) durchgeführt, wobei **Biertreber** als Substrat für die Zuchtbete der Pilze diente (vgl. Kap.2).

Weiters wurde in einer Brauerei ein Trennungsverfahren zur Aufbereitung der **Treber** in drei Fraktionen installiert. Faserreiche Treberteile werden in der Papierherstellung eingesetzt, die wasserreiche Fraktion dient als Pilzzuchtsubstrat und die eiweißreiche Fraktion als Fischfutter.

Schließlich gelang die Entwicklung eines medizinischen Lebensmittels (Zulassung im Jahr 2000), welches gegen eitrige Dickdarmentzündungen wirksam ist. Für weitere Informationen sei auf [26] verwiesen.

Weitere Einsatzmöglichkeiten von Trebern

Auch die Beimengung von **Treber** zum Brotteig zur Herstellung eines sogenannten „Biertreberbrot“ ist eine mögliche Art der Verwertung, wobei hier ein neues Produkt entsteht, welches auch dementsprechend auf dem bestehenden Markt eingeführt werden muss (Marketing und PR). In Deutschland werden unterschiedliche Treberbrotarten bereits erfolgreich vermarktet, Beispiele aus Österreich sind derzeit nicht bekannt.

Untersuchungen zum Einsatz von **Treber** als Dämmstoff wurden ebenso bereits durchgeführt, kommerzielle Produkte sind nicht bekannt.

Technisch besteht durchaus schon die Möglichkeit des Recycling des beim Brauprozess zu Filtrationszwecken eingesetzten **Kieselgur**. Ausführliche Arbeiten hierzu wurden von [27] an von der WTU - Wärmetechnik und Umweltschutz GmbH, Jena, der König-Brauerei, Duisburg und dem Lehrstuhl für Energie- und Umwelttechnik der Lebensmittelindustrie, TU München, durchgeführt.

Energie: Eine anaerobe Vorklämung der Abwässer in Biogasanlagen wäre eine sehr gute Möglichkeit, einen Teil der notwendigen Energie für den Brauprozess vor Ort zu gewinnen. Solche Anlagen werden beispielsweise von den Anheuser-Bush Brauereien in Amerika durchwegs schon eingesetzt, und liefern laut [28] bis zu 15% des Brennstoffbedarfes der jeweiligen Brauereien. Auch [29] diskutiert den sinnvollen Einsatz von Biogasanlagen in Brauereien zur Reduktion der Belastung von Brauereiabwässern und zur gleichzeitigen Gewinnung von Energie für den Brauprozess.

Laut Auskunft der Brauerei Puntigam wurden erste Versuche zur Installation einer Biogasanlage bereits durchgeführt, jedoch ist das Verfahren für den betroffenen Standort aufgrund von besseren Konditionen der lokalen Energieversorger und Kläranlagen nicht rentabel.

Die Installation einer Zero-Emissions Systems nach Pauli (s.a. Kapitel 2) bei bestehenden Großbrauereien scheint derzeit aus den im Kapitel 2 besprochenen Gründen nicht umsetzbar. Denkbar wäre jedoch die Integration einer hauseigenen Pilzzucht ohne ungebührlichen Zusatzaufwand (zusätzliche Wertschöpfung bleibt im Unternehmen) oder aber die Neuinstallation einer beispielgebenden IBS-Brauerei im Kleinmaßstab (Wirtshausbrauerei, etc.).

4.4.5 Mühlen

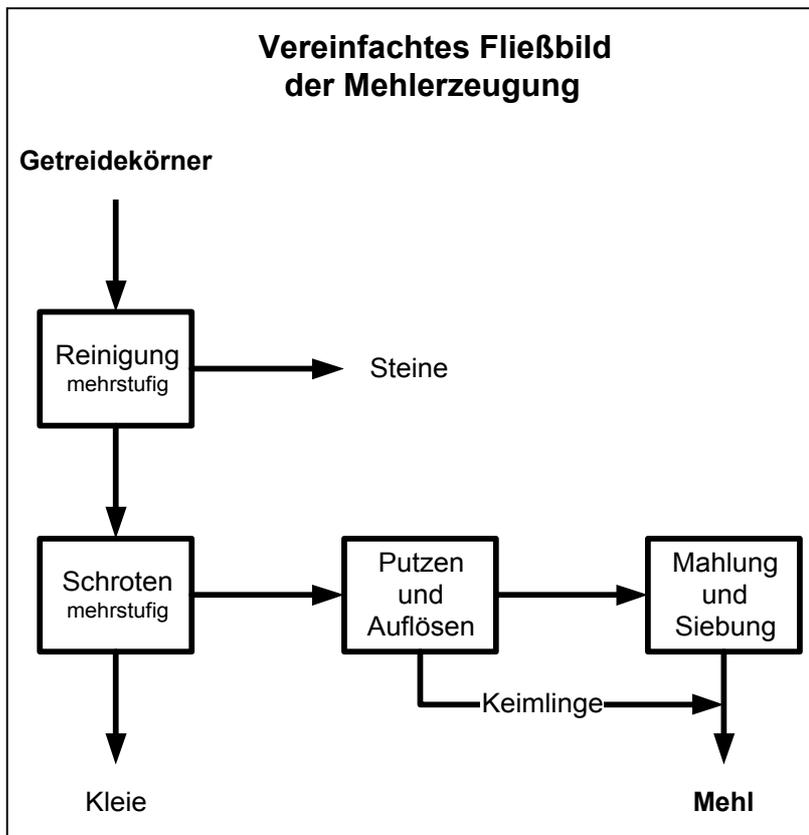


Abbildung 4.11: Fließbild der Mehlerzeugung

4.4.5.1 Produktionsdaten aus der Umfrage

Beim Mahlprozess können folgende Reststoffe anfallen:

- Steine
- Staub
- 5-6% Nach- und Futtermehle
- 10-16% Kleien
- 1-3 %Keimlinge

Wobei die Menge an Staub als vernachlässigbar gering angegeben wird. Bei der Verarbeitung von Getreide zu Vollkornmehl fallen im allgemeinen keine Reststoffe an.

Abbildung 4.12 zeigt ein beispielhaftes Stoffstrombild der Produktion. Außer den angegebenen Daten werden außerdem je produziertem Kilogramm Mehl etwa 0,65 kWh an Strom benötigt.

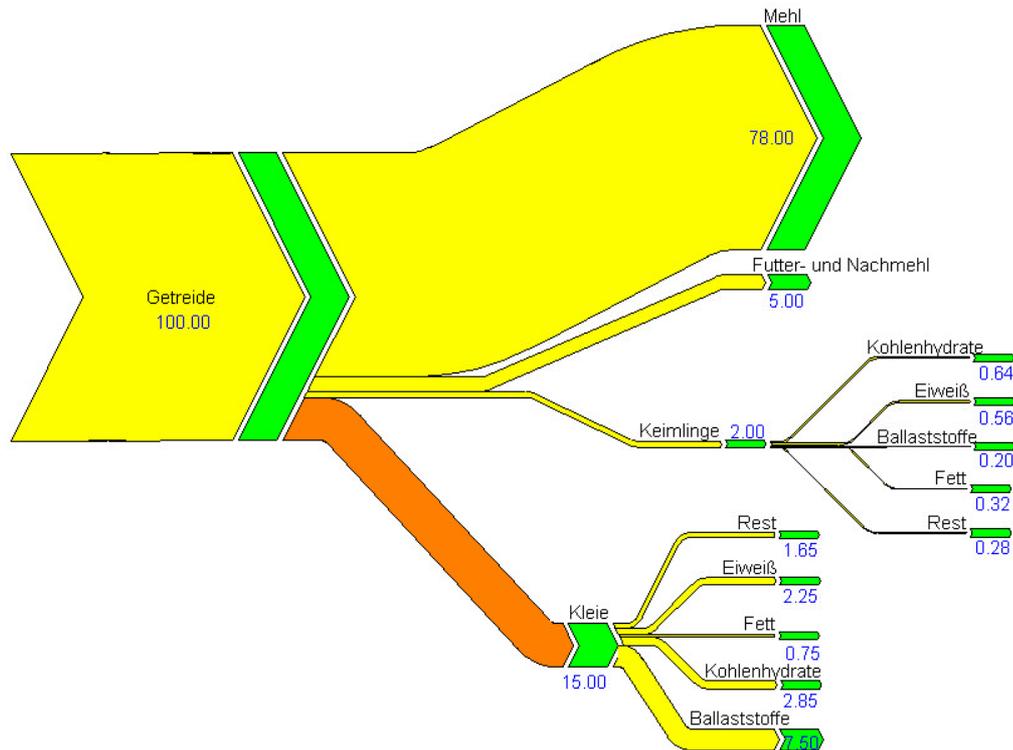


Abbildung 4.12: Beispielhaftes Stoffstrombild der Mehlerzeugung

4.4.5.2 Reststoffmengen und derzeitige Verwertung

Für die vorliegende Studie wurden drei Mühlen befragt. Die Angaben zum Anteil an biogenen Reststoffen waren bei allen ident und lagen bei etwa bei 20% des Rohstoffeinsatzes.

Tabelle 4-8: Mengen biogener Reststoffe aus der Mehlerzeugung

Mühle	Biogener Reststoff	Menge [t/a]	Verwertung	Erlöse/Kosten
1	Kleie	1.440	Futtermittel	E
2	Kleie	600	Futtermittel	E
3	Kleie	10.000	Futtermittel	E

Die erzielten Erlöse liegen in einem Bereich von 4 – 10 Cent je kg Kleie, was immerhin fast 30% des beim Produkt erzielten Erlöses gleichkommt. Zum Vergleich wird bei den Mehlen ein Erlös von durchschnittlich 23 Cent je kg erzielt.

Die Daten aus der Literatur korrelieren gut mit den Aussagen der Unternehmen. Derzeit verwerten alle befragten Mühlen ihre **Kleien** als Futtermittel, da recht hohe Erlöse erzielt werden können. Eine Mühle verkauft einen kleinen Prozentteil (ca. 2%) ihrer anfallenden Kleien als hochwertige Speisekleie an die Nahrungsmittelindustrie. Gegenstand der Forschung waren bereits eine thermische Nutzung der Kleien (kein positives Ergebnis) bzw. deren Einsatz als Dämmstoffe (wurde nicht weiterverfolgt). Überlegt wird in einem Unternehmen, demnächst mit der Produktion von Weizenkleiepellets zu beginnen, wegen der verminderten Lagerkosten, welche durch eine Pelletierung erreicht werden können.

Die anfallenden **Keimlinge** werden unterschiedlich bewertet: eine der Mühlen setzt diese Keimlinge nach einer speziellen Behandlung zur Haltbarmachung erneut dem Endprodukt Mehl zu, und bewirbt diese Gegebenheit auch. Die anderen Mühlen geben diese Keimlinge an Bäcker ab oder verkaufen sie als Futtermittel. Aufgrund der relativ hohen Erträge durch den Verkauf der Kleien als Futtermittel ist derzeit keines der Unternehmen bestrebt, Forschungsarbeiten bezüglich alternativer Nutzungsmöglichkeiten zu unterhalten.

4.4.5.3 Weitere zukünftige Verwertungsmöglichkeiten

Herstellung von Weizenkeimöl

Die **Keimlinge** des Weizens liefern bei der Pressung bzw. der Extraktion ein besonders wertvolles Öl, welches vor allem im pharmazeutischen und kosmetischen Bereich Anwendung findet. Der Weizenkeimling enthält 7-12 % Öl, das durch Pressen (rohes Weizenkeimöl) oder durch Extraktion mit einer sich anschließenden Raffination (raffiniertes Weizenkeimöl) gewonnen wird. Das rohe Weizenkeimöl (während des Pressvorgangs werden Temperaturen von ca. 60°C erreicht) ist bei Zimmertemperatur klar, (bei tiefer Temperatur Eintrübung wegen ausgefallener Wachse, reversibel bei Erwärmen ohne Qualitätsverlust) von goldgelber bis brauner Farbe und weist einen typischen getreideartigen Geruch und Geschmack auf. Die raffinierte Qualität besitzt eine gelbliche Farbe mit schwachem, typischem Geruch. Weizenkeimölqualitäten (kalt und warmgepresst) weisen einen etwa gleich hohen Anteil von Palmitin-, und Ölsäuregehalt auf, der Linolsäuregehalt beträgt ca. 55-60 %, der Linolensäuregehalt etwa 5-10 %.

Wegen des gleichzeitig hohen Tocopherolgehaltes (Vitamin E) ist Weizenkeimöl ein beliebtes Diätöl, und wird wegen des hohen Tocopherol- und Linolensäureanteils auch zur Qualitätsverbesserung anderen Speiseölen zugesetzt. Weizenkeimöl, sowohl die rohe als auch raffinierte Qualität, wird in der Kosmetik als Salbengrundlage und als Haut- und Haarpflegemittel eingesetzt. In der Pharmazie wird Weizenkeimöl wegen seines natürlichen Wirkstoffgehaltes (Vitamin E Kapseln) als Füllung von Weichgelatine kapseln verwendet. [30]

Die erzielbaren Marktpreise für Weizenkeimöle liegen zwischen 20 – 80 €/Liter, abhängig von der Qualität der Verarbeitung, für die Pressrückstände können verfahrensabhängig 1,3 bis 6 Euro erzielt werden. Derzeit wird in Österreich kein Weizenkeimöl produziert. Als Gründe werden die relativ billigen Importmöglichkeiten und die Nischenmarktstellung des Produktes genannt.

Weiters besteht die Möglichkeit zur Herstellung von Snackartikel und extrudiertem Flachbrot [31], wobei zur Reduktion der Nährstoffdichte Speisekleien eingesetzt werden. Diese Produkte bieten den ernährungsphysiologischen Vorteil von Vollkornprodukten bei verbesserter sensorischer Qualität (Kau- und Geschmackseigenschaften).

4.4.6 Weinerzeuger

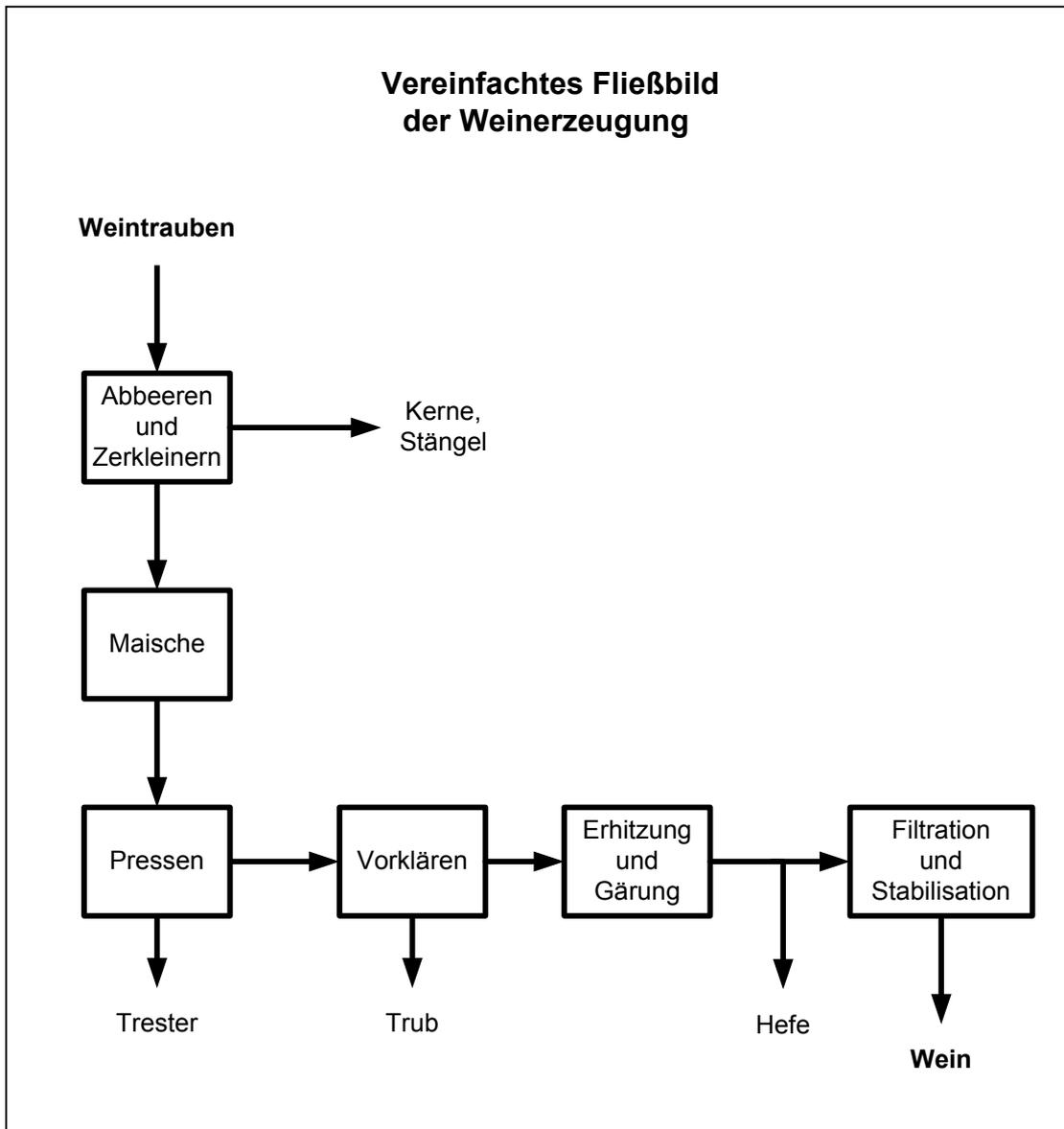


Abbildung 4.13: Vereinfachtes Fließbild der Weinerzeugung

4.4.6.1 Produktionsdaten aus der Umfrage

Es gibt keine mengenmäßige Erfassung der einzelnen Reststoffe im Betrieb, daher kann nur die Gesamtmenge aller biogenen Reststoffe mit etwa 33 M% des gewonnenen Traubensaftes oder circa 25 M% der verarbeiteten Traubenmenge angegeben werden. Die Massenströme sind in der folgenden Abbildung zu sehen.

4.4.6.2 Reststoffmengen und derzeitige Verwertung

Die bei der Weinherstellung anfallenden biogenen Reststoffe sind: der **Trester**, der **Trub** und die **Hefe**, welche saisonal in der Lese- und Verarbeitungszeit anfallen.

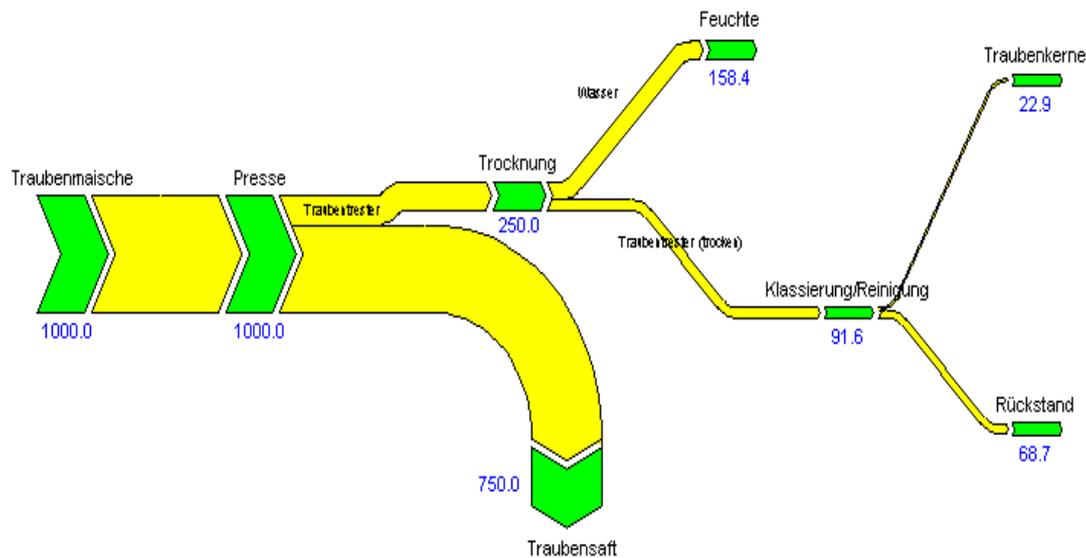


Abbildung 4.14: Biogene Reststoffe bei der Weinerzeugung (alle Angaben in kg)

Derzeit werden alle anfallenden biogenen Reststoffe aus der Produktion des Weines als Dünger im Weinbau wiederverwertet, wobei Transportkosten entstehen. Ein sehr kleiner Teil der **Gelägerhefe** wird an Käsereien verkauft, welche diese zur Erzeugung von speziellen Käsesorten verwenden.

Zur Abwasserbehandlung im betrachteten Unternehmen gibt es nur ein eigenes Absetzbecken für die Kellereiabwässer. Das kommunale Abwassersystem ist noch nicht bis zum Betrieb ausgebaut, ein Anschluss an das System oder ein Aufbau einer Gemeinschaftskläranlage mit Nachbarbetrieben ist in Planung. Der anfallende Schlamm wird als Dünger ausgebracht, das Klärwasser zur Bewässerung im Weinbau verwendet.

4.4.6.3 Weitere zukünftige Verwertungsmöglichkeiten

Gerade im Bereich der Weinerzeugung gibt es einige sehr praktikable Möglichkeiten, die anfallenden biogenen Reststoffe einer erhöhten Wertschöpfung zuzuführen. So sind derzeit folgende Potentiale vorhanden:

- Erzeugung eines Tresterbrandes („Grappa“) aus den Pressrückständen
- Erzeugung von Traubenkernöl
und damit verbunden:
- Gewinnung von Antioxidantien bei der Nachbehandlung der Presskuchen
- Zusatz zu Schlammpackungen

Ein Nischenmarkt wäre die Herstellung von Kissen, welche mit **Traubenkernen** gefüllt sind. Dieses Produkt wird als Kälte/Wärmespeicher hochpreisig (händische Verarbeitung) vermarktet [32]. Mögliche direkte Absatzwege (ab Hof) sind derzeit schon bedingt durch die strukturellen Beschaffenheiten des österreichischen Marktes (viele Weinproduzenten betreiben eine eigene Buschenschank) vorhanden. Somit bleibt die gesamte Wertschöpfung bei Weinbauern als Produzent. Die eher geringen Absatzmengen sind jedoch zur Zeit kein ausreichender Anreiz.

Anhand der Gewinnung von Traubenkernöl und einer möglichen Koppelnutzung der im Presskuchen enthaltenen Antioxidantien (oligomere Proanthocyanidine) soll beispielhaft eine Nutzung von biogenen Reststoffen zur erhöhten Wertschöpfung etwas detaillierter dargestellt werden.

Aktuelle Forschungsarbeiten zu diesem Thema am Joanneum Research Institut für Nachhaltige Techniken und Systeme beschäftigen sich mit der Gewinnung von Traubenkernöl aus heimischen Traubensorten (Schilcher, Welschriesling, u.a.). Die gereinigten Kerne der Schilchertraube ergaben im Versuch eine Ausbeute von ~ 11% Rohöl (kaltgepresst) bei der Extraktion des Presskuchens fielen ca. 0,4% Anthocyanidine (Rohfraktion) an.

Traubenkernöl ist ein sehr wertvolles und bekömmliches Öl mit einem sehr hohen Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (ca. 60-65%), und ca. 25% einfach ungesättigten Fettsäuren. Es findet außerhalb der Gastronomie auch Anwendung in der Kosmetik. Die aus dem Presskuchen extrahierbaren Anthocyanidine besitzen eine stark antioxidative Wirkung; Nahrungsergänzungsmittel mit diesen Inhaltsstoffen werden bereits verschiedentlich und hochpreisig vermarktet.

Darstellung der Wirtschaftlichkeit

Traubenkernöl ist ein hochpreisiges Genussöl. Die aus dem Endverkauf ermittelten Preise liegen im Bereich von 15 – 40 € je Liter Öl, je nach Qualität und weiteren Parametern, wie z.B.

- Art der Pressung (kalt – heiß)
- Art der Weiterverarbeitung (Filtration, Raffination, unbehandelt)
- Absatzweg (Reformhaus, Bioladen, Supermarktkette)

Die Kosten der Verarbeitung gliedern sich in etwa wie folgt auf:

Tabelle 4-9: Kosten der Pressung von Traubenkernen

	Kosten [€/kg Kerne]
Nassklass.	0,22
Trocknung	0,15
Pressen kalt	0,44
sonstige	0,22
SUMME	1,02

Für den konkreten Fall des befragten Unternehmens wäre eine Ausbeute an Kernen von ca. 12.750 kg zu erwarten, womit die entstehenden Kosten für die Pressung bei ca. 13.000 Euro anzusiedeln sind.

Der erzielbare Erlös ist von folgenden Faktoren beeinflusst:

- Ölausbeute der Kerne (etwa 7-15%)
- Absatzweg (erzielbarer Verkaufspreis)

Für den betrachteten Fall wird eine Ausbeute von 11% angenommen. Je nach erzieltm Verkaufspreis bei direkter Vermarktung (Annahme: 15 –40 € je Liter) ergibt sich ein somit ein Reinerlös von ca. 7.000 – 40.000 €. Hier wurde die Koppelnutzung des Presskuchens zur Extraktion der Anthocyanidine noch nicht berücksichtigt, ebenso unberücksichtigt bleiben Erlöse aus dem Verkauf des gereinigten Tresters als Futtermittel (ca. 1.900 Euro).

Konkrete Projekte des Institutes für Nachhaltige Techniken und Systeme zu diesem Thema entwickelten sich aus der Idee der hier vorliegenden Studie.

4.4.7 Hersteller von Fruchtsaftkonzentrat und Fruchtzubereitungen

Bei den Fruchtsäften wird im Allgemeinen zwischen trinkfertigen, klaren Fruchtsäften und fruchtfleischhaltigen Ganzfruchtsäften (oft als Nektar bezeichnet) unterschieden. Nur mehr sehr selten werden heute sog. „Direktsäfte“ aus dem Frischobst hergestellt und abgefüllt. Vielmehr steht die Erzeugung aus Halbfabrikaten (Fruchtmuttersäften, klare Saft- und Aromakonzentrate, pulpehaltige Fruchtmarke bzw. Fruchtmarkkonzentrate) im Vordergrund. Der schematische Ablauf bei der Herstellung von Fruchtmuttersäften ist in Abbildung 4.15 dargestellt.

Da der verfahrenstechnische Aufwand bei der Gewinnung von Fruchtmarkkonzentraten oftmals geringer ist, erlangt dieser Produktionsprozess immer stärker an Bedeutung. Hier werden vor allem Stein- und Beerenobst, Gemüse (Tomaten, Karotten) wie auch unterschiedliche tropische Früchte verarbeitet (z.B. Mango).

4.4.7.1 Produktionsdaten aus der Umfrage

Die durchschnittlichen Ausbeuten bei der Herstellung von Fruchtmuttersäften liegen wie folgt (jeweils Saft je 100kg Früchte):

- Kernobst ... 68 – 82%
- Trauben ... 75 – 85%
- Weichsel ... 62 – 75%
- Beerenobst ... 78 – 90%

Mittels eines anschließenden Kaltextraktionsverfahrens der Pressrückstände lassen sich Ausbeuten von bis zu 95% (bezogen auf die Trockensubstanz d. Rohstoffes) erzielen. Bei den Reststoffen handelt es sich um die sog. „Fruchttrester“, welche derzeit sehr unterschiedlichen Verwertungswegen (s.u.) zugeführt werden.

Die Ausbeuten bei der Fruchtmarkherstellung liegen zumeist etwas über den Ausbeuten bei der Saftherstellung:

- Steinobst ... 75 – 80%
- Birnen ... 82 – 85%
- Beerenobst ... 87 – 92%

Die entstehenden, biogenen Reststoffe werden auch in diesem Fall sehr unterschiedlichen Entsorgungswegen zugeführt (s.a. Tabelle 4-10).

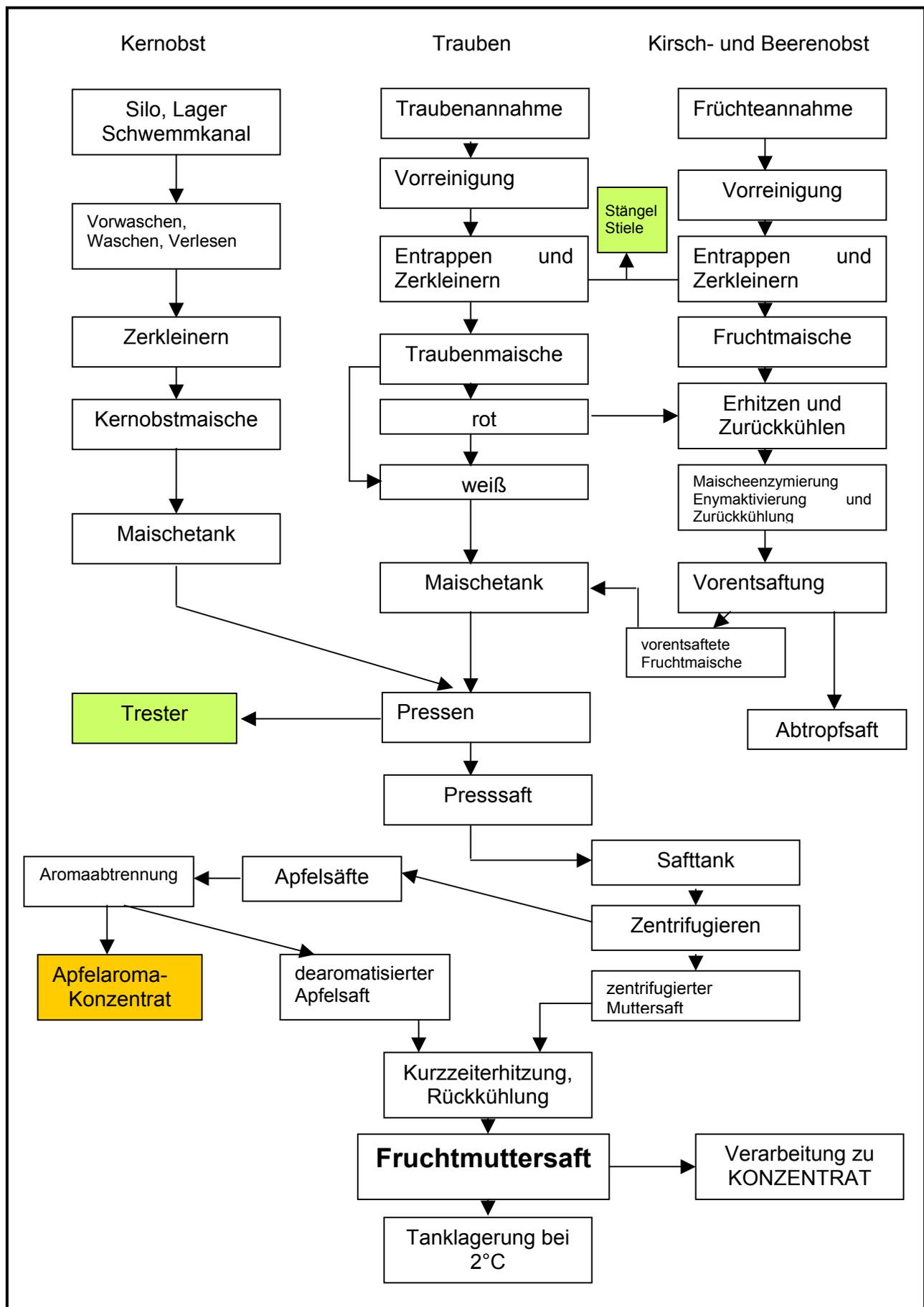


Abbildung 4.15: Fließbildschema der Fruchtsaftbereitung nach [19]

4.4.7.2 Reststoffmengen und derzeitige Verwertung

Die Wahl der Entsorgungswege zeigt in Abhängigkeit des befragten Unternehmens deutlich, dass in diesem Industriebereich die Suche nach innovativen Möglichkeiten zur Gesamtnutzung des Rohstoffes Obst sehr verbreitet ist.

Tabelle 4-10: Biogene Reststoffe der befragten Unternehmen

Betrieb	Biogener Reststoff	Menge [t]	Verwertung	Erlöse/Kosten
1	Apfeltrester	1300	Futtermittel	E
	Pfirsichtrester	k.A.	Verfeuerung	E (10-15Cent/kg)
	Heidelbeertrester	k.A.	Farbinhaltsstoffe	E (35-40Cent/kg)
	Himbeerkerne	k.A.	Aromahersteller	E (35-40Cent/kg)
	Kirschtrester	k.A.	Futtermittel	E (10-15Cent/kg)
2	Apfeltrester	k.A.	Pektinerzeuger	E (15-22Cent/kg)
	Beerentrester	~ 1500	Kompost	K (5-6 Cent/kg)
	Brennereischlempe	k.A.	Biogas (intern)	Neutral
	Obstreste, u.a.	k.A.	Futtermittel	E (3-7 Cent/kg)
3	versch. Trester	k.A.	unterschiedl.	E
	Fruchtreste	k.A.	Biogas, Dünger	K
	feste biog. Restst.	k.A.	Kompost	K

Anmerkungen : Die entstehende anaerob vergorene Gülle aus der Biogasanlage der Unternehmen 2 bzw. 3 gilt nicht als gewerblicher Abfall zu deklarieren und kann daher als Dünger ausgebracht werden. Natürlich gelten die selben Vorschriften wie für andere Klärschlämme. Hier ist jedoch ein gutes Beispiel gegeben, wie zumindest durch energetische Nutzung eines organischen Reststoffes ein gewisser Mehrwert erzielt werden kann (vgl. einfach Kompostierung und daraus entstehende Kosten).

Die Hersteller von Fruchtzubereitungen und Fruchtsäften sind, vorausgesetzt ein nötiges Maß an Eigeninitiative ist vorhanden, in der glücklichen Situation, relativ viele mögliche Absatzwege für ihre biogenen Reststoffe vorzufinden.

4.4.7.3 Weitere zukünftige Verwertungsmöglichkeiten

Apfeltrester

Apfeltrester können prinzipiell für die Gewinnung von **Pektinen** (Geliermittel) genutzt werden. Hierzu muss der **Trester** vorher getrocknet werden, die Ausbeuten liegen bei etwa 8 – 12% der trockenen Apfeltrestermasse. Da Zitrustrockentrester jedoch beinahe die dreifache Menge an Pektinen liefern, ist der Einsatz der Apfeltrester stetig im Sinken begriffen.

Eine weitere Nutzungsmöglichkeit liegt in der Verwendung der Trester als diätisches Nahrungsergänzungsmittel. Aufgrund seines hohen Ballaststoffgehaltes wird dem Trester cholesterinsenkende Wirkung bestätigt. Solche Produkte sind bereits am Markt erhältlich.

Schließlich kann der getrocknete Trester auch verfeuert werden, und ist ein relativ energiereicher Heizstoff.

Die Verwertung von diversen **Kernen** aus der Fruchtmarmherstellung wird teilweise schon extern in den Betrieben verfolgt. Weitere Möglichkeiten bestehen hier bei

- **Marillen**, wo die Kerne zur Herstellung eines bekömmlichen Öles mit Anwendungen in der Küche und in der Kosmetik bekannt sind. Weiters können die Schalen der Kerne zerkleinert und als Polier- und Strahlmittel eingesetzt werden.
- **Hagebuttenkernen**, welche ebenfalls zur Gewinnung von hochwertigen Ölen zur Verwendung in der Kosmetik und Pharmaindustrie verpresst werden können.
- Kernen der **schwarzen Ribisel** (Johannisbeere), welche ein Öl ergeben, das besonders reich an γ -Linolensäure ist. γ -Linolensäure - hättige Öle finden z.B. in der Kosmetik und der Pharmazie Anwendung.

In dieser Branche gibt es insgesamt noch viele unausgeschöpfte Potentiale zur Koppelnutzung von biogenen Reststoffen. Oftmals sind jedoch auch zu geringe Mengen an verarbeitetem Obst bzw. ein diskontinuierlicher Anfall der Grund für ein Scheitern weiterer Wertschöpfung.

4.4.8 Futtermittelhersteller

Wie bereits besprochen, wurden die Futtermittelhersteller in diese Umfrage integriert, da sie sich als Hauptverwerter der biogenen Reststoffe aus der Lebensmittelindustrie erweisen.

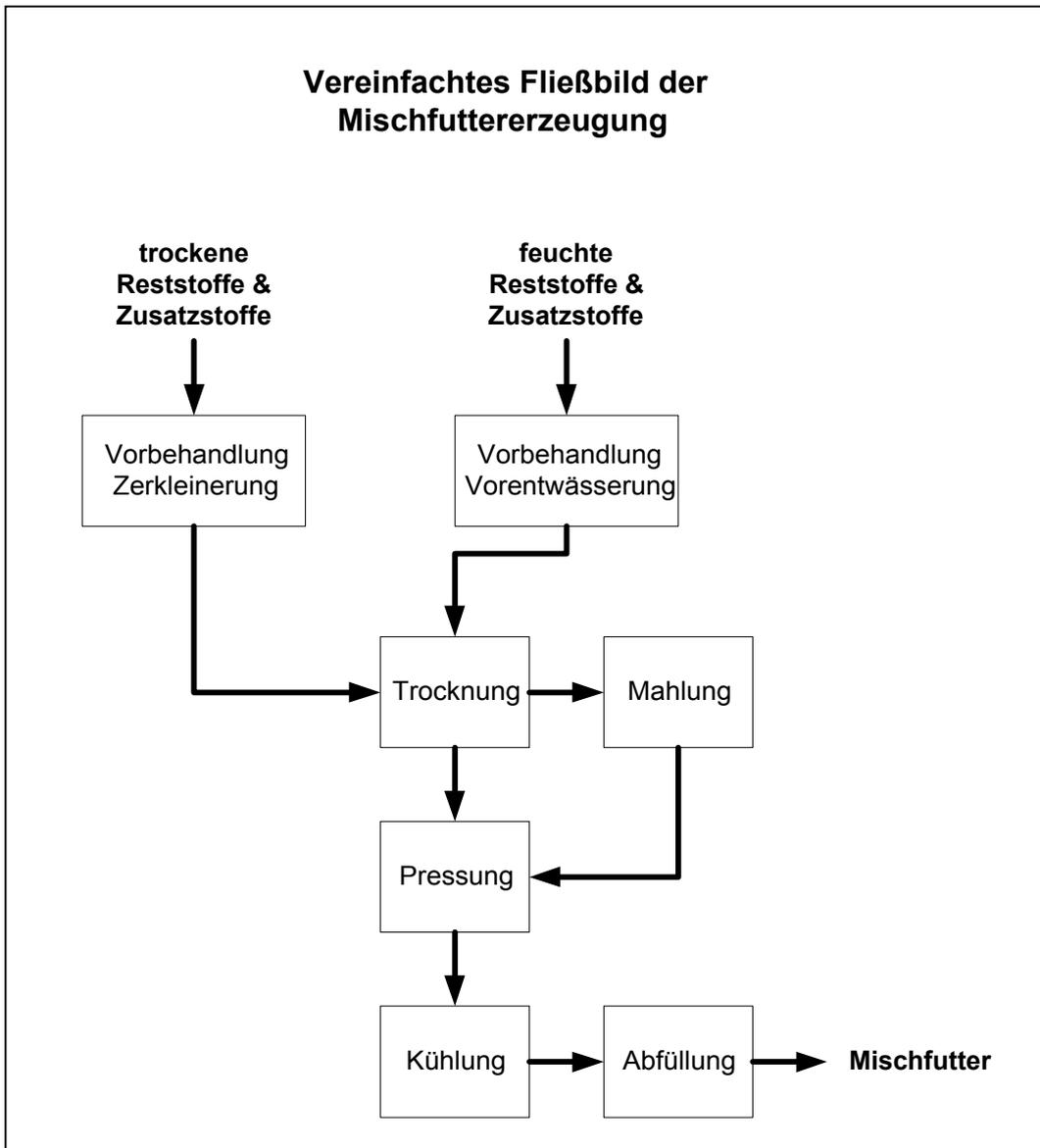


Abbildung 4.16: Fließbild der Mischfuttererzeugung

4.4.8.1 Produktionsdaten aus der Umfrage

Die Mischfutterwerke verwenden verschiedene biogene Reststoffe als Rohstoffe für Futtermittel. Die Tabelle 4-11 zeigt die Prozentbereiche des Reststoffeinsatzes bezogen auf den Gesamtrohstoffeinsatz.

Tabelle 4-11: Einsatzstoffe und Mengen biogener Reststoffe aus der lebensmittelverarbeitenden Industrie in Mischfutterwerken

Eingesetzter biogener Reststoff	M% bezogen auf den Gesamtrohstoffeinsatz	Herkunft, Lieferant
Biertreber und Malzkeimpellets	1,4 – 2,4%	Brauerei
Kleien und Futtermehle	6,0 – 10,8%	Mühlen
Trockenschnitzel	3,6 – 3,8%	Zuckerindustrie
Melasse	0,3%	Zuckerindustrie
Maiskraffutter und Maiskleber	1,2 – 1,8%	Stärkeindustrie
Sojaschrot	23%	Aus Amerika
Apfeltrester	Bei Bedarf	Fruchtsafterzeuger
Rapsschrot	Bei Bedarf	k.A.
Sonnenblumenschrot und -kuchen	Bei Bedarf	k.A.

Neben den angeführten biogenen Reststoffen werden auch andere in den Mischfutterwerken eingesetzt. Diese werden zumeist diskontinuierlich (Sammelchargen der entsorgenden Firma) angeliefert. Als Beispiel seien Waffelmehl, Schnittenbruch, Fette (Kokosfett,...) und Rückstände von Ölmühlen genannt. Als Zusatzstoffe für die verschiedenen Futtermittel werden unter anderen Mais, Gerste, Weizen, Mischfette, Grünfrohle und Mineralstoffe (Ca, P, Salze,...) eingekauft.

Es werden zwischen 200 und 300 verschiedene Futtermittel erzeugt, und die Gesamtproduktionsmenge an Futtermitteln liegt je nach Betriebsgröße im Bereich zwischen 36.000 und 50.000 t/Jahr. Die verschiedenen Mischfutter werden für die Viehzucht, für die Fischzucht, für Heimtiere und für Zootiere erzeugt.

Die Mischfutterwerke haben nur einen sehr geringen Anfall an Reststoffen, diese sind Filterstaub und Fehlchargen, welche kompostiert oder wiederverwendet werden. An Fehlchargen fallen in Summe weniger als 1 M% entsprechend ca. 360 Tonne pro Jahr, gerechnet auf die Einsatzstoffe, an (Angabe eines Betriebes). Eine stoffliche Verwertung zur Nutzung wird bereits angestrebt.

Eine sich anbietende Alternative zur Kompostierung bei nichtgefährlichen Abfällen (Fehlchargen) ist die in Kapitel 2 dargestellte Wurmkompostierung, wodurch eine Rückgewinnung eines Anteils der Reststoffe (in Höhe der Wurmbiomasse) durch eine Verwertung der Würmer zu Wurmmehl zur Verfütterung an Tiere möglich ist. Als weiteres vermarktbare Nebenprodukt würde in diesem Fall der Wurmkompost dienen.

Situation von biogenen Reststoffen, welche bei Mischfuttererzeugern verwertet werden:

Bei den verschiedenen verwerteten **Kleien** ist die Einkaufspreisspanne für die Mischfuttererzeuger von großer Bedeutung. Der Einkaufspreis schwankt zwischen 4 und 10 Cent pro kg, damit ist klar, dass bei der relativ hohen Einsatzmenge an Kleie, der Preis ein wichtiger Faktor für die Verwertung ist.

Eine ähnliche Situation besteht beim **Apfeltrester**. In guten Erntejahren fallen große Mengen dieses Reststoffs an und der Marktpreis liegt zwischen 10 und 15 Cent pro kg. In schlechten Erntejahren kann der Einkaufspreis bei bis zu 20 Cent pro kg liegen, wodurch eine Abnahme nicht mehr unbedingt gewährleistet ist. Die Mischfutter Erzeuger verwenden den Apfeltrester als Zusatzstoff bei Zootierfutter für Tierparks, aber nur bei einem Einkaufspreis von maximal 15 Cent pro kg.

Bei **Waffelmehl** und **Schnittenbruch** kommt es ebenfalls durch den diskontinuierlichen Reststoffanfall zu Problemen. Diese Reststoffe fallen zwar bei mehreren österreichischen Nahrungsmittelerzeugern an, die Lieferung an den Mischfuttererzeuger erfolgt jedoch meist erst, wenn mehrere LKW-Ladungen vorhanden sind.

Zu diskontinuierlichen Lieferungen kommt es ebenfalls bei kleineren Ölmühlen, welche verschiedenste **Öle** und **Fette** erzeugen und somit lediglich in der Summe aller ihrer biogenen Reststoffe auf zwei bis drei LKW-Ladungen pro Jahr kommen.

Die biogenen Reststoffe der Zuckerindustrie fallen zwar saisonal an, sie werden allerdings kontinuierlich an die Mischfutter Erzeuger geliefert. Der Marktpreis von **Melasse** liegt zwischen 7 und 12 Cent pro kg.

Ebenfalls kontinuierlich verwertet werden die biogenen Reststoffe aus den Brauereien (**Treber**, ca. 1 Cent pro kg, **Hefe** ca. 0,7 Cent pro kg).

Für einen Preisvergleich zwischen einem Rohstoff und den biogenen Reststoffen sei an dieser Stelle Körnermais genannt. Der Marktpreis von Körnermais liegt derzeit bei etwa 12 Cent pro kg. Es ist daher verständlich, dass die Mischfuttererzeuger biogene Reststoffe nur bis zu einem gewissen Einkaufspreis verwerten. Allerdings benötigen die Mischfuttererzeuger gewisse biogene Reststoffe in Mindestmengen, kontinuierlich wie etwa Kleie, Melasse oder Biertreber.

5 Weitere Aspekte, Sicht der Unternehmen

In diesem Kapitel sollen einige Themen der Umfrage etwas näher beleuchtet werden, die für eine weitere Abschätzung der Aufnahmebereitschaft der behandelten Themenbereiche (Nebenproduktnutzung, Koppelproduktnutzung, non-food Bereich) durch die Unternehmen interessant sind. Hierzu wurden den Firmen bei der Durchführung der Umfrage die notwendigen Hintergrundinformationen und Begriffserklärungen gegeben, sofern ein Verständnis fehlte.

5.1 UPSIZING UND NON-FOOD BEREICH

5.1.1 Upsizing

In mehr als $\frac{3}{4}$ der Unternehmen wird der non-product Output betriebswirtschaftlich bewertet. Diese Stoffströme gehen in den Betrieben in die Bilanz ein. Umso mehr verwundert es bei einigen Betrieben, dass nicht stärker nach Möglichkeiten gesucht wird, die non-product Ströme zu verringern oder gänzlich zu vermeiden, bzw. wenigstens einen Zusatznutz bei Unvermeidbarkeit zu generieren.

Ein Potential für Upsizing im eigenen Unternehmen hält etwa nur die Hälfte der Betriebe für möglich. Wie in den ersten Kapiteln dieser Studie jedoch gezeigt wurde, eignet sich gerade die lebensmittelverarbeitende Branche besonders, um Synergieeffekte zu nutzen.

Über den vorhandenen Markt für die Inhaltsstoffe der biogenen Reststoffe wissen nach eigener Einschätzung mehr als $\frac{3}{4}$ der Unternehmen Bescheid, wie aus der folgenden Abbildung zu ersehen ist.

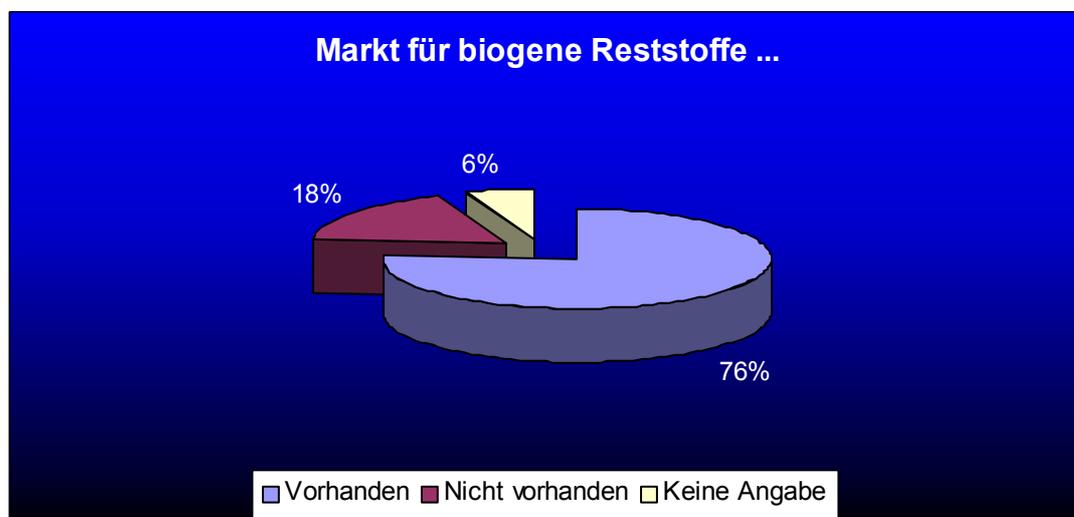


Abbildung 5.1: Einschätzung des Marktes für biogene Reststoffe durch Unternehmen

Probleme in den vorhandenen Märkten sehen die Betriebe bei der Rentabilität und der zu geringen Nachfrage bzw. zu hohen Reststoffmengen. Derzeitig genutzte Märkte sind vorwiegend der Verkauf von biogenen Reststoffen an Futtermittelwerke oder an Landwirte, teilweise auch der Verkauf an spezifische weiterverarbeitende Industriezweige.

Die Futtermittelwerke werden von den Mühlen mit Kleie, von den Brauereien mit Trebern, von der Zuckerindustrie mit Trockenschnitzel und Melasse sowie von den Fruchtsafterzeugern mit Fruchttrestern beliefert.

An Fruchtkernen und Fruchttrestern sind Aroma- und Farbstoffhersteller interessiert und an Apfel- und Zitrustresten die Pektinindustrie. Für die Molke gibt es verschiedene Märkte für die Gewinnung von Molkeneiweiß, Molkenzucker oder den Mineralstoffen der Molke. Die Hefe aus Brauereien kann an die Würzhersteller oder sogar an die Pharmaindustrie geliefert werden, während Rotweingelägerhefe für spezielle Käsesorten Verwendung findet. Die Inhaltsstoffe des Kürbiskuchens bei der Kürbiskernölherstellung können wegen ihrer medizinischen Wirkung in der Pharmaindustrie genutzt werden. Die Melasse aus der Zuckerindustrie dient der Alkohol-, Hefe- und Zitronensäuregärung als Rohstoff. Bei der Ölraffination anfallende Fettsäuren werden durch Umesterung für die Produktion von Waschmitteln und Seifen verwendet.

Anhand der angeführten Beispiele aus den Unternehmen ist die Vielfalt der Anwendungs- und Nutzungsmöglichkeiten von biogenen Reststoffen erkennbar. Allerdings sehen ungefähr 60% der Unternehmen den non-food Bereich als keinen zukünftigen Markt, was angesichts der oben angeführten beispielhaften Möglichkeiten überraschend ist.

Überlegungen zur Weiterverwendung bzw. Weiterverwertung der Inhaltsstoffe:

12 Unternehmen gaben an, Überlegungen zur Weiterverwendung oder Weiterverwertung der Inhaltsstoffe der Reststoffe angestellt zu haben. Dabei dominiert der Verkauf dieser Inhaltsstoffe, die Verwertung in einem eigenen Produkt oder neuen Produkt ist eher eine Ausnahme. Bei den Überlegungen zur weiteren Nutzung ist es zu Mehrfachnennungen gekommen.

Eine Verwertung im jetzigen Produkt ist die Nutzung der Fehlchargen eines Mischfutterwerkes. Neue Produkte wollen die Molkereien aus ihren biogenen Reststoffen, Restmilch und Molke, erzeugen. Die Zuckerindustrie sieht die biogenen Reststoffe als sekundäre Rohstoffe, vor allem die Melasse, welche ja bereits umfangreich genutzt wird.

Der größte Teil der Lebensmittelindustrie hält die interne Nutzung der biogenen Reststoffe für zu kostenintensiv bzw. die anfallenden Mengen für zu gering, um ein neues zusätzliches Produkt selbst zu erzeugen.

Möglichkeiten der Verwertung der biogenen Reststoffe:

Die Tabelle 5-1 gibt die Angaben der Betriebe zur Einschätzung der möglichen Verwertungen der anfallenden biogenen Reststoffen absolut gesehen wieder. Es gibt in den folgenden Tabellen zu den Hauptthemen „stofflich, biotechnologisch und thermische Verwertung“ und „Kompostierung und Verwertung als Futtermittel“ noch Unterpunkte. Dies ist bei der stofflichen Verwertung die Nutzung unter Erhaltung der Biomoleküle oder die Nutzung in einem chemischen Prozess und bei der biotechnologischen Nutzung die energetische oder molekulare Verwertung.

Tabelle 5-1: Verwertungspotentiale aus Sicht der Unternehmen

Verwertungsart	Ja	eher ja	eher nein	Nein	Antworten
STOFFLICH	9	3	1	3	16
- Biomoleküle	7	2	3	3	15
- chemischer Prozess	1	2	4	8	15
BIOTECHNOLOGISCH	5	0	2	7	14
- energetisch	6	1	2	8	17
- molekular	3	0	4	8	15
THERMISCH	4	4	3	6	17
KOMPOSTIERUNG	8	1	3	5	17
FUTTERMITTEL	13	0	0	4	17

Wenig überraschend ist der hohe Anteil der Zustimmung zur Verwertung zu Futtermittel, da derzeit 13 Unternehmen diese Möglichkeit nutzen.

Dass in diesem Bereich noch ein großer Forschungsbedarf gekoppelt mit einem hohen Maß an Bewusstseinsbildung notwendig ist wird dadurch klar, dass ¾ der Betriebe eine stoffliche Nutzung ihrer biogenen Reststoffe für möglich halten, diese aber größtenteils nicht konsequent praktizieren.

Bei der biotechnologischen Nutzung wird vorwiegend die Erzeugung von Biogas als Verwertungsmöglichkeit angeführt, wobei hier ebenfalls die vorhandenen Möglichkeiten aufgrund von technologischen Unsicherheiten und/oder zu geringer Wirtschaftlichkeit nur in einem geringen Maße ausgeschöpft werden.

Schlecht Erfahrungen bei der Durchführung von Pilotprojekten zur thermischen Nutzung von biogenen Reststoffen lassen die Meinungen der Unternehmen in diesem Punkt weit divergieren.

Die Möglichkeit der Kompostierung findet immerhin eine Zustimmung bei etwa 50% der Unternehmen, jedoch werden höher einzustufende Verwertungsarten eher angestrebt. Dies liegt mit darin begründet, dass die Kompostierung für die meisten Unternehmen mit nicht zu geringen Kosten (50-70 Euro je Tonne zu kompostierenden Materials) verbunden ist.

Industriezweige, die biogene Reststoffe nutzen könnten:

Tabelle 5-2: Nutzung durch andere Industriezweige

Industriezweige	Betriebe	
Nahrungsmittelind.	9	56,3%
non-food Ind.	3	18,8%
Chemische Ind.	6	37,5%
Pharmazeutische Ind.	7	43,8%
Sonstige	6	37,5%
Davon Futtermittelind.	3	50,0%
Keine	3	18,8%

16 Betriebe beantworteten diese Frage, ein Unternehmen verwertet die anfallenden biogenen Reststoffe im eigenen Betrieb oder deponiert sie, und gab deshalb keine Antwort. Hier waren Mehrfachnennungen möglich, da ja teilweise in den Betrieben auch mehrere Reststoffe anfallen, welche unterschiedlichen Verwertungswegen zugeführt werden können.

Bei den Industriezweigen, welche die biogenen Reststoffe des Unternehmens nutzen können, wird die Nahrungsmittelindustrie selbst am öftesten genannt. Die chemische und pharmazeutische Industrie werden ebenfalls als Alternativen angesehen. Unter Sonstige wird die Futtermittelindustrie als wohlbekannter Abnehmer am häufigsten erwähnt.

Warum wird diese Chance nicht genutzt:

Die Unternehmen, welche mögliche Industriezweige zur Nutzung ihrer biogenen Reststoffe angaben, führen verschiedene Gründe an, warum diese Möglichkeit zur Zeit nicht genutzt wird. Tabelle x. gibt die Ursachen, welche von 11 Betrieben genannt wurden, wieder. Die anderen Unternehmen verwerteten den Großteil ihrer biogenen Abfälle (nach eigener Ansicht) bereits, weshalb hier die Antwort entfiel.

Tabelle 5-3: Ursachen für die Nichtnutzung der Möglichkeiten

Ursachen	Betriebe	
Technologie nicht gegeben	2	18,2%
Kosten zu hoch	9	81,8%
Markt nicht vorhanden	3	27,3%
Sonstige	4	36,4%
Davon Reststoffmenge zu gering	3	75,0%

Branchenverwandte Betriebe, die diese Möglichkeit nutzen:

Dem Großteil der Unternehmen sind keine branchenverwandten Betriebe bekannt, die biogene Reststoffe zur Nutzung und Verwertung an andere Industriezweige weitergeben. Nur 3 Betriebe nannten branchenverwandte Unternehmungen, welche oben besprochene Möglichkeiten bereits nutzen.

Reststoffe anderer Nahrungsmittelerzeuger oder Industriezweige als Roh- oder Zusatzstoff:

Tabelle 5-4: Verwertung fremder Reststoffe im Betrieb

Einsatz von Reststoffen anderer Nahrungsmittelerzeuger	Betriebe	
	Ja: Davon	4
Futtermittelindustrie	2	50,0%
Nein	12	70,6%
Keine Angabe	1	5,9%

Mehr als 2/3 der Unternehmen haben sich noch keine Gedanken über die Verwendung der biogenen Reststoffe anderer Nahrungsmittelerzeuger oder Industriezweige als Roh- oder Zusatzstoff gemacht. Die Anzahl der Betriebe, die dies bereits überlegt haben, muss insofern relativiert werden, als hier zwei Futtermittelbetriebe inkludiert sind, die diese Möglichkeit natürlich nutzen. Dies bedeutet, dass nur knapp über 10% der Unternehmen die Nutzung der biogenen Reststoffe von anderen Betrieben bis dato überlegt haben.

5.1.2 non-food Bereich

Zukunftsszenario der Rohstoffverknappung in der chemischen und pharmazeutischen Industrie:

Die nachfolgend angeführte These sollte von den Unternehmen, als wie wahrscheinlich zutreffend aus ihrer Sicht, eingeschätzt werden:

„Aufgrund von Ressourcenmangel wird es in den nächsten 50 Jahren in der chemischen Industrie zu einer Rohstoffknappheit kommen. Da fossile Ressourcen nur noch begrenzt verfügbar sein werden, findet bereits heute eine Umorientierung der chemischen und pharmazeutischen Industrie zu alternativen Rohstoffen statt. Die Basis hierfür stellen nachwachsende Rohstoffe und die bei ihrer primären Verarbeitung (in der Lebens- und Nahrungsmittelindustrie) anfallenden Reststoffe dar.“



Abbildung 5.2: Non-food These im Blickwinkel der Unternehmen

Rohstoffe für non-food Bereich:

Wie die folgende Abbildung zeigt, könnten sich über $\frac{3}{4}$ der Unternehmen vorstellen, Rohstoffe auch für den non-food Bereich zur Verfügung zu stellen.

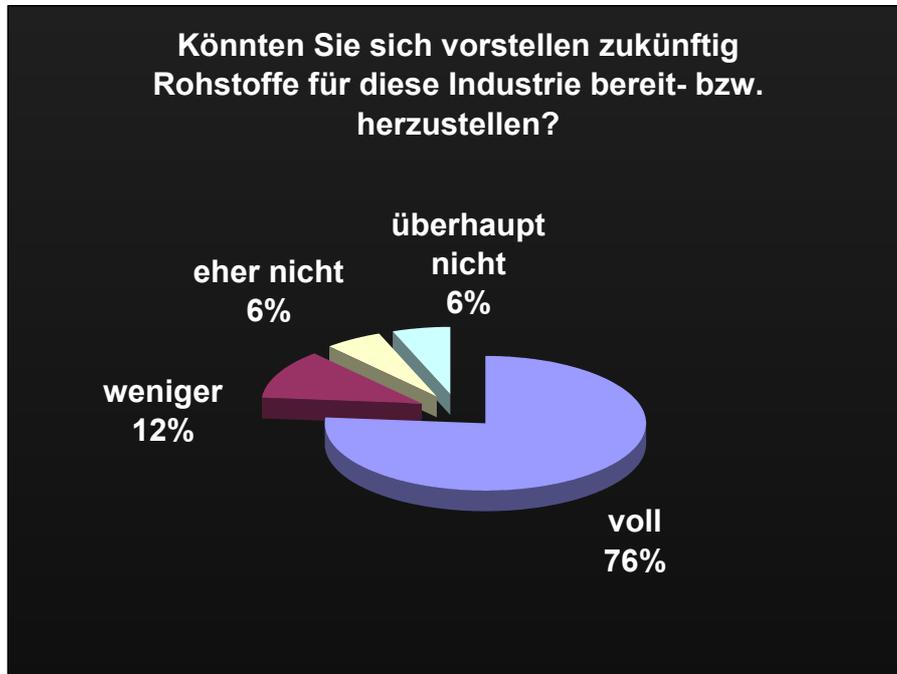


Abbildung 5.3: Rohstoffe für den non-food Bereich

Non-food Bereich als zukünftiger Markt:



Abbildung 5.4: non-food Bereich als zukünftiger Markt

Obwohl der non-food Bereich von der Mehrheit der Betriebe nicht als ein zukünftiger Markt gesehen wird, könnte sich doch gut ein Drittel der Unternehmen diesen Bereich als Zukunftsmarkt für seine Produkte vorstellen.

Überlegung in den non-food Markt einzusteigen:

In den non-food Markt einzusteigen haben nur etwa 30% der Unternehmen bis heute überlegt. Von diesen 30% sind schon mehr als die Hälfte in irgend einer Weise in diesem Markt vertreten. Die restlichen 40% sehen Probleme bei der zu geringen Nachfrage, dem Erlös und den zusätzlichen Kosten für die Produktion.

Grundsätzliche Bereitschaft ein anderes oder zusätzliches Produkt aus den selben Rohstoffen zu erzeugen:

Mehr als 50% der Unternehmen sind bereit ein anderes oder zusätzliches Produkt aus den selben Rohstoffen zu erzeugen. Acht Betriebe sind dazu nicht bereit oder im Stande, da es auf Grund ihrer erzeugten Produkte zum Teil gar nicht möglich wäre.

non-food Bereich als zukünftiger oder zusätzlicher Markt:

Tabelle 5-5: Produkte für den non-food Bereich

non-food Bereich als zukünftiger oder zusätzlicher Markt	Betriebe	
Ja	6	35,3%
Als sekundär Rohstofflieferant	5	83,3%
Nein	11	64,7%

Die breite Mehrheit der Unternehmen sieht im non-food Bereich keinen zukünftigen oder zusätzlicher Markt für ihren Betrieb oder ihre Branche. Es kann festgestellt werden, dass die Unternehmen keine Unterscheidung zwischen ihrer Sicht und jener der Branche vornehmen, sondern ihre Meinung als Meinung der Branche ansehen. Die Betriebe, welche den non-food Bereich als zukünftigen oder zusätzlicher Markt sehen, wollen als sekundär Rohstofflieferanten ihre Chance nutzen.

Die Verknappung an fossilen Rohstoffen und die Umorientierung in Richtung zu alternativen Ressourcen in der chemischen und pharmazeutischen Industrie wird von der Hälfte der Lebensmittelunternehmen als zutreffend eingestuft. Es ist überraschend, dass sich fast 90% der Betriebe eine Bereit- bzw. Herstellung von Rohstoffen für die non-food Industrie vorstellen kann, obwohl nur etwa ein Drittel der Unternehmen diese Möglichkeit als einen zukünftigen Markt sieht. Dieser Markt ist in einigen Branchen schon vorhanden, und wird von ungefähr 20% der befragten Unternehmen derzeit genutzt. Die Ursache, dass nicht mehr Betriebe in den non-food Markt einsteigen bzw. darin gar keinen zukünftigen Markt sehen, ist bei den meisten Unternehmen der derzeitige Erlös aus dem Verkauf der biogenen Reststoffe und das finanzielle Risiko bei einem Einstieg in den non-food Markt. Als Risikofaktoren werden die Notwendigkeit von F&E und die hohen Investitionskosten, sowie die fehlende Absatzgarantie angeführt. Dabei sind fast 30% der Unternehmen grundsätzlich bereit ein anderes Produkt aus den selben Rohstoffen zu erzeugen und immerhin mehr als 20% der Betriebe können sich vorstellen ein zusätzliches Produkt herzustellen.

6 Diskussion der Ergebnisse

Die Nutzung von Nebenprodukten aus der Produktion bei gleichzeitiger Vermeidung von Abfällen wird sehr treffend mit dem Begriff der Ökoeffizienz umschrieben [33].

Ökoeffizienz ist ein oftmals im Zusammenhang mit nachhaltiger Entwicklung verwendetes Schlagwort. Ökoeffizienz wird vom World Business Council of Sustainable Development als die „zunehmende Produktion von nützlichen Gütern und Dienstleistungen bei laufend abnehmendem Verbrauch von natürlichen Ressourcen (Rohmaterial und Energie)“ definiert. Ökoeffizienz steht für die Kombination aus effizientem Wirtschaften bei effizientem Umgang mit der Umwelt – ein sparsamer Umgang mit Ressourcen schont die Umwelt und spart dem „ökoeffizienten“ Unternehmen mehrfach Geld, beispielsweise:

- Verringerter Materialinput spart beim Einkauf
- Geringere Emissionen und Abfälle ersparen hohe Ver- und Entsorgungskosten

Diese Entkoppelung von Rohstoffeinsatz und Produktion (erhöhte Produktion bei vermindertem Rohstoffeinsatz) wird heftig diskutiert, wobei der Grad der Entkoppelungsmöglichkeiten umstritten ist.

In der vorliegenden Studie wurde dargestellt, welche Möglichkeiten im Bereich der lebensmittelverarbeitenden Industrie bestehen, die Nutzung von Reststoffen der Produktion zur Erhöhung der Wertschöpfung aus biogenen Rohstoffen einzusetzen, somit Reststoffströme zu reduzieren, den Rohstoffverbrauch zu vermindern und dadurch auch die Umwelt zu schonen. Ziel der Diskussion soll eine Interpretation der erhaltenen Ergebnisse sein um daraus einen möglichen, weiteren Handlungsbedarf abzuleiten.

6.1 EIGNUNG DER ERHEBUNGSMETHODIK

Die Fragebogeninterviews stellen eine geeignete Methode zur Ermittlung von für eine Stoffstromanalyse geeignete Daten in der lebensmittelverarbeitenden Industrie dar. Diese Methodik eignet sich bei geringfügiger Adaption der Fragebögen grundsätzlich auch für eine Datensammlung im gesamten Bereich der NAWARO-verarbeitenden Industrie.

Aufbauend auf die in Interviews ermittelten Rohdaten eignete sich die Darstellung der Stoffströme in Form von Sankey-Diagrammenausgezeichnet als weitere Diskussionsgrundlage.

6.2 NUTZUNG DER BIOGENEN RESTSTOFFE

Einige im Zuge dieser Studie ermittelten Ausbeuten für biogene Rohstoffe sind exemplarisch in der untenstehenden Tabelle dargestellt. Die Zahlen belgen, dass die Effizienz der Ausbeuten stark von den Verarbeitungsprozessen, als auch den gewünschten Produkten abhängen.

Tabelle 6-1: Ungefähre Ausbeuten bei Verarbeitungsprozessen in der LM-Industrie

Prozess	durchschnittliche Ausbeute
Vom Kürbis zum Kürbiskernöl	4 - 6 %
Von der Rübe zum Zucker	16%
Von der Beere zum Wein	70 - 75%
Von der Frucht zum Fruchtsaft	68 - 95%
Vom Getreide zum Mehl	75 - 95%

Als ein gewichtiger Faktor im Umgang mit Abfällen und Nebenprodukten der Produktion erwies sich das Vorhandensein von QM/UM – Systemen in den befragten Betrieben (s.a. Tabelle unten).

Tabelle 6-2: Qualitätsmanagement- und Umweltmanagementsysteme in den befragten Betrieben derzeit

QM/UM – System(e)	Betriebe	
ISO 9001	6	35,3%
ISO 9001 und ISO 14001	2	11,8%
ISO 9001 und Ökoprot	1	5,9%
ISO 9001, ISO 14001 und Ökoprot	1	5,9%
HACCP	2	11,8%
Internes System	2	11,8%
Summe Betriebe verwenden QMS/UMS	14	82,4%
Keines	3	17,6%

Die Unternehmen selbst sehen den Vorteil der QMS/UMS vor allem in einer Erhöhung der Effizienz bei der Organisation, den Prozessen und Verfahren, als auch in einer verbesserten Innovationskraft allgemein. Ein betriebswirtschaftlich quantifizierbarer Vorteil konnte nur von drei Unternehmen festgestellt werden. Die Bilanzierung sogenannter non-product Outputs ist ein Anreiz, sich mit dem Thema der Abfallvermeidung bzw. Nutzung von Reststoffen auseinander zusetzen. Insgesamt kann festgehalten werden, dass in jenen Unternehmen, welche Managementsysteme eingeführt haben, sich ein höheres Bewusstsein auch für die biogene Reststoffproblematik entwickelt hat.

Die Nutzung von Nebenprodukten aus der Produktion ist in einigen wenigen Branchen bereits stärker implementiert (Molkereien, Zuckerindustrie) als in anderen. Hauptverwerter der biogenen Reststoffe ist in Österreich jedoch der Sektor der Futtermittelhersteller, bzw. wo regional möglich, die Landwirtschaftsbetriebe direkt. Bedingt durch die hohen Kapazitäten der Verarbeitung an biogenen Reststoffen der Futtermittelindustrie und die durch den Verkauf der Reststoffe erzielten, passablen Erlöse, wird in eine innovative Nutzung der Reststoffe oft wenig Zeit und/oder Geld investiert. Ein konträres Beispiel ist hier Japan als Land mit geringer Kapazität für die Verwertung biogener Reststoffe in der Futtermittelproduktion und damit beispielhaften Projekten zur innovativen Reststoffnutzung. Wie in Kapitel 4.4.4.3 beschrieben, konnte die KIRIN Brauerei durch eine gezielte Initiative zur alternativen Verwertung der anfallenden Biertreber eine Reduktion des Biertrebers von ca. 15% (oder ca.54.500 Tonnen) erreichen und dabei Produkte mit einer hohen Wertschöpfung für die Bereiche Pharmazie/Lebensmittel aus diesen Reststoffen erzeugen.

6.3 BARRIEREN ZUR NUTZUNG VON BIOGENEN RESTSTOFFEN

Durch diese Studie konnten mehrere unternehmensinterne und externe Barrieren, die einer Nutzung von biogenen Reststoffen derzeit entgegenwirken, identifiziert werden. Diese sind:

- Zu hohe Investitionskosten für neue Verarbeitungstechnologien bzw. das Fehlen von Technologien überhaupt
- Geringe Bereitschaft zur Verwertung der Reststoffe im eigenen Betrieb
- Produktionsmengen und Zeitpunkt des Reststoffanfalls (diskontinuierlich)
- Struktur der Unternehmungen, (Fehlen von F&E Abteilungen bei kleinen KMUs)
- Zukauf von F&E wird meist gescheit
- Konzentration der F&E Arbeit auf Produkte nicht auf Nebenprodukte und Reststoffe
- Erlöse durch Verkauf der Reststoffe an Futtermittelindustrie bzw. Landwirte
- Mangelnde Zusammenarbeit horizontal (branchenintern) und vertikal (branchenfremd)

Die Nutzung etlicher feinstofflicher Substanzen und Produkte aus biogenen Reststoffen ist technisch bereits machbar, jedoch wirtschaftlich in Österreich noch nicht umgesetzt. Als Beispiel seien die Nutzung von Kernölen aus Hagebutten oder schwarzer Ribisel genannt, oder auch die Gewinnung von Aromastoffen aus Rückständen der Obstproduktion – Wertschöpfung, die im Ausland stattfindet.

Die befragten Unternehmen geben in erster Linie zu hohe Investitionskosten zur internen Nutzung an, externe Verwerter sind im Inland nicht immer vorhanden (Pharma und Kosmetikindustrie), weite Transportwege verringern die Wirtschaftlichkeit. Die Bereitschaft, intern Reststoffe zu verwerten ist nur dann gegeben, wenn die Verarbeitungstechnologien größtenteils vorhanden sind und keine großen Investitionen getätigt werden müssen (z.B. Molkereien) bzw. wenn der verarbeitete Reststoff in das Gesamtkonzept des Unternehmens passt (Konzentration auf Kernkompetenzen). Oftmals sind auch zu geringe Mengen an Reststoffen ausschlaggebend, dass diese nicht einer höherwertigen Nutzung zugeführt werden.

Hier müssten sich zur Erreichung kritischer, und damit verkaufbarer Reststoffmassen, „Nutzungsnetzwerke“ bilden. In diesem Zusammenhang muss nochmals darauf hingewiesen werden, dass das Vorhandensein von bekannten Absatzwegen (z.B. Futtermittelindustrie) sich stark hemmend auf eine Forschung und Entwicklung im Bereich der Reststoffe auswirkt. Solange teilweise beachtliche Erlöse bei geringem Aufwand erzielt werden können, ist die Suche nach alternativen Verwertungswegen im Ruhen. Die Forschung in den Betrieben ist fast ausschließlich auf die Produkte und die Prozessoptimierung der Verfahren ausgerichtet, die Anreize sich mit der Nebennutzung auseinander zu setzen sind gering. Ausnahmen bilden hier nur einzelne, innovative Unternehmen.

Tabelle 6-3: Bereitschaft zu Netzwerkaktivitäten

Bereitschaft für Netzwerkarbeit	Betriebe	
Ja: davon	13	76,5%
Brachenintern	3	23,1%
Brachenfremd	2	15,4%
Brachenintern und –fremd	8	61,5%
Grund, Ursache		
Kosten	6	46,2%
Reststoffmengen	4	30,8%
F&E	3	23,1%
Sonstiges	3	23,1%
Nein	4	23,5%

Weiters bedingt eine geringe horizontale (brachenintern) wie auch vertikale (branchenfremd, entlang der Verarbeitungskette) Vernetzung vieler Unternehmen oftmals, dass Möglichkeiten zur Abfallvermeidung bzw. Nebenproduktnutzung nicht in vollem Umfang ausgeschöpft werden (Mangel an Kommunikation und Information). Hier scheint eine Selbstorganisation nicht in ausreichendem Umfang vorhanden zu sein, da die prinzipielle Bereitschaft an Netzwerken teilzunehmen (wie aus untenstehender Tabelle hervorgeht) sehr hoch ist. Ebenso ist die Bereitschaft zur Zusammenarbeit mit außeruniversitären Forschungseinrichtungen (z.B. Joanneum Research, o.a.) sowie den Universitäten hoch, 8 der 17 befragten Betriebe gaben an, sogar bereits in enger Zusammenarbeit mit Forschungsstellen zu stehen.

In Klein- und Mittelbetriebe konnte tendenziell festgestellt werden, dass das sogenannte „day-to-day“ Business oft jegliche Zeit für Forschungs- und Entwicklungsaufgaben verschlingt. KMU's sind damit besonders auf externe Forschungsaktivitäten angewiesen, vor allem dann, wenn es keinen Dachkonzern gibt, der diese Aufgaben übernehmen kann. Die Schwelle zur Nutzung von externer Forschung ist in diesen Bereichen jedoch als hoch zu bewerten. Umso wichtiger wäre es mit beispielgebenden Projekten die Hemmschwelle vor innovativen Umsetzungen und den damit verbundenen Investitionen herabzusetzen. Beispielhaft sei hier das in Kapitel aufgezeigte Potential zur Verwertung von Reststoffen aus der Produktion (speiseöbelastete Bentonite) genannt, welches im konkreten Fall ein Einsparungspotential für das Unternehmen von ca. 17.000 – 23.000 Euro bringen kann. Solche in dieser Studie beispielhaft aufgezeigten Möglichkeiten sollen in weiterführenden Projekten konkret umgesetzt werden.

7 Ausblick

Die vorliegende Studie konnte mit einigen sehr konkreten Fallbeispielen deutlich belegen, dass hohe Potentiale für eine Abfallvermeidung durch Neben- bzw. Koppelproduktnutzung gegeben sind (siehe auch Kapitel 4.4.3.4: Speiseölraffinerien, Kapitel 4.4.6: Weinerzeuger). Die Branche der Lebensmittelindustrie erwies sich als gutes Einstiegsbeispiel für die Nutzungsmöglichkeiten von biogenen Reststoffen zur Wertschöpfungssteigerung bei gleichbleibendem bzw. sinkendem Ressourceneinsatz. Ansätze für Optimierungen konnten in fast allen Bereichen qualitativ aufgezeigt werden, speziell in 2 Branchen konnten diese Möglichkeiten sogar quantitativ mit dem möglichen Nutzen für Betriebe dargestellt werden.

Bezugnehmend auf die festgestellten Barrieren der vermehrten Reststoffnutzung innerhalb und außerhalb der Betriebe sollte die Idee der Schaffung von „virtuellen Branchennetzwerken“ zur Nutzung von biogenen Reststoffen überlegt werden.

Konkrete Umsetzungsmöglichkeiten

Gewinnung von Traubenkernölen in Österreich. Ein Projekt zu diesem Themenkreis wurde bereits erfolgreich abgeschlossen. Die Ergebnisse gaben den Anstoß für einen Betrieb die wirtschaftliche Umsetzung in Angriff zu nehmen [34].

Reststoffnutzung bei der Verarbeitung von Ölkürbissen (Ganzkürbisnutzung).

Nutzung von Trestern aus der Obstverarbeitung zur Gewinnung von Ölen und Aromastoffen. Durch ein Branchen-Gesamtkonzept zur Verwertung der Fruchttrester könnten derzeitige Hemmnisse (z.B. „Economy of Scale“ – zu geringe Mengen, zu hohe Investitionsvolumina für einzelne Unternehmen) überwunden werden, um die vielfältigen Koppelnutzungsmöglichkeiten dieser biogenen Reststoffe in Österreich zu nutzen.

Nutzung von Prozesshilfsstoffen aus der Lebensmittelindustrie in der Bauindustrie. Einige anorganische Reststoffe aus der Lebensmittelindustrie (Bentonit, Kieselgur) könnten im Sinne eines „Waste-Sharing“ einer Nutzung in der Bauindustrie (Zement, Füllstoffe) zugeführt werden.

Verwertung von Biertreber und Hefe aus dem Brauereiprozess. Die anfallenden Treber aus dem Brauprozess stellen vermehrt auch in Österreich ein Problem für die Brauereien dar. Wie in dieser Studie aufgezeigt, existieren etliche, vielversprechende Verwertungsoptionen, die derzeit noch nicht genutzt werden. Zusammen mit ausgewählten Betrieben sollen diese Optionen einer ersten Umsetzung zugeführt und die Ergebnisse wirtschaftlich bewertet werden.

Einsatz der Wurmkompostierung statt bzw. ergänzend zu konventionellen Kompostmethoden. Die in dieser Studie aufgezeigten Möglichkeiten zur großtechnischen Nutzung dieser Kompostierungsmethode sind unter Einbeziehung der Wurmnutzung (Tierfutter, Enzyme) sehr vielversprechend.

Möglichkeiten zur Pilzzüchtung auf Reststoffen aus der LM-verarbeitenden Industrie unter Berücksichtigung der Stoffkreisläufe (An- und Abreicherung von Schwermetallen, etc.).

Möglichkeiten der Fischzucht nach dem Vorbild von IBS-Systemen unter Einbeziehung der vorhandenen Strukturen.

Aufbau einer „Micro-brewery“ nach dem IBS System: An einer konkreten Kleinbrauerei könnte demonstriert werden, dass die in dieser Studie aufgezeigten Konzepte zur Kreislaufwirtschaft (vgl. G. Pauli) auch in Österreich gewinnbringend realisierbar sind. Zusätzlichen Anreiz könnte der „Schau-Charakter“ einer solchen Brauerei bieten.

8 Anhang

8.1 VORAUSWAHL DER UNTERNEHMEN FÜR DIE BEFRAGUNG

Nr.	Industriezweig	Firma
1	Brauindustrie	Brauunion Linz
2		Brauerei Hirt
3		Brauerei Puntigam
4	Nahrungsmittelindustrie	Masterfoods
5		Unilever
6		Novartis Nutrition, Wien
7		Nestle
8		Kraft Jacobs Suchard
9		Knorr, Wels
10		Haas Nahrungsmittel
11		Kelly
12	AF-Getränkeindustrie	PAGO, Klagenfurt
13		Rauch, Saft
14		Ybbstaler
15		Pfanner
16		Spitz, Linz; Attnang-Puchheim
17		Grünwald
18		Steierobst, Gleisdorf
19	Milch- und Käseindustrie	Berglandmilch
20		NÖM
21		Tirolmilch
22		Alpenmilch Salzburg
23	Mühlenindustire (Mehl, Öl)	Farina Mühle, Raaba
24		Pichlers Erben, Weiz
25		Rösselmühle, Graz
26		Ölmühle Pelzmann
27		Friola
28	Futtermittelindustrie	Lactoprot, (Milch, Futter)
29		Linzer Kraftfutter
30		Tagger Futter, Graz
31	Zuckerindustrie	Agrana

8.2 FRAGEBOGEN ZUR UMFRAGE IN DER LEBENSMITTELINDUSTRIE

INTERVIEWFRAGEBOGEN
zum Projekt

„Möglichkeiten der Wertschöpfungssteigerung durch Abfallvermeidung (biogener Reststoffe) und Nebenproduktnutzung – Feasibilitystudy“

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und
Technologie und
des Landes Steiermark

bm:vit

Bundesministerium für Verkehr, Innovation
und Technologie

**Das Land
Steiermark**

INTERVIEW

ALLGEMEINE FRAGEN ZU IHREN BETRIEB 1/2	
FIRMENBEZEICHNUNG:	
ADRESSE:	Strasse: Ort: Telefon: Internetadresse:
Welcher Branche gehört Ihr Unternehmen an:	
NACE-Code: (laut WKÖ)	
Welche Produkte (Hauptprodukte) stellt Ihr Unternehmen her?	1. 2. 3. 4. 5.
Ansprechperson für FRAGEBOGEN	Name: Funktion: Telefon-Durchwahl: Mobil: e-mail:
Ansprechperson für UMWELT, ABFALL UND ENERGIE	Name: Funktion: Telefon-Durchwahl: Mobil: e-mail:
Ansprechperson für FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG	Name: Funktion: Telefon-Durchwahl: Mobil: e-mail:
INTERVIEW:	
DATUM:	
UHRZEIT:	Von: Bis:

ALLGEMEINE FRAGEN ZU IHREM BETRIEB 2/2		
1	Wie viele Mitarbeiter sind in Ihrem Betrieb derzeit beschäftigt? (2001)	Gesamt: _____ Arbeiter: _____ Angestellte: _____
2	Wie hoch ist die Akademikerrate in Ihrer Firma?	_____ % _____ Akademiker
3	Wie hoch ist Ihr jährlicher Umsatz?	_____ Mio. ATS / Jahr _____ Mio. € / Jahr
4	Betreiben Sie Qualitätsmanagementsysteme und/oder Umweltmanagementprogramme?	O JA: Welche – seit wann <input type="radio"/> ISO 9001 <input type="radio"/> ISO 14001 <input type="radio"/> EMAS <input type="radio"/> ÖKOPROFIT <input type="radio"/> PREPARE <input type="radio"/> ÖKOPLUS <input type="radio"/> Sonstige: _____ O NEIN (weiter mit 6)
5	Was hat sich seit der Einführung im Vergleich zu früher verändert?	O Erhöhung der Effizienz: <input type="radio"/> der Organisation <input type="radio"/> der Prozesse <input type="radio"/> der Verfahren <input type="radio"/> betriebswirtschaftlich <input type="radio"/> Erhöhung der Innovationskraft: <input type="radio"/> Wissen und Wissensaufbereitung <input type="radio"/> Technologien <input type="radio"/> Organisation O Sonstiges: _____
6	Streben Sie Qualitätsmanagementsysteme und/oder Umweltmanagementprogramme in Zukunft an?	O JA: Welche – bis wann? <input type="radio"/> ISO 9001 <input type="radio"/> ISO 14001 <input type="radio"/> EMAS <input type="radio"/> ÖKOPROFIT <input type="radio"/> PREPARE <input type="radio"/> ÖKOPLUS <input type="radio"/> Sonstige: _____ O NEIN
7	Beschäftigen Sie Ferrialpraktikanten?	O JA: Wie viele: _____ pro Jahr O NEIN
8	Werden Diplomarbeiten bzw. Dissertationen von Ihrer Firma vergeben bzw. betreut?	O JA: Wie viele: _____ pro Jahr O NEIN

(PRODUKTENTWICKLUNG, INNOVATION UND F&E)

9	Welche Person oder Abteilung ist für die Produktentwicklung in Ihrem Betrieb zuständig?	<input type="radio"/> Person <input type="radio"/> Abteilung
10	Fragen Sie die Kundenzufriedenheit systematisch ab?	<input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN (weiter mit 12)
11	Steuern Sie Ihre Entwicklungen damit?	<input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN
12	Wie lange ist die durchschnittliche Produktionslaufzeit Ihres Produktes (in Jahren)?	
13	Welche Kräfte bewirken Innovation in Ihrem Betrieb?	<input type="radio"/> Kundenanforderungen/wünsche <input type="radio"/> Gesetzlicher Druck <input type="radio"/> Ökonomischer Druck <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Erhöhung des Marktanteils <input type="radio"/> Der Markt verlangt etwas „Neues“ <input type="radio"/> ökologischer Druck <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> freiwillig <input type="radio"/> Wegen der ethischen Verantwortung des Unternehmens <input type="radio"/> F&E <input type="radio"/> NGO's und andere <input type="radio"/> Sonstiges:
14	Werden zukünftige Innovationen Ihr Produkt verändern?	<input type="radio"/> JA: Welche? <input type="radio"/> NEIN

15	In welche Gruppe ordnen Sie sich ein? <i>(Diagramm übergeben: Selbsteinschätzung)</i>	PROAKTIV	INNOVATIV
		REAKTIV	WENIGER INNOVATIV
16	Gibt es ein Anreizsystem für Ideen, Verbesserungsvorschläge und Innovationen in Ihrem Betrieb?	<input type="radio"/> JA: Welches: <input type="radio"/> NEIN	
17	Wie lange dauert es von der Idee bis zur Umsetzung?		
18	Haben Sie eine Forschungs- und Entwicklungsabteilung?	<input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN: Wie stellen Sie die notwendigen Entwicklungsarbeiten sicher?	
19	Wie ist die fachliche Zusammensetzung des F&E – Teams?		
20	Wo ist Ihre F&E – Gruppe angesiedelt?	<input type="radio"/> Geschäftsführungsebene, Stabstelle <input type="radio"/> Verkauf <input type="radio"/> Technik <input type="radio"/> Produktion <input type="radio"/> sonstig:	
21	Wieviele % des Umsatzes bzw. welche Geldsumme fließt jährlich in die F&E?	_____ %	_____ ATS
		_____ €	

22	Wie und durch wen werden neue wissenschaftliche Erkenntnisse abgefragt?	Wer: _____ <input type="radio"/> Zeitschriften <input type="radio"/> Bücher <input type="radio"/> Periodische Werke <input type="radio"/> Internet <input type="radio"/> Forschungsabteilung <input type="radio"/> Universitäten/Fachhochschulen <input type="radio"/> Andere Firmen/Betriebe <input type="radio"/> sonstige:
23	Haben Sie Technologie- bzw. Forschungspartner?	<input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN (weiter mit 25)
24	Wenn ja, welche?	<input type="radio"/> Universitäten <input type="radio"/> Forschungszentrum <input type="radio"/> F&E Institut <input type="radio"/> internationale F&E Partnerschaft <input type="radio"/> Unternehmens – Kooperation <input type="radio"/> Unternehmens – Netzwerk <input type="radio"/> sonstige:
25	Haben Sie einen Technologieaustausch mit anderen Betrieben?	<input type="radio"/> JA <input type="radio"/> branchenintern <input type="radio"/> branchenfremd <input type="radio"/> NEIN
26	Haben Sie Kontakt zu branchenfremden F&E-Abteilungen?	<input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN
27	Wie informieren Sie sich über den Stand der Technik?	<input type="radio"/> Zeitschriften <input type="radio"/> Bücher <input type="radio"/> Periodische Werke <input type="radio"/> Internet <input type="radio"/> Forschungsabteilung <input type="radio"/> Andere Firmen/Betriebe <input type="radio"/> Universitäten/Fachhochschulen <input type="radio"/> sonstige: _____

28	Wären Sie bereit zu einer Netzwerkarbeit mit brancheninternen und/oder branchenfremden Betrieben? (auf Grund von Abfallmengen, Kosten, F&E,...)	<input type="radio"/> JA: <input type="radio"/> branchenintern <input type="radio"/> branchenfremd Auf Grund von: <input type="radio"/> Kosten <input type="radio"/> Abfallmengen <input type="radio"/> F&E <input type="radio"/> Sonstigem: <input type="radio"/> NEIN

KENNEN SIE IHREN ABFALL?

ABFALL ALLGEMEIN		
1	Kennen Sie Ihre Abfallmenge und Zusammensetzung?	<input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN
2	Haben Sie eine quantifizierte Input/Output-Analyse?	<input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN (weiter mit 4)
3	Welche Abteilung ist dafür zuständig?	
4	Haben Sie eine qualitative und/oder quantitative Stoffstromverfolgung über Ihre Produktion?	<input type="radio"/> JA: <input type="radio"/> qual. <input type="radio"/> quant. <input type="radio"/> NEIN (weiter mit 6)
5	Welche Abteilung ist dafür zuständig?	
6	Haben Sie eine Energiestromverfolgung über Ihre Produktion?	<input type="radio"/> JA: <input type="radio"/> NEIN (weiter mit 8)
7	Welche Abteilung ist dafür zuständig?	
8	Sind Sie bereit eine Qualitätsgarantie für Ihre Abfälle zu erbringen?	<input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN
9	Wissen Sie was Abfall- bzw. waste- sharing ist?	<input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN (erklären)
10	Könnten Sie sich vorstellen so ein System anzuwenden?	<input type="radio"/> JA Wo? Wie? <input type="radio"/> NEIN

BIOGENE ABFÄLLE bzw. BIOGENE RESTSTOFFE = SEKUNDÄRROHSTOFFE NON PRODUCT – OUTPUT VOM BIOGENEN ROHSTOFF		
11	Kennen Sie Ihre biogenen Reststoffmengen und deren Zusammensetzung?	<input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN
12	Welche biogenen Reststoffe entstehen in Ihrer primären Produktion(en) und in welcher Menge fallen sie an? Bild Stofffluß: Rohstoff – Produktion – primär Produkt – Reststoffe bei Frage 12 <i>mengenmäßig wichtigsten von max. 2-3 Produktströme</i>	
13	Fallen diese Reststoffe kontinuierlich oder saisonal bedingt an?	8.2.1.1 Welche – wie? In 12 eintragen
14	Mit welchen dieser biogenen Reststoffe erzielen Sie Erlöse und welche verursachen Entsorgungskosten?	<i>Anmerkung: Reststoff verursacht Kosten durch Rohstoffeinkauf, Verarbeitung, Aufbereitung! (in 12 eintragen)</i>
15	Gibt es biogene Reststoffe bei denen Sie Probleme hatten oder haben?	<input type="radio"/> JA: Welche Art von Probleme? (z.B. Geruch,...) <input type="radio"/> NEIN
16	Glauben Sie, dass Sie einen Verlust an wertvollen/verwertbaren	<input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN: (Zusatzfrage)

	biogenen Inhaltsstoffen in Ihrer Produktion haben? <i>Erklärung:</i> wertvolle <i>Inhaltstoffe</i>	Glauben Sie, dass Sie eine 100%ige Umsetzung der Rohstoffe in Produkte haben? <input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN
--	--	---

		<input type="radio"/> <i>aufbereitet für Nutzung</i> <input type="radio"/> „entsorgt“
Interne Nutzung		
27int	Seit wann nutzen Sie diesen biogenen Reststoff derart?	Seit: _____
28int	Was geschah mit diesem biogenen Reststoff vor dieser Nutzung?	
29int	Welche Maßnahmen und warum haben Sie konkret getroffen um diesen biogenen Reststoff zu nutzen? Woher kam die Innovation?	
30int	Welches sekundäre Produkt erzeugen Sie aus diesem biogenen Reststoff?	
31int	Welche Erlöse erhalten Sie aus der Nutzung dieses biogenen Reststoffes?	_____ pro t/kg/m ³ /__
32int	Fallen „neue“ biogene Reststoffe bei der Nutzung dieses biogenen Reststoffs an?	<input type="radio"/> JA: Welche(r)? <input type="radio"/> NEIN
33int	Was geschieht mit diesen „neuen“ biogene Reststoffen? <i>Sind Sekundäre biogene Rohstoffe</i>	
34int	Überlegen Sie andere Nutzungsmöglichkeiten?	<input type="radio"/> JA: Welche:

		O NEIN
Extern Nutzung(?)		
27ext	Wissen Sie ob dieser biogene Reststoff einer Nutzung zugeführt wird?	O JA: Welcher? O NEIN
28ext	Führen Sie diesen biogenen Reststoff schon immer einer externen „Nutzung“ zu?	O JA O NEIN: Was taten Sie früher mit diesem biogenen Reststoff?
29ext	Warum führen Sie diesen biogenen Reststoff einer externen „Nutzung“ zu?	
30ext	Überlegen Sie eine andere Nutzungsmöglichkeiten? <i>z.B. interne Nutzung</i>	O JA: Welche: O NEIN

Optionaler Anhang an den SPEZIELLEN BIOGENEN TEIL

ROHSTOFFE vom Lieferanten

1	Haben Sie eine Einflußnahme auf Ihre Rohstoffe und deren Behandlung?	<p>O JA: Welchen Einfluß:</p> <p>O NEIN (optional: Abbruch dieses Teils)</p>
2	Glauben Sie, dass wertvolle/verwertbare Inhaltstoffe schon bei Ihrem Rohstofflieferanten verloren gehen?	<p>O JA:</p> <p>O NEIN (weiter mit 4)</p>
3	Welche wertvollen bzw. verwertbaren Inhaltstoffe könnten das sein?	
4	Ist bzw. wäre für eine bessere Koppelproduktnutzung eine andere Rohstoffvorbehandlung von Nöten oder müßten Sie andere Rohstoffe (Rohstoffqualitäten) einsetzen?	<p>O JA: Welche Vorbehandlung/Rohstoffe?</p> <p>O NEIN</p>

UPSIZING – VERWERTUNG BIOGENER ABFÄLLE

Was ist UPSIZING ? (Erklärung, Abbildungen)

1	Bewerten Sie Ihren NON-Product-Output betriebswirtschaftlich?	<input type="radio"/> JA: Wie? <input type="radio"/> NEIN			
2	Sehen Sie ein Potential für Upsizing in Ihrem Betrieb?	<input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN			
3	Wissen Sie über wertvolle Inhaltstoffe in Ihren biogenen Reststoffen, für die es einen Markt gibt, bescheid?	<input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN			
4	Gibt es Überlegungen zur Weiterverwendung bzw. Weiterverwertung dieser Inhaltstoffe?	<input type="radio"/> JA: <input type="radio"/> selbst im Produkt <input type="radio"/> in einem anderen Produkt <input type="radio"/> im Verkauf <input type="radio"/> sonstiges: _____ <input type="radio"/> NEIN			
5	Wie, glauben Sie, könnten Ihre biogenen Reststoffe verwertet werden? (Beiblatt)				
	Methode:	Ja	Eher ja	Eher nein	Nein
	STOFFLICH				
	- unter Erhaltung der Biomoleküle (Gesamtmoleküle)				
	- chemischer Prozeß, z.B. zu Biodiesel, Seife,...				
	BIOTECHNOLOGISCH				
	- energetisch, z.B. zu Biogas				
	- molekular, z.B. zu Alkohol, Essig,...				
	THERMISCH				
	KOMPOSTIERUNG				
	FUTTERMITTEL				
6	Welche Industriezweige, glauben Sie, können Ihre biogenen Reststoffe nutzen?	<input type="radio"/> Nahrungsmittelindustrie <input type="radio"/> non-food Industrie <input type="radio"/> chemische Industrie			

		<input type="radio"/> Pharmaindustrie <input type="radio"/> sonstige: <input type="radio"/> keine (weiter mit 9)
7	Warum nutzen Sie diese Chance nicht?	<input type="radio"/> Technologie <input type="radio"/> Kosten <input type="radio"/> Marktsituation <input type="radio"/> sonstige Gründe:
8	Kennen Sie branchenverwandte Betriebe, die diese biogenen Reststoffe wertstofflich nutzen?	<input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN
9	Haben Sie schon einmal überlegt biogene Reststoffe anderer Nahrungsmittelerzeuger oder anderer Industriezweige als Rohstoff oder Zusatzstoff einzusetzen?	<input type="radio"/> JA: Woran gescheitert? Welche biogenen Reststoffe? <input type="radio"/> NEIN

(NON FOOD BEREICH)

„Aufgrund von Ressourcenmangel wird es in den nächsten 50 Jahren in der chemischen Industrie zu einer Rohstoffknappheit kommen.

Da fossile Ressourcen nur noch begrenzt verfügbar sein werden, findet bereits heute eine Umorientierung der **chemischen und pharmazeutischen Industrie** zu alternativen Rohstoffen statt.

Die Basis hierfür stellen nachwachsende Rohstoffe und die bei ihrer primären Verarbeitung (in der Lebens- und Nahrungsmittelindustrie) anfallenden Reststoffe dar.“

		voll	Weniger voll	eher nicht	überhaupt nicht
1	In wie weit stimmen Sie dieser These zu?				
2	Könnten Sie sich vorstellen zukünftig Rohstoffe für diese Industrie bereit- bzw. herzustellen?				
3	Sehen Sie diese Möglichkeit als einen zukünftigen Markt?				
4	Haben Sie sich schon einmal überlegt in diesen Markt mit einzusteigen?	<input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN (weiter mit 6)			
5	Warum sind Sie nicht eingestiegen? Wo lag bzw. liegt das Problem?				
6	Wären Sie grundsätzlich bereit ein anderes oder zusätzliches Produkt aus den selben Rohstoffen zu erzeugen?	<input type="radio"/> JA: Welches? <input type="radio"/> NEIN			
7	Sehen Sie im non-food Bereich einen zukünftigen bzw. zusätzlichen Markt für Ihre Branche?	<input type="radio"/> JA Mit: <input type="radio"/> Sekundärrohstoff Lieferung <input type="radio"/> Koppelprodukt Erzeugung <input type="radio"/> sonstigem: _____ <input type="radio"/> NEIN			
8	Sehen Sie im non-food Bereich einen zukünftigen bzw. zusätzlichen Markt für Ihre Firma?	<input type="radio"/> JA Mit: <input type="radio"/> Sekundärrohstoff Lieferung <input type="radio"/> Koppelprodukt Erzeugung <input type="radio"/> sonstigem: _____ <input type="radio"/> NEIN			

ZUSAMMENARBEIT

Feedback und Joanneum Research		
1	Haben Ihnen Fragen in diesem Interview gefehlt?	<input type="radio"/> JA: Welche? <input type="radio"/> NEIN
2	Haben Sie das Gefühl dieses Interview hat Ihnen etwas gebracht?	<input type="radio"/> JA: Was? <input type="radio"/> NEIN
3	Habe Sie durch dieses Interview neue Impulse für Ihren Betrieb bekommen?	<input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN
1	Sind Sie damit einverstanden auch weiterhin mit JR in dieser Sache (Projekt) zusammenzuarbeiten?	<input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN
2	Würden Sie die Unterstützung von JR in bezug auf Antragsunterstützungen bzw. Forschungsförderungen annehmen?	<input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN
3	Können Sie sich vorstellen in Zukunft mit JR im F&E – Bereich zusammenzuarbeiten?	<input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN
4	Wären Sie bereit für eine Stoffstromanalyse Ihre biogenen Reststoffe für meine DA und die Analysendaten zur Verfügung zu stellen?	<input type="radio"/> JA <input type="radio"/> <i>Stoffströme</i> <input type="radio"/> <i>Massenströme</i> <input type="radio"/> <i>Inhalte (qualitativ und quantitativ)</i> <input type="radio"/> NEIN

8.3 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1.1: Die wertstoffliche Nutzung biogener Reststoffe.....	1
Abbildung 4.1: ZERI Kreislaufwirtschaft für Brauereien (nach ZERI-Institut, G. Pauli).....	10
Abbildung 4.2: Vereinfachtes Fliessbild der Zuckerproduktion [].....	19
Abbildung 4.3: Stoffflussdiagramm der Zuckerherstellung, Teil 1	23
Abbildung 4.4: Stoffflussdiagramm der Zuckerherstellung, Teil 2	24
Abbildung 4.5: Fliessbild der Milchverarbeitung []	26
Abbildung 4.6: Vereinfachtes Fließbildschema einer Kürbiskernöl Gewinnung	29
Abbildung 4.7: Produktionsschema einer Speiseölraffinerie [19, S.98]	32
Abbildung 4.8: Beispielhafte Stoffströme bei der Verarbeitung von Speiseölen	34
Abbildung 4.9: Fliessbild der Bierproduktion [19]	37
Abbildung 4.10: Stoffströme bei der Bierherstellung	38
Abbildung 4.11: Fließbild der Mehlerzeugung	42
Abbildung 4.12: Beispielhaftes Stoffstrombild der Mehlproduktion.....	43
Abbildung 4.13: Vereinfachtes Fließbild der Weinerzeugung.....	45
Abbildung 4.14: Biogene Reststoffe bei der Weinerzeugung (alle Angaben in kg).....	46
Abbildung 4.15: Fließbildschema der Fruchtsaftbereitung nach [19]	50
Abbildung 4.16: Fließbild der Mischfüttererzeugung	53
Abbildung 5.1: Einschätzung des Marktes für biogene Reststoffe durch Unternehmen	56
Abbildung 5.2: Non-food These im Blickwinkel der Unternehmen.....	61
Abbildung 5.3: Rohstoffe für den non-food Bereich.....	62
Abbildung 5.4: non-food Bereich als zukünftiger Markt	62

8.4 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 4-1: Daten zu den befragten Unternehmen	17
Tabelle 4-2: Input / Output Bilanz des Zuckerproduzenten (Teil1, Input)	20
Tabelle 4-3: Biogene Reststoffe der Zuckerproduktion	21
Tabelle 4-4: Analysedaten von Bentoniten, Angaben in Masse-%.....	35
Tabelle 4-5: Input/Output Daten der Brauunion Österreich []	38
Tabelle 4-6: Umfragewerte für einige biogene Reststoffe aus zwei Betrieben	39
Tabelle 4-7: Inhaltsstoffe der Treber und der Hefe.....	39
Tabelle 4-8: Mengen biogener Reststoffe aus der Mehlproduktion	43
Tabelle 4-9: Kosten der Pressung von Traubenkernen	47
Tabelle 4-10: Biogene Reststoffe der befragten Unternehmen	51
Tabelle 4-11: Einsatzstoffe und Mengen biogener Reststoffe aus der lebensmittel-verarbeitenden Industrie in Mischfutterwerken	54
Tabelle 5-1: Verwertungspotentiale aus Sicht der Unternehmen	58
Tabelle 5-2: Nutzung durch andere Industriezweige	59
Tabelle 5-3: Ursachen für die Nichtnutzung der Möglichkeiten	59
Tabelle 5-4: Verwertung fremder Reststoffe im Betrieb	60
Tabelle 5-5: Produkte für den non-food Bereich.....	63
Tabelle 6-1: Ungefähre Ausbeuten bei Verarbeitungsprozessen in der LM- Industrie	65
Tabelle 6-2: Qualitätsmanagement- und Umweltmanagementsysteme in den befragten Betrieben derzeit.....	65
Tabelle 6-3: Bereitschaft zu Netzwerkaktivitäten.....	67

8.5 LITERATUR

- [1] B. Brosch. (1999) *In Wirtschaftsstandort Österreich – Ernährungswirtschaft. Hrsg. S. Buchinger, H. Handler, BM für wirtschaftliche Angelegenheiten, Wien, S. 249*
- [2] G. Pauli. (1998) *UpSizing – The Road to Zero Emissions, More Jobs, More Income And No Pollution, Greenleaf Publishing, Sheffield, UK.*
- [3] J. Woidasky, M.-A. Wolf. (1998) Field Trip to the Tunweni Brewery on 19 Oktober 1998. *In www.zeroemission.de/brewery/traveltsumebbrewery.html*
- [4] R. Klee. (1999) Zero Waste System in Paradise. *Biocycle - Journal of Composting and Recycling. Vol. 40 No.2*
- [5] ZERI. (o.J.) Integrated biosystems applied to agro-industrial industries. *In <http://www.zeri.org/archive/five4a.htm>*
- [6] P. Stamets. (1993) *Growing Gourmets & Medicinal Mushrooms. Ten Speed Press, Berkeley, California. S. 42-55, 313ff.*
- [7] Steve Capeness. (2000) Adopting Vermiculture Technology to Manage and Utilize Organic Waste. IBS for Sustainable Development, Proceedings of the InFoRM 2000 National Workshop, RIRDC 2002.S.114ff (ISBN 0 642 58393 5)
- [8] A. Grand. *VermiGrand Wurmkompost, Grand KEG, 3462 Absdorf*
- [9] J. Foo. (2000) Integrated Bio-Systems: A Global Perspective. IBS for Sustainable Development, Proceedings of the InFoRM 2000 National Workshop. RIRDC 2002. S.37ff. (ISBN 0 642 58393 5)
- [10] C. Hardy, S. Hedges, D. Simonds. (2000) Integrated Bio-Systems: Mushrooming Possibilities. *Yale F&ES Bulletin 106. S. 279-284*
- [11] G. Pauli. (1999) Restructuring Inefficient and Polluting Industries. ZERI Newsletter, Mai 1999. *In www.zeri.org/news/1999/may/may_ind.htm*
- [12] Jens Hofmann. (2002) persönlicher Kontakt mit dem Braumeister
- [13] Hopffisterei Ludwig Stocker. (2002) Angebotssortiment, Andechser Brot mit Biertreber. *In http://www.hopffisterei.de/html/fr_genere_brotsortiment.html*
- [14] Lebensmittelbericht des BMLUFW 1997, S212
- [15] H. Weindlmeier (1999). Determinanten der Wettbewerbsfähigkeit der Ernährungswirtschaft. *In Wirtschaftsstandort Österreich – Ernährungswirtschaft. Hrsg. S. Buchinger, H. Handler, BM für wirtschaftliche Angelegenheiten, S. 40f*
- [16] AGRANA Informationsbroschüre Zahlen und Fakten 2001, AGRANA AG
- [17] B. Watzl. (2001) Saponine – Charakteristik, Vorkommen, Aufnahme, Stoffwechsel, Wirkungen, *Ernährungsumschau 48. Heft 6, S 251-253*
- [18] T. Eder¹, M. Mittelbach¹, R. Hiesmayr², U. Zaismann², V. Ribitsch². (2002) Interner Kurzbericht zur Saponingewinnung aus Zuckerrüben. ¹Arbeitsgruppe für Nachwachsende Rohstoffe, Institut für Chemie, KFU Graz. ²Institut für chemische Prozesskontrolle – Joanneum Research.
- [19] *Hrsg. R. Heiss. (1996) Lebensmitteltechnologie. 5. überarbeitete Auflage. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.*
- [20] Ibeco Homepage. (2002) *In <http://www.ibeco.de/deutsch/indexdeutsch.html>*

- [21] VDZ Verein Deutscher Zementwerke. (2002) Umweltdaten der deutschen Zementindustrie - Aktualisierung 2000. S. 8ff. In <http://www.vdz-online.de/pub/pub.htm>
- [22] G. Mikalu, Perlmooser-LaFarge Zementwerke Retznei und F. Petscharnig, Wietersdorfer und Peggauer Zementwerke, (2002). Persönliche Gespräche
- [23] Umweltbericht der Brauunion Österreich AG. (2001)
- [24] H. Linder Mayer, G. Propstmeier. (o.J.) Grundlagen der Tierfütterung. Bericht der Bayerischen Landesanstalt für Tierzucht.
- [25] KIRIN Brauerei, Japan. In www.kirin.co.jp/english/company/env/p34.html
- [26] O. Kanauchi, K. Mitsuyama, Y. Araki. (2001) Development of a Functional Barley Foodstuff from Brewers Spent Grain for the Treatment of Ulcerative Colitis. J. American Society of Brewing Chemists, 59 (2) S.59-62.
- [27] G. Blümlhuber. (2002) Kieselgurrecycling. In <http://www.weihenstephan.de/blm/leu/>
- [28] Anheuser Bush Companies Environmental, Health and Safety Report 2000. In www.abenvironment.com
- [29] A. Ahrens. (2000) Abwasser und Abwasserbehandlung. Brauerei Forum Nr. 10/2000. S.287 ff
- [30] S. Kerschbaum, P. Schweiger. (2001) Untersuchungen über die Fettsäure und Tocopherolgehalte von Pflanzenölen. In Informationen für die Pflanzenproduktion, Sonderheft 1/2001. Landesanstalt für Pflanzenbau Forchheim.
- [31] R. Schneeweiß. (2000) Snackartikel und extrudiertes Flachbrot mit hoher sensorischer Qualität und reduzierter Nährstoffdichte. In Jahresbericht 99/00 des Institutes für Getreideverarbeitung GmbH, Deutschland.
- [32] Dorfmarkt. Natur und Kosmetikprodukte aus dem Bregenzerwald. Artikelbestellung. In <http://www.dorfmarkt.at/shop/detail.asp?Gruppe=50>
- [33] Hrsg. E.U. v. Weizsäcker, J.-D. Seiler Hausmann. (1999) Ökoeffizienz – Management der Zukunft. Birkhäuser Verlag, Berlin.
- [34] H. Böchzelt, W. Haas, H. Schnitzer. (2002) Wertstoffgenerierung aus dem Abfallprodukt Traubentrester. NTS-Joanneum Research, Graz.

Literatur (auszugsweise)

- B.R. Allenby. (1994) The Greening of Industrial Ecosystems, Washington.
- P. Baccini, H.-P. Bader. (1996) Regionaler Stoffhaushalt – Erfassung, Bewertung und Steuerung, Spektrum Akademischer Verlag GmbH.
- B. Bauer, K. Hribernig, A. Rogl, S. Sandberg, T. Schröck, E. Walter. (2001) Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Österreich – Marktanalyse und Handlungsmaßnahmen, BMVIT, Wien.
- BLT Wieselburg; Nachwachsende Rohstoffe. Mitteilungen der Fachbereichsgruppe
- BMLF. Ergebnisbericht Europakonferenz für Nachwachsende Rohstoffe, Okt. 1998, Gmunden.
- BMLF. 41. Grüner Bericht 1999 – Bericht über die Lage der österreichischen Landwirtschaft, Wien 2000
- BMUJF. Zukunftsstrategien für eine integrierte österreichische Abfall- und Stoffstromwirtschaft, Schriftenreihe des BMUJF, 24/1998

H. Dimitroff-Regatschnig. (1997) Entwicklung eines methodischen Ansatzes zur Ableitung von Umweltkosten aus betrieblichen Rechnungswesen. Schriftreihe des BMUJF, 12/1997

G. Gieseler. (1997) Potential pflanzlicher Reststoffe zur Rohstoffgewinnung. BMFT.

C. Krotschek, R. Wimmer, M. Narodoslawska. (1997) Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Österreich. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 17/97

H. Mackwitz et al. (1997) Nachwachsende Rohstoffe und sanfte Chemie (Teil a & b). Berichte aus Energie- und Umweltforschung, BMWV, Wien.

P. Taibinger, R. Schott. (1995) Branchenkonzept Nahrungs- und Genussmittelindustrie, Abfälle und Stoffströme, Branchenkonzepte des BMU, Wien.

O.-S. Tromp. (1995) Sustainable Use Of Renewable Resources For Material Purposes. UNEP Research Programme RA1 Report, Paris.

Umweltbundesamt. (1997) Umweltbiotechnologie in Österreich. BMUJF, Monographien 85a.

H. Wohlmeyer. (1996) Waren- und Geldströme in der österreichischen Ernährungswirtschaft, ÖVAF, Wien.

Weiterführende persönliche Gespräche mit:

K. Totter, SEEG Ölmühle Mureck

Hr. Kirchmaier, Fa. Farina, Raaba

Hr. Friedl, Fa. Friola, Graz

Hr. Seitinger, Fa. Grünwald, Stainz

Hr. Mag. Edtberger, Fa. Linzer Krafftutter, Linz

Hr. K. Pelzmann, Fa. Pelzmann, Wagna

Hr. H. Weiß, Fa. Puntigammer, Graz

Hr. DI Hochleitner, Fa. Spitz, Attnag-Puchheim

Hr. Osvald, Fachverband der Nahrungs- und Genussmittelindustrie, Wien

Fr. Ringmaier, Fa. Der Saubermacher

Hr. G. Pauli, ZERI, Genf, Schweiz

Hr. C. Weber, Fa. Multiforsa, Steinhausen, Schweiz

Und allen Interviewpartnern vor Ort