



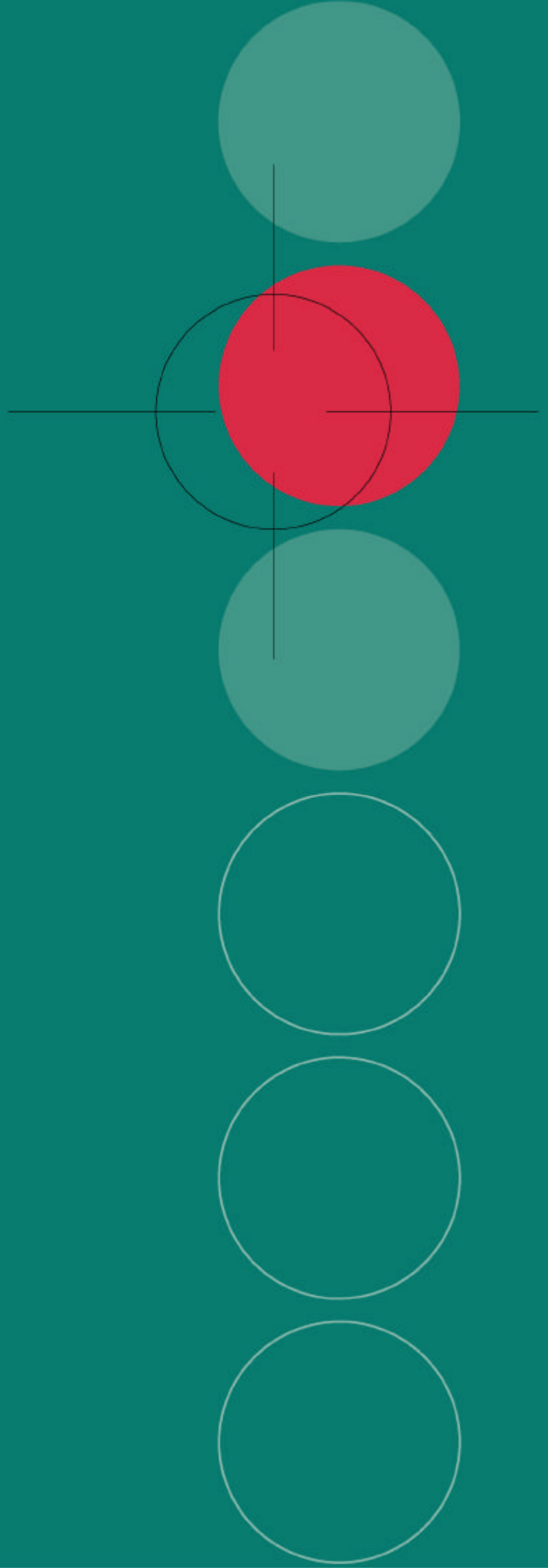
ÖSTERREICHISCHE  
AKADEMIE DER  
WISSENSCHAFTEN

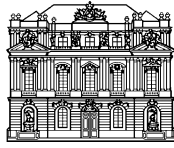


INSTITUT FÜR  
TECHNIKFOLGEN-  
ABSCHÄTZUNG

**TECHNIKFOLGEN-  
ABSCHÄTZUNG  
DER GRÜNEN  
BIORAFFINERIE**

**BAND I: ENDBERICHT**





# **TECHNIKFOLGEN- ABSCHÄTZUNG DER GRÜNEN BIORAFFINERIE**

**BAND I: ENDBERICHT**

INSTITUT FÜR TECHNIKFOLGEN-ABSCHÄTZUNG  
DER ÖSTERREICHISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

Susanne Schidler

*Unter Mitarbeit von:*

Heidi Adensam, Roswitha Hofmann, Stephan Kromus, Mahshid Sotoudeh, Markus Will

WIEN, JULI 2003

# Inhalt

Kurzfassung/Summary .....	I/III
1 Einleitung .....	1
1.1 Hintergrund .....	1
1.2 Zielsetzung .....	3
2 Stand der Technik: Die Grüne Bioraffinerie im Detail .....	5
2.1 Kurzer Überblick .....	5
2.1.1 Rohstoffherzeugung – Landwirtschaft .....	5
2.1.2 Verfahren .....	6
2.1.3 Produkte .....	6
2.1.4 Organisatorische Konzepte für die Grüne „Bioraffinerie Österreich“ .....	7
2.2 Entwicklung des Konzepts der Grünen Bioraffinerie .....	8
2.2.1 International .....	8
2.2.2 Österreich .....	8
2.3 Technologiebeschreibung – Überblick .....	9
2.4 Rohstoffe .....	10
2.4.1 Anbau .....	10
2.4.2 Fraktionierung .....	14
2.4.3 Vorbehandlung des Rohstoffs (Zerkleinerung – Zellaufschluss) .....	15
2.4.4 Presstechnik .....	17
2.5 Produkte .....	17
2.5.1 Proteine .....	17
2.5.2 Milchsäure und ihre Derivate .....	22
2.5.3 Umsetzung von Restströmen in einer Biogasanlage zur Erzeugung von Prozessenergie .....	27
2.5.4 Biogaserzeugung in Gemeinschaftsanlagen .....	29
2.6 Grüne Bioraffinerie Österreich – Organisationsprinzipien .....	30
2.6.1 Dezentrale Grüne Bioraffinerie .....	31
2.6.2 Zentrale Grüne Bioraffinerie .....	32
2.6.3 Semi-dezentrale Grüne Bioraffinerie .....	33
3 Bewertungsrahmen: Operationalisierung von Nachhaltigkeit .....	35
3.1 Grundlagen .....	35
3.2 Kriterienbildung für die Grüne Bioraffinerie .....	42
3.2.1 Kriterienvorschlag .....	42
3.2.2 Moderierter ExpertInnenworkshop .....	47
3.2.3 Auswertung der Ergebnisse .....	57
3.3 Zusammenführung .....	58
3.3.1 Inhaltliche Beschreibung der Kriterien .....	59
4 Stand des Wissens: Die Grüne Bioraffinerie auf dem Prüfstand .....	71
Kategorie A: Gesundheits- und umweltrelevante Impacts .....	71
Cluster Inputströme .....	72
Cluster Outputströme .....	74
Cluster Risiken .....	75
Cluster Landwirtschaft .....	76
Cluster Flächen .....	79
Kategorie B: Sicherung und Qualität der Beschäftigung .....	81
Cluster Anlage (Sicherheit in der Anlage) .....	81
Cluster Akteur (Beschäftigte) .....	81
Kategorie C: Wissen .....	83
Cluster Bestehende Ressourcen .....	83
Cluster Zu bildende Ressourcen .....	84

Kategorie D: Regionalentwicklung.....	85
Cluster Regionalwirtschaft und –versorgung.....	85
Cluster Kulturelle und individuelle Identität.....	86
Kategorie E: Akteursinteraktionen.....	88
Kategorie F: Wirtschaftlichkeit.....	90
Cluster Wirtschaftlichkeit der Anlage.....	91
Cluster Wirtschaftlichkeit aus Akteurssicht.....	93
5 Zusammenfassende Bewertung der Bioraffinerie Österreich.....	97
5.1 Einführung.....	97
5.2 Bewertungsraster.....	97
5.3 Positive Aspekte.....	100
5.4 Negative Aspekte.....	101
5.5 Wissenslücken.....	101
5.6 Zielkonflikte.....	102
5.7 Ausblick – die nächsten Schritte.....	104
6 Empfehlungen.....	105
Bibliografie.....	107
Abkürzungsverzeichnis.....	117

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.3-1: Überblick über das Gesamtsystem einer Grünen Bioraffinerie.....	9
Abbildung 2.5-1: Protein-Gewinnungsprozess der Firma France Luzerne.....	19
Abbildung 2.5-2: Schema einer Milchsäureaufbereitung mit Chromatographie.....	23
Abbildung 2.5-3: Modell einer herkömmlichen landwirtschaftlichen Biogasanlage (ARGE Biogas/BOKU), (Amon et al. 1997).....	28
Abbildung 2.5-4: „GrassPower“ Gemeinschaftsanlage Biogas (Graf 2001).....	29
Abbildung 2.6-1: Das System „Grüne Bioraffinerie“ als Kooperationsmodell zwischen Landwirtschaft und Industrie.....	30
Abbildung 2.6-2: Dezentrale Grüne Bioraffinerie.....	31
Abbildung 2.6-3: Zentrale Grüne Bioraffinerie.....	32
Abbildung 2.6-4: Semi-dezentrale Grüne Bioraffinerie.....	33
Abbildung 3.2-1: Kriterienvorschlag zu den Regeln zu „Sicherung der menschlichen Existenz“.....	48
Abbildung 3.2-2: Kriterienvorschlag zu den Regeln zu „Erhaltung des gesellschaftlichen Produktivpotenzials“.....	50
Abbildung 3.2-3: Kriterienvorschlag zu den Regeln zu „Bewahrung der Entwicklungs- und Handlungsmöglichkeiten“.....	52
Abbildung 3.2-4: Ergebnis der Clusterbildung zu „Sicherung der menschlichen Existenz“.....	54
Abbildung 3.2-5: Ergebnis der Clusterbildung zu „Erhaltung des gesellschaftlichen Produktivpotenzials“.....	55
Abbildung 3.2-6: Ergebnis der Clusterbildung zu „Bewahrung der Entwicklungs- und Handlungsmöglichkeiten“.....	56

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.5-1: Eiweißversorgung in Österreich; Anteil der Ö-Produktion.....	21
Tabelle 2.5-2: Industrie proteine und Weltproduktion (Bonk 2001).....	22
Tabelle 3.1-1: Ziele und Regeln für eine nachhaltige Entwicklung.....	39
Tabelle 3.3-1: Hierarchie des Kriteriensets und inhaltliche Zuordnungen.....	58
Tabelle 4-1: Anzahl und Qualifikationsanforderungen der Arbeitsplätze in einer Biogasanlage.....	82
Tabelle 4-1: Produkte aus einer Anlage mit einem Stoffdurchsatz von 10.000t TM/a.....	91
Tabelle 5.2-1: Tabellarische Darstellung der Bewertung der Grünen Bioraffinerie auf Technologieebene.....	99

# Kurzfassung

Ziel des vorliegenden Projektes war es, eine erste Bewertung der Grünen Bio-raffinerie auf Technologieebene durchzuführen. Da es noch keine Referenz-anlagen gibt, und daher weder Messreihen oder Erfahrungen über die Aus-wirkungen in einer konkreten Region vorhanden sind, wurde die Bewertung anhand von Literaturrecherche und Expertenbefragungen durchgeführt.

Der erste Schritt war die Untersuchung des Standes der Technik Systemgren-zen für diese Recherche bildete das Konzept der Grünen Bio-raffinerie Öster-reich. Zentrales Element der Arbeit war die Erarbeitung eines Kriterien-satzes zur Bewertung der Nachhaltigkeit einer Technologie. Es wurde vom Projektteam zusammen mit ExpertInnen interdisziplinär erarbeitet. Die Auswirkungen der Technologie waren Inhalt einer Literaturrecherche. Der nächste Schritt war die Anwendung der Kriterien unter Nutzung des aktuellen Standes des Wissens und eine Beschreibung der im Rahmen der Bewertung sichtbar gewordenen möglichen Zielkonflikte. Den Abschluss bildete die Formulierung einiger Emp-fehlungen.

Die Grüne Bio-raffinerie wurde vor dem Hintergrund aktueller Probleme in der Landwirtschaft, wie zum Beispiel Überproduktion im Nahrungsmittelbereich oder Rückgang der Weideflächen durch intensive Viehhaltung (Erhöhung des Kraftfutteranteils, ganzjährige Stallhaltung) entwickelt. Die Grüne Bio-raffine-rie Österreich ist ein Konzept, das die Erzeugung einer breiten Produktpalette aus pflanzlichen Rohstoffen mit den Zielen der Landschaftspflege verbindet. Der dabei eingesetzte Rohstoff ist Wiesengrünmasse aus dem Bereich Grün-landwirtschaft/Viehwirtschaft. Um eine regelmäßige Produktion das ganze Jahr über zu gewährleisten, wird diese Biomasse auch in Form von Silage weiter-processed.

Die Abpressung (Fraktionierung) des Silage-Saftes ist ein wichtiger Schritt, die Wahl der Technologie bestimmt den Abpressgrad und damit die Ausbeute. Weitere Verfahren sind Zellaufschluss, Abtrennung von Proteinen durch Fil-tration oder Koagulation und Reinigungsverfahren im Bereich Milchsäurege-winnung. Produkte der Grünen Bio-raffinerie sind neben Proteinkonzentraten für Nahrungs- und Futtermittelindustrie oder auch technische Anwendungen, Milchsäure für verschiedene Anwendungen in der Landwirtschaft oder der Kunststoffindustrie, Fasern für verschiedene Anwendung z. B. in der Bauin-dustrie und Biogas. Organisiert kann die Anlage zentral (= eine zentrale Bio-gasanlage, nur Silage dezentral erzeugt), semi-dezentral (= mehrere Biogas-anlagen in landwirtschaftlichen Betrieben und eine zentrale Anlage) oder de-zentral (= mehrere Biogasanlagen, keine zentrale Einheit) sein. Die Auswahl der Organisationsform erfolgt nach regionalen Gegebenheiten.

Um den Beitrag der Grünen Bio-raffinerie zur nachhaltigen Entwicklung ab-bilden zu können, wurde ein Bewertungsrahmen entwickelt. Grundlage dazu bildete ein Kriterienvorschlag, der anhand der Ergebnisse einer Literaturre-cherche erarbeitet wurde. Der Vorschlag basierte auf einem integrierten (dimen-sionsübergreifenden) Ziel- und Regelsystem, das zu den drei generellen Nach-haltigkeitszielen

1. Sicherung der menschlichen Existenz
2. Erhaltung des gesellschaftlichen Produktivpotenzials
3. Bewahrung der Entwicklungs- und Handlungsmöglichkeiten der Gesellschaft Regeln zur Erreichung dieser Ziele formuliert.

**Bewertung auf  
Technologieebene**

**Hintergrund:  
aktuelle Probleme  
der Landwirtschaft**

**Rohstoff Wiese**

**Kombination  
verschiedener  
Technologien**

**breite Produktpalette**

**Organisation  
nach regionalen  
Gegebenheiten**

**Bewertungsrahmen für  
die Grüne Bio-raffinerie**

**generelle  
Nachhaltigkeitsziele**

<b>interdisziplinäre ExpertInnen</b>	Der Vorschlag wurde im Rahmen eines interdisziplinären ExpertInnenworkshops diskutiert und bearbeitet.
<b>Kriterien sind adaptierbar</b>	In einem weiteren Schritt wurden die Kriterien inhaltlich geclustert und hierarchisch gegliedert. Das Ergebnis ist ein integrierter Bewertungsrahmen der aus 26 Kriterien besteht, die zu Clustern (14) und diese zu Kategorien (6) zusammengefasst sind. Die Integration der Dimensionen der Nachhaltigkeit vermeidet die Bevorzugung einzelner Bereiche und Probleme mit deren Verknüpfung. Kriterien geben ein Ziel vor, aber noch keine exakten numerischen Angaben, sind also auf unterschiedliche Fragestellungen leichter adaptierbar als Indikatoren (Messzahlen). Die Hierarchie bietet die Möglichkeit, die Komplexität der Problemstellung besser erfassbar und darstellbar zu machen.
<b>Integration der Dimensionen</b>	
<b>hierarchische Ordnung</b>	
<b>Bewertung der Technologie</b>	Der nächste Schritt war die Anwendung der Kriterien auf das, in Literaturrecherche und Expertenbefragung zusammengeführte Wissen über die Grüne Bioraffinerie. Dieser Schritt zeigte folgende Resultate:
<b>positive Aspekte</b>	Positive Aspekte finden sich im Bereich der technischen Parameter, besonders bei umweltrelevanten Fragen. Auch der Beitrag zum Schutz der Kulturlandschaft, die Schaffung von Arbeitsplätzen in der Region und die Unterstützung der regionalen Infrastruktur sind hier zu nennen.
<b>negative Aspekte und kritische Punkte</b>	An negativen Aspekten ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt nur die Verwendung energieintensiver Prozesschemikalien zu nennen. Es finden sich jedoch in den Bereichen Landwirtschaft (Intensivierung) und Transport (Entfernungen) kritische Punkte, deren Gestaltung wesentlichen Einfluss auf die Nachhaltigkeit der Grünen Bioraffinerie haben wird.
<b>Informationsdefizite</b>	Unsicherheiten bestehen noch bei einer Reihe von Fragen, die erst auf Basis einer konkreten Anlage und ihrer Integration in einer Region beantwortet werden können. So können über einige technische Parameter wie z. B. Spülwasser, Lärm und Prozessabfälle noch keine Angaben gemacht werden. Abschätzungen über Transportwege und Sicherheit der Anlage fehlen genauso wie Aussagen über Partizipation und einige Aspekte der Wirtschaftlichkeit.
<b>Zielkonflikte</b>	Konfliktfelder zeigen sich im Bereich Landwirtschaft (Intensivierung), Nutzungsüberlagerungen (Tourismus, weitere Nawaros) und dem Verständnis von Partizipation (Akzeptanzschaffung). Weitere Spannungsfelder sind der bereits etablierte Milchsäuremarkt, die Konkurrenz zu billigeren petrochemischen Produkten sowie die Subventionierung landwirtschaftlicher Produkte. Im Bereich der regionalen Integration finden sich hier Punkte wie die Erhaltung von Arbeitsplätzen (Flurbereinigungen können Effekt aufheben) und Infrastrukturverbesserungen in Verbindung mit Flächenverbrauch
<b>Empfehlungen</b>	Handlungsempfehlungen sollen zusammen mit betroffenen Akteuren in einem Folgeprojekt entwickelt werden. Einige Punkte haben sich jedoch bereits herauskristallisiert:
<b>Unteilbarkeit von Nachhaltigkeit</b>	Voraussetzung für die Unterstützung der nachhaltigen Entwicklung ist aufgrund der komplexen Fragestellung eine dimensionsübergreifende, interdisziplinäre Betrachtung der jeweiligen Problemstellung.
<b>Partizipation</b>	Konsensfähige Lösungen erleichtern längerfristige Planungen und unterstützen eine längerfristige Sicherung des Konzepts. Dazu bedarf es der frühzeitigen Einbeziehung von Betroffenen.
<b>österreichweites Nawaro-Konzept</b>	Es fehlt ein österreichweites Konzept zur Nutzung von Biomasse und geeigneten Flächen zum Anbau nachwachsender Rohstoffe.
<b>Gras als Nawaro</b>	Gras sollte aufgrund seines Potentials zur Verwertung seiner Inhaltsstoffe und zur Energieerzeugung (Biogas) als Nawaro klassifiziert werden.

## Summary

The aim of this project was an initial assessment of the concept of a green bio-refinery. This assessment is based on a literature survey and expert interviews because no pilot plant exists as of yet and consequently there are no actual testing series and no experience with impact on a concrete region.

The first step was the analysis of the technology available. Research was limited to the concept of Green Bio-refinery Austria. The main focus of this work was the development of criteria to assess the contribution of a given technology to sustainability. It was compiled within an interdisciplinary team of experts. The impact of the technology was a topic of literature survey. The next steps were the application of these criteria to the current knowledge about this technology and the description of different objectives and thereby arising conflicts. The report concludes with recommended options of action.

The green bio-refinery was developed against the background of recent problems in agriculture such as overproduction or loss of grazing pastures because of intensified animal husbandry, which both endanger cultural landscapes. The Green Bio-refinery Austria is a concept which combines the production of a wide range of products based on renewable resources with the aims of landscape conservation. The raw material used in the green bio-refinery is green biomass from grasslands and animal husbandry. To ensure continuous production throughout the year, this biomass is also used in the form of silage.

Extracting the grass-juice is an important step, and the chosen technology determines the rate of yield. Other processes are cell disruption, separation of proteins by filtration or coagulation and purification technology for lactic acid. Products of the green bio-refinery are, in addition to protein concentrates for food and feed industry or technical applications, lactic acid for applications in agriculture and in the plastics industry, fibres for various applications e.g. in the construction industry and biogas. The plant can be organised centrally (one central biogas plant, while silage is produced decentrally), semi-decentrally (several biogas plants at farms and one central plant), or decentrally (several biogas plants, no central plant). The chosen form depends on regional circumstances.

Assessment criteria were developed to show the contribution of the green bio-refinery to sustainable development. The starting point was a list of recommended criteria based on the results of the literature survey. This recommendation was based on an integrated (integrating the dimensions of sustainability) system of sustainability aims, and rules to reach these aims. The aims are to

1. preserve human existence,
2. maintain the social productivity potential,
3. perpetuate society's options for development and decision making

This recommendation was discussed and adapted during an interdisciplinary expert workshop.

The next step was clustering the criteria and establishing a hierarchical structure. The result was an integrative set of 26 criteria, merged into 14 clusters and these into 6 major categories. This integration of the dimensions of sustainability avoids the priority of any single dimension as well as problems with linking them. Criteria indicate aims, but are not rigid numeric indicators, so they are adaptable for a wider variety of questions. This hierarchy provides the opportunity to better comprehend and show the complexity of the issue being investigated.

**assessment of the technology concept**

**recent problems of agriculture**

**raw material meadows**

**combination of different processes**

**wide range of products**

**organisation depends on regional circumstances**

**assessment criteria for the green bio-refinery**

**general aims of sustainability**

**interdisciplinary experts**

**criteria are adaptable**

**integration of dimensions**

**hierarchical system**

The next step was the application of the criteria to the results of literature research and the expert-interviews on the green bio-refinery. The results are:

<b>positive aspects</b>	Positive aspects were found in the field of technical parameters, especially environmental questions. Maintenance of cultural landscapes, employment creation, and the benefit for regional infrastructure are to be mentioned here.
<b>negative aspects</b>	At this stage only one negative aspect was found, the use of energy-intensive chemicals. But there are also critical topics like intensified agricultural use and distance of transport. The handling of these aspects will have an essential influence on the sustainability of the green bio-refinery.
<b>lack of information</b>	Uncertainties exist for a lot of questions which can only be answered on the basis of a pilot plant and in a specific regional context. Consequently there are no estimations for technical parameters as, for example, the amount of water needed for rinsing, the noise or processing wastes. In addition transport distances, safety factors, participation and some of the economic aspects can only be evaluated on the basis of a concrete plant.
<b>foreseeable conflicts</b>	Conflicts are foreseeable in agriculture (intensification), overlapping land use (tourism, other renewables) and in the understanding of participation. Further topics to be mentioned here are the already established lactic acid market, competition with cheap petrochemical products and subsidies for agricultural products. In the area of regional integration, the aspects of maintaining working places (effect depends on accompanying measures) and improving infrastructure which can cause surface sealing also need to be addressed.
<b>recommendations</b>	Options of action will be developed together with effected actors in a further project. Some matters have already become apparent
<b>sustainability is indivisible</b>	Sustainability is a complex topic. Therefore assessments have to be accomplished integratively, comprehensively, and interdisciplinarily.
<b>participation</b>	Decisions made by consensus ease long term planning and also perpetuate the concept. This can be attained through participative procedures.
<b>Austrian renewables concept</b>	An Austrian wide concept for the use of biomass and cultivable land for renewable resources has yet to be developed in Austria.
<b>grass as a renewable resource</b>	Since grass has the potential of delivering a wide variety of substances as well as energy, it should be classified by the EU as a renewable raw material.



# I Einleitung

Im Rahmen der UNCED-Konferenz in Rio de Janeiro, 1992, wurde das Leitbild der Nachhaltigkeit als wichtiges Ziel definiert. Die gleichberechtigte Beachtung der sozialen, der wirtschaftlichen und der ökologischen Belange bildet dabei eine wichtige Grundlage. Ein Schwerpunkt der verschiedenen Nachhaltigkeitsstrategien ist der verstärkte Einsatz von erneuerbaren Rohstoffen. Hier rückt neben der ursprünglich im Vordergrund stehenden energetischen Nutzung der Rohstoffe (z. B. Brennholz, Biogas) immer mehr auch ihre stoffliche Verwertung in den Mittelpunkt des Interesses.

**Nachhaltigkeit und  
erneuerbare Rohstoffe**

Vor diesem Hintergrund, bzw. mit diesem Ziel wurden im letzten Jahrzehnt verschiedene Technologien entwickelt, die als nachhaltig eingestuft werden.<sup>1</sup> Die Grundlage für diese Beurteilung bildet dabei oft der Einsatz erneuerbarer Ressourcen wie pflanzlicher Biomasse (Primärproduktion) oder biogener Abfälle.<sup>2</sup>

## 1.1 Hintergrund

Als eine repräsentative Technologie ist in diesem Zusammenhang die „Grüne Bioraffinerie“ zu nennen. Die Entwicklung der Technologie findet vor dem Hintergrund verschiedener Probleme im Bereich der Landwirtschaft statt. In diesem Zusammenhang ist neben der Überproduktion im Nahrungsmittelbereich auch der Rückgang der Weideflächen durch Änderungen in der Viehhaltung (z. B.: ganzjährige Stallhaltung, Anteil des Kraftfutters an der Gesamtfuttermenge ...) zu nennen. Um weiterhin eine langfristige Perspektive für landwirtschaftliche Betriebe zu ermöglichen, wurden im Rahmen von Regionalentwicklungsplänen<sup>3</sup> bzw. LA21<sup>4</sup>-Prozessen Schwerpunkte in Richtung Landschaftspflege und Erhaltung von Kulturlandschaften gesetzt. In diesem Zusammenhang kann die Grüne Bioraffinerie als Abnehmer pflanzlicher Biomasse sowohl aus dem Agrar- als auch aus dem Grünlandbereich eine wichtige Rolle spielen.

**Probleme im Bereich  
Landwirtschaft**

Wiesengrünmasse<sup>5</sup> und andere „Grüne Biomassen“, wie z. B. Ernterückstände von Feldfrüchten beinhalten einen beträchtlichen Reichtum an Wertstoffen. Derzeit finden Wiesengrünmasse und Silage primär als Grundfutter in der

**Wiese als Rohstoff in der  
Grünen Bioraffinerie**

---

<sup>1</sup> Gleichzeitig werden durch diese technischen Innovationen aber auch negative Auswirkungen auf Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt verursacht (Madlener 2001). Negative Auswirkungen auf die Gesellschaft könnte z. B. bei Windkraftanlagen die Lärmbelastung sein oder bei der Verbrennung von Biogas im Vergleich zu Erdgas die NOx-Emission usw.

<sup>2</sup> „(...) dass für die Weiterentwicklung der menschlichen Zivilisation und der Weltökonomie die Umstellung auf nachhaltige Landnutzung, erneuerbare Rohstoffe und schonende Technologien unumgänglich sei (...)“ (BIOPOS 2001a).

<sup>3</sup> Siehe dazu Hönig (2000).

<sup>4</sup> Lokale Agenda 21; die «Agenda 21» ist das zentrale Abschlussdokument der UNO-Konferenz für Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro 1992. Darin sind Maßnahmen beschrieben, um das 21. Jahrhundert in ökonomischer, sozialer und ökologischer Hinsicht nachhaltig zu gestalten.

<sup>5</sup> Wiesengrünmasse ist Biomasse von Wiesen, also Gräser und damit vergesellschaftete Pflanzen wie z. B. Klee.

Milchviehwirtschaft Verwendung. Nach Schätzungen der BAL<sup>6</sup>-Gumpenstein könnten 500.000 bis 1.000.000 t TM (Tonnen Trockenmasse) Biomasse von Wiesen durch geänderte Nutzungsbedingungen bis 2008 als nachwachsender Rohstoff (NAWARO) verfügbar werden. Diese Entwicklungen können dazu führen, dass viele ursprünglich bewirtschaftete Grünlandflächen unproduktiv werden und bisher offene Gebiete verwalden. Die Pflege und Erhaltung der Wiesenflächen in allen Lagen Österreichs sowie die Betreuung der Pflanzen- und Tiergesellschaften ist demnach ein Anliegen der Kulturlandschaftserhaltung (Buchgraber 1998; 2001a).

**viele Produkte und  
verschiedene  
Technologien**

Es bestehen derzeit Ansätze, „Gras“ in Zukunft nicht nur als Energiequelle, sondern in der Grünen Bioraffinerie auch als Rohstoff für Lebensmittel, Kosmetik- und Pharmaprodukte und zur Produktion von Chemikalien und biogenen Werkstoffen, wie z. B. Kunststoff und Verpackungsmaterial einzusetzen. Die Pflanzenfasern liefern den Ausgangsstoff für Zellulose und Dämmmaterial. Die Grüne Bioraffinerie stellt demnach ein „Multi-Product“-System dar, um den Rohstoff Wiesengrünmasse ganzstofflich zu nutzen. Ganzstofflich nutzen bedeutet, dass der Großteil der Gesamtmasse – im wesentlichen die Inhaltsstoffe Proteine, Zucker und Faserbestandteile – technologisch verwertet werden. Grüne Bioraffinerien sind kleine bis mittelgroße Systeme, die von Landwirten oder Klein- und Mittelunternehmern betrieben werden. Es wird hier vorwiegend auf einfach anwendbare und altbekannte Technologien zurückgegriffen, die seit Jahrhunderten von Landwirten genutzt werden, wie Silierung, Gärungstechnik, Destillation etc. Zusätzlich sind allerdings auch moderne Methoden notwendig, um die weitere Verarbeitung und Produktveredelung zu optimieren. Beispielfhaft zu nennen sind hier Membrantrennverfahren (z. B. Ultrafiltration) zur Proteinanreicherung aus den Grassäften, die mittels Pressung gewonnen werden, oder Biogasanlagen nach dem neuesten Stand der Technik.

Die aktuelle Forschung zur Grünen Bioraffinerie erfolgt derzeit im Rahmen mehrerer geförderter Projekte und wird durch das Kornberg Institut des Steirischen Vulkanlandes gemeinsam mit der TU-Graz (Institut für Grundlagen der Verfahrenstechnik) und der Forschungsgesellschaft Joanneum Research (Regionale Innovations- und Forschungsstelle Hartberg) koordiniert. Die entsprechenden Praxisversuche werden in den Regionen Steirisches Vulkanland (Bezirk Feldbach, Steiermark) und Hartberg durchgeführt.

Eine nähere Betrachtung bzw. Bewertung dieser Technologie erschien aus mehreren Gründen interessant:

**sozioökonomische  
Bewertung fehlt**

**Vielfalt an Möglichkeiten**

**Impulse für  
Technologieentwicklung**

- Zwar wird das Verfahren selbst aufgrund der eingesetzten Rohstoffe als nachhaltig eingestuft,<sup>7</sup> eine umfassende Bewertung, die neben weiteren ökologischen Fragen, wie z. B. Anbaumethoden, auch sozioökonomische Faktoren beinhaltet, steht aber noch aus (Kromus 2000).
- Sowohl im Bereich der Rohstoffe als auch im Bereich der Prozesse und Produkte besteht eine Vielfalt an Möglichkeiten und damit auch an Kombinationen, die in Bezug auf nachhaltige Entwicklung verschieden zu bewerten sind.
- Da sich die Grüne Bioraffinerie noch im Entwicklungsstadium befindet, bestehen noch eine Reihe offener Fragen. Ein Bewertungsverfahren kann hier die Technologieentwicklung begleiten und Impulse setzen.

<sup>6</sup> Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft

<sup>7</sup> „Grüne Bioraffinerien sind komplexe bis voll integrierte Systeme nachhaltiger, umwelt- und ressourcenschonender Technologien zur umfassenden stofflichen und energetischen Verwertung von biologischen Rohstoffen in Form von Grünen und Rest-Biomassen aus einer im Ziel nachhaltigen (regionalen) Landnutzung.“ (Kamm et al. 2000a)

## **I.2 Zielsetzung**

Ziel des vorliegenden Projektes war es, eine erste Bewertung der Grünen Bio-raffinerie auf Technologieebene durchzuführen. Auf Technologieebene deshalb, weil es noch keine Referenzanlagen gibt, und daher z. B. weder Messreihen oder Erfahrungen über die Auswirkungen in einer konkreten Region vorhanden sind.<sup>8</sup> Deshalb wurde die Bewertung anhand von Literaturrecherche und Expertenbefragungen durchgeführt.

Der erste Schritt war die Untersuchung des aktuellen Standes der Technik. Systemgrenzen für diese Recherche bildeten die Ausgangspunkte, Zielsetzungen und Produktpaletten für die Entwicklung der Grünen Bioraffinerie in Österreich (Kapitel 2 Stand der Technik: Die Grüne Bioraffinerie im Detail).

Zentrales Element dieser Arbeit war die Erarbeitung eines Kriteriensets zur Bewertung der Nachhaltigkeit einer Technologie. Es wurde vom Projektteam zusammen mit ExpertInnen interdisziplinär erarbeitet. (Kapitel 3 Bewertungsrahmen: Operationalisierung von Nachhaltigkeit).

Das Wissen über die Auswirkungen der Technologie wurde im Rahmen einer Literaturrecherche und durch Befragung von Experten interdisziplinär erarbeitet (Kapitel 1 Stand des Wissens: Die Grüne Bioraffinerie auf dem Prüfstand).

Der nächste Schritt war die Anwendung der Kriterien auf den aktuellen Stand des Wissens und eine Beschreibung der im Rahmen der Bewertung sichtbar gewordenen möglichen Zielkonflikte (Kapitel 1 Stand des Wissens: Die Grüne Bioraffinerie auf dem Prüfstand und Kapitel 1 Zusammenfassende Bewertung der Bioraffinerie Österreich). Den Abschluss bildete die Formulierung einiger Empfehlungen (1 Empfehlungen).

**Beschreibung der  
Technologie**

**Entwicklung eines  
Bewertungsrahmens**

**Literaturrecherche**

**Bewertung und  
Empfehlungen**

---

<sup>8</sup> Eine Bewertung auf Ebene einer konkreten Anlage soll in einem Folgeprojekt unter Einbeziehung betroffener Akteure durchgeführt werden.



## 2 Stand der Technik: Die Grüne Bioraffinerie im Detail

Das vorliegende Kapitel gibt einen Überblick über die Entwicklung, des Konzepts der Grünen Bioraffinerie, den Stand der Technik und mögliche Produkte und deren Einsatzbereiche. Der erste Teil (2.1) bietet eine kurze Zusammenfassung, der zweite Teil (2.2 bis 2.6) liefert ausführliche Informationen zum Gesamtkonzept.

### 2.1 Kurzer Überblick

Stand bisher in der Landwirtschaft die Produktion von hochqualitativen Lebensmitteln im Vordergrund, so wuchs in den letzten Jahren das gesellschaftliche Bewusstsein für eine intakte Kulturlandschaft, die den Lebensraum für eine vielfältige Tier- und Pflanzenwelt darstellt und einen ausreichenden Schutz für Trinkwasser und Boden bietet (Buchgraber 1998). Das heißt, Wiesen bieten eine Fülle an ökologischen Funktionen, ihre Erhaltung ist daher ein wichtiges Ziel der Landschaftsplanung.

**Kulturlandschaft als Lebensraum**

Vor diesem Hintergrund wurde das Konzept der Bioraffinerie, das ursprünglich als Ziel die Herstellung von Proteinen zur Bekämpfung des Welthungers hatte, weiterentwickelt. Die Grüne Bioraffinerie Österreich ist ein Konzept, das die Erzeugung einer breiten Produktpalette aus pflanzlichen Rohstoffen mit den Zielen der Landschaftspflege verbindet. Der dabei eingesetzte Rohstoff ist Wiesengrünmasse aus dem Bereich Grünlandwirtschaft/Viehwirtschaft. Um eine regelmäßige Produktion das ganze Jahr über zu gewährleisten, wird diese Grünmasse auch in Form von Silage weiterverarbeitet.

#### 2.1.1 Rohstoffherzeugung – Landwirtschaft

Grundsätzlich sind sowohl Dauerwiesen als auch Wechselwiesen als Rohstofflieferanten für die Grüne Bioraffinerie geeignet. Um die Stabilität der Ökosysteme zu erhalten, sind standortgerechte Mischbestände Monokulturen vorzuziehen.

**Biomasse von Wiesen als Rohstoff**

Die zu erwartenden Erträge bewegen sich zwischen 4.000–9.000 kg TM/ha\*a<sup>9</sup> bei Dauerwiesen und 9.000–12.000 kg TM/ha\*a bei Wechselwiesen.

Die Silageherzeugung kann sowohl in einem Fahrsilo (Traunsteiner Silo) als auch in Folienballen erfolgen und findet unter Einsatz leistungsfähiger Milchsäurebakterien direkt im landwirtschaftlichen Betrieb statt.

Genauere Ausführungen zu diesem Punkt finden sich in Kapitel 2.4.1.

---

<sup>9</sup> Kilogramm Trockenmasse pro Hektar und Jahr.

## 2.1.2 Verfahren

### **Fraktionierung bestimmt die Ausbeute**

Die *Fraktionierung*, das Abpressen des Silagesaftes ist ein wichtiger Prozessschritt, der die Ausbeute an Wertstoffen bestimmt. Wesentliche Parameter für die Ausbeute sind der Zustand des Rohmaterials, die Art der Vorbehandlung des Rohstoffes und die eingesetzte Presstechnik.

Nach Untersuchung verschiedener Methoden zur Zerkleinerung des Rohstoffes und zur Desintegration wurden folgende Technologien als für die Grüne Bioraffinerie geeignet beschrieben:

- Zerkleinerung durch Häcksler
- Mechanischer Aufschluss durch Mühle oder Shredder
- Zellaufschluss durch Hochspannungsimpulse.

Für die anschließende Pressung hat sich eine Schneckenpresse als praktikabel erwiesen.

Der Gehalt von *Proteinen* in Frischgrassaft und Silage ist unterschiedlich. Während in Frischgrassaft hochmolekulare Proteine vorhanden sind, die durch Ultrafiltration einfach angereichert werden können, findet während der Silierung ein Abbauprozess statt, sodass in den Silagesäften überwiegend niedermolekulare Eiweiße (Aminosäuren, Peptide<sup>10</sup>) zu finden sind. In Anbetracht dieser Voraussetzungen werden im Bereich der Proteinabtrennung derzeit folgende Verfahren getestet:

- Hitzekoagulation als Referenzverfahren (Fa. France Luzerne)
- Ultrafiltrationsverfahren mit speziellen Membranen
- Kombination aus Hitzekoagulation und Ultrafiltration.

Im Rahmen der *Milchsäuregewinnung* befinden sich Reinigungsverfahren und weitere Aufbereitung noch in der Erprobungsphase. Für die Produktion von Polylactid sind ebenfalls verschiedene Verfahren in Erprobung. Für die Herstellung von Ethyllactat werden verschiedene Vorreinigungsschritte näher betrachtet (Nanofiltration, Ionenaustausch, Chromatographie).

Zur *Fasererzeugung* aus dem Presskuchen bestehen noch eine Reihe offener Fragen in Bezug auf vorbereitende Behandlungen des Grassaftes und des Presskuchens.

*Biogas* wird in Einzelanlagen im landwirtschaftlichen Betrieb oder besser noch in dezentralen Gemeinschaftsanlagen hergestellt. Sowohl die flüssige als auch die feste Phase verhalten sich im Prozess stabil.

Genauere Ausführungen zu diesem Punkt finden sich in den Kapiteln 2.4.2 bis 2.4.4.

## 2.1.3 Produkte

### **breite Produktpalette**

*Proteinkonzentrate* aus der Grünen Bioraffinerie können entweder in der Nahrungs- und Futtermittelindustrie oder wegen ihrer funktionellen Eigenschaften auch in anderen industriellen Bereichen, wie zum Beispiel der Papierindustrie oder der chemischen Industrie, eingesetzt werden.

---

<sup>10</sup> Eiweißmoleküle mit mehreren Aminosäuremolekülen (jedoch nicht so hochmolekular wie Proteine).

Für den Einsatz als Nahrungsmittel ist die erreichbare Reinheit des Produktes (hauptsächlich Rubisco) der entscheidende Faktor. Andere Einsatzmöglichkeiten sind Eiweißfuttermittel oder Milchaustauscher.

*Milchsäure* kann sowohl selbst als auch in Form ihrer Derivate eingesetzt werden. Anwendungsgebiete für Milchsäure sind: Säuerung und Konservierung, Reinigung und Desinfektion, Neutralisation und Futtermittelzusatz. Polymilchsäure (PLA) kann als bioabbaubarer Grundstoff für die Kunststoff/Verpackungsindustrie verwendet werden. Eine weitere Anwendung findet sich im medizinischen Bereich als biokompatibler Implantatwerkstoff oder Nähmaterial.

Die *Pflanzenfasern* des Presskuchens können zu Dämmmaterial in der Baustoffindustrie weiterverarbeitet werden. Weitere mögliche Produkte sind: Mulch- und Pflanzliese, Strukturfutter (Rauhfutter) in der Pferdezucht oder auch Biogas.

Das hergestellte *Biogas* kann Prozessenergie bereitstellen oder als grüner Strom ins Netz eingespeist werden. Die anfallende Biogasgülle kann als Dünger auf die Wiesen aufgebracht und damit in das Ökosystem rückgeführt werden.

Genauere Ausführungen zu diesem Punkt finden sich in Kapitel 2.5.

## 2.1.4 Organisatorische Konzepte für die Grüne „Bioraffinerie Österreich“

Abhängig vom Standort der Biogasanlage unterscheidet man die dezentrale, zentrale oder semi-dezentrale Grüne Bioraffinerie.

Die *dezentrale* Variante besteht aus einer (bzw. mehreren) Biogasanlage(n) im landwirtschaftlichen Betrieb. Die Silage wird ebenfalls hier erzeugt. Abpressung und Aufkonzentrierung des Silagesaftes erfolgt durch eine mobile Anlage, die Weiterverarbeitung wird zentral vorgenommen. Der Presskuchen kann als Futtermittel oder Biogasgrundstoff vor Ort oder als Fasergrundstoff zentral verarbeitet werden. Die Verarbeitung von landwirtschaftlichen Co-Substraten wie Gülle oder organischen Abfällen ist prinzipiell möglich.

Die *zentrale* Grüne Bioraffinerie besteht aus einer einzigen zentralen Biogasanlage, Fraktionierung und Weiterverarbeitung des Saftes finden ebenfalls hier statt. Einziges dezentrales Element ist die Silageerzeugung. Durch die Transportentfernungen ist die Verarbeitung von Co-Substraten problematisch bzw. nur begrenzt möglich.

Die *semi-dezentrale* Lösung sieht Biogasanlagen in den landwirtschaftlichen Betrieben und in der zentralen Einheit vor. Diese Variante ist sehr flexibel, es entstehen jedoch höhere Investitionskosten als bei den anderen Lösungen.

Die dezentrale Grüne Bioraffinerie ist sinnvoll in Gebieten in denen regional große Mengen an Co-Substraten anfallen, wie zum Beispiel aus Großküchen o. ä. Falls die einzelnen Fraktionen der Silage bzw. der Grünmasse nicht in verschiedenen Betrieben weiterverarbeitet werden, bietet sich eine zentrale Lösung an. Zu beachten ist hier allerdings die beschränkte Möglichkeit Co-Substrate zu verwenden. Bei großen zentralen Einheiten, das heißt bei großen zu verarbeitenden Rohstoffmengen (großes Einzugsgebiet) und einer Weiterverarbeitung der Rohstoffe in verschiedenen Betrieben, erscheint eine semi-dezentrale Anlage sinnvoll. Zu beachten ist hier der Logistikaufwand.

Genauere Ausführungen zu diesem Punkt finden sich in Kapitel 2.6.

**Organisationsformen werden von regionalen Gegebenheiten bestimmt**

## 2.2 Entwicklung des Konzepts der Grünen Bioraffinerie

### 2.2.1 International

**der Ursprung:  
Proteingewinnung aus  
Gras ...**

Die Wurzeln der Grünen Bioraffinerie reichen in das 18. Jahrhundert (Pirie 1987) zurück, als zum ersten Mal Proteine aus einer Gras-Klee-Mischung gewonnen wurden. Seit Beginn des 20. Jahrhunderts wird weltweit auf dem Gebiet der „Leaf Protein Concentrates“ (LPC, siehe Pirie 1987; Telek 1983) geforscht, wobei Gras bzw. Luzerne als Rohstoff eine wesentliche Rolle spielen. Als Hauptprodukt wurde ursprünglich ein weißes Proteinkonzentrat<sup>11</sup> angestrebt, das den Hunger der Welt bekämpfen sollte. Federführend waren der Brite N. W. Pirie (1987; 1966) und R. Carlsson aus Schweden (Soyez et al. 1998). Die für den menschlichen Verzehr erforderliche Reinheit konnte jedoch nicht erreicht werden, zusätzlich hatte das Produkt einen bitteren Geschmack.

**... für Lebensmittel ...**

Seit den späten 70er Jahren gibt es sowohl in den USA (Proxan) als auch in Frankreich (France Luzerne) große Anlagen zur Herstellung von grünem Futtermittelprotein aus Luzernen.<sup>12</sup> France Luzerne hat inzwischen auch die Forschung im Bereich Humanernährung aus Luzernprotein unter dem Stichwort „functional food“ (European Commission 2000) wieder aufgenommen. Die Proteine entstehen als Nebenprodukt der Futtertrockenwerke, wo in vielen Fällen zur Energieeinsparung der Trocknung im Trommeltrockner eine Presse vorangestellt wird. Die dabei entstehenden Säfte sind nicht nur reich an Eiweißstoffen, sondern eignen sich auch hervorragend als Kohlenstoffquelle in Fermentationen. R. Carlsson (Schweden) war es, der in diesem Zusammenhang den Begriff der „Green Biorefinery“ geprägt hat.

**... für Futtermittel**

1990 startete Pauli Kiel (1997) nach Anregung R. Carlssons in Dänemark die Initiative „Green Biorefinery“. Ziel des Projekts war ursprünglich die fermentative Herstellung eines Aminosäurekonzentrates (L-Lysin), zur Verwendung in der Futtermittelindustrie. Inzwischen wurde das Konzept erweitert, und zwar um die Erzeugung von Milchsäure bzw. Ethyllactat in einer kontinuierlichen Fermentationsanlage mit Grassäften als Medium.

Seit 1996 wird an der Universität Potsdam und dem Institut für Agrartechnik in Bornim im Rahmen eines Forschungsschwerpunktes „Grüne Bioraffinerie“ an einer Nutzung nachwachsender Rohstoffe zur Synthese diverser Chemikalien gearbeitet.

### 2.2.2 Österreich

**Ökologie und  
Kulturlandschaft als  
Ausgangspunkt**

Neben der Überzeugung, dass Gras und Leguminosen, wie Klee und Luzerne, vielseitige und reichhaltige nachwachsende Rohstoffe sind, stehen beim österreichischen Projekt Grüne Bioraffinerie ökologische und kulturlandschaftliche Argumente im Vordergrund.

Begonnen hat die „Nawaro<sup>13</sup>-Gras-Forschung“ in den späten 80er Jahren mit Verzuckerungsversuchen von Gras zur Produktion von Ethanol und dem Aufschluss von Grasfasern zur Papierherstellung (Steinmüller/Schneider 1991).

<sup>11</sup> Es besteht zum überwiegenden Teil aus Ribulose-1,5-bisphosphat carboxylase/oxygenase (Rubisco; EC 4.1.1.399).

<sup>12</sup> Englisch: Alfalfa; lateinisch: medicago sativa.

<sup>13</sup> NAWARO ist die gebräuchliche Abkürzung für NACHwachsende ROHstoffe.



Da es damals wie heute in Europa keine politischen Initiativen im Bereich Ethanolherzeugung gab, wurde das Projekt wieder eingestellt.

### Internationale Initiative

1998 initiierten M. Narodoslawsky mit dem Verein SUSTAIN und das Kornberg Institut Forschungen an der Bioraffinerie Österreich (Kromus 1999)<sup>14</sup>. Die Ergebnisse dieser ersten Vorstudie waren vielversprechend, sodass die Forschungstätigkeiten intensiviert wurden. Das 2. Internationale Symposium zur Grünen Bioraffinerie im Oktober 1999 in Feldbach zeigte das Zukunftspotenzial der Technologie. Andererseits wurde verdeutlicht, dass effizientes Handeln im komplexen Bereich Bioraffinerie europäische Zusammenarbeit erfordert.

Parallel dazu beschäftigt sich das IFA-Tulln seit einigen mit der Produktion von Milchsäure unter Nutzung von Gras und Grassilage bzw. Maissilage (Danner et al. 1999; Madzingaidzo et al. 1999; 1999).

## 2.3 Technologiebeschreibung – Überblick

Abbildung 2.3-1 zeigt das Gesamtsystem und die wichtigsten Produkte der Grünen Bioraffinerie.

### Anbau der Rohstoffe

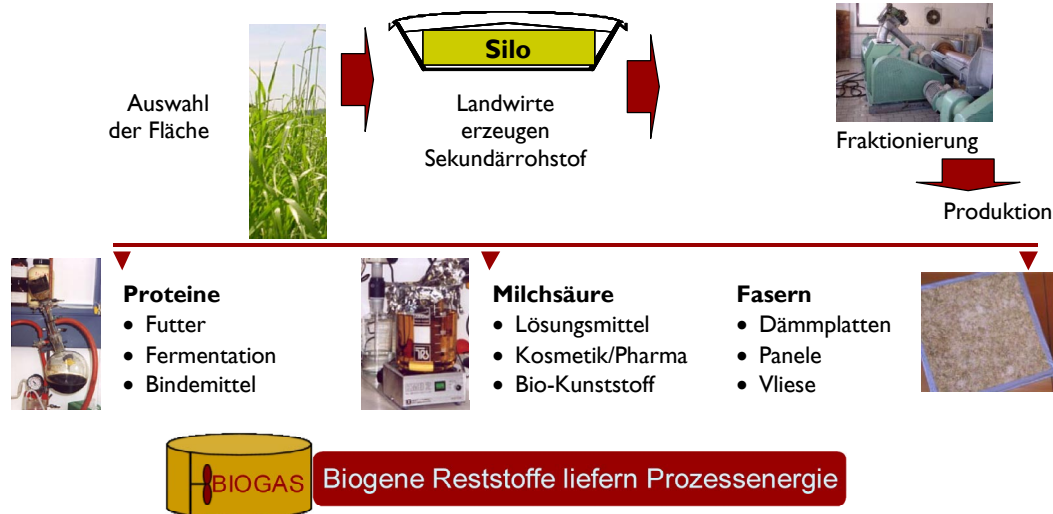


Abbildung 2.3-1: Überblick über das Gesamtsystem einer Grünen Bioraffinerie

<sup>14</sup> Angeregt wurde diese Initiative durch das 1997 von der Universität Potsdam AG Grüne Bioraffinerie veranstaltete 1. Symposium zur Grünen Bioraffinerie. Dort wurde durch B. Kamm auch ein mögliches Verfahren zur Erzeugung von Dilactid aus fermentierten Grassäften und Silagesäften vorgestellt (Kamm/Kamm 1998a; 2000b; 2001). Das große internationale Interesse zeigte, dass Gras (ebenso wie Klee und Luzerne) ein nachwachsender Rohstoff mit großem Potenzial ist.

Die Auswahl der Flächen, der Anbau der jeweiligen Pflanzen sowie die Silierung<sup>15</sup> der Wiesengrünmasse sind im Kapitel Rohstoffe/Anbau, Ernte und Silierung von Grünmasse beschrieben (Kapitel 2.4.1) Diese Verfahrensschritte erfolgen durch die Landwirte direkt im landwirtschaftlichen Betrieb.

Der Rohstoff Silage oder Wiesengrünmasse muss in einem ersten Schritt fraktioniert<sup>16</sup> werden. Diese Fraktionierung (Kapitel 2.4.2) wird je nach Organisationskonzept (Kapitel 2.6.) entweder durch eine fahrbare Presse vor Ort, oder nach Anlieferung, in einer zentralen Anlage durchgeführt. Sie stellt den bestimmenden Schritt zur Erzielung befriedigender Produktausbeuten dar und ist daher von zentraler Bedeutung.

Bei der Weiterverarbeitung sind Proteine und Milchsäure die wichtigsten Produkte der flüssigen Fraktion (Kapitel 2.5.1, Kapitel 2.5.2.). Die feste Fraktion (Presskuchen) kann sowohl zu Futter als auch zu Baumaterial verarbeitet werden. Sämtliche biogenen Reststoffe können in bestehenden Biogasanlagen entweder im landwirtschaftlichen Betrieb oder auch in zentralen Anlagen verwertet werden (Kap. 2.5.3). Die Technologien zur Durchführung der einzelnen Prozessschritte sind unterschiedlich weit entwickelt.

## 2.4 Rohstoffe

In diesem Kapitel ist die Aufbereitung der Rohstoffe in ihren einzelnen Schritten vom Anbau mit der Flächenauswahl über Ernte und Silierung bis zur Pressung (Fraktionierung) beschrieben.

### 2.4.1 Anbau

Obwohl die Feldversuche zur Grünen Bioraffinerie im Steirischen Vulkanland (Bezirk Feldbach, Steiermark) stattfinden, soll hier keine Standort-gebundene Beschreibung der Wiesen erfolgen. Daher teilen wir ein in:

- Dauerwiesen
- Wechselwiesen (Feldfutterbau als Klee-Gras dominierter Bestand)
- Sämereiwiesen (Monokulturen)
- Leguminosenanbau (Beispiel Luzerne).

Diese Wiesen sind die wesentlichen und interessanten Rohstofflieferanten für die Grüne Bioraffinerie. Als Beispiele werden auch Versuchs-Daten der „Feldbacher“ Grünen Bioraffinerie herangezogen.

---

<sup>15</sup> Silage wird durch anaerobe Lagerung von Gras oder anderen Materialien mit genügend hohem Feuchtigkeitsgehalt erzeugt.

<sup>16</sup> Die Fraktionierung ist die Trennung der flüssigen (Milchsäure, Proteine) und festen (Presskuchen, faserreiches Strukturmaterial) Phase der Silage, bzw. der Wiesengrünmasse. Die Trennung wird hauptsächlich mittels physikalischer Trennverfahren durchgeführt.

## Dauerwiesen

Bei Dauerwiesen (Dauergrünland) mit einer Artenvielfalt von ca. 50, stellt die Auswahl der richtigen Flächen hohe Anforderungen. Flächen mit einem hohen Anteil an Gräsern mit schlechter Futterqualität<sup>17</sup> sind weniger geeignet. Wesentlich im Dauergrünland ist ein harmonischer, stabiler Bestand mit einem starken Grasgerüst und einer dichten Narbe.

Artenreichtum, bzw. Fortbestand einer Wiese können durch aufgelockerte Bestände, Ausfälle von wichtigen (Leit-)Gräsern<sup>18</sup>, hohe Krautanteile<sup>19</sup> oder völlige Verkrautung<sup>20</sup> gefährdet sein, da dies in den meisten Fällen zur Instabilität des Ökosystems Wiese führt.<sup>21</sup>

Proteinkonzentrate für die Nahrungs- und Futtermittelindustrie sind mögliche Produkte der Grünen Bioraffinerie. Deshalb ist es wichtig, dass im Dauergrünland keine für Mensch und Tier giftigen Pflanzen bzw. Kräuter mit ernährungsphysiologisch negativ wirkenden Substanzen vorkommen (z. B. Ampfer). Denn diese Substanzen können durch Wechselwirkungen mit den Proteinen bei Erhöhung der Konzentration der Eiweiße ebenfalls konzentriert werden und sich negativ auf die VerbraucherInnen auswirken.

**Rohstoffquelle mit hoher Artenvielfalt**

## Kräuterreichtum als Problem

Zusätzlich ist es wichtig zu beachten, dass es Kräuter mit einer Neigung zur Bestandsdominanz gibt wie zum Beispiel Ampfer, Brennessel, Geißfuß, Pestwurz, etc. Diese Kräuter dürfen einen Anteil von 20 % bis 40 % der Flächen keinesfalls übersteigen. Dies kann durch eine entsprechende Bestandsführung<sup>22</sup> gewährleistet werden. Wesentlich für eine erfolgreiche Grünlandbewirtschaftung ist sowohl die optimale Phosphor-, Kalium- und Stickstoff- (PKN-)Versorgung als auch die Auswahl der Arten.

Je nach Nutzungsintensität (sollte Standort-spezifisch gewählt werden) der Dauerwiese und Geländeform lassen derartige Flächen bei 3–4 Schnitten pro Jahr Erträge zwischen 4.000 und 9.000 kg TM/ha\*a (Trockenmasse pro Hektar und Jahr) erwarten (Buchgraber et al. 1998).

---

<sup>17</sup> Schlechte Futterqualität ist gleichbedeutend mit geringem Gehalt an für die Grüne Bioraffinerie wichtigen Inhaltsstoffen wie beispielsweise Proteinen (z. B. Gemeine Rispe, Weiche Trespe, Wolliges Honiggras, Rohrschwengel, Borstgras, Rasenschmiele).

<sup>18</sup> Leitgräser sind wichtige und oft namensgebende Grasarten einer Wiesen-Pflanzengesellschaft.

<sup>19</sup> Unter Kräutern versteht man in der Grünlandwirtschaft alle Pflanzen, die keine Gras- oder Kleearten sind.

<sup>20</sup> Ursachen für Verkrautung können sein (Kessler/Dietl 1997): zu häufiges und im Frühling zu frühes Nutzen, Beschädigung der Pflanzendecke durch Maschinen, zu tiefer Schnitt, Bearbeitung bei nassem Boden, übermäßige Gaben von Gülle und mineralischem Stickstoff, Pilzbefall und Schädlingsbefall

<sup>21</sup> Im Extremfall muss eine eventuell mehrere hundert Jahre alte Wiese umgebrochen (gepflügt) und neu angesät werden. Derartige Entwicklungen sind meistens auf nicht angepasste Nutzungsintensitäten bezüglich des Standorts zurückzuführen (Dietl et al. 1998; Buchgraber et al. 1994).

<sup>22</sup> Maßnahmen dazu sind Düngung, Häufigkeit der Schnitte, punktuelle Unkrautbekämpfung.

## Wechselwiesen (Feldfutterbau)

In der Literatur (Buchgraber et al. 1994; McGrath 1988) sind als am besten geeignete Gräser für eine Grüne Bioraffinerie angeführt (bezogen auf den Zucker- u. Proteingehalt):

- Italienisches Raygras (Welsches Weidelgras): *Lolium multiflorum*
- Englisches Raygras (Deutsches Weidelgras): *Lolium perenne*
- Bastard Raygras (Bastard Weidelgras) – Kreuzung zw. Italienischem und Englischem Raygras: *Lolium hybridum*
- Luzerne: *Medicago sativa* ist als Spezialkultur besonders reich an Proteinen (Lehmann/Jorquera 1999).

**Kompromiss zwischen  
extensiver und intensiver  
Landwirtschaft**

Ähnlich wie bei anderen Ackerfrüchten wie Mais oder Getreide können bei mehrjährigem Grünland Monokulturen nur unter Einsatz von Herbiziden etabliert werden. Ein standortangepasster und gegen Unkräuter und Schädlinge resistenter Mischbestand kann hier als stabiles Ökosystem entgegenwirken. Wesentlich für mehrjährige Dauerwiesen ist auch ein Kleeanteil von 20 %–50 %, da diese Leguminosen die Stickstoffversorgung des Gesamtbestandes wesentlich verbessern<sup>23</sup> (Dietl 2000). Die für die Versuche vorliegende Samenmischungen stellt einen Kompromiss zwischen intensiver und extensiver Bewirtschaftung dar (Buchgraber 2001b).

Wechselwiesen, wie Reingrasbestände, oder Klee-Gras-Mischbestände erlauben bis zu 5 (in milden Regionen bis zu 6) Schnitte mit Erträgen von 9.000 bis 12.000 kg TM/ha\*a.

## Sämereiwiesen

**homogene Biomasse**

Speziell im Raum Steirisches Vulkanland (Bezirk Feldbach, Steiermark) besteht die Möglichkeit der Nutzung von Sämereiwiesen<sup>24</sup> in einer Grünen Bioraffinerie. Im Raum Feldbach wird auf ca. 200 bis 300 ha Grassamenvermehrung betrieben. Grassamen werden 1 bis 2 mal im Jahr geerntet. Alle weiteren Schnitte könnten kostengünstig in eine Grüne Bioraffinerie Eingang finden. Derzeit werden hauptsächlich angebaut:

- Bastardraygras (*Lolium hybridum*)
- Knaulgras (*Dactylis glomerata*)
- Rotklee (*Trifolium pratense*).

Die Erträge bewegen sich im Bereich der Klee graswiesen. Der Jahresertrag hängt von der Anzahl der Schnitte ab.

## Luzerne-Bestände

**hoher Eiweißgehalt ...**

Luzerne (*Medicago sativa* als wichtigste Vertreterin) liefert nicht nur sehr hohe Trockenmasseerträge (bis 16 t Trockenmasse pro ha und Jahr) sondern weist auch den höchsten Eiweißgehalt auf (bis 2.500 kg Rohprotein pro ha und Jahr). Zusätzlich ist Luzerne ein Tiefwurzler ( $\geq 4$  m) und erträgt daher Trockenheit relativ unbeschadet. Sie bindet als Leguminose Luftstickstoff zur Nährstoff-

<sup>23</sup> Leguminosen wachsen in Symbiose mit sogenannten Knöllchenbakterien (Rhizobien) im Wurzelbereich, die für die Luftstickstoffbindung erforderliche Enzyme besitzen. Der Symbiont liefert etwa 90 % des von ihm assimilierten Luftstickstoffes an die Wirtspflanze.

<sup>24</sup> Sämereiwiesen dienen der Produktion von Samen(mischungen).

versorgung der Pflanze. Luzerne wächst bevorzugt auf kalkhaltigen (basischen – pH > 6,5) Böden und verträgt keine Staunässe. Durch ihre Basizität und den geringen Zuckergehalt ist sie nur bedingt tauglich zur Silageerzeugung. Im Rahmen einer Grünen Bioraffinerie, die das Ziel einer Maximierung der Milchsäuremengen in der Silage verfolgt, kommt sie nicht in die engere Wahl. Die Frischnutzung zur Proteinerzeugung bei Rohproteingehalten von bis zu 26 % in der Trockenmasse scheint interessant (Lehmann/Jorquera 1999).

**... für Silage wenig geeignet**

### **Düngung von Wiesen und Grünfütterflächen**

Die Wasserrechtsgesetznovelle 1990 sieht als standortgerechte und ordnungsgemäße Düngung im Grünland maximal, 210 kg feldfallenden Stickstoff bzw. 3,5 DGVE<sup>25</sup> pro Hektar und Jahr vor (Buchgraber et al. 1994).

**Düngung überwiegend mit Wirtschaftsdünger**

Bei kleereichen Mischbeständen bzw. Klee-Gras-Beständen ist der zentrale Punkt die Phosphor-Kalium (PK)-Versorgung. Bei Bodenwerten von über 10 mg/100 g Feinboden, reicht eine PK-Düngung auf Entzug.<sup>26</sup> Stallmist- bzw. Kompostgaben sind gut geeignet. Gülle und Jauche, die nur in Ausnahmefällen, und dann nur in geringen Mengen hier eingesetzt werden, sind wegen ihrer rascheren Stickstoffwirksamkeit in gräserreichen Beständen bzw. Grasreinbeständen sinnvoll.<sup>27</sup> Eine Verdünnung von 1:1, oder 1:1,5 oder ein Trockenmassegehalt von 6 %<sup>28</sup> zur besseren Pflanzenverträglichkeit wird in der Literatur empfohlen (Buchgraber et al. 1994). Wenn zusätzlich mineralischer Stickstoff eingesetzt wird, muss auf Grundwasserschutz geachtet werden.<sup>29</sup> Neben dem Pflanzenbestand sind Standort, Hanglage, Nutzungsfrequenz und angestrebtes Ertragsniveau wichtige Parameter für eine ökologisch sinnvolle und ökonomisch vertretbare Düngung (Buchgraber et al. 1994).

### **Bearbeitung – Ernte – Silagebereitung**

Die Flächen für eine Grüne Bioraffinerie werden so bearbeitet, wie es für die optimale Grünfüttergewinnung üblich ist (Buchgraber et al. 1994). Wichtig zur Erzeugung von optimalen Silagen ist, dass die Ernte bis spätestens zum Ende des Rispen- und Ährenschiebens erfolgt. Das frische Gras muss bis zu einem optimalen TM-Gehalt von 30 bis 40 % angewelkt<sup>30</sup> werden.

Die Punkte 1 bis 10 geben einen Überblick über die erforderlichen Schritte bei Anbau und Ernte. Im Falle von Frischgras endet die Bearbeitung nach einer kurzen Anwelkphase von max. 4 Stunden und dem Häckseln. Anschließend muss frische Wiesengrünmasse sofort verarbeitet werden.

<sup>25</sup> Düngergrossvieheinheiten – 1 DGVE = jährliche Ausscheidung von 105 kg Stickstoff und 15 kg Phosphor.

<sup>26</sup> Die PK-Gabe wird hier nach den durch die Pflanzen entzogenen Nährstoffen bemessen.

<sup>27</sup> Maximal 10 bis 15 m<sup>3</sup>/ha und Aufwuchs.

<sup>28</sup> In der Region Feldbach (Grüne Bioraffinerie Versuche) wird Grünland häufig mit Mineraldünger (meist der Marke Nitromoncal) gedüngt, mit der Begründung, dass die Pflanzen, speziell im Sommer, sonst durch die Basizität der Gülle (Ammonium) verätzt werden. Dies könnte jedoch bei einer sorgsamten Aufbereitung der Gülle (Belüftung, Verdünnung) vermieden werden. Auch von Biogasgülle wird berichtet, dass sie durch den geringeren Trockenmassegehalt trotz höherem pH-Wert wiesenverträglicher ist (Amon et al. 1997).

<sup>29</sup> Maximal 30 bis 50 kg N/ha und Aufwuchs.

<sup>30</sup> Als Anwelken bezeichnet man die Phase des Antrocknens.

1. Abschleppen (Buchgraber et al. 1994) der Flächen (Einebnen der Erdhaufen von Maulwürfen, Wühlmäusen, etc.)
2. Düngung (Nährstoffzugabe für das Gedeihen von Futterpflanzen) mit Gülle im Ausmaß von 10 bis 15 m<sup>3</sup>/ha und Schnitt ( Basis 6 % Trockenmasse); oder Vollkorn Mineraldünger (Phosphor-Kalium-Stickstoff Mischdünger) für die Intensiv- und Sämereiflächen (Fläche zur Samengewinnung).
3. Mähen zum richtigen Zeitpunkt (Ende Ähren und Rispenschieben der Leitgräser-1. Schnitt Anfang bis Mitte Mai) und in einer Mindesthöhe von 5–7 cm.
4. 1 bis 2 mal Zetten (Aufwerfen und verteilen) und wenden bis zu einem Trockenmassegehalt von 30 bis 35 % im Falle der Silierung. Im Falle der Frischgrasnutzung wird max. 4 Stunden angewelkt. Schwaden (Zusammenrechen von Schnittgras zu langgezogenen Haufen).
5. Häckseln durch z. B. Selbstfahrhäcksler (Zerkleinerung) auf 2 bis 5 cm Länge – auffangen des Häckselgutes in Transportanhängern.
6. Transport zum Fahrsilo („Traunsteiner“ Silo).
7. Befüllen des Silos und Zugabe der Milchsäurebakterien.
8. Verdichten der Wiesengrünmasse (auspressen des Sauerstoffes) mittels schwerem Traktor und Walze (oder Radlader) – zu erreichende Dichte: 180 kg Trockenmasse pro m<sup>3</sup>.
9. Abdecken des Silos mit speziellen Silofolien und Absicherung gegen mechanische Einwirkung – möglichst luftdichte Abdeckung.

Der Gärprozess ist meist nach ca. drei Wochen abgeschlossen. Dies ist der Fall, wenn die Milchsäurebakterien aufgrund des niedrigen pH-Wertes bzw. aufgrund der Produktinhibition<sup>31</sup> keine weitere Milchsäure erzeugen können.

Für die Silierung von Wiesengrünmasse sind laut persönlichen Angaben von Fachleuten aus der Praxis<sup>32</sup> ca. 14 Maschinenstunden pro Hektar (bei 4 Schnitten und einem Gesamtertrag von 7,5 t TM/ha\*a) notwendig. Die offiziellen Berechnungen sind allerdings wesentlich höher. So gibt der Standarddeckungsbeitragskatalog (BMLF 2000) für Intensivfeldfutter-Anwelksilage 44 Arbeitskraftstunden an. Für die Erzeugung von Silomais wird im Standarddeckungsbeitragskatalog ein vergleichbarer Gesamtarbeitsbedarf bei Standardmechanisierung von 37 bis 42 Stunden pro Hektar angegeben (BMLF 2000). Es ist allerdings anzunehmen, dass Landwirte in der Praxis bei effizienter Leistung ebenfalls unter 20 Stunden pro Hektar benötigen. Die Maschinenstunden beziehen sich auf 50 bis 65 PS Traktoren und zum geringeren Teil auf schweres Gerät (z. B. Feldhäcksler mit 360 PS).

## 2.4.2 Fraktionierung

### **Fraktionierung bestimmt die Ausbeute**

Einer der wichtigsten Prozess-Schritte bei der Verarbeitung von Wiesengrünmasse in einer Grünen Bioraffinerie ist die Fraktionierung. Durch die Fraktionierungseinheit wird die Ausbeute der im Saft gelösten Wertstoffe bestimmt. Durch eine Erhöhung des Abpressgrades<sup>33</sup> oder/und durch eine prozesstechnisch bewirkte Erhöhung der Trockenmasse im Presssaft kann eine bessere Ausbeute erreicht werden.

<sup>31</sup> Ab einer bestimmten Konzentration in der Silage wirkt Milchsäure toxisch auf die milchsäurebildenden Mikroorganismen – die Fermentation wird gestoppt.

<sup>32</sup> Diese Angaben wurden mit Berechnungen von Kromus (2002a) kombiniert.

<sup>33</sup> Unter Abpressgrad versteht man strenggenommen den Anteil gewonnen Wassers nach der Pressung im Verhältnis zur Wassermenge im Ausgangsmaterial.

Wesentliche Parameter sind:

- Zustand des Rohmaterials: Gehalt an wasserlöslichen Proteinen, Milchsäure, Zucker, Asche, Feuchte, Faseranteil, etc.
- Vorbehandlung des Rohstoffs (Häcksler, Shredder, Mühle, sonstiger physikalisch-chemischer Zellaufschluss)
- Presstechnik (eigentlicher Fraktionierungsschritt).

### 2.4.3 Vorbehandlung des Rohstoffs (Zerkleinerung – Zellaufschluss)

Bevor der Saft aus der Wiesengrünmasse bzw. Silage gewonnen werden kann, ist es notwendig, den Rohstoff zumindest zu zerkleinern, um ihn in einer entsprechender Presseinheit, meist eine Schneckenpresse weiter verarbeiten zu können. Voraussetzung für möglichst hohe Ausbeuten der oben beschriebenen Inhaltsstoffe, speziell der Proteine, ist eine über die Pressung hinausgehende mechanische, chemisch-physikalische oder/und biotechnologische (mittels Enzymen) Desintegration bzw. Zellaufschluss. Alternativ zum Zellaufschluss ist auch ein zweifacher Pressvorgang denkbar.

**Zellaufschluss als Voraussetzung für hohe Ausbeuten**

Für die Zerkleinerung stehen hauptsächlich klassische Maschinen der Landtechnik oder Entsorgungstechnik zur Verfügung. Dies sind:

- Selbstfahrhäcksler (motorisierter Häcksler – ähnlich Mähdrescher)
- Standhäcksler (stationäre Maschine meist mit Elektromotor)
- Kurzschnittladewagen (Einzug ist mit Messerreihe ausgestattet – wird von Traktor gezogen)
- sonstige Shredder oder Häcksler der Entsorgungstechnik (mobil oder stationär).

Mit Häckslern erreicht man Schnittlängen zwischen 1 cm und 10 cm, mit Kurzschnittladewagen jedoch nur 5 cm bis 15 cm. Für die Versuche im Rahmen der Grünen Bioraffinerie Forschung wurden im Jahr 2000 und 2001 Standhäcksler benutzt, die Gutlängen im Bereich 2 bis 7 cm erlaubten. Um das Material für eine weitere Verarbeitung zu optimieren, kann auf eine zumindest mechanische Zerstörung der Zellmembranen der Pflanzen nicht verzichtet werden (Desintegration oder Zellaufschluss).

Die Frage nach dem Zellaufschluss von Gräsern oder Klee bzw. Luzernen wurde bereits vor ca. 100 Jahren im Zusammenhang mit optimierter Proteinabtrennung aus Wiesengrünmasse aufgeworfen (Pirie 1987). Hier unterscheidet man zwischen folgenden Methoden:

- a. Mechanischer Aufschluss
- b. Physikalisch-chemischer Aufschluss (Dampf, Druck, Säuren, Laugen, elektrische Spannung)
- c. Biotechnologischer Aufschluss (Enzyme).

#### **ad a. Mechanischer Aufschluss**

Der in der Literatur am häufigsten beschriebene Aufschluss von Wiesengrünmasse bezieht sich auf die mechanische Bearbeitung des Rohstoffs. Dabei kommen im wesentlichen folgende Geräte zum Einsatz:

- Feinshredder (Mazerator)
- Mühlen (Hammermühlen, Schlegelmühlen, Schneidmühlen)
- Pulper (für Suspensionen).

In den wichtigsten Verfahren in diesem Bereich (Pro-Xan, VEPEX, France Luzerne) (France Luzerne 2001; Telek 1983), werden mechanische Geräte benutzt (Heier 1983). In Publikationen aus den USA werden ebenfalls Hammermühlen erwähnt (Koegl et al. 1999). Im Fall des VEPEX Prozesses handelte es sich um eine Eigenkonstruktion. In den übrigen Beschreibungen werden Hammer- bzw. Schlegelmühlen genannt.

Heier (1983) beschreibt die dynamische Bearbeitung des Halmguts mit schnell umlaufenden Schlagwerkzeugen oder durch Umformung in Matrizenpressen. Pflanzenart, Pflanzenalter und Feuchtigkeitsgehalt sind von entscheidender Bedeutung für Wirksamkeit, Durchsatz und Energiebedarf der Aufschlussmaschinen.<sup>34</sup>

#### **ad b. Physikalisch-chemischer Aufschluss**

In der Papierindustrie haben sich diese Verfahren zur Zellulosegewinnung durch Faseraufschluss durchgesetzt. Auch für Gras werden in der Literatur Verfahren beschrieben, die geeignet sind, Fasern in monomere Zucker umzuwandeln (Steinmüller/Schneider 1991; Grass/Hansen 1999). Da durch diese Art der Behandlung Proteine zerstört werden können, wird sie für die Grüne Bioraffinerie nicht in Betracht gezogen.

Dies gilt nicht für den Zellaufschluss mittels elektrischer Hochspannungsimpulse (HIS) oder englisch High Intensity Electric Field Pulses (HELP).<sup>35</sup> Das Verfahren wird bereits im Bereich Lebensmitteltechnologie angewendet und scheint auch für die Grüne Bioraffinerie großes Potenzial aufzuweisen. Bei niedrigen (50 % vom mechanischen Aufschluss) Investitionskosten wird ein Energieverbrauch von nur 3 kWh/t Frischmasse prognostiziert (Heinz 2002).

#### **ad c. Biotechnologischer Aufschluss**

Die Forschung beschäftigte sich in den 80er und 90er Jahren des letzten Jahrhunderts intensiv mit dem enzymatischen Aufschluss. Meist wurde eine Kombination von Dampfaufschluss und enzymatischer Hydrolyse gewählt. Hierbei ging es primär um die Umwandlung von Fasermaterial (Zellulose, Hemizellulose) in monomere, fermentierbare Zucker.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass für die österreichische Grüne Bioraffinerie folgende Aufschlusstechnologien in die engere Wahl kommen:

- Zerkleinerung ohne direkten Aufschluss (Häcksler)
- Mechanischer Aufschluss mittels Mühle oder Shredder (Entsorgungstechnik)
- Zellaufschluss mittels elektrischer Hochspannungsimpulse.

**mechanischer oder elektrischer Aufschluss in der Grünen Bioraffinerie**

<sup>34</sup> Claus (1985) gibt den Energiebedarf für eine Bearbeitung in eine Hammerprallmühle für junges Gras (Schnittzeit: Ähren-/Rispschieben) mit 60 kWh/t an. Für die Bearbeitung mit einem Shredder wurden 20 kWh/t errechnet.

<sup>35</sup> Kurzzeitige (100 Nanosekunden bis wenige Millisekunden) Änderungen der elektrischen Feldstärke induzieren an bestimmten Stellen der Zellmembranoberfläche Ladungsverdichtungen. Wird das kritische Membranpotenzial von ca. 1 Volt überschritten, führt dies zum Durchbruch der Membran. Pilotversuche werden derzeit zur optimierten Gewinnung von Kartoffelstärke durchgeführt.



### 2.4.4 Presstechnik

Nach dem Aufschluss findet die eigentliche Fraktionierung statt. Um eine Denaturierung der Proteine zu verhindern, ist es wichtig, dass die Safttemperatur während des Pressvorganges 40 °C bis 45 °C nicht übersteigt.

Wichtig ist weiters die Erreichung eines hohen Trockenmassegehalts im Presskuchen ( $\geq 50\%$ ) (Koch 1983) und damit eines hohen Abpressgrades. Ein Trockenmassegehalt im Presssaft von 5 bis 20 % ist ein entscheidender Faktor für befriedigende Ausbeuten. Die Verarbeitung von Anwelksilage (Trockenmasse von 30 bis 40 %) stellt besondere Anforderungen an die Presseinheit. Für die Versuche im Rahmen der Grünen Bioraffinerie Österreich (Feldbach, Stmk.) wurde im Jahr 2001 eine einfache Schneckenpresse gewählt.

Steinmüller (1994) schätzte im Rahmen seiner Studie einen Energieverbrauch von 25 kWh/t Silage. Dieser Wert scheint aus heutiger Sicht nach wie vor aktuell zu sein.

## 2.5 Produkte

Die folgenden Kapitel geben einen Überblick über die möglichen Produkte einer Grünen Bioraffinerie, deren Herstellung und verschiedene Anwendungen. Im Bereich der flüssigen Fraktion werden Proteine und Milchsäure bzw. deren Derivate beschrieben. Der Bereich der festen Fraktion umfasst diverse Faserprodukte für Bauwirtschaft und Tierhaltung und die Biogaserzeugung.

### 2.5.1 Proteine

Nahrungsproteine spielen neben ihrer ernährungsphysiologischen Funktion auch eine Rolle als funktionelle Bestandteile in Lebensmitteln. Ihre funktionellen Eigenschaften<sup>36</sup> sind ausschlaggebend für die Verarbeitung in komplexen Systemen. (Kinsella 1976; Schwenke et al. 1983; 1992; Zayas 1997). Als Strukturbildner tragen Proteine wesentlich zu deren physiko-chemischen und physikalischen Eigenschaften bei. Das gilt sowohl für den Bereich Ernährung als auch für technische Anwendungen außerhalb des Nahrungssektors („Non-Food-Use“). Letztere gewinnen zunehmend an Bedeutung.

Verschiedene Methoden der chemischen Modifizierung ermöglichen eine zielgerichtete Verbesserung der funktionellen Eigenschaften durch Veränderung von Oberflächenladung und nativer Konformation<sup>37</sup> ohne Spaltung der Molekularstruktur (Ellis 1981). Temperatur und pH-Einflüsse während Isolierung und Verarbeitung der Proteine können die native Struktur zerstören (Denatu-

**Eiweißstoffe für  
Nahrungs- und  
Futtermittel ...**

**... und für technische  
Anwendungen**

---

<sup>36</sup> Z. B.: Wasserlöslichkeit, Wasserbindung und Quellung, Schaumbildungs- und Emulgiervermögen, Hitzekoagulierbarkeit (Koagulation ist die Zusammenballung von Teilchen) und Geliervermögen, rheologische Eigenschaften (Strömungsverhalten von Flüssigkeiten).

<sup>37</sup> Die native Konformation eines Moleküls ist die ursprüngliche Anordnung der Teilchen.

rierung).<sup>38</sup> Bei Pflanzenproteinen sind Wechselwirkungen mit einer Vielzahl phenolischer Verbindungen (van Buren/Robinson 1969), Phytinsäure (Mothes et al. 1990) und anderen Zellinhaltsstoffen für die Veränderung funktioneller Eigenschaften mitverantwortlich.<sup>39</sup>

### **Proteinabtrennung aus dem Grassaft**

Es gibt mehrere Methoden,<sup>40</sup> im wesentlichen haben sich hier zwei durchgesetzt:

- a. Koagulation durch Hitze
- b. Ultrafiltration.

#### **ad a. Koagulation**

Die Eigenschaft, in der Hitze zu koagulieren, war erstes Kriterium für die Definition der Proteine als eigene Substanzklasse. Mildes Erwärmen ergibt zunächst eine grüngefärbte Fraktion, weiteres Erhitzen liefert einen fast farblosen Niederschlag. Stufenweises Erhitzen des grünen Presssaftes ermöglicht eine Trennung von Proteinen unterschiedlicher Zusammensetzung. Bei ca. 60 °C fällt die grüne Fraktion, die Chloroplasten aus, das weiße Rubisco wird dann durch weiteres Erhitzen auf 80°C gewonnen (Pro-Xan Prozess).

Die Firma France Luzerne wendet diesen Prozess in einer modifizierten Form an, um aus Luzernen Futtermittel-Proteine herzustellen (France Luzerne 2001) die folgende Abbildung zeigt das Schema dieses Prozesses.<sup>41</sup>

Der große Vorteil dieses Verfahrens ist, dass hochwertiges „weißes“ Protein gewonnen werden kann. Der Nachteil aller Fällungsmethoden durch Hitze ist die Denaturierung. Da während der Silierung durch Hydrolyse bereits ein Teil der Proteine zu Peptiden und freien Aminosäuren abgebaut wird, ist diese Methode in der Grünen Bioraffinerie voraussichtlich nicht befriedigend anwendbar.

**Gewinnung  
unterschiedlicher  
Proteine durch  
stufenweises Erhitzen**

**Denaturierung durch  
Hitze**

<sup>38</sup> Beispielsweise führen schrittweise Succinylierung oder Acetylierung von Amino- und Hydroxylgruppen in 11-S-Globulinen zur kontinuierlichen Verbesserung der Emulgieraktivität von Proteinisolaten. Diese hohe Verschäumkapazität wird bei unmodifizierten Proteinen nur durch Hitzebehandlung und dadurch bedingter Denaturierung erreicht (Schwenke et al. 1983). Auch die Geliereigenschaften sind beeinflussbar: Während unmodifizierte Proteine in der Regel undurchsichtige (opaque) Gele nach erfolgter Hitzedenaturierung (70–90 °C) ergeben, liefern erschöpfend modifizierte Proteine weitgehend durchsichtige Gele bereits wenig oberhalb der Raumtemperatur (Schwenke/Dahme 1997; Drahl/Schwenke 1986).

<sup>39</sup> Die verschiedenen Wechselwirkungen können positive oder negative Auswirkungen auf die Funktionalität der Proteine haben. Z. B. kann die elektrostatische Komplexbildung von Rapsproteinen mit Phytinsäure zu löslichen, hitzestabilen Verbindungen führen, unter ungünstigen Bedingungen jedoch auch unlösliche Proteine erzeugen.

<sup>40</sup> Die isoelektrische Fällung der Proteine durch Variation des pH-Wertes hat denaturierende Wirkung. Fällungen durch „Aussalzen“ oder mit Hilfe von polyanionischen, polykationischen oder neutralen Polymeren als Fällungsmittel (Knuckles et al. 1980; Bray/Humphries 1979; Baraniak et al. 1989) haben den Vorteil der Erhaltung der Nativität der Proteine. Nachteilig wirkt sich das Hinzufügen zusätzlicher Chemikalien aus, da diese wieder abgetrennt werden müssen.

<sup>41</sup> Eine Variation dieses Verfahrens ist der VEPEX Prozess, der in einer Pilotanlage in Ungarn entwickelt wurde (Kohler/Knuckles 1977; Telek 1983; Defremery et al. 1973; 1975).

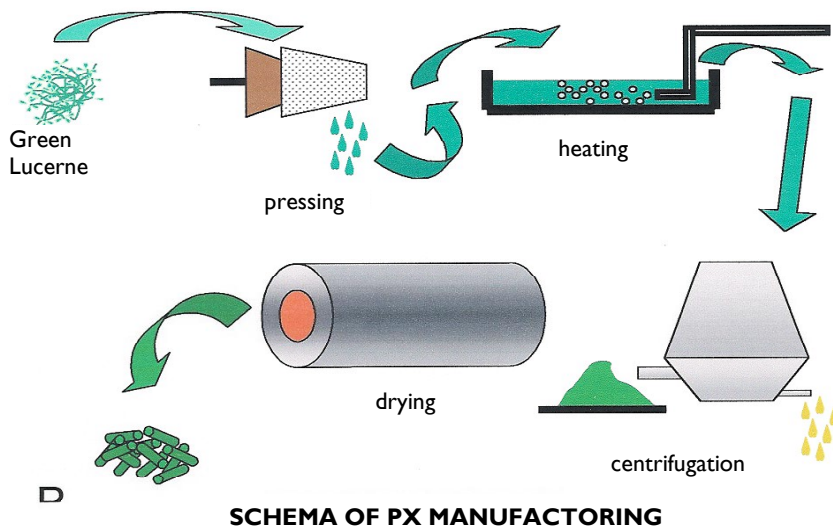


Abbildung 2.5-1: Protein-Gewinnungsprozess der Firma France Luzerne

#### ad b. Ultrafiltration

Diese sehr schonende Methode ist ein Membrantrennverfahren, in dessen Verlauf je nach Wahl der Membran die Konzentration von Proteinen bestimmter Größe erhöht werden kann. Der Unterschied zu einer herkömmlichen Filtration ist, dass auch gelöste Stoffe abgetrennt werden können. An der Membran reichern sich die Proteine, unterstützt durch erhöhten Druck, der das Wasser aus dem Konzentrat (Retentat) presst, an. Die proteinarme Fraktion, die die Membran passieren kann heißt Permeat. Wie groß die Moleküle sind, die durch die Membran gelangen, wird von speziellen Membraneigenschaften bestimmt, vor allem vom sogenannten MWCO (Molecule Weight Cut Off). Während des Prozesses bildet sich eine Deckschicht, die sogenannte Sekundärmembran, die den effektiven Rückhalt bestimmt. Die Materialien, aus welchen solche Membranen gefertigt werden sind z. B. organische Polymere oder Keramik. Der große Vorteil dieser Methode ist, dass sie die native Struktur der Proteine erhält und diese dadurch löslich bleiben (Karlsson et al. 1994). Nachteilig wirkt sich die lange Verweilzeit aus, wodurch die Proteine abgebaut werden können. Ein mögliches Verstopfen (clogging) der Membran ist bei der Prozessführung ebenso in Betracht zu ziehen. Auch benötigt man, um bei niedrigen Permeatmengen eine gute Anreicherung zu erzielen, eine große Membranfläche, bzw. mehrere Module. Dadurch kann die Anlage unwirtschaftlich sein (Rautenbach 1997).

**Abtrennung von gelösten Stoffen**

**Abbau von Proteinen durch lange Verweilzeiten**

#### Stand der Forschung

Die Anreicherung aus dem Saft mittels Ultrafiltration ist beim Frischgrassaft erfolgreich, bei Silagegras ist im Presssaft bereits Protein abgebaut, so dass hauptsächlich freie Aminosäuren bzw. Peptide geringer Molekülmasse vorhanden sind. Die Möglichkeiten, die sich daraus ergeben sind Gegenstand aktueller Forschungen. Erprobt werden einerseits chromatographische Methoden, andererseits gibt es Versuche, durch Hitzeoagulation oder auch Polymerisation der Peptide ein eiweißreiches Produkt zu erhalten. Der Proteingehalt der Säfte heimischer Gräser ist nach neuesten Analysen<sup>42</sup> geringer als erwartet.

**Ultrafiltration oder Kombination von Ultrafiltration und Koagulation für die Grüne Bioraffinerie**

<sup>42</sup> BOKU Wien November 2001, TU-Graz Dezember 2001, Jänner 2002, nicht veröffentlicht.

**frischer Grassaft ist  
nicht haltbar**

Der Aminosäuregehalt im Saft beträgt ca. 10 bis 25 g/l, davon ist etwa die Hälfte Protein, der Rest sind freie Aminosäuren und Peptide. Aus diesem Grund werden folgende drei Verfahren in Hinblick auf optimale Ausbeute in der nächsten Zeit getestet: Das Verfahren der Firma France Luzerne als Referenzverfahren (France Luzerne 2001), ein reines Ultrafiltrationsverfahren mit speziellen Membranen, sowie eine Kombination von Ultrafiltration und Hitzekoagulation.

Ein wichtiger Aspekt ist die geringe Haltbarkeit von Frischgrassaft. Nach der Pressung muss er so schnell wie möglich weiterverarbeitet werden, da sonst die Proteine zu schnell abgebaut werden. Hier bietet die zentrale Organisation (siehe Kap.2.1.4 und 2.6) der Grünen Bioaffinerie Vorteile, bei der dezentralen und semi-dezentralen Variante müsste der vor Ort gepresste Saft schnell auf etwa 0–4 °C gekühlt, und auch während des Transports zur zentralen Anlage auf dieser Temperatur gehalten werden.

Weitere Szenarien sind denkbar, wie z. B. die Weiterverarbeitung des Saftes vor Ort. Das heißt, dass entweder durch Fällung oder eine mobile Filteranlage das Protein gleich vor Ort abgetrennt und, wenn möglich, auch gleich getrocknet und dadurch haltbar gemacht wird.

### **Produkte aus Proteinen**

Die Produkte, die aus Proteinen erzeugt werden können sind mannigfaltig. Da geringfügige chemische Modifikationen bereits große Effekte auf Wasseraufnahmefähigkeit, Löslichkeit, Adsorptionsverhalten, Schaumbildung, etc. haben, sind vielfältige Einsatzmöglichkeiten gegeben (Schwenke et al. 1983), (Drahl/Schwenke 1986).

**Ersatz für Proteine  
tierischen Ursprungs und  
für Soja-Importe ...**

Auch ohne chemische Modifikationen ist Rubisco<sup>11</sup> ein hochwertiges Produkt, dessen Wert als Lebensmittel für den Menschen aber stark von der erreichbaren Reinheit abhängt. Dafür geeignet wäre das gereinigte „weiße Protein“. „Grünes“ Protein, das auch reich an Xanthophyllen und Carotinen<sup>43</sup> ist, ist als hochwertiges Futtermittel geeignet. Im Zusammenhang mit BSE kann ein Proteinkonzentrat nicht-tierischen Ursprungs helfen, eine Infektionsgefahr zu verringern. Zur Proteingewinnung aus Tiermehl wird an der TU-Graz von G. Braunegg (Institut für Biotechnologie) an der Entwicklung von Methoden gearbeitet, BSE-Erreger mit einem genormten Verfahren („rendering“) zu deaktivieren.

Hier eine Übersicht über mögliche Produkte aus Proteinen:

- Stickstoffquelle für Fermentationen
- Klebstoffe, Bindemittel
- Beschichtungen, Folien
- Schaumstabilisatoren (z. B. für die Industrie bei Flotationsverfahren)
- Alternative zu gentechnisch produziertem Sojaprotein in Lebensmitteln (weißes Protein)
- Futtermittel wie z. B. Milchaustauscher.

**... als Zusatz zu  
Nahrungsmitteln ...**

*Rubisco*: Dieses Protein wird industriell derzeit nicht hergestellt. Reines Rubisco könnte statt Sojaprodukten in der Nahrungsmittelherstellung als Zusatz für Saucen und Würste, aber auch Desserts wie Mousse-au-Chocolat verwendet werden (France Luzerne 2001).

<sup>43</sup> Xanthophylle und Carotine gehören zur Gruppe der Carotinoide, die, z. B. als  $\beta$ -Carotin Vorläufer des Vitamin A sind, und auch färbende Wirkung haben, wie beispielsweise als gelber Farbstoff im Eigelb (France Luzerne 2001).

Für Österreich liegen keine Daten für den Verbrauch von Eiweiß in Industrie und Lebensmitteltechnik vor. Aber auch andere funktionelle Eigenschaften des Rubisco sind interessant, sodass eine Markteinführung zunächst mit kleinen Mengen durchaus erfolgreich sein könnte. Als Hemmnis ist hier allerdings die für die Lebensmitteltauglichkeit notwendige, aufwendige Reinigung zu nennen.

*Proteinhaltige Futtermittel (Eiweißfuttermittel):* Insgesamt werden in der EU pro Jahr 50,3 Mio t Eiweißfuttermittel mit einem Proteingehalt von 20,8 Mio t verbraucht. Fast 12 Mio t, oder 57 % des gesamten Bedarfes, stammen aus Sojaschrot. Lediglich 3 % werden innerhalb der EU produziert.

... zu Futtermitteln ...

In Österreich stammt etwa ein Drittel des verwendeten Eiweißes aus heimischer Produktion. Dieses Verhältnis wird sich allerdings durch das Verbot von Tiermehl verändern. Sobald dieses Protein durch Sojaimporte ersetzt sein wird, wird der Anteil an eigener Eiweißversorgung auf ca. 25 % sinken (Krumphuber 2001).

Tabelle 2.5-1: Eiweißversorgung in Österreich; Anteil der Ö-Produktion

Produkt	Einsatz 1.000 t	Protein 1.000 t	Durchschn. Proteingeh. %	Anteil an Eiweißversorgung %	Eigen- produktionsanteil %
Sojaschrot	470.000	207.000	44	67,6	3
Rapsschrot	100.000	34.000	34	11,1	100
Sonnenblumenschrot	40.000	12.000	30	3,9	100
Andere Schrote	20.000	5.000	25	1,6	-
Leguminosen	100.000	21.000	21	6,9	100
Tiermehl (bisher)	40.000	22.000	55	7,2	100
Fischmehl	9.000	5.000	56	1,6	-
Insgesamt	779.000	306.000	-	100,0	ca. 32

Quelle: Krumphuber (2001)

Der vollständige Ersatz von Tiermehl durch heimische Eiweißpflanzen ist kurzfristig nicht möglich. Mittelfristig könnten Grünmasseproteine dabei eine wesentliche Rolle spielen.

*Milchaustauscher (MAT):* Milchaustauscher werden speziell in der Kälber- und Ferkelaufzucht eingesetzt. Qualitätsmerkmale sind der Gehalt an Aminosäuren und Carotinoiden.

*Protein für industrielle Anwendungen:* Bislang ist das wichtigste industriell eingesetzte Pflanzeneiweiß Sojaprotein. Die USA waren und sind der Spitzenproduzent mit etwa 70.000 Tonnen jährlich, wovon 35.000 Tonnen zur Herstellung von Papier und Verpackungen verwendet werden. In Europa wurde stattdessen das Milchprotein Casein als Bindemittel für Papierbeschichtungen<sup>44</sup> genutzt. Es eignet sich außerdem für die Herstellung von Etikettierklebstoffen, Leimen und Lederdeckfarben. Der Einsatz von Casein ist in diesen Sparten infolge der Konkurrenz durch petrochemische Produkte jedoch weltweit unter 5.000 Tonnen pro Jahr gesunken.

... und für technische Anwendungen

<sup>44</sup> Oberflächenbeschichtungen mit Sojaprotein-Isolaten als Bindemittel beeinflussen unter anderem die Bedruckbarkeit und die mechanische Belastbarkeit von Papier sowie die Haftung der wasserlöslichen Druckfarbe und Rezyklierbarkeit.

**vergleichbare Kosten für  
petrochemische und  
pflanzliche Herstellung**

Die Gewinnung industriell einsetzbarer Proteine aus Pflanzen verursacht heute etwa gleich hohe Kosten wie petrochemische Herstellung, teilweise sind die Aufwendungen sogar niedriger. Echte Preisvergleiche sind jedoch nur zulässig, wenn mit den verglichenen Grundstoffen oder über deren chemisch-technische Umwandlungsprodukte auch die gleiche Produktpalette erreichbar ist. Die Verwendung pflanzlicher Proteine hängt stark von deren funktionellen Eigenschaften ab (Bonk 2001).

Die folgende Tabelle zeigt einen Überblick über die weltweiten Produktionsmengen von Industrieproteinen.

*Tabelle 2.5-2: Industrieproteine und Weltproduktion (Bonk 2001)*

Protein	Produktion (t)
Gesamt	1.000.000
Weizengluten	450.000
• für techn. Nutzung weltweit	4.500
Sojaproteinisolate	95.000
• für techn. Nutzung in den USA	35.000
• für techn. Nutzung in Deutschland	175
Casein	200.000
• für techn. Nutzung weltweit	40.000
• für techn. Nutzung in Deutschland	6.500
Rapsprotein	keine Angaben
Kartoffelprotein	keine Angaben
Erbsenprotein	keine Angaben

## 2.5.2 Milchsäure und ihre Derivate

Milchsäure entsteht in der Silage durch anaeroben Abbau von in der Pflanze vorhandenen Zuckern. Auch Proteine können zu Milchsäure abgebaut werden.

Die Fermentation von Fructose und Glucose erfolgt entweder homofermentativ oder heterofermentativ. Homofermentative Bakterien oxidieren Zucker ausschließlich zu Milchsäure. Heterofermentative Bakterien produzieren über einen anderen Mechanismus auf Kosten der Milchsäureausbeute auch signifikante Mengen anderer Stoffwechselprodukte wie Essigsäure, Ethanol, Glykol, etc. Deshalb kommt in industriellen Anwendung vor allem die homofermentative Produktion von Milchsäure zu Tragen (Woolford 1984).

Am IFA-Tulln wurden besonders leistungsfähige Kulturen für die Milchsäureproduktion in Silagen ausgesucht, die Kriterien wie Stabilität und Milchsäureausbeute besonders gut erfüllen.<sup>45</sup>

<sup>45</sup> Lactobacillus rhamnosus, Lactobacillus plantarum I, Lactobacillus plantarum II und Pediococcus pentosaceus der Fall (Danner 2001a).

## Gewinnung von Milchsäure

In einer Grünen Bioraffinerie kann Milchsäure durch Silagefermentation gewonnen werden. Aus zuckerreicher Wiesengrünmasse wird Silage mittels spezieller Bakterien erzeugt. Nach einer Fermentationsperiode von mindestens drei Wochen wird der milchsaure Saft abgepresst.

Verschiedene Pressversuche zeigten, dass schon mit relativ niedrigen Abpressgraden beachtliche Milchsäureausbeuten zu erzielen sind.<sup>46</sup> Im Presssaft aus Silagen sind neben der Milchsäure auch Proteine und Asche und an Zuckern vor allem Glucose und Fructose (Danner 2001b) enthalten. Zur Gewinnung reiner Milchsäure müssen daher noch weitere Reinigungsschritte durchgeführt werden. Aktuelle Szenarien dazu sind chromatografische Methoden, Membranverfahren, Ionenaustauscher und Kombinationen davon (Kromus 2002b). Membranverfahren sind bei allen Szenarien fixer Bestandteil. In Abbildung 2.5-2 ist als Beispiel ein Schema mit Chromatografie dargestellt.

### Silagefermentation mit anschließender Reinigung

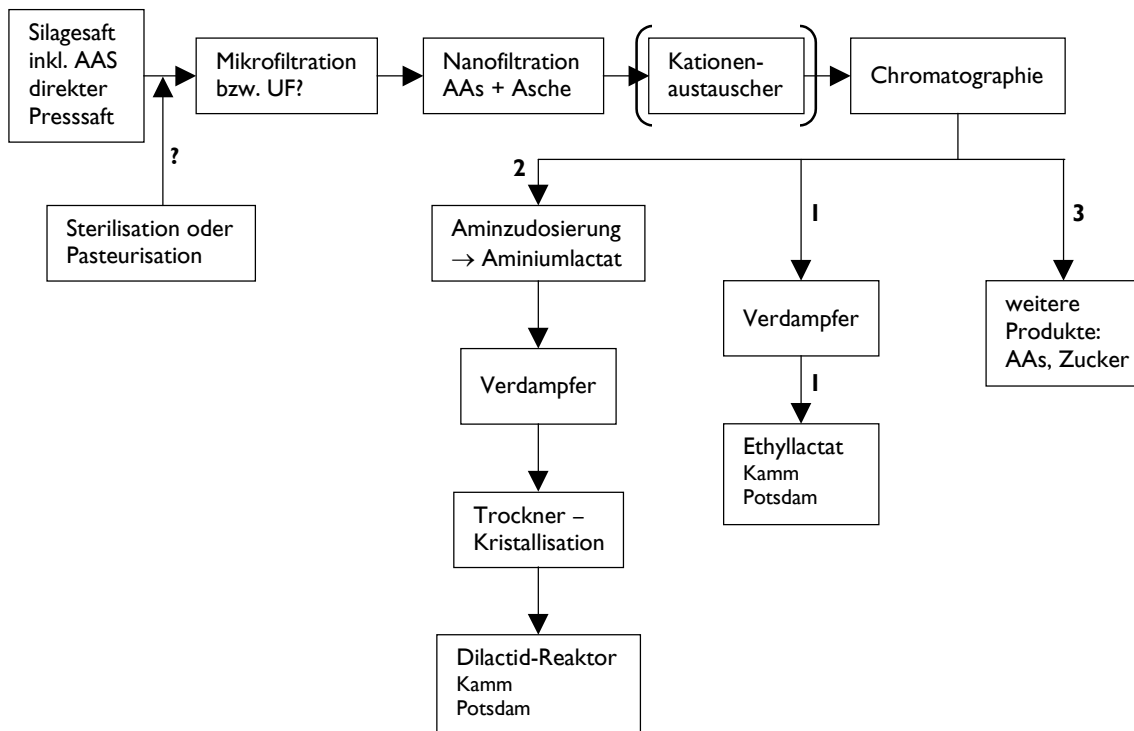


Abbildung 2.5-2: Schema einer Milchsäureaufbereitung mit Chromatographie

## Stand der Forschung

Die am IFA Tulln ausgewählten Bakterien werden im Raum Feldbach für die Silierung eingesetzt. Milchsäure wird erfolgreich in Größenordnungen bis zu 10 % d. TM Silage erzeugt. Reinigungsschritte und weitere Aufbereitung sind noch in der Entwicklungs- bzw. Erprobungsphase. In Vorversuchen wurde sowohl Aminiumlactat als auch Ethyllactat aus Silagesaft hergestellt. Auch hier

### Entwicklung spezieller Milchsäurebakterien

<sup>46</sup> So dürfte nach Steinmüller (1994) für eine Milchsäureausbeute von 75 % ein Abpressgrad von etwa 57 % ausreichend sein.

stellen sich mit dem Ziel einer effizienten, jedoch kostengünstigen Reinigung noch einige Fragen, die bei der Ausarbeitung der oben genannten Verfahren erörtert werden müssen.

### **Einsatzmöglichkeiten der Milchsäure**

Für biotechnologisch erzeugte Milchsäure existiert im ländlichen Raum ein breites Anwendungspotential. Als Säuerungs – und Konservierungsmittel, als Reinigungs – und Desinfektionsmittel, sowie als Neutralisationsreagenz. Außerdem bestehen Verwendungsmöglichkeiten als Futtermittelzusatz.

#### **gute Ergebnisse bei Konservierungsversuchen**

*Milchsäure als Säuerungs – und Konservierungsmittel:* Wirtschaftsgetreide muss, um Qualitätsverluste zu vermeiden, nach der Ernte getrocknet, oder bei Feuchtegehalten über 14 % konserviert werden. Milchsäure kann hier statt der bisher angewendeten Propionsäure als Konservierungsmittel eingesetzt werden. Zur Einschätzung des Konservierungserfolges wurden sowohl chemische (Zucker, Stärke, Rohprotein, TS, pH-Wert) als auch mikrobiologische Parameter (Zahl der Hefen und Schimmelpilze) herangezogen. 90 %ige Milchsäure ist bei gleicher Aufwandmenge ebenso zur Konservierung geeignet wie 90 %ige Propionsäure.<sup>47</sup> Die Inhaltsstoffe bleiben erhalten, die Zahl der Schimmelpilze und Hefen liegt nach einjähriger Lagerung unter dem Schwellenwert für Verderbererreger.<sup>48</sup> Auch bei Buchweizen konnte die konservierende Wirkung von Milchsäure nachgewiesen werden.

Bei Grünhanf bewirkt der Zusatz von Milchsäure, dass die Silage bis zu einem Jahr lagerfähig bleibt. Die Langfasern erreichen besondere Güte; das Material kann fast jede gewünschte Form annehmen, ist leicht und umweltgerecht zu entsorgen und dadurch eine Alternative zu Polystyrol.<sup>49</sup>

#### **verschiedene Anwendungsgebiete in der Tierzucht**

*Milchsäure als Reinigungs- und Desinfektionsmittel:* Der Einsatz von Desinfektionsmitteln in der landwirtschaftlichen Tierhaltung dient dem vorbeugenden Gesundheitsschutz oder der Bekämpfung von Infektionskrankheiten und anzeigepflichtigen Tierseuchen. Zur Anwendung kommen sowohl alkalische als auch saure und neutrale Mittel. Bei allen Produkten muss dem Abfallwirtschaftsgesetz entsprechend die biologische Abbaubarkeit in aquatischen Systemen gewährleistet werden. Für die Verwendung als Reinigungs- und Desinfektionsmittel im Bereich der Tierhaltung weist Milchsäure besonders günstige bakterien- und pilzhemmende Eigenschaften auf (Steiger 1986). Ihr Einsatz scheint z. B. in der Euterpflege sinnvoll zu sein.

*Milchsäure als Futtermittelzusatz:* Bei Milchsäure als Futterzusatz zeigt sich ein positiver Einfluss auf den Stoffwechsel. Fütterungszusätze, die den Verdauungsablauf stabilisieren, haben hohen Stellenwert, da sie bei Jungtieren hohe Aufzuchtverluste verhindern. Auch als Trinkwasserzusatz hat sich Milchsäure bewährt. Besonders in der Geflügelzucht unterstützen das Absenken des pH-Wertes des Wassers und die damit verbundene Hemmung des Bakterienwachstums die Tiergesundheit. Durch die geringere Korrosivität der Milchsäure wird das Trinkwassersystem im Vergleich z. B. zur ähnlich wirksamen Ameisensäure weniger in Mitleidenschaft gezogen.

<sup>47</sup> Propionsäure ist wesentlich giftiger als Milchsäure (MERCK 1999).

<sup>48</sup> 2,0\*10<sup>4</sup> Kbe/g FM=koloniebildende Einheiten pro Gramm Frischmasse (Idler 1994; Idler/Fuchs 1995).

<sup>49</sup> Hier zeigt sich, dass Technologien zur Nutzung nachwachsender Rohstoffe einander ergänzen können. Bauplatten, die aus diesen besonderen Langfasern gefertigt wurden, zeichnen sich durch eine hohe Biegefestigkeit aus (Ehlert et al. 1997b; 1997a).



*Milchsäure als Neutralisationsmittel:* In Genehmigungsverfahren für die Neuerrichtung von Tierställen bzw. für den Umbau von Tieranlagen gibt es in Abhängigkeit von der Tierzahl Auflagen für Maßnahmen zur Senkung der Ammoniakemission. Zur Verminderung der Ammoniak- und Methanemission wurde Milchsäure als Güllezusatz erfolgreich eingesetzt. Das Ansäuern der Gülle auf pH-Werte um 4,5 verschiebt das Ammoniak/Ammonium Gleichgewicht zu Gunsten der Ammoniumionen, so dass es zu keiner Freisetzung von Ammoniak kommt. Untersuchungen an Rinder- und Schweinegülle haben gezeigt, dass die Wirkung der derzeit zugesetzten Salpetersäure durch Milchsäure noch verstärkt werden konnte. Einerseits wird hier der durch die Salpetersäure bedingte Nitrateintrag in das System verringert, andererseits konnte bei Zusatz von Milchsäure keine Methanfreisetzung<sup>50</sup> mehr registriert werden. Schon bei pH-Werten ab 5,0 kommt die Methanfreisetzung zum Erliegen (Berg/Hörnig 1997).<sup>51</sup>

### **Behandlung von Gülle zur Verminderung der Emissionen**

### **Herstellung von Polylactid**

Milchsäure ist durch ihre bifunktionelle Struktur (-OH, -COOH) besonders für die interne Esterbildung geeignet. Einen ringförmigen Ester aus zwei Milchsäuremolekülen nennt man Dilactid. Es ist das wichtigste Zwischenprodukt bei der Herstellung von Polylactiden. Milchsäure bildet durch Erhitzen (120 °C, 140 °C) und Verminderung des Drucks Dilactid. Mit schwach basischen Katalysatoren wie z. B. Zink-Staub kann man Ausbeuten von 90 % erreichen

### **Dilactid als Ausgangsstoff**

B. Kamm et al. (2000b) haben ein Verfahren entwickelt, das die Möglichkeit bietet, aus komplexen milchsauren Lösungen einen organischen kristallinen Feststoff zu erzeugen (Aminiumlactat). Dieser bildet das Ausgangsmaterial für einen neuen, gegenüber herkömmlichen Verfahren verkürzten Syntheseweg zum Dilactid. Aminiumlactate eignen sich sehr gut als Basismaterial für weitere chemische Synthesen und können außerdem auch als Wirkstoff oder Matrixmaterial in der pharmazeutischen und kosmetischen Industrie eingesetzt werden. Aminiumlactat ist als Feststoff gut handhabbar und lagerfähig. Nach der Erzeugung des Dilactids kann das Amin z. B. über die Erzeugung eines Monosulfats recycelt werden.

Nachteile des Verfahrens sind:

- Die Rückgewinnung des Amins ist nicht einfach.
- Bei den Verfahren kommt konzentrierte Schwefelsäure zum Einsatz. Das kann in weiterer Folge zu Umweltbelastungen führen, da die entstehende große Menge an Salzen sehr schwer wiederverwertet werden kann und als Sondermüll deponiert werden muss.

### **Umweltprobleme bei der Herstellung**

Mit einem geeigneten Katalysator kann Dilactid unter Erhitzung zu Polylactid polymerisiert werden. Das Produkt hat ähnliche Eigenschaften wie die Kunststoffe aus der Petrochemie. Das Material ist biologisch abbaubar und wird von Mikroorganismen zu CO<sub>2</sub> und Wasser umgesetzt. Die Produkteigenschaften können durch Zusatzstoffe und Variation der Reaktionsbedingungen gesteuert werden. Ebenso kann man Copolymere (z. B. mit Glykolsäure) aus Milchsäure gewinnen (Kamm et al. 2000b; Datta 1998; Sotoudeh/Schidler 2001).

<sup>50</sup> Bei Methan handelt es sich um ein besonders klimawirksames Treibhausgas.

<sup>51</sup> Inwieweit Veränderungen in der Mikroflora der Methansäurebakterien durch den Zusatz von Milchsäure dafür die Ursache ist, oder ob es sich um Substratveränderungen handelt, bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten.

**positive  
Umwelteigenschaften  
von Polylactat**

Polylactat ist biokompatibel und wird z. B. in der Medizin als Implantatwerkstoff und Nähmaterial in den Körper eingebracht. Weiters kann es zur Erzeugung von Verpackungsmaterial verwendet werden. Im Vergleich zu Polypropylen (PP), Polyethylenterephthalat (PET) und Polystyrol (PS) ist die Entsorgung von biogenen Kunststoffen erheblich günstiger.

Die folgende Tabelle zeigt einen Vergleich der Entsorgungskosten verschiedener Materialien am Beispiel der Firma GUT (Galle Umwelttechnik GmbH, 2001):

*Tabelle 2.5-3: Beispiel für Müllentsorgungstarife*

Packstoffgruppe	GUT Lizenztarife ab 07/2001 inkl. Abholung Betrag in EURO pro 100 kg
Wellpappe	7.78
Papier	18.17
LDPE Folien	47.96
PET Flaschen	67.00
PS,PP	90.84
Verbund PE-Papier	18.17
biogene Verpackungen, Lizenzierung nur bei GUT möglich	18.17
Glas	8.50
Holz	2.18
Ferrometall	32.70
Aluminium	41.42

*Quelle: (GUT 2002)*

**Verfahren ist noch  
energieaufwendig**

Unter Berücksichtigung des Verbrauchs an Energie für die Herstellung der benötigten Ausgangsstoffe, benötigt die Erzeugung von PLA 20 %–50 % weniger Energie aus fossilen Ressourcen als die Produktion von Kunststoffen aus Erdöl. Das Verfahren selbst ist energieaufwendiger als die Verfahren der petrochemischen Industrie. Zu beachten ist dabei jedoch der jahrzehntelange Vorsprung an Forschung und Entwicklung. Unternehmensvertreter von Cargill Dow erwarten, dass der Energiebedarf weiter sinken wird, da die Verfahren laufend verbessert werden (Gerngross/Slater 2000).

### **Herstellung von Ethyllactat**

Ethyllactat entsteht durch die Veresterung von Milchsäure mit Ethanol (Holten). Es wird Milchsäure mit Ethanol erhitzt (140°C), wobei Ethyllactat und Nebenprodukte entstehen. Danach wird über eine Destillation (175°C) reines Ethyllactat gewonnen. Es ist ein für viele Zwecke verwendbares und dadurch sehr wertvolles Produkt mit folgenden Eigenschaften:

- biologisch abbaubar
- ungiftig
- ausgezeichnetes Lösungsmittel
- geringe Flüchtigkeit
- hoher Siedepunkt.

**Probleme mit Reinheit  
des Produktes**

Das Problem ist hier die Reinheit des Ausgangsproduktes. Vorreinigungsschritte wie z. B. Nanofiltration, Ionenaustausch od. Chromatographie sind denkbar und

werden derzeit erprobt. Weitere Chancen bieten Pervaporation (Datta 1998) oder auch Vakuumdestillation, bei der nicht so hohe Temperaturen notwendig sind.

### **Herstellung von Grasfaserprodukten**

Die Fasererzeugung aus dem Presskuchen ist im Detail noch sehr wenig erforscht. Dadurch ergeben sich viele Fragen in Bezug auf vorbereitende Behandlungen des Grassaftes und des Presskuchens. Nach aktuellem Stand des Wissens kann der Presskuchen nach einer weiteren Trocknung eventuell zu Dämmmaterial in der Baustoffindustrie weiterverarbeitet oder im Bereich Mulch- u. Pflanzvliese eingesetzt werden. Es wird auch an eine Verwertung als Strukturfutter (Rauhfutter) in der Pferdezucht und die Erzeugung von Futterpellets für die Kleintierhaltung gedacht. Auch die Gewinnung von „Hochwertigen Textilfasern“ kann nicht erwartet werden. Als weitere Möglichkeit bietet sich die Vergärung in einer Biogasanlage an.

**Fasern für Bauindustrie  
oder Biogasanlage**

### **2.5.3 Umsetzung von Restströmen in einer Biogasanlage zur Erzeugung von Prozessenergie**

Ein wichtiger Bestandteil der Grünen Bioraffinerie ist die Erzeugung von Biogas aus den biogenen Restströmen der verschiedenen Produktionseinheiten. Dies kann als Co-Fermentation gemeinsam mit Gülle oder reinstofflich mit oder ohne Faserrestmassen erfolgen. Entsprechend diesen Möglichkeiten muss die Technologie adaptiert und geplant werden.

Wesentlicher Beitrag der Biogas-Einheit zum Gesamtprojekt ist die sinnvolle Schließung des Kreislaufs, die Bereitstellung von Prozessenergie (Wärme, Elektrizität), Zusatzeinkommen durch netto Stromverkauf und die Erzeugung von wertvollem Dünger (Biogasgülle) für die Wiesen im Einzugsgebiet der Grünen Bioraffinerie.

**Kreislaufschließung  
durch Biogaserzeugung**

#### **Ausgangspunkt – Energiepflanzenvergärung und Silagevergärung**

Biogasgewinnung aus Gras und Energiepflanzen ist eine Weiterentwicklung der bekannten Anaerobgärung. Das Gasgemisch setzt sich aus folgenden Gasen zusammen:

- 55–80 % Methan
- 20–45 % Kohlendioxid
- 0–1,5 % Schwefelwasserstoff
- 0–0,05 % Ammoniak
- Wasserdampf.

Je nach weiterer Verwendung bestehen verschiedene Reinheitsanforderungen an das Biogas:

- Schwefelwasserstoff ist toxisch, führt in Verbindung mit Wasser zu Korrosion der Anlagen und bildet bei der Verbrennung Schwefeldioxid. Die Entfernung erfolgt durch Adsorption an Eisen (III) Oxid oder Aktivkohle, oder durch Absorption in alkalischer Lösung.
- Wasser führt zu Korrosionsproblemen und vermindert den Brennwert. Die Entfernung erfolgt durch Kondensation und anschließender Adsorption an Silicagel.
- Um Erdgasqualität zu erreichen muss auch die Kohlendioxidkonzentration reduziert werden. Das könnte durch Membranverfahren oder durch Adsorption erreicht werden.

Der Ablauf in einer herkömmlichen landwirtschaftlichen Biogasanlage ist folgender (siehe auch Abbildung 2.5-3):

1. Das Substrat wird in einer Vorgrube gesammelt und gemischt.
2. Danach wird es in einen gasdichten, beheizten Behälter gepumpt, in dem die anaerobe Gärung stattfindet.
3. Durch einen Überlauf gelangt das vergorene Substrat in den Nachgärbehälter
4. Das im Fermenter erzeugte Biogas wird meist in einem Gasspeicher drucklos zwischengelagert.
5. Von hier wird das Gas entweder direkt verwendet oder einer Aufbereitung zugeführt.

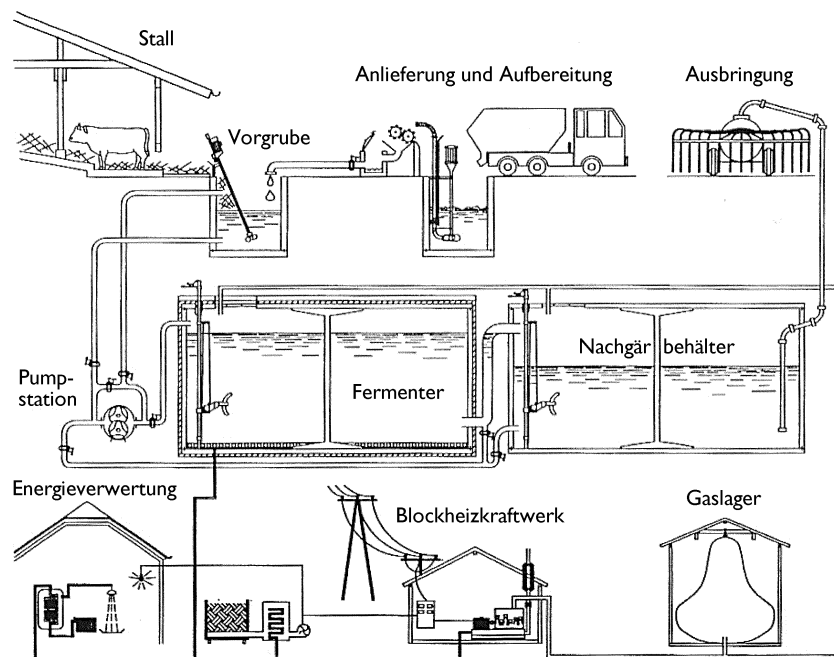


Abbildung 2.5-3: Modell einer herkömmlichen landwirtschaftlichen Biogasanlage (ARGE Biogas/BOKU), (Amon et al. 1997)

### Strom und Wärme aus Biogas

Durch den Einsatz von Silage kann das ganze Jahr über Biogas erzeugt werden. Mit einer Kraft-Wärme-Kopplung<sup>52</sup> (KWK) ist es möglich, aus Biogas nicht nur Strom, sondern auch Wärme zu produzieren. Durch die leichte Speicherbarkeit des Biogases kann sogar wertvoller Tagesspitzenstrom in das Netz eingespeist werden.

### Spezifische Gaserträge

Bei der Verwertung von Silage sind die Biogaserträge geringfügig (1–3 %) höher als bei der reinen Grasverwertung. Das heißt, die Konservierungsart (Silage, Trocknung) ist vernachlässigbar. Die Durchschnittserträge für Silo und Grünschnitt liegen bei 450–460 Liter Biogas pro Kilogramm organische Trockensubstanz. Der Gasertrag hängt von der Zusammensetzung des Substrates ab. Je geringer der Anteil an langkettiger Zellulose, desto höher ist der Biogasertrag.

<sup>52</sup> Im Bereich der KWK-Technik kann man von einem elektrischen Wirkungsgrad von 32–38 % und einem Gesamtwirkungsgrad von über 80 % ausgehen (Graf 2001).

Unabhängig von der Substratart verringert sich der Gasertrag bei zunehmender Faulraumbelastung.<sup>53</sup> Diese ist auch abhängig von Temperatur und Verweilzeit. Übliche Faulraumbelastungen liegen bei 35 °C zwischen 2 kg und 3 kg oTS/m<sup>3</sup>\*d (= organische Trockensubstanz pro Kubikmeter und Tag) (Schulz 1996).

Die Gärtemperatur hat praktisch keinen Einfluss auf die maximal erreichbare Gasausbeute. Bei der für die Praxis empfohlenen Verweilzeit von 20–25 Tagen fällt der Temperatureinfluss nicht mehr ins Gewicht. Als Richtwert wird in der Literatur eine untere Grenze der Gärtemperatur von 35 °C beschrieben (Graf 2001).

Eine Möglichkeit zur Aufrechterhaltung der Prozess-Stabilität des Fermenters ist die Rezirkulation von vergorenem Material. Aktuelle Versuche zeigen, dass sich beide Substratformen im Gärprozess sehr stabil verhalten und einen konstant hohen Methangehalt von mind. 65 % aufweisen.

Die Substrataufbereitung erfolgte in einem Anmischbehälter. Starke Flotation und schlechte Homogenisierungseigenschaften zeigten sehr schnell die Grenzen der gängigen Rührtechnik für konventionelle Biogasanlagen auf. Für diesen halbtechnischen Betrieb verwendete man schließlich ein Propellerrührwerk ohne Gegenschneide (Graf 2001).

## 2.5.4 Biogaserzeugung in Gemeinschaftsanlagen

Bestmögliche Nutzung bieten Gemeinschaftsanlagen mehrerer landwirtschaftlicher Betriebe, wie es auch in einer dezentral organisierten Grünen Bioraffinerie vorgesehen ist. Die folgende Abbildung zeigt ein derartiges Schema.

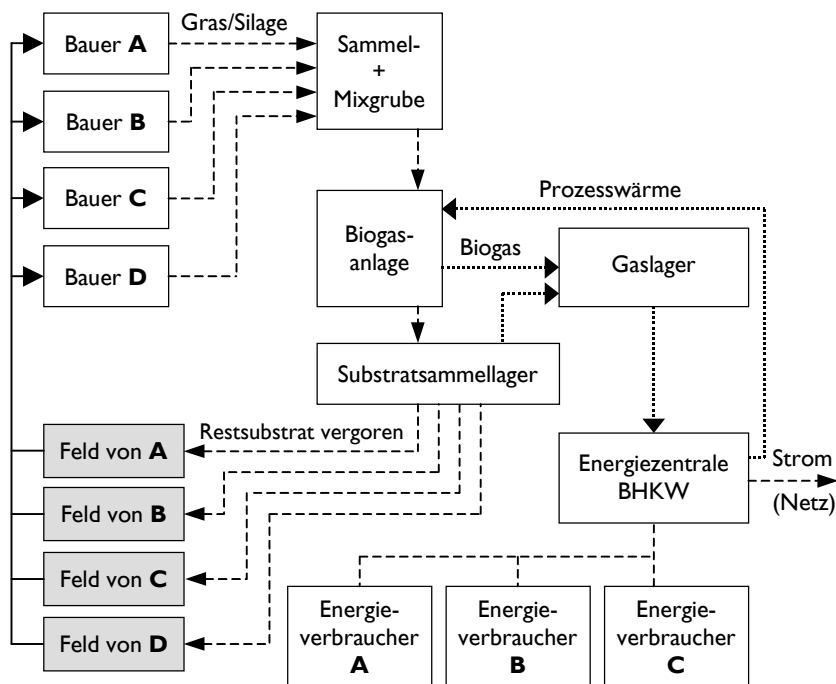


Abbildung 2.5-4: „GrassPower“ Gemeinschaftsanlage Biogas (Graf 2001)

<sup>53</sup> Die Faulraumbelastung ist ein Wert, der angibt, welche Mengen an organischer Trockensubstanz maximal dem Fermenter zugeführt werden können, ohne dass dabei die Bakterien „überfüttert“ werden und der Prozess kippt.

## 2.6 Grüne Bioraffinerie Österreich – Organisationsprinzipien

### Silage als Rohstoff

Dem Konzept der Grünen Bioraffinerie Österreich liegt die Silierung der Grünmasse zugrunde. Silierung als einfachste Variante der Feststofffermentation bietet die Möglichkeit, Milchsäure kostengünstig zu erzeugen. Silage ist aufgrund der pH-Wert-Absenkung durch die Gärsäuren stabil lagerfähig und ermöglicht somit einen ganzjährigen kontinuierlichen Betrieb der Verarbeitungsanlagen. Während des Silierprozesses produzieren Bakterien hauptsächlich Milchsäure, aber auch Essigsäure und Buttersäure, indem sie den Zucker des Rohmaterials abbauen (Woolford 1984). Durch hohe Qualitätsstandards in der Silagebereitung und dem Einsatz von Milchsäurebakterien ist es möglich, die Produktion von Nebenprodukten, wie Essigsäure oder Buttersäure zu verhindern und damit die Erzeugung von Milchsäure zu optimieren.

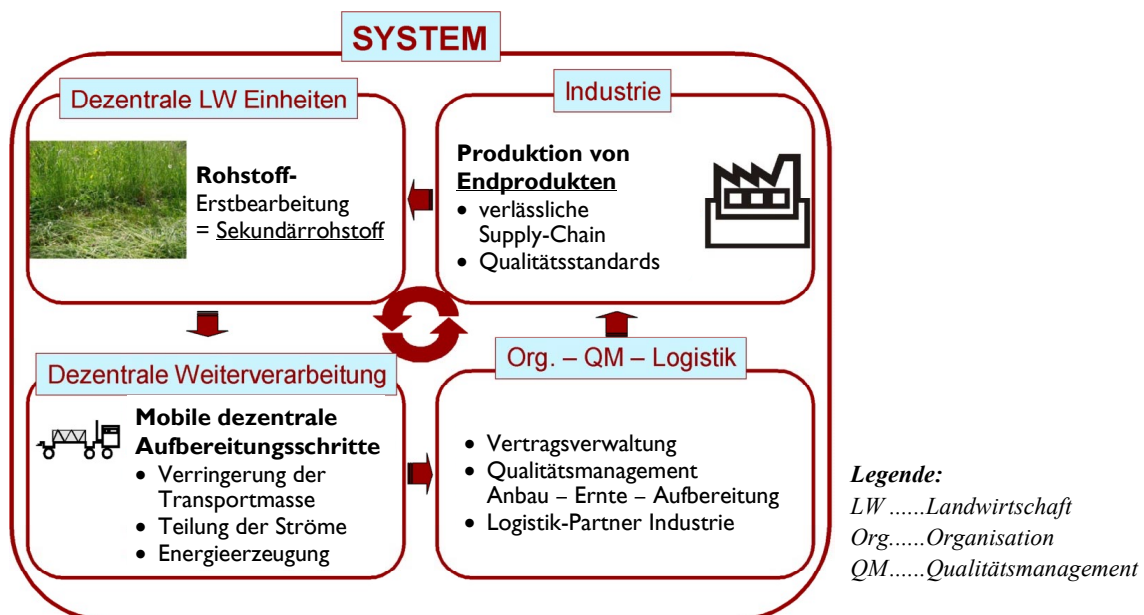


Abbildung 2.6-1: Das System „Grüne Bioraffinerie“ als Kooperationsmodell zwischen Landwirtschaft und Industrie

### Verwendung von Silage, Gülle, Mist und biogenen Abfällen möglich

Durch die mögliche Koppelung mit Energiebereitstellung aus Biogas und der Verwertung von Co-Substraten (Gülle, Mist, biogene Abfälle) in einer Biogasanlage entsteht eine Wertschöpfungskette, die wesentlich zur Attraktivität des Konzeptes beiträgt. Für die Produktion einzelner Produkte kann es notwendig sein, einen Teil der Rohstoffmenge als Frischmasse (ohne Silierung) direkt zu verarbeiten. Das heißt, dass während der Vegetationsperiode Frischmasse und im Winterhalbjahr Silage verarbeitet wird. Das könnte sich im Falle der Proteingewinnung lohnen, da einige Pflanzen wie z. B. Luzerne besonders proteinreich, aber für die Milchsäurefermentation in der Silage ungeeignet sind. Die zeitliche Abfolge der Prozessschritte ist so gewählt, dass sie den jahreszeitlichen Rohstoffangeboten und Anforderungen eines österreichischen Landwirtschaftsbetriebes am besten entspricht.

In Abhängigkeit davon, wie die Zusammenarbeit zwischen Landwirtschaft und Industrie gestaltet wird, ergeben sich unterschiedliche Organisationsformen, die sich auf die räumliche Anordnung der Verfahrensschritte wesentlich auswirken.

Die wichtigsten Faktoren für eine Entscheidung über das Organisationsprinzip sind:

1. Wo befindet sich eine Biogasanlage für Restströme (Bauernhof oder Industriebetrieb)
2. Wie sehen die Restströme für die Biogasanlage aus (z. B. nur Flüssigphase oder auch Fasern)
3. In welchem Umfang wird Frischmasse, die unmittelbar und rasch verarbeitet werden muss, in das System einbezogen

Nach Maßgabe regionaler Gegebenheiten haben sich für die Grüne Bioraffinerie Österreich drei mögliche Organisationsformen herausgestellt: die dezentrale, die zentrale und die semi-dezentrale Lösung. Diese drei Möglichkeiten werden im folgenden Abschnitt genauer beschrieben.

### 2.6.1 Dezentrale Grüne Bioraffinerie

Bei dezentraler Organisation steht eine Biogasanlage direkt im landwirtschaftlichen Betrieb oder einem Zusammenschluss von Betrieben. Diese wird von einer mobilen Presse und Vorreinigungsanlage (z. B. Filtration) angefahren. Der konzentrierte Saft wird in eine zentrale Anlage geliefert und dort weiterverarbeitet. Die Aufarbeitung zu höherwertigem Proteinkonzentrat und Milchsäureprodukten findet zentral statt. In Viehzuchtbetrieben fallen außerdem große Mengen an Gülle an, die ebenfalls zu Biogas umgesetzt werden können. Da auch andere pflanzliche Abfälle, Schlachtabfälle (z. B. Fette) oder Reststoffe aus Großküchen so verwertbar sind, erscheint eine Anlage vor Ort sinnvoll.

Die jahreszeitliche Anpassung erfolgt durch Silage der Wiesengrünmasse in der warmen Jahreszeit. Nach Abpressen des Saftes kann der Festanteil direkt vor Ort als Futtermittel konditioniert, zur Biogaserzeugung genutzt, oder zentral zu Fasern weiterverarbeitet werden.

**nur die  
Weiterverarbeitung des  
Presssaftes zentral  
durchgeführt**

**Verwertung von  
Co-Substraten möglich**

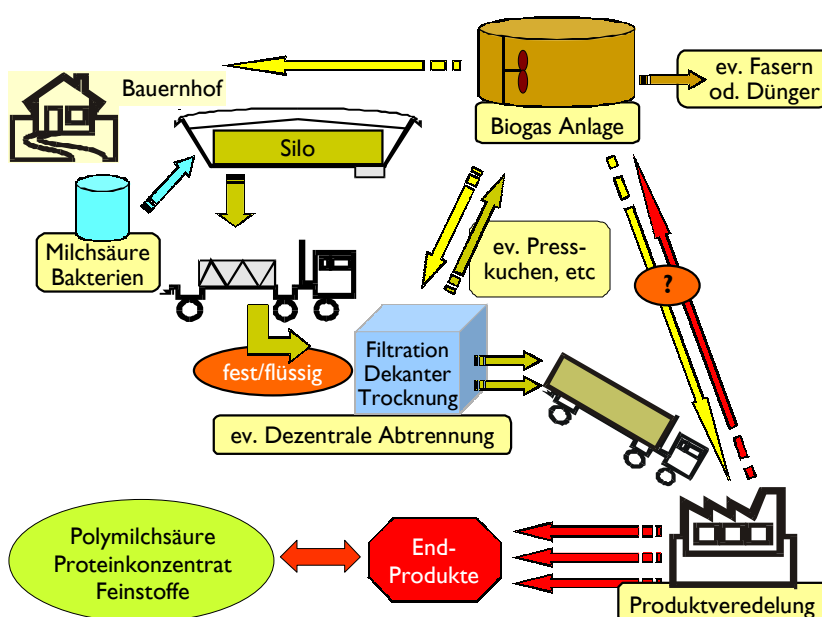


Abbildung 2.6-2: Dezentrale Grüne Bioraffinerie

## 2.6.2 Zentrale Grüne Bioraffinerie

**nur  
Silierung dezentral**

**Verwertung von  
Co-Substraten nicht  
zweckmäßig**

**sinnvoll bei hohem  
Frischmasseanteil**

In einer zentral organisierten Grünen Bioraffinerie wird der Rohstoff zur Gänze in eine zentrale Aufbereitungsanlage transportiert. Einziges dezentrales Element bleibt demnach nur mehr die Silierung direkt am Bauernhof. In diesem Fall ist selbst die Biogasanlage zentral angeordnet und kann wegen des Transportaufwandes nur bedingt mit landwirtschaftlichen Co-Substraten wie Gülle, Mist oder biogenen Abfällen betrieben werden. Die Fraktionierung erfolgt nun nicht mehr mobil vor Ort, sondern stationär in der Zentrale, wo der Presssaft sofort weiterverarbeitet wird. Dabei werden im wesentlichen Milchsäure und Proteine abgetrennt und weiter verwertet. Der Presskuchen kann in der Biogasanlage vergoren oder alternativ zu diversen Faserprodukten verarbeitet werden.

Diese Variante ist dann sinnvoll, wenn Fasern (Presskuchen) und Flüssigphase nicht auf verschiedene Produktionsstätten aufgeteilt und dort verarbeitet werden. Auch im Falle eines hohen Frischmasseanteils als Rohstoff scheint diese Variante sinnvoller, um hohe Produktqualität zu gewährleisten.

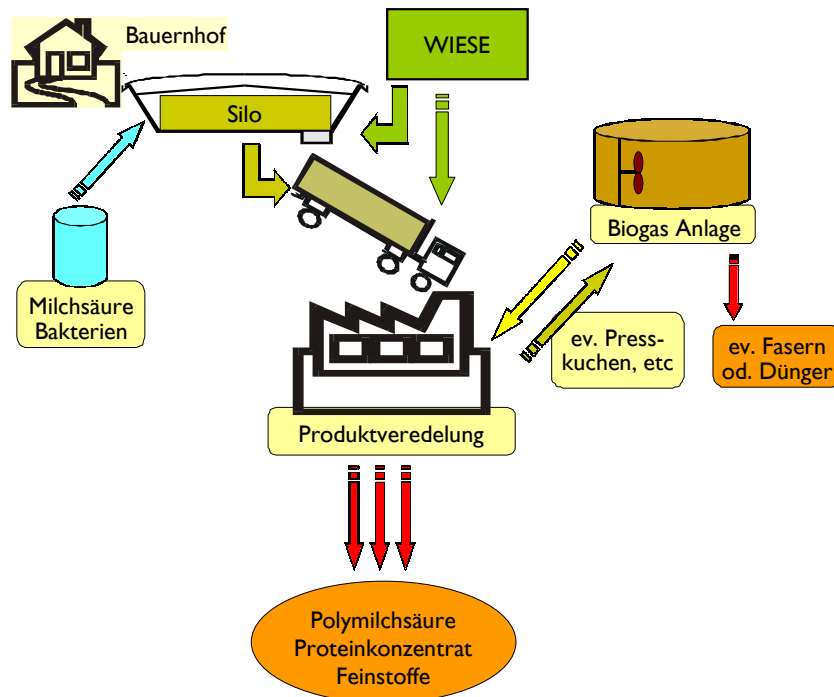


Abbildung 2.6-3: Zentrale Grüne Bioraffinerie

**Verwendung der  
Biogasgülle als Dünger**

**Stromüberschüsse ins  
Netz eingespeist**

Alle Restströme werden in der Biogasanlage weiterverarbeitet. Der entstehende hochwertige Dünger, die sogenannte Biogasgülle wird auf die Wiesen ausgebracht und damit rezykliert, die Abwärme der Gasmotoren wird im Prozess benötigt und der Überschuss an „grünem“ Strom kann ins Netz eingespeist werden.



### 2.6.3 Semi-dezentrale Grüne Bioraffinerie

Semidezentral bedeutet, dass sowohl die landwirtschaftlichen Betriebe als auch die zentrale Aufarbeitungsanlage eine Biogasanlage besitzen, was zwar große Flexibilität bedeutet, aber auch zu höheren Gesamtinvestitionen führt. Wie im dezentralen Konzept erfolgt das Pressen mobil direkt beim landwirtschaftlichen Betrieb.

Diese Organisationsform scheint nur dann sinnvoll zu sein, wenn die Produkte an unterschiedlichen Orten verarbeitet werden und die zentrale Einheit sehr groß ist, das heißt, wenn aus unterschiedlichen dezentralen Einheiten die Zwischenprodukte in einer großen Verarbeitungsanlage zusammenfließen. In diesem Fall ist allerdings genau zu prüfen, inwieweit die Logistikkosten und die Transportwege im Sinne von Energieeinsatz in einem akzeptablen Rahmen bleiben.

**höhere  
Investitionskosten**

**Logistikkosten und  
Transportwege als  
kritische Größen**

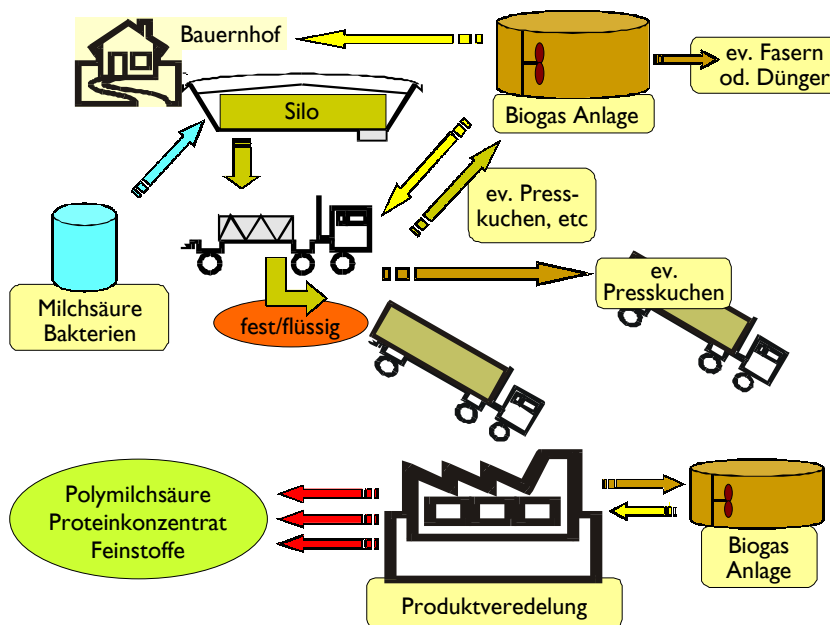


Abbildung 2.6-4: Semi-dezentrale Grüne Bioraffinerie



### 3 Bewertungsrahmen: Operationalisierung von Nachhaltigkeit

Das Ziel dieses Teils der Arbeit war es, einen Bewertungsrahmen zu entwickeln, der den Beitrag der Grünen Bioraffinerie zur nachhaltigen Entwicklung abbilden kann. Dazu waren im Wesentlichen zwei Schritte notwendig:

(1) Der erste Schritt war eine Literaturrecherche zu den Themen „integrative Technikbewertung“, „Nachhaltigkeitsindikatoren“, „Nachhaltigkeit“ im Allgemeinen (z. B. CSD<sup>54</sup>, OECD, EU, Regionalentwicklungsindikatoren, Agenda 21 Indikatoren). Die Ergebnisse dieser Recherche bilden die Grundlage zur Auswahl des Bewertungsrahmens.

(2) Anhand der Ergebnisse der Literaturrecherche wurde ein Kriterienvorschlag erarbeitet, der dann im Rahmen eines moderierten, interdisziplinären Experten-Workshops überprüft wurde. Die interdisziplinäre Zusammensetzung der ExpertInnengruppe war deshalb wichtig, weil die Themenstellung äußerst komplex ist und von einzelnen WissenschaftlerInnen bzw. Disziplinen nicht umfassend behandelt werden kann. (Schuster 2002)

Die Veranstaltung eines Workshops in einer kleinen Gruppe macht einen direkten Austausch der ExpertInnen untereinander möglich und erlaubt Diskussionen und interaktive Meinungsbildungsprozesse (vgl Ropohl 1997). So können auch Missverständnisse sofort erkannt und geklärt und die Wissensbasis erheblich verbreitert werden (vgl Hennen 1999; Gethmann/Grunwald 1996). Diese Punkte sind besonders dann wichtig, wenn es sich wie hier teilweise um qualitative Aussagen handelt und auch nicht kodifiziertes Wissen überprüft werden soll.

In einem Folgeprojekt ist ein interaktiver Bewertungsprozess geplant. Den Hintergrund dazu wird der hier entwickelte Bewertungsrahmen bilden. Im Verlauf mehrerer Workshops sollen von ausgewählten Schlüsselakteuren Kernfragen zur Bewertung der Nachhaltigkeit der Grünen Bioraffinerie und bestehende Zielkonflikte aufgearbeitet werden. Im weiteren soll dieser Bewertungsrahmen anhand weiterer Beispiele (vorzugsweise aus dem Bereich nachwachsender Rohstoffe) überprüft und verallgemeinert werden.

#### 3.1 Grundlagen

Den zentralen Bestandteil eines Bewertungsrahmens bildet das Kriteriensystem, definiert als die „Summe der Eigenschaften, die für die Bewertung herangezogen werden“ (Geissler 2001). Diesen ist eine Richtung, bzw. ein Ziel zugeordnet. In manchen Fällen ist die genaue Definition der Richtung nur im Diskurs mit beteiligten Akteuren zu finden. Indikatoren definieren diese Kriterien näher, und können entweder quantitative oder qualitative (z. B. ja/nein Antworten) Aussagen über deren Erfüllungsgrad geben (Geissler 2001).

**Kriteriensystem als  
zentraler Teil**

Neben ihrer Hauptfunktion als Grundlage für Bewertungsinstrumente können Indikatoren/Kriterien noch weitere Funktionen erfüllen. Die inhaltliche Auseinandersetzung mit ihnen kann das Verständnis für das Konzept der nach-

---

<sup>54</sup> Commission on Sustainable Development der UNO.

haltigen Entwicklung fördern, zum Handeln motivieren und Prozesse zur Konfliktlösung unterstützen (Klooz et al. 2000).

**bestehende  
Indikatorensätze nicht  
geeignet**

Die Betrachtung bestehender Indikatorensysteme zeigt, dass die meisten Indikatorensätze für spezielle Fragestellungen und Anwendungen entwickelt wurden. Das heißt sie befinden sich auf einer anderen als der benötigten Bewertungsebene, wie zum Beispiel der Bewertung eines Staates (CSD-Indikatorensystem) oder einer Region (Indikatorensystem zur Bewertung von Baden-Württemberg der Akademie für Technikfolgenabschätzung)<sup>55</sup>. Einige Indikatorensätze sind in sich nicht konsistent. So sind zum Beispiel die CSD-Indikatoren im Bereich Umwelt in Pressure-, State-, Response-Indikatoren<sup>56</sup> gegliedert, im sozialen Bereich konnte diese Gliederung nicht fortgesetzt werden. Zudem decken Pressure-, State-, Response- Nachhaltigkeitsansätze die ökonomische und soziale Dimension nicht befriedigend ab und können die Verknüpfung nicht bewältigen (SRU 1998). Die verschiedenen Systeme zeigen meist ein Schwergewicht zu Umwelt- (CSD) oder Wirtschaftsaspekten (OECD) und sind Säulen bzw. Dimensionsmodelle<sup>57</sup>. Die Indikatorensätze der österreichischen Nachhaltigkeitsstrategie (BMLFUW 2002) stellen eine Sammlung von Indikatoren dar, die keiner erkennbaren Systematik unterliegen, jedoch den einzelnen Säulen zugeordnet sind.

**Probleme mit  
„Säulenmodellen“**

Die Schwierigkeit bei Bewertungsverfahren besteht jedoch oft darin, zunächst getrennt aufgenommene Indikatoren der einzelnen Dimensionen zusammenzuführen (Mühle 2000). Zudem bieten Begriffe wie „soziale Nachhaltigkeit“ oder wirtschaftliche Nachhaltigkeit“ die Gelegenheit zu ideologischen Diskussionen und sind deshalb für Konsensfindungsprozesse nicht geeignet (Haberl et al. 2001). Zusätzlich vernachlässigt die übliche Aufteilung in „Säulen der Nachhaltigkeit“ einerseits Wechselwirkungen zwischen diesen Säulen und andererseits können viele Indikatoren nicht eindeutig nur einer Säule zugeordnet werden. Der Versuch einer eindeutigen Zuordnung kann dann dazu führen, dass einzelne Aspekte beiseite gelassen werden (Kopfmüller et al. 2001).<sup>58</sup>

*Beispiel:* Die Schaffung von Arbeitsplätzen ist eine wichtige Anforderung auch an Forschung und Entwicklung. Ordnet man nun dieses Thema unter die wirtschaftliche Dimension ein, dann sind hier etwa die Aspekte Anzahl der Arbeitsplätze oder Stabilität des Wirtschaftsraumes (oder der Region) wichtig. Soziale Aspekte, wie zum Beispiel die Qualität der Arbeit, die Grundversorgung des Einzelnen oder auch Arbeit als sinngebender Faktor für das Leben bleiben, dabei unberücksichtigt.

*Beispiel:* Die Betrachtung der Abholzung von Regenwäldern innerhalb der ökologischen Dimension beinhaltet Faktoren wie Klimaveränderung, Bodenerosion, Verlust von Artenvielfalt und andere umweltrelevante Themen. Nicht enthalten sind jedoch soziale Funktionen der Abholzung wie die Existenzsicherung der ansässigen Bevölkerung.

<sup>55</sup> Siehe dazu auch: <http://www.oeaw.ac.at/ita/ebene4/d2-5c1.htm#hampel>.

<sup>56</sup> Pressure-Indikatoren zeigen die Ursache (auch driving force genannt) für eine Entwicklung, State-Indikatoren den aktuellen Zustand und Response-Indikatoren die Reaktion der Gesellschaft darauf.

<sup>57</sup> Dreisäulenmodell: ökonomisch, ökologisch, sozial (z. B. Enquete-Kommission/DB 1998), Einsäulenmodell: Ökologische Zielstellungen werden durch ökonomische und soziale Argumente gestützt (z. B. Umweltbundesamt 1998), Erweiterung um institutionelle, kulturell-ethnische, und weitere Säulen (siehe dazu auch das Sonder-votum in Enquete-Kommission/DB 1998)....).

<sup>58</sup> Von der „Unteilbarkeit von Nachhaltigkeit“ sprechen auch Haberl (2001) und Baumgartner (2000).

Genauso wie nachhaltige Entwicklung nicht durch einzelne isolierte Änderungen erreicht werden kann, sondern nur durch ein integratives, das Gesamtziel verfolgendes Konzept (Schulte 2000), so ist auch zu einer Bewertung ein integrativer Bewertungsrahmen nötig (Mühle 2000).

Für den Erfolg des geplanten interaktiven Prozesses ist eine überschaubare Anzahl von Bewertungskriterien erforderlich (Ziel: ca. 30 Kriterien oder Indikatoren) (vgl dazu Fiala 2001). Dabei muss auch eine Entscheidung zwischen Vereinfachung der Komplexität einerseits und der Reduktion von Aussage-möglichkeit andererseits getroffen werden. Schnitzer (1997) empfiehlt bei dieser Entscheidung der Richtungssicherheit Vorrang vor der Detailgenauigkeit zu gewähren. Richtungs- bzw. Zielvorgaben sollen dazu dienen, Diskussionsprozesse zwischen verschiedenen Akteuren in Gang zu setzen. Dabei schränken jedoch exakte numerische Vorgaben den gesellschaftlichen Entscheidungsspielraum ein (Diefenbacher et al. 1997).

Die Hauptprobleme, mit denen man bei der Bewertung der Grünen Bioraffinerie konfrontiert ist, ergeben sich aus der Tatsache, dass sich diese Technologie noch in der Entwicklungsphase befindet. Es existieren also keine Referenzanlagen mit abgesicherten Messdaten und deshalb auch keine Zeitreihen. In diesem Zusammenhang kommt den qualitativen Aussagen eine besonders wichtige Rolle zu. So kann auch über Ja/Nein oder Mehr/Weniger Antworten eine Positionierung vorgenommen werden.

Aufgrund der Ergebnisse der Eingangsrecherche war das Ziel die Entwicklung eines *integrativen Kriteriensatzes*. Integrativ, das heißt dimensionsübergreifend, um die bereits genannten Probleme mit der Zuordnung der Fragestellungen und der Zusammenführung der Dimensionen zu vermeiden. Kriterien und nicht Indikatoren, weil diese zwar eine bestimmte Richtung vorgeben, jedoch noch keine fixen Maßzahlen darstellen. Deshalb sind sie leichter für unterschiedliche Fragestellungen adaptierbar. Die Zahl der Kriterien sollte 30 nicht überschreiten und liegt mit 26 sogar darunter. Um die Komplexität besser erfassbar und auch darstellbar zu machen wurde eine Hierarchie eingeführt. (Siehe dazu Tabelle 3.3-1: „Hierarchie des Kriteriensets und inhaltliche Zuordnungen,“) Der Bewertungsrahmen basiert auf einem Ziel- und Regelsystem, das in einem Projekt der Hermann-Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (im weiteren Text HGF genannt) auf Basis einer umfassenden Recherche von bestehenden Indikatorensystemen und unterschiedlichen Auslegungen des Nachhaltigkeitsbegriffes entwickelt wurde. Dieser Ansatz wird im folgenden genauer beschrieben.

## **Kurze Beschreibung des HGF-Ansatzes nach Kopfmüller 2001**

### **Hintergrund**

Seit dem Jahr 1998 wird in der Hermann-Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren unter der Leitung des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) ein Verbundprojekt mit dem Titel „Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland“ zur Operationalisierung des Leitbildes einer nachhaltigen Entwicklung durchgeführt.

Das vorliegende Ergebnis ist die Beschreibung eines dimensionsübergreifenden Ansatzes, der nicht Säulen oder Dimensionen integriert, sondern auf der Basis des Gerechtigkeitspostulates Mindestbedingungen für Nachhaltigkeit festlegt.

**integrativer Ansatz**

**überschaubare Zahl von Kriterien**

**keine numerischen Vorgaben**

**früher Zeitpunkt der Bewertung**

**viele qualitative Aussagen**

<b>Verteilungsgerechtigkeit als oberstes Postulat</b>	<p><b>Konstitutive Elemente</b></p> <p>Zur Festlegung der konstitutiven Elemente der Nachhaltigkeit wurde als einzige, international anerkannte Definition von Nachhaltigkeit die Definition der Brundtland-Kommission herangezogen.<sup>59</sup> Darauf aufbauend wurden folgende drei konstitutive Elemente formuliert:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Das Postulat der inter- und intragenerativen Gerechtigkeit<sup>60</sup></li> <li>b. Die globale Orientierung</li> <li>c. Der anthropozentrische Ansatz.</li> </ol> <p>ad a.: Im Verständnis der Brundtlandkommission ist Gerechtigkeit als soziale Gerechtigkeit, genauer als Verteilungsgerechtigkeit<sup>61</sup>, zu sehen. Inter- und intragenerative Aspekte sind hier gleichgestellt.</p> <p>ad b.: Für die globale Orientierung werden verschiedene Begründungen genannt. Die ethische Begründung bezieht sich auf das Gerechtigkeitspostulat: Alle Menschen (der jetzigen und der zukünftigen Generationen) müssen gleiche Rechte und Entwicklungsmöglichkeiten haben. Die problembezogene Begründung behandelt die Auswirkungen von Globalisierungsprozessen. Diese setzen mit ihren komplexen Fragestellungen und räumlichen Verknüpfungen für die Lösung von Problemen globale Anstrengungen voraus.</p> <p>ad c.: Sowohl im Brundtland-Bericht als auch in der Rio-Deklaration (UN 1992) steht der Mensch im Mittelpunkt nachhaltiger Entwicklung. Die Wahrung der Umwelt wird als Voraussetzung für dauerhafte gesellschaftliche Entwicklung gesehen<sup>62</sup>.</p>
<b>globaler, anthropozentrischer Ansatz</b>	
<b>generelle Ziele und Regeln weisen die Richtung</b>	<p><b>Operationalisierung</b></p> <p>Die Operationalisierung dieser drei Elemente erfolgt durch Formulierung genereller Zielsetzungen, die miteinander verknüpft und dimensionsübergreifend sind. Sie stellen die Bedingungen dar, die zur Erfüllung der Anforderungen der konstitutiven Elemente führen.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>i. Die Sicherung der menschlichen Existenz wird als Vorbedingung dafür gesehen, dass Gerechtigkeit überhaupt stattfinden kann</li> </ol>

<sup>59</sup> „Unter dauerhafter Entwicklung verstehen wir eine Entwicklung, die den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen. Die Forderung, diese Entwicklung 'dauerhaft' zu gestalten, gilt für alle Länder und Menschen. Die Möglichkeit kommender Generationen, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen, ist durch Umweltzerstörung ebenso gefährdet wie durch Umweltvernichtung durch Unterentwicklung in der Dritten Welt“ (<http://www.uni-mainz.de/~forum/infos/lexikon.html>), (Greis 2002).

<sup>60</sup> „Die Institutionalisierung von Gerechtigkeitsvorstellungen ist vielleicht die wichtigste Konsensleistung moderner Sozialstaatlichkeit“ (Opielka 2000). Siehe dazu auch (Glaeser 2001).

<sup>61</sup> Als Maßstab werden z. B. genannt: die Verteilung von Rechten, Pflichten, Naturressourcen, Wirtschaftsgütern, sozialen Positionen u. a.

<sup>62</sup> Die Wirklichkeitserfassung des Menschen ist immer durch seinen Standpunkt geprägt und kann von ihm auch nur in menschlichen Begriffen beschrieben werden. Ausgehend von der Feststellung, dass nur der Mensch moralisch handeln und Verantwortung übernehmen kann, bestehen im anthropozentrischen Weltbild direkte Pflichten nur gegenüber Menschen und indirekte Pflichten gegenüber allem was Menschen betrifft. Hier wird ein „aufgeklärter Anthropozentrismus“ vertreten, der auch andere Systeme (wie zum Beispiel die Verantwortung für den Schutz der Natur) in die Verantwortung miteinbezieht.

- ii. Die Erhaltung des gesellschaftlichen Produktivpotenzials ist Voraussetzung dafür, dass spätere Generationen die gleichen (Wahl)Möglichkeiten haben.
- iii. Der Bewahrung der Entwicklungs- und Handlungsmöglichkeiten der Gesellschaft ist eine wichtige Voraussetzung intergenerativer Gerechtigkeit.

### **Mindestanforderungen/Regeln**

Für diese drei Ziele wurden Mindestanforderung in Form von Regeln (siehe Tabelle 3.1-1) formuliert („Substanzielle“ oder „Was-Regeln“). Zur Erfüllung des Nachhaltigkeitspostulates müssen diese Regeln (gleichzeitig) erfüllt werden.

*Tabelle 3.1-1: Ziele und Regeln für eine nachhaltige Entwicklung*

Ziele	Sicherung der menschlichen Existenz	Erhaltung des gesellschaftlichen Produktivpotenzials	Bewahrung der Entwicklungs- und Handlungsmöglichkeiten
Regeln	1 Schutz der menschlichen Gesundheit	6 Nachhaltige Nutzung erneuerbarer Ressourcen	11 Chancengleichheit im Hinblick auf Bildung, Beruf, Information
	2 Gewährleistung der Grundversorgung	7 Nachhaltige Nutzung nicht-erneuerbarer Ressourcen	12 Partizipation an gesellschaftlichen Entscheidungsprozessen
	3 Selbständige Existenzsicherung	8 Nachhaltige Nutzung der Umwelt als Senke	13 Erhaltung des kulturellen Erbes und der kulturellen Vielfalt
	4 Gerechte Verteilung der Umweltnutzungsmöglichkeiten	9 Vermeidung unvermeidbarer technischer Risiken	14 Erhaltung der kulturellen Funktion der Natur
	5 Ausgleich extremer Einkommens- und Vermögensunterschiede	10 Nachhaltige Entwicklung des Sach- Human und Wissenskapitals	15 Erhaltung sozialer Ressourcen

*Quelle: modifiziert nach Kopfmüller (2001)*

Der Inhalt dieser Regeln wird im folgenden kurz beschrieben.

#### **1 Schutz der menschlichen Gesundheit**

*Regel:* Gefahren und unvermeidbare Risiken für die menschliche Gesundheit durch anthropogen bedingte Umweltbelastungen sind zu vermeiden. Im Sinne des Vorsorgeprinzips<sup>63</sup> (siehe dazu auch von Gleich 1999) ist hier die Vermeidung von Gesundheitsgefahren durch anthropogene Umweltbelastungen gemeint, die alle Menschen gleichzeitig betreffen. Nicht in dieser Regel enthalten sind Gesundheitsvorsorge und medizinische Vorsorge.

#### **2 Gewährleistung der Grundversorgung**

*Regel:* Für alle Mitglieder der Gesellschaft muss ein Mindestmaß an Grundversorgung (Wohnung, Ernährung, Kleidung, Gesundheit) sowie die Absicherung gegen zentrale Lebensrisiken (Krankheit, Invalidität) gewährleistet sein. Unter dieser Regel angesprochen sind das Recht auf ein allgemein menschenwürdiges Leben und eine aktive auf Selbstachtung basierende Rolle in der Gesellschaft. Isolierte Versorgungsleistungen sind in dieser Regel nicht enthalten.

<sup>63</sup> Im Falle der Vermutung eines Risikos für Umwelt oder Menschen ist von der das Risiko verursachenden Handlung abzusehen (z. B. Etablierung einer Technologie, Einsatz von bestimmten Stoffen etc.).

### **3 Selbständige Existenzsicherung**

*Regel:* Für alle Gesellschaftsmitglieder ist die Möglichkeit einer Existenzsicherung (einschließlich Kindererziehung und Altersversorgung) durch frei übernommene Tätigkeiten zu gewährleisten. Hier ist die selbständige Existenzsicherung statt der Absicherung durch Transferzahlungen angesprochen, aber nicht nur durch Erwerbsarbeit sondern auch durch Aufwertung bislang unbezahlter Arbeit.

### **4 Gerechte Verteilung der Umweltnutzungsmöglichkeiten**

*Regel:* Die Nutzung der Umwelt ist nach Prinzipien der Gerechtigkeit unter fairer Beteiligung aller Betroffenen zu verteilen. Die Voraussetzung für die Erfüllung dieser Regel ist die Beachtung inter- und intragenerativer Gerechtigkeit. Es wird unterschieden zwischen öffentlicher Umwelt wie Klima, Boden, Luft, Wasser, und anderen natürlichen (meist in Besitz befindlichen) Ressourcen. Bei Ressourcen in Privatbesitz kann nur die Forderung nach nachhaltiger Bewirtschaftung oder wiedergutmachender Gerechtigkeit gestellt werden.

### **5 Ausgleich extremer Einkommens- und Vermögensunterschiede**

*Regel:* Extreme Unterschiede in der Einkommens- und Vermögensverteilung sind abzubauen. Hier sind zwei Punkte wichtig. Einerseits die Voraussetzung bzw. Chance, Einkommen erzielen zu können, und andererseits die Verteilung von Einkommen und Vermögen.

### **6 Nachhaltige Nutzung erneuerbarer Ressourcen**

*Regel:* Die Nutzungsrate sich erneuernder Ressourcen darf deren Regenerationsrate nicht überschreiten sowie Leistungs- und Funktionsfähigkeit des jeweiligen Ökosystems nicht gefährden. Es müssen sowohl die Nutzungsintensität als auch die Nutzungsart beachtet werden. Wichtige Punkte sind der Bestandschutz der Arten und damit die Offenhaltung der Vielfalt (Artenvielfalt, genetische Vielfalt innerhalb der Arten und Vielfalt der Lebensräume). Unter Anwendung des Vorsorgeprinzips sollen die zukünftige Verfügbarkeit von Ökosystemfunktionen und die Vielfalt gesichert werden.

### **7 Nachhaltige Nutzung nicht erneuerbarer Ressourcen**

*Regel:* Die Reichweite der nachgewiesenen nicht erneuerbaren Ressourcen ist über die Zeit zu erhalten. Die Reichweite einer Ressource beschreibt das Verhältnis zwischen derzeitiger Reserve und der letzten Jahresförderung und gibt damit die Zeit an, die diese Reserve bei gleichbleibendem Abbau noch ausreicht. Um also die Reichweite konstant zu halten, muss der Abbau der Ressource kontinuierlich verringert werden.

### **8 Nachhaltige Nutzung der Umwelt als Senke**

*Regel:* Die Freisetzung von Stoffen darf die Aufnahmefähigkeit der Umweltmedien und Ökosysteme nicht überschreiten. Hier muss problemorientiert und kontextabhängig definiert werden.

### **9 Vermeidung unvertretbarer technischer Risiken**

*Regel:* Technische Risiken mit möglicherweise katastrophalen Auswirkungen für Mensch und Umwelt sind zu vermeiden. Die Regel ist beschränkt auf technische Risiken. Drei Kategorien von Risiken sind genannt:

- Hohe Eintrittswahrscheinlichkeit – niedriges Gefahrenpotenzial
- Geringe Eintrittswahrscheinlichkeit – hohes Gefahrenpotenzial
- Große Unsicherheit in beiden Bereichen



### **10 Nachhaltige Entwicklung von Sach-, Human- und Wissenskapital**

*Regel:* Das Sach-, Human- und Wissenskapital ist so zu entwickeln, dass die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit erhalten bzw. verbessert werden kann. Gemeint sind hier die ökonomisch nutzbaren Komponenten. Sachkapital sind z. B. Ausrüstung, Bauten. Wichtig sind hier der Erhaltungsgedanke, aber auch die Anpassungsmöglichkeiten zur besseren Erfüllung der Regeln. Humankapital umfasst personengebundene Kenntnisse und Fähigkeiten und deren Vorhaltung. Wissenskapital ist nicht personengebunden. Das Ziel sind Vermittlung und Erwerb von Gestaltungspotenzial.

### **11 Chancengleichheit**

*Regel:* Alle Mitglieder einer Gesellschaft müssen gleichwertige Chancen in Bezug auf den Zugang zu Bildung, Information, beruflicher Tätigkeit, Ämtern und sozialen, politischen und ökonomischen Positionen haben. Auf Basis der Grundgüter Selbstvertrauen und Selbstachtung sollen die Bürger ihre Rechte wahrnehmen und Lebenspläne verwirklichen können.

### **12 Partizipation an gesellschaftlichen Entscheidungsprozessen**

*Regel:* Allen Mitgliedern einer Gesellschaft muss die Teilhabe an den gesellschaftlich relevanten Entscheidungsprozessen möglich sein. Von Problemen und Entscheidungen Betroffene müssen ein Mitspracherecht haben.

### **13 Erhaltung des kulturellen Erbes und der kulturellen Vielfalt**

*Regel:* Das kulturelle Erbe der Menschheit und die kulturelle Vielfalt sind zu erhalten. Was als schützenswertes kulturelles Erbe gilt, muss festgelegt werden.

### **14 Erhaltung der kulturellen Funktion der Natur**

*Regel:* Kultur- und Naturlandschaften bzw. Landschaftsteile von besonders charakteristischer Eigenart und Schönheit sind zu erhalten. Landschaften bzw. Landschaftsteile von besonders charakteristischer Art müssen erhalten werden

### **15 Erhaltung der sozialen Ressourcen**

*Regel:* Um den sozialen Zusammenhalt der Gesellschaft zu gewährleisten, sind Rechts- und Gerechtigkeitssinn, Toleranz, Solidarität und Gemeinwohlorientierung sowie Potenziale der gewaltfreien Konfliktregelung zu stärken. Wichtig sind die Stärkung des sozialen Zusammenhaltes und die Integration der Gesellschaft und ihrer Stärken. Mittel dazu sind soziale Beziehungen, soziale Handlungspotenziale, angeeignete Fähigkeiten zu Herstellung und Verständnis von Kulturerfahrungen und -traditionen. Aber auch Bildung als Quelle von Lebensqualität und Entwicklung von sozialem Kapital (z. B. Toleranz) werden genannt.

Um den Erfüllungsgrad dieser leitbildhaften Regeln abzubilden, werden Indikatoren vorgeschlagen. Dadurch können die abstrakt formulierten Regeln näher konkretisiert und auf die Ebene der jeweiligen Fragestellung abgestimmt werden. Dabei wurde ein kombinierter Ansatz verfolgt, der sich an den Regeln orientiert und gleichzeitig, um das Indikatorensystem nicht zu breit werden zu lassen, von bekannten Nachhaltigkeitsproblemen ausgeht. Das Indikatorensystem wird von den AutorInnen als Fundus bzw. Menü betrachtet, aus dem für verschiedene Zwecke jeweils geeignete Indikatoren ausgewählt werden können.

**Indikatorenvorschlag als Fundus**

## 3.2 Kriterienbildung für die Grüne Bioraffinerie

<b>Modifizierung des Indikatorenvorschlages</b>	<p>Die im HGF-Konzept vorgeschlagene Indikatorenliste bietet Messgrößen für die Bewertung der Nachhaltigkeit Deutschlands oder in weiterer Folge anderer Industriestaaten an. Für die Bewertung einer Technologie, müssen diese Indikatoren für den speziellen Einzelfall modifiziert oder auch ergänzt werden.</p> <p>Bei der Formulierung der Nachhaltigkeitsindikatoren für die Grüne Bioraffinerie wurden parallel zwei verschiedene Vorgangsweisen gewählt:</p>
<b>Berücksichtigung bekannter Nachhaltigkeitsprobleme</b>	<p>(1) Die im HGF-Konzept vorgeschlagenen Indikatoren wurden auf ihre Berührungspunkte mit der Grünen Bioraffinerie bzw. den betroffenen Akteuren untersucht. Gleichzeitig wurden mögliche bzw. bekannte Nachhaltigkeitsprobleme in diesem Bereich berücksichtigt. Die ausgewählten Indikatoren wurden von der Ebene der Bewertung eines Staates für die Ebene der Bewertung einer Technologie modifiziert (bottom-up).</p> <p><i>Beispiel:</i> „Anzahl der Ärzte pro tausend Einwohner“ unter der Regel der selbständigen Grundversorgung, wurde für das Beispiel Grüne Bioraffinerie in „Beitrag zum Erhalt der Versorgungs-Infrastruktur“ umformuliert.</p>
<b>Erfüllung der Regeln abbilden</b>	<p>(2) Gleichzeitig wurden, ausgehend von den Regeln, Kriterien formuliert, die in Bezug auf die Grüne Bioraffinerie die Erfüllung der Regeln abbilden können (top-down).</p> <p><i>Beispiel:</i> Ein Problem der Landwirtschaft ist das Verhältnis zwischen Transferzahlungen und dem Verdienst aus der landwirtschaftlichen Produktion, bzw. dem Nebenerwerb. Im Sinne der Regel der selbständigen Grundversorgung wurde ein Kriterium „Veränderung des Verhältnisses Subvention/ Verdienst<sup>64</sup>/ Nebenerwerb“ (nähere Erklärung siehe unten) formuliert.</p> <p>Um den Bezug der Kriterien zu den einzelnen Regeln deutlich zu machen, wurden auch Mehrfachnennungen vorgenommen.</p> <p><i>Beispiel:</i> Die Anbaumethoden der Landwirtschaft können durch Chemikalieneinsatz z. B. Einfluss auf die menschliche Gesundheit haben, durch Einschränkung der Bodenfunktionen auf die gerechte Verteilung der Umweltnutzungsmöglichkeiten.</p>
<b>Kriterien-Vorschlag als Diskussionsgrundlage</b>	<p>Auf eine genaue Ausformulierung der einzelnen Kriterien wurde, um die Diskussion in der nächsten Projektphase offen zu halten, vor dem Workshop noch verzichtet. Der so erarbeitete Vorschlag diente als Diskussionsgrundlage im Rahmen des moderierten ExpertInnen-Workshops (siehe dazu 3.2.2).</p>

### 3.2.1 Kriterienvorschlag

Im folgenden wird der Bezug der einzelnen Kriterien zu den Regeln beschrieben.

#### **ad I Schutz der menschlichen Gesundheit**

Da in der Definition des HGF-Ansatzes diese Regel für Gefährdungen gilt, die alle Menschen gleichzeitig betreffen (globaler Ansatz), und daher die Möglichkeit besteht, dass dadurch wichtige, regionale Auswirkungen unberücksichtigt bleiben, wurde für die Betrachtung der Grünen Bioraffinerie der Inhalt der Regel auf „Gefährdung potenziell Betroffener“ geändert.

<sup>64</sup> Unter Verdienst wird hier das aus dem Haupterwerb (Landwirtschaft) erwirtschaftete Einkommen verstanden.

1.1 *Gefährdende Emissionen (inkl. Geruch, Lärm)*: Gesundheitsgefährdende Emissionen nach (Grenzwerte). Geruchsbelästigung, Lärm als Gesundheitsgefährdung (siehe dazu auch BMUJF/UBA 1998).

1.2 *Problemabfälle/-behandlung*: Anfall von Problemabfällen, welche Art der Entsorgung ist vorgesehen.

1.3 *Anbaumethoden (Chemikalieneinsatz)*: in Bezug zu dieser Regel ist der Einsatz (gesundheitsgefährdender) Chemikalien im Bereich Herstellung der Rohstoffe angesprochen.

1.4 *Gefährdende Prozesschemikalien*: Einsatz von gesundheitsgefährdenden Prozesschemikalien in der Raffinerie.

1.5 *Arbeitsplatzsicherheit*: Gewährleistung der Sicherheit der in der Raffinerie Beschäftigten (durch Vorkehrungen oder Vermeidung).

## **ad 2 Gewährleistung der Grundversorgung**

2.1 *Verbleiben der Wertschöpfung in der Region*: Die Ansiedlung der Anlage erhöht die Wertschöpfung in der Region und diese bleibt auch der Region erhalten (durch die Kooperation der Akteure, Verträge,...)

2.2 *Ermöglichung gleichberechtigter Mitsprache der Akteure durch Kooperationsformen zwischen den Akteuren*: Die Verträge (Kooperationsformen) zwischen den Akteuren entlang des Produktlebenszyklus bilden einen Beitrag zur selbständigen Grundversorgung der Beteiligten.

2.3 *Erhaltung/Verbesserung regionaler Infrastruktur*<sup>65</sup>: Durch den Beitrag der Ansiedlung der Anlage wird Abwanderung verhindert, Versorgungsstrukturen wie z. B. ärztliche Versorgung o.ä. bleiben erhalten.

2.4 *Veränderung des Verhältnisses Subvention/Verdienst/Nebenerwerb*: In der österreichischen Landwirtschaft stammen die Einkommen zu einem großen Teil aus Transferzahlungen und Nebenerwerb (MAB-Nationalkomitee 2000). Die Zusammenarbeit mit der Grünen Bioraffinerie ermöglicht (oder auch nicht) eine Verschiebung des genannten Verhältnisses in Richtung Verdienst und leistet damit einen Beitrag zur eigenständigen Lebensplanung.

2.5 *Beitrag zur Verbesserung der Lebensqualität*: Die Lebensqualität in der Region kann durch die Ansiedlung der Grünen Bioraffinerie erhalten oder verbessert werden (Definition nach LA 21).

2.6 *Qualität der Arbeit*: Das Ausmaß körperlicher oder mentaler Belastungen am Arbeitsplatz beeinträchtigt die Lebenspläne der Akteure nicht.

## **ad 3 Selbständige Existenzsicherung**

3.1 *Veränderung des Verhältnisses Subvention/Verdienst/Nebenerwerb*: Die Zusammenarbeit mit der Grünen Bioraffinerie ermöglicht eine Verschiebung des genannten Verhältnisses in Richtung Verdienst und leistet damit einen Beitrag zur selbständigen Existenzsicherung (wobei unter dieser Regel der Schwerpunkt auf der Selbständigkeit liegt, und nicht die Wirtschaftlichkeit anspricht).

3.2 *Schaffung/Sicherung von Arbeitsplätzen*: Sowohl innerhalb der Anlage, als auch in Bereichen der Rohstoffherzeugung oder Abnahme der Produkte erhaltene oder geschaffene Arbeitsplätze sind hier angesprochen (Verbindung mit Abwanderung aus dem ländlichen Raum).

---

<sup>65</sup> Unter diesem Begriff sind hier soziale Strukturen wie z. B. Vereine, aber auch Versorgungsstrukturen wie z. B. ärztliche Versorgung gemeint.

**3.3 Marktanalyse im Rahmen der Technologie-Entwicklung:** Eine Marktanalyse bzw. Abschätzung der Marktfähigkeit der Produkte ist Bestandteil der Technologieentwicklung (Vermeidung von Fehlentwicklungen, Fehlinvestitionen).

#### **ad 4 Gerechte Verteilung der Umweltnutzungsmöglichkeiten**

**4.1 Verhältnis extensiv/intensiv bewirtschafteter Flächen über die Zeit:** Ein Verhältnis zugunsten der extensiv bewirtschafteten Flächen ermöglicht eine bessere Erhaltung des Umweltkompartimentes<sup>66</sup> Boden auch für zukünftige Generationen.

**4.2 Klimarelevante Emissionen:** Die Verursachung klimarelevanter Emissionen (bes. CO<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub>) aus Anlage, Transport oder Bewirtschaftungsform der Flächen beeinflusst das Kompartiment Luft. Unter dieser Regel besonders über das Klima die Nutzbarkeit der Atmosphäre.

**4.3 Der Wasserverbrauch:** Der Verbrauch von Wasser in der Anlage; unter dieser Regel als Verbrauch in Konkurrenz zu anderen Verbrauchern definiert.

**4.4 Grundwassergefährdung:** Emissionen in das Grundwasser schränken die Nutzungsmöglichkeiten anderer Nutzer ein (Grenzwerte).

**4.5 Beeinträchtigung der Bodenfunktionen durch Versiegelung, Anbaumethoden, Emissionen:** Hier sind wieder die Nutzungsmöglichkeiten des Bodens durch andere und zukünftige Nutzer angesprochen.

**4.6 Notwendigkeit von Ersatz- oder Ausgleichshandlungen/-zahlungen:** Die Notwendigkeit von Ausgleichszahlungen (anlassorientiert) zeigt Konflikte mit Rahmenbedingungen oder Ansprüchen Beteiligter auf.

#### **ad 5 Ausgleich extremer Einkommensunterschiede**

**5.1 Veränderung des Verhältnisses Subvention/Verdienst/Nebenerwerb:** s. 2.4, 3.1 hier besonders die Einkommensunterschiede zwischen Stadt- und Landbevölkerung.

**5.2 Verbleiben der Wertschöpfung in der Region:** Dies kann die Einkommensunterschiede zwischen Stadt und Landbevölkerung beeinflussen (vgl Kanat-schnig et al. 1999).

#### **ad 6 Nachhaltige Nutzung erneuerbarer Ressourcen**

**6.1 Verhältnis extensiv/intensiv bewirtschafteter Flächen (und Veränderung über die Zeit):** Bei Betrachtung des Bodens als erneuerbare Ressource ergibt sich eine bessere Schonung der Ressource bei extensiver<sup>67</sup> Bewirtschaftung.

**6.2 Anteil biologisch bewirtschafteter Flächen (und Veränderung über die Zeit):** siehe auch 6.1.

**6.3 Forcierung (standortfremder) Monokulturen:** In Abhängigkeit von Rohstoffnachfrage und Bewirtschaftungsform kann die Forcierung von Monokulturen den Zustand und die Regenerationsfähigkeit der Ressource Boden beeinflussen

---

<sup>66</sup> Die Einteilung der Umwelt im Kompartimente stellt eine strikte Trennung in Boden Luft und Wasser dar. Bei der Betrachtung von Emissionen oder Immissionen ist diese strikte Trennung sinnvoll um die Einzelwirkungen verfolgen zu können. (Dies steht im Gegensatz zur ökosystemaren Betrachtung, die ja immer kompartiment-übergreifend ist.)

<sup>67</sup> Ein Extensivbetrieb ist ein Betrieb mit verminderter Produktion: entweder aufgrund von verringertem Mineraleinsatz, integriertem Landbau, oder ökologischem Landbau; nach Fördergemeinschaft nachhaltige Landwirtschaft (2002).

6.4 *Anteil regenerativer Energie*: Der Anteil regenerativer Energien am externen Energiebedarf der Anlage.

6.5 *Der Wasserverbrauch*: Der Verbrauch von Wasser als Ressource in der Anlage.

#### **ad 7 Nachhaltige Nutzung nicht erneuerbarer Ressourcen**

7.1 *Länge der notwendigen Transportwege*: als Indikator für den Verbrauch von Treibstoff.

7.2 *Anteil nicht erneuerbarer Energieträger an externer Energiezufuhr*: siehe 6.4.

7.3 *Versiegelung (Anlagen, Transportwege)*: Für den Bau der Anlage und der Zufahrtswege zu verbauende Flächen.

7.4 *Anteil petrochemischer Prozesschemikalien (Kreislaufführung)*: Der Anteil petrochemisch erzeugter Prozesschemikalien am Gesamtaufkommen. Werden diese im Kreislauf geführt?

#### **ad 8 Nachhaltige Nutzung der Umwelt als Senke**

8.1 *Emissionen (Art und Menge)*: Emissionen in die Kompartimente Luft, Wasser und Boden, Grenzwerte. Unter dieser Regel bezieht sich der Indikator auf die Regenerationsfähigkeit der Kompartimente.

8.2 *Grundwasserbelastung (Stoffe und Ausmaß)*: Emissionen ins Grundwasser, Grenzwerte.

8.3 *Bodenbelastung durch Anbaumethoden (Chemikalien-/Maschineneinsatz)*: Bodenbelastung durch Chemikalieneinsatz in der landwirtschaftlichen Produktion, Bodenbelastung (Verdichtung) durch Maschineneinsatz ebenda.

8.4 *Problemabfälle/-behandlung*: Welche Problemabfälle fallen an bzw. fallen Problemabfälle an? Welche Entsorgung ist vorgesehen.

#### **ad 9 Vermeidung unvertretbarer technische Risiken**

9.1 *Wahrscheinlichkeit von Unfällen durch Unachtsamkeit, Unwissenheit, mögliche Folgen*: Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, welche Vorkehrungen sind vorgesehen (Arbeitssicherheit)?

9.2 *Störungsanfälligkeit der Anlage, mögliche Folgen*: Wie störungsanfällig ist die Anlage, welche Folgen sind dabei möglich? Welche Vorkehrungen sind vorgesehen?

#### **ad 10 Nachhaltige Entwicklung von Sach-, Human- und Wissenskapital**

10.1 *Anzahl der Patentanmeldungen*: Kann ein Maß für die Bewahrung von Wissenskapital sein.

10.2 *Nutzung von Erfahrungswissen*: Die Nutzung von Erfahrungswissen bedeutet auch dessen Vorhaltung für spätere Generationen.

10.3 *Notwendigkeit von Zusatzqualifikation, Finanzierung*: Welche Zusatzqualifikationen sind von den verschiedenen Akteuren gefordert. Welche Art der Weiterbildung und deren Finanzierung ist möglich bzw. angedacht.

10.4 *Ausgaben für Forschung und Entwicklung/Fristigkeit der Forschungsprojekte/Innovationsklima*: Langfristige Forschungsprojekte können eine wichtige Voraussetzung für echte Innovationen sein.

10.5 *Wertschöpfung/Arbeitsstunde.*

10.6 *Kapitalproduktivität: Produkt/Kapitaleinheit.*

10.7 *Ressourcenproduktivität: Produkt/eingesetztem Material.*

#### **ad 11 Chancengleichheit**

11.1 *Ermöglichung gleichberechtigter Mitsprache der Akteure durch Kooperationsformen zwischen den Akteuren:* Die Kooperationsformen räumen den Akteuren gleiche Teilnahmemöglichkeiten an Entscheidungsfindungsprozessen ein (Gestaltungsmacht).

11.2 *Verbleiben der Wertschöpfung in der Region:* s. 2.1, 5.2.

11.3 *Erhaltung/Verbesserung der regionalen Infrastruktur* s. 2.3, hier zum Beispiel die Verteilung von Versorgungsinfrastruktur.

11.4 *Transaktionskosten:* Bedeutet die Anwendung der Technologie höhere Aufwendungen/wen treffen diese: Höhere Aufwendung durch zusätzliche Ausbildung, höheren Zeitaufwand. Werden diese abgegolten?

#### **ad 12 Partizipation an gesellschaftlichen Entscheidungsprozessen**

12.1 *Ermöglichung gleichberechtigter Mitsprache der Akteure durch Kooperationsformen zwischen den Akteuren:* auch Beteiligung von Betroffenen in Genehmigungsverfahren und während des Betriebes der Anlage

#### **ad 13 Erhaltung des kulturellen Erbes und der kulturellen Vielfalt**

13.1 *Nutzung von Erfahrungswissen:* Erfahrungswissen, oder sogenanntes „altes Wissen“ kann Impulse in der Entwicklung setzen oder eingebunden werden (besonders im pflanzenbaulichen Bereich).

13.2 *Berücksichtigung des traditionellen Selbstverständnisses der Akteure:* Während der Entwicklung wird das traditionelle Selbstverständnis berücksichtigt (auch als Akzeptanzfaktor in der Region).

#### **ad 14 Erhaltung der kulturellen Funktion der Naturlandschaft**

14.1 *Erhaltung der Kulturlandschaft als schützenswertes Gut (ländlicher Raum):* Der Einsatz der Technologie fördert die Erhaltung von als schützenswert eingestuften Landschaften.

14.2 *Bewirtschaftung von Naturschutzflächen im Rahmen der Auflagen:* kann auch starken Druck auf die Arten auf den Flächen ausüben.

#### **ad 15 Erhaltung der sozialen Ressourcen**

15.1 *Erhaltung/Verbesserung regionaler Infrastruktur:* s. 2.1, 5.2, 11.2; hier besonders Abwanderung sozialer Infrastruktur wie Familien, Vereine, usw. (Wahlfreiheit zukünftiger Generationen).

15.2 *Nutzung/Weitergabe traditionellen Wissens:* als Mechanismus zur Erhaltung dieses Wissens auch für spätere Generationen.

### 3.2.2 Moderierter ExpertInnenworkshop

Ziel des Workshops war es, die vorgeschlagenen Kriterien in einer interdisziplinären<sup>68</sup> ExpertInnen-Gruppe inhaltlich zu diskutieren und allenfalls Ergänzungen oder Kürzungen vorzunehmen.

Die Diskussion wurde in drei Blöcken durchgeführt, die jeweils einem der drei Ziele,

- Sicherung der menschlichen Existenz,
- Erhaltung des gesellschaftlichen Produktivpotenzials oder
- Bewahrung der Entwicklungs- und Handlungsmöglichkeiten der Gesellschaft entsprachen.

In einem ersten Schritt wurden mittels Punktabfrage von jedem/r TeilnehmerIn diejenigen Kriterien mit einem grünen Klebepunkt gekennzeichnet, die ihrer/seiner Einschätzung nach unerlässlich für eine Nachhaltigkeitsbewertung sind. Mit einem roten Klebepunkt konnten jene Kriterien markiert werden, die entweder als nicht geeignet bzw. nicht notwendig erschienen oder über welche Diskussionsbedarf bestand.

**Einschätzung der Kriterien**

In der anschließenden Diskussion wurden Unklarheiten besprochen sowie Ergänzungen und Kürzungen vorgenommen. Eine anschließende, gleichzeitige Betrachtung der Ergebnisse der drei Blöcke, sollte zu einem Ranking der verbliebenen Kriterien führen.

**Ergänzungen und Kürzungen**

#### Ablauf des Workshops

Der Ausgangspunkt der einzelnen Blöcke war jeweils eine vorbereitete Pinwand mit den, den einzelnen Regeln zugeordneten Kriterien.

#### Sicherung der menschlichen Existenz

Die Punktabfrage ergab eindeutige Zustimmung zu solchen Kriterien, die einerseits Umwelteinflüsse betreffen und auch in bekannten Indikatorenansätzen<sup>69</sup> enthalten und daher bekannt sind (Emissionen, Prozesschemikalien, Arbeitsplätze, Verhältnis extensiv/intensiv bewirtschafteter Flächen, Grundwassergefährdung, Beeinträchtigung der Bodenfunktionen).

**eindeutige Zustimmung zu bekannten Umwelt-Kriterien**

Die meisten roten Punkte betrafen Erklärungsbedarf hinsichtlich des Inhaltes einzelner Kriterien. Einerseits bestanden Verständnisprobleme aufgrund der interdisziplinären Zusammensetzung der Gruppe. Andererseits fiel es den TeilnehmerInnen anfangs schwer, mit der Zuordnung zu den Regeln statt zum Beispiel zu den Stationen des Produktlebenszyklus, wie Rohstoffherzeugung, Produktion usw. zu arbeiten. Hier wurde die mehrfache Zuordnung einzelner Kriterien zu mehreren Regeln<sup>70</sup> als nützlich betrachtet, um auch Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Regeln sichtbar zu machen.

**Probleme mit der Zuordnung zu den Regeln**

<sup>68</sup> Die TeilnehmerInnen stammten aus folgenden Bereichen: Politologie, Kommunikationswissenschaften, Medizin, Verfahrenstechnik, Ökologie, Soziologie, Umwelttechnik.

<sup>69</sup> Z. B. OECD, CSD.

<sup>70</sup> Z. B. Regionale Wertschöpfung unter „Gewährleistung der Grundversorgung“ und „Ausgleich extremer Einkommensunterschiede“.

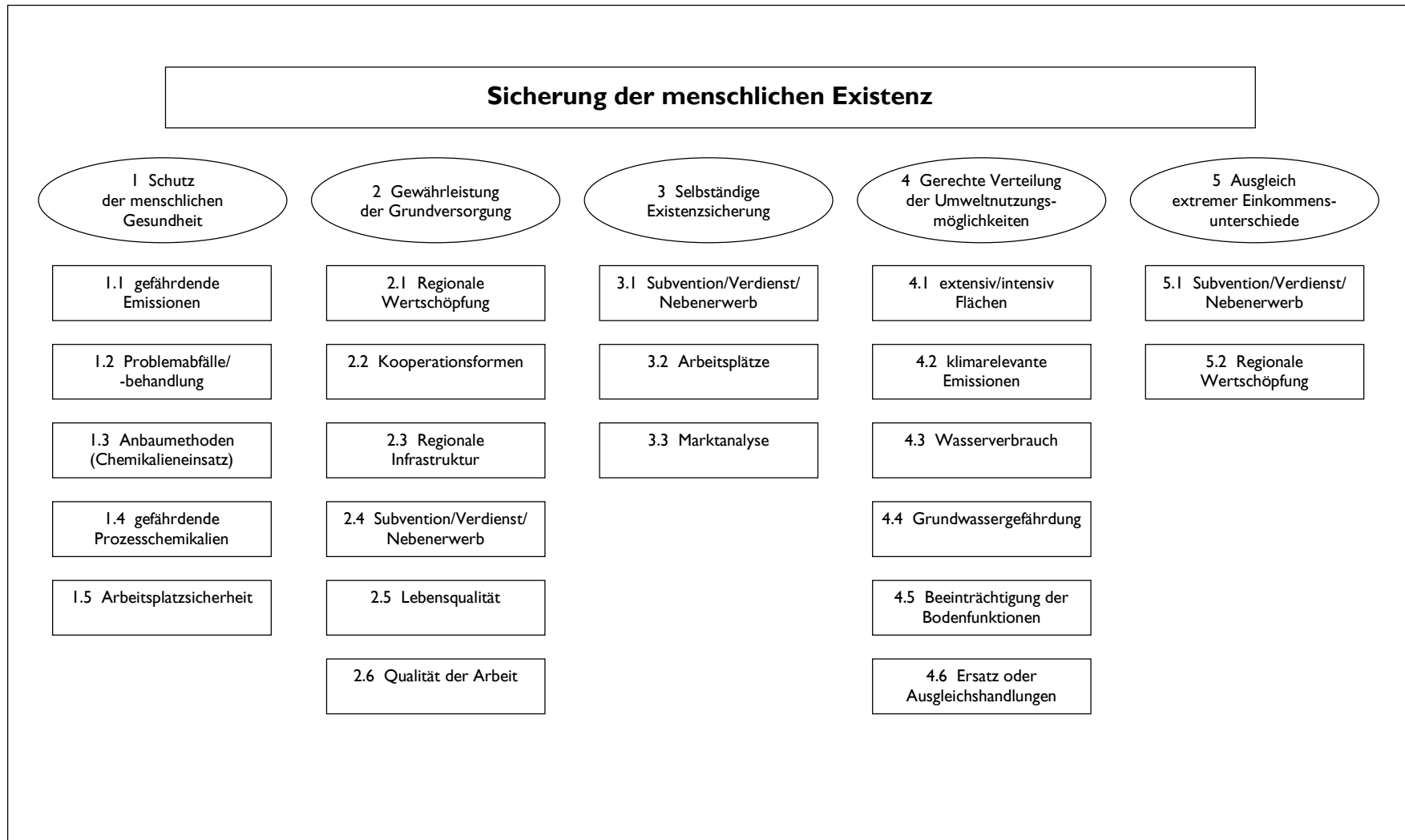


Abbildung 3.2-1: Kriterienvorschlag zu den Regeln zu „Sicherung der menschlichen Existenz“



Alle vorgeschlagenen Kriterien wurden als wichtig eingestuft und noch um folgende Punkte ergänzt:

- 5.3 Schaffung qualifizierter Arbeitsplätze
- 5.4 Impulse für Forschung und Entwicklung in der Region
- 5.5 Ausbildung der regionalen Bevölkerung.

**alle Kriterien als wichtig eingestuft**

#### **Wichtige Diskussionspunkte und Anregungen waren:**

ad 1.3 *Problemabfälle/Behandlung*: Besonders im biogenen Bereich ist es wichtig, die Stoffströme genau zu definieren und auch Spurenschadstoffe zu berücksichtigen. Eine Methode dazu ist die Stoffstromanalyse.

ad 1.6 *Arbeitsplatzsicherheit*: Die Erfüllung von Gesetzen kann kein Maß für Nachhaltigkeit sein.<sup>71</sup>

ad 2.2 *Kooperationsformen zwischen den Akteuren ermöglichen gleichberechtigte Mitsprache der Akteure*: Passt eigentlich besser zur Regel „Ausgleich extremer Einkommensunterschiede“. Dieses Kriterium muss genauer formuliert werden, um Missverständnisse zu vermeiden (z. B.: Beteiligung der Akteure).

ad 2.3 *Erhaltung/Verbesserung der regionalen Infrastruktur*: Bessere Formulierung wäre „... wird unterstützt“. Sinnvoll wäre es auch „regionale Infrastruktur“ und „regionale Wertschöpfung“ unter einem Begriff zusammenzuführen.

ad 2.4/3.1/5.1 *Veränderung des Verhältnisses Subvention/Nebenerwerb/Verdienst*<sup>72</sup>: ist ein Unterpunkt der regionalen Wertschöpfung.

ad 2.5 *Beitrag zur Verbesserung der Lebensqualität*: Hier gab es intensive Diskussionen über den Begriff Lebensqualität. Es wurde vorgeschlagen, die Definition der Agenda 21 in Verbindung mit der Region und den Verhältnissen im ländlichen Raum zu verwenden.

ad 4.3 *Wasserverbrauch*: Dieser stellt eines der größten Nachhaltigkeitsprobleme dar. Die Differenzierung nach Art des Wassers (Grundwasser, Trinkwasser etc.) wäre wichtig.

ad 4.5 *Beeinträchtigung der Bodenfunktionen*: Hier sollte zwischen direkten und indirekten Wirkungen unterschieden werden.

ad 4.6 *Ersatz- oder Ausgleichszahlungen*: Für die Anlagengenehmigungen wichtig, nicht für eine Bewertung.

#### **Erhaltung des gesellschaftlichen Produktivpotenzials**

Die Punktabfrage ergab eindeutige Zustimmung zu den Kriterien, die auch schon im ersten Block genannt waren und zu den Kriterien, die aus ökonomischen Bewertungen bereits bekannt waren (Wertschöpfung/Arbeitsstunde, Kapitalproduktivität, Ressourcenproduktivität). Die meisten roten Punkte betrafen auch hier Verständnisfragen.

**eindeutige Zustimmung zu bekannten ökonomischen Kriterien**

<sup>71</sup> Die Einhaltung bestehender Gesetze und Normen ist Grundkonsens. Auf diese Voraussetzung baut nachhaltige Entwicklung auf, um davon ausgehend Verbesserungen zu erreichen.

<sup>72</sup> Gemeint ist hier der Verdienst aus dem landwirtschaftlichen Betrieb.

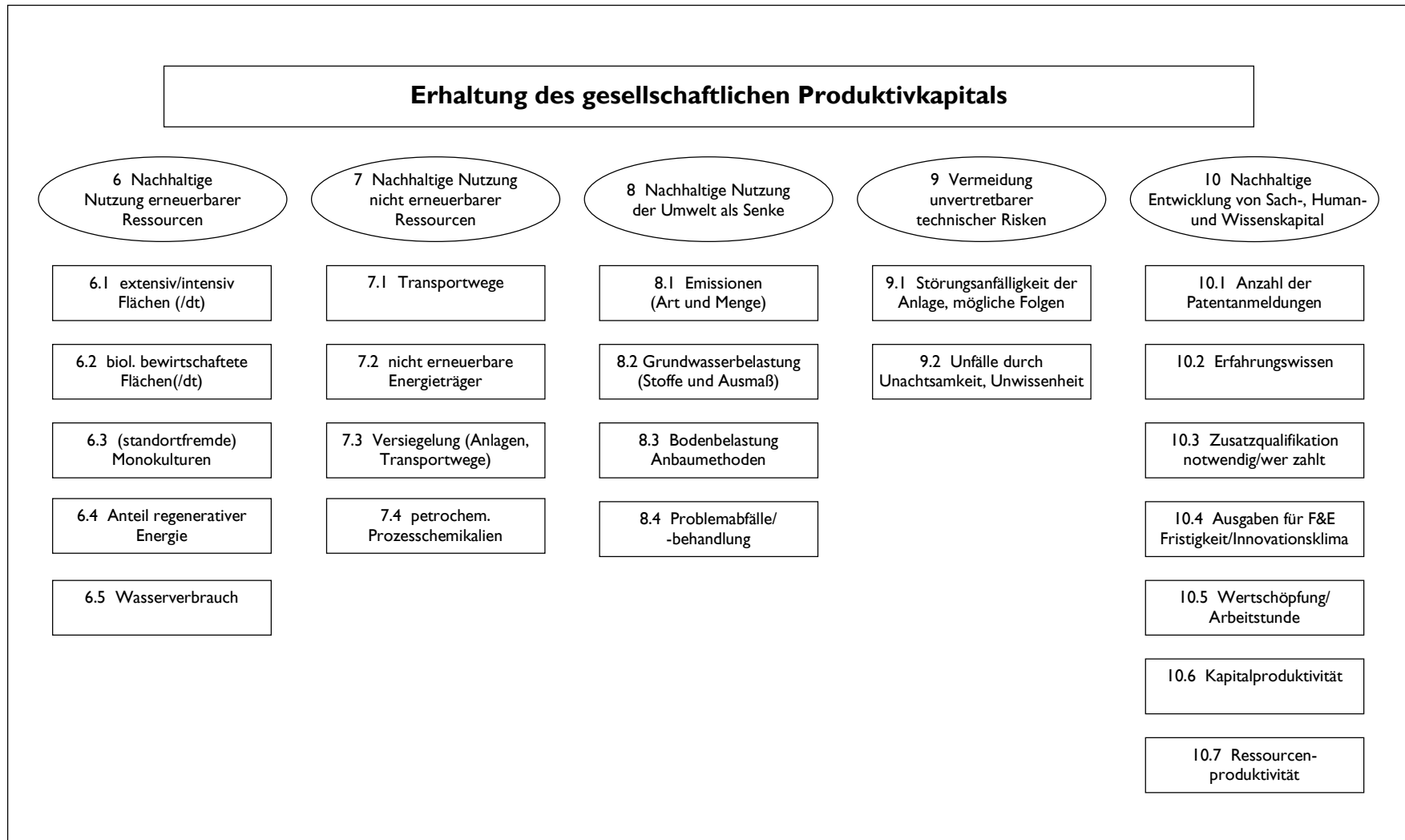


Abbildung 3.2-2: Kriterienvorschlag zu den Regeln zu „Erhaltung des gesellschaftlichen Produktivpotenzials“

Nach Beantwortung der Fragen und der Diskussion über den Zusammenhang einzelner Kriterien mit dem Leitbild Nachhaltigkeit wurden bis auf „Anzahl der Patentanmeldungen“ alle Kriterien als wichtig eingestuft und um folgende Punkte ergänzt:

7.5 (6.6) Gesamtenergieverbrauch

9.3 Schutz vor unbedachten Nebenwirkungen.

**Wichtige Diskussionspunkte waren:**

ad 6.4 *Anteil regenerativer Energie*: nicht nur der Anteil der regenerativen Energie ist wichtig, sondern auch der Gesamtenergieverbrauch.

ad 7.4 *Anteil petrochemischer Prozesschemikalien*: ist eigentlich ein Unterpunkt der Prozesschemikalien.

ad 9.1 *Wahrscheinlichkeit von Unfällen durch Unachtsamkeit, Unwissenheit, mögliche Folgen*: diese Regel fehlt in den Kriterienkatalogen der 13. Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“. Neben dem Schutz ist auch Flexibilität in Bezug auf Unvorhergesehenes wichtig.

ad 10.2 *Nutzung von Erfahrungswissen*: wichtig ist auch welches Wissen über Weiterbildungsmöglichkeiten in die Region kommt.

ad 10.3 *Notwendigkeit von Zusatzqualifikation*: wichtiger Punkt sind hier Personalentwicklungskonzepte.

ad 10.4 *Ausgaben für Forschung und Entwicklung*: für echte Innovationen sind langfristige Forschungsprojekte wichtig.

**Kriterien überwiegend  
als wichtig eingestuft**

**Bewahrung der Entwicklungs und Handlungsmöglichkeiten**

Nach der Diskussion der Inhalte der Kriterien bzw. deren Bezug zu den betreffenden Regeln wurden alle als wichtig eingestuft und um einen noch zu formulierende Punkt ergänzt der „Ausbildung“, „Qualifikation“, „ausgewogene Personalentwicklung“ und „Gender-Aspekt“ (15.3) in geeigneter Weise abbilden soll.

**alle Kriterien als  
wichtig eingestuft**



Abbildung 3.2-3: Kriterienvorschlag zu den Regeln zu „Bewahrung der Entwicklungs- und Handlungsmöglichkeiten“

**Wichtige Diskussionspunkte waren:**

ad 11.1/12.1 *Kooperationsformen*: wichtig sind hier die Berücksichtigung des Umfeldes und ein Mitspracherecht der Betroffenen.

ad 12.2 *Wertschöpfung*: muss auch im Zeitverlauf betrachtet werden. Monostrukturen lassen die Wertschöpfung sinken. (Auch die Infrastruktur muß im Zeitverlauf betrachtet werden)

ad 11.4 *Transaktionskosten*: es muss auch eine mögliche Verschuldung der Anlage im Sinne von Chancengleichheit für künftige Generationen betrachtet werden.

ad 13.2 *Traditionelles Selbstverständnis*: bessere Formulierung wäre „Tradition und Selbstverständnis der Akteure“.

ad 14.2 *Bewirtschaftung von Naturschutzflächen*: kann nur Probleme betreffen, die rechtlich noch nicht geregelt sind.

ad 15.1 *Regionale Infrastruktur*: Hier geht es auch um die bäuerliche Familienstruktur.

ad 15.2 *Traditionelles Wissen*: wie weit geht der Einfluss? Hier müssen auch die Systemgrenzen definiert werden.

**Zusammenfassung**

Das Ziel dieses Schrittes war die Reduzierung der Anzahl der Kriterien. Von den Teilnehmern wurde vorgeschlagen zur besseren Übersichtlichkeit die Kriterien den Bereichen „betriebliche Ebene“, „regionale Ebenen“ oder deren Schnittstelle zuzuordnen und innerhalb dieser Ebenen Cluster mit ähnlichen bzw. zusammengehörigen Kriterien zu bilden. Die folgenden Abbildungen zeigen jeweils die Ergebnisse dieses Schrittes. Grau hinterlegt sind dabei Kriterien, die von den Teilnehmern zusätzlich vorgeschlagen wurden.

**Zuordnung zu  
betrieblicher und  
regionaler Ebene**

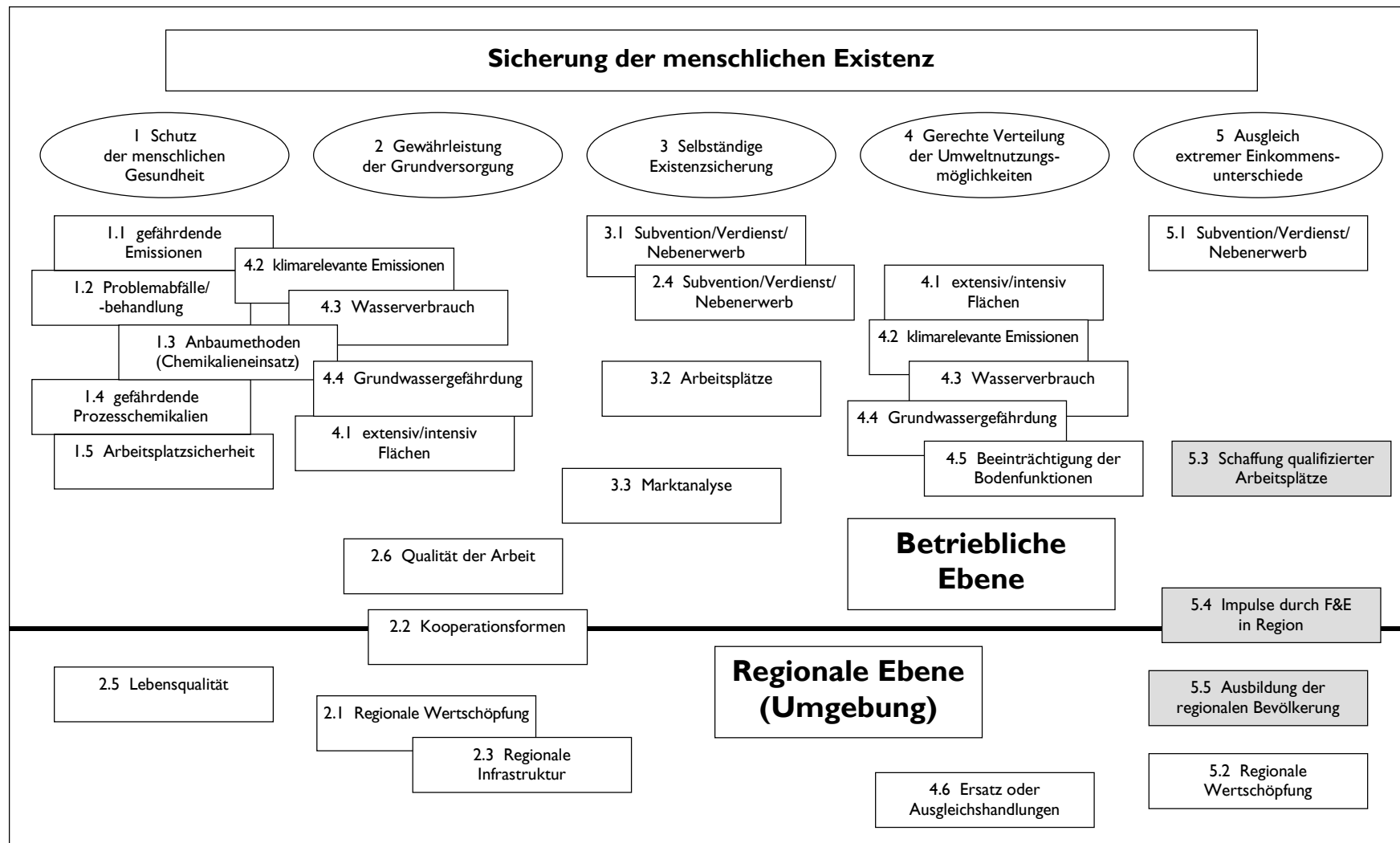


Abbildung 3.2-4: Ergebnis der Clusterbildung zu „Sicherung der menschlichen Existenz“

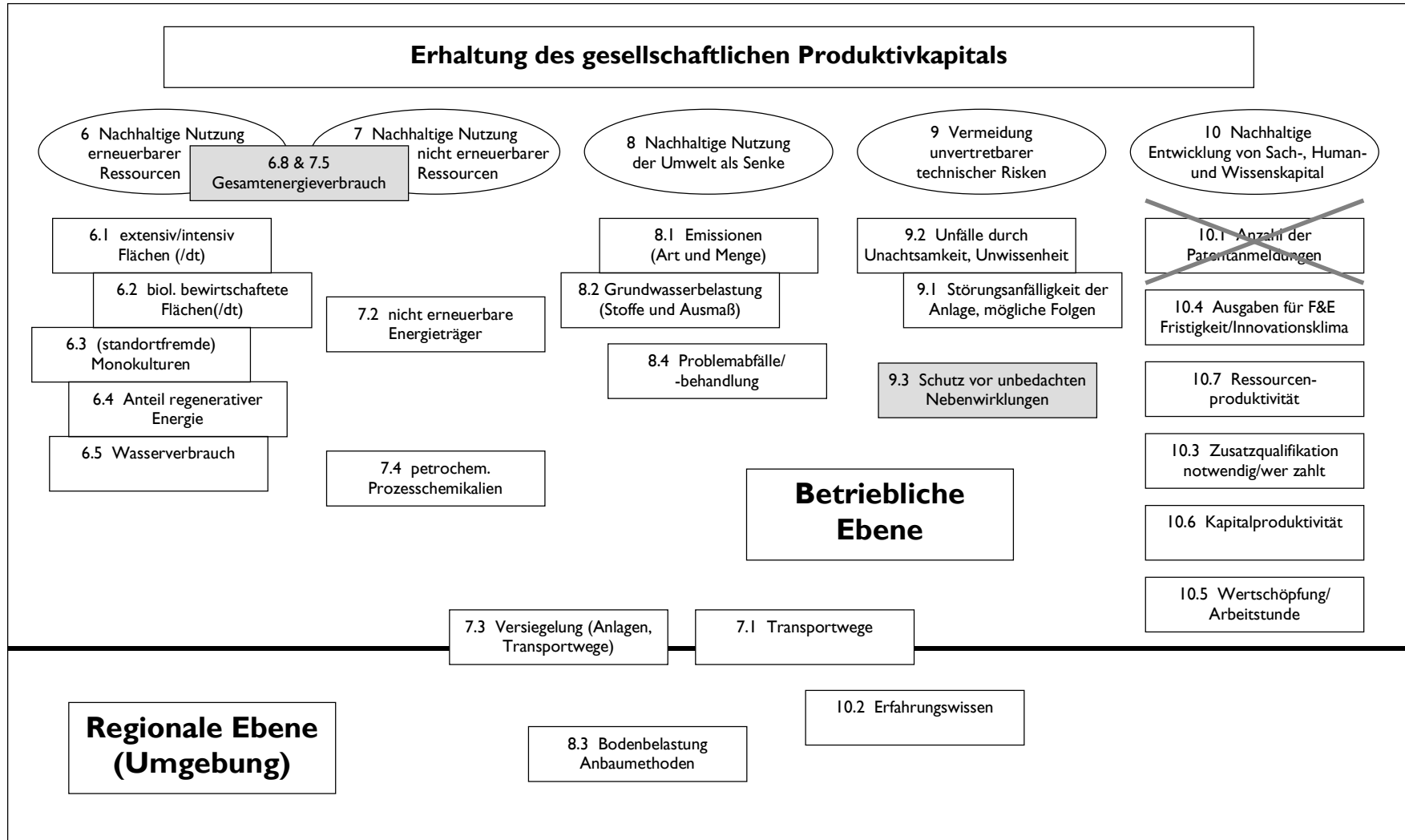


Abbildung 3.2-5: Ergebnis der Clusterbildung zu „Erhaltung des gesellschaftlichen Produktivpotenzials“

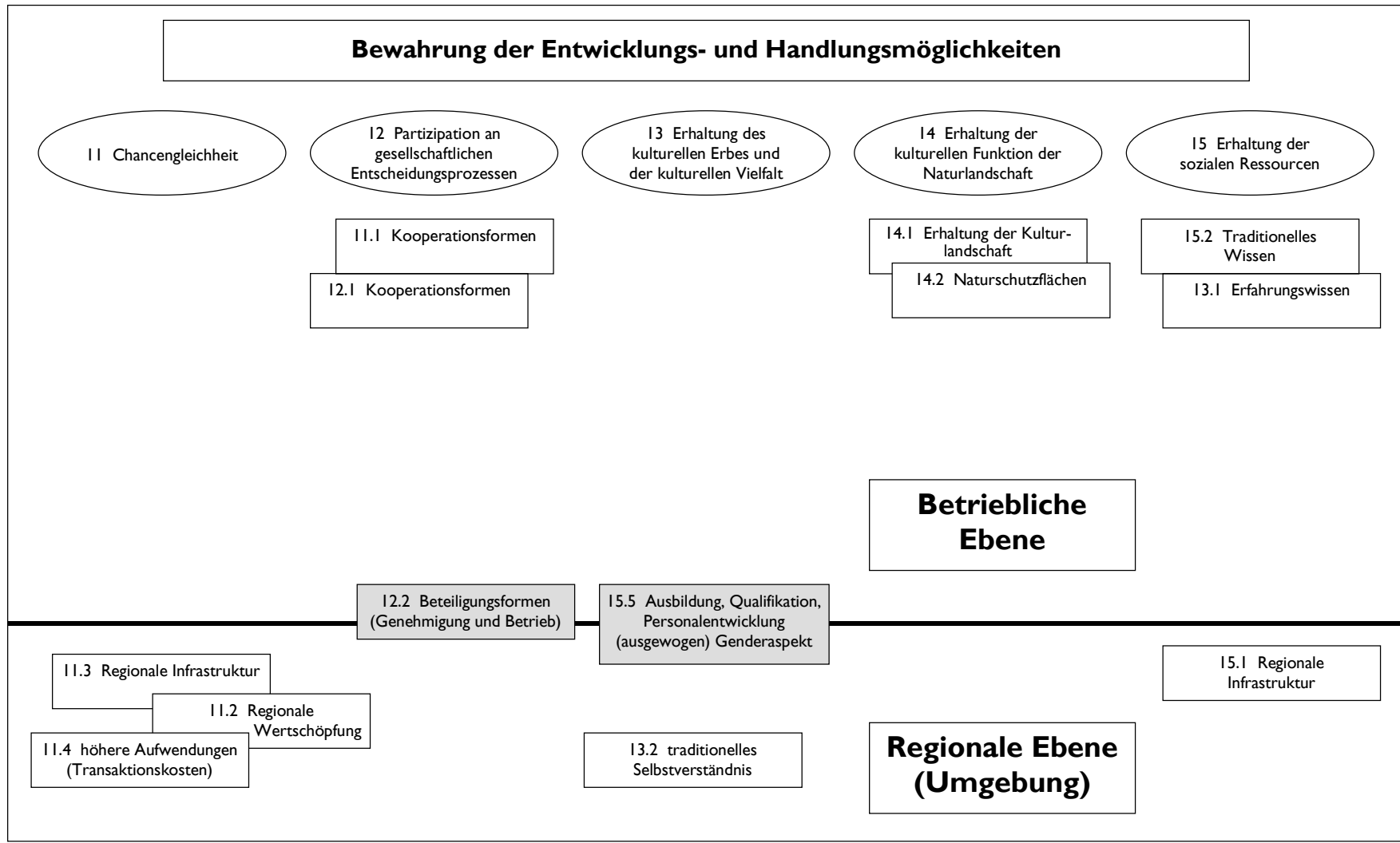


Abbildung 3.2-6: Ergebnis der Clusterbildung zu „Bewahrung der Entwicklungs- und Handlungsmöglichkeiten“



Der daraufhin vorgesehene Schritt der Auswahl von Schlüsselkriterien mittels Punktabfrage wurde von einigen TeilnehmerInnen mit folgenden Begründungen abgelehnt:

- Die Auswahl mittels Punktabfrage sei methodisch abzulehnen, da sie disziplinabhängig sei und damit das Ergebnis von der Verteilung der Fachrichtungen in der Gruppe geprägt wäre.
- Das gerade fertiggestellte, vollständige Set sollte nicht im nächsten Schritt wieder verloren gehen.
- Die Auswahl einzelner Teile eines Clusters erscheine nicht sinnvoll.
- Die Kriterien müssten wieder sektoral gegeneinander abgewogen werden, der integrative Ansatz ginge dabei verloren.
- Durch die Auswahl einzelner Kriterien könnten Wirkungszusammenhänge verloren gehen.

Die Argumente der anderen TeilnehmerInnen für diese Punktabfrage waren:

- Schwerpunkte sind klarer sichtbar.
- Auch die Schwerpunkte aus Sicht der einzelnen Disziplinen sind eine Information die eine Auswahl ermöglicht.
- Ohne Schwerpunktsetzung ist die Bildung eines Bewertungsrahmens schwierig.

Aus Zeitgründen war es nicht möglich, diese Diskussion zu einem Konsens zu führen. Da die Bildung der Cluster und die Streichung von Mehrfachnennungen bereits eine Reduktion darstellt, wurde im Anschluss an die Diskussion auf die Punktabfrage verzichtet.

**Ablehnung des Rankings durch die TeilnehmerInnen**

### 3.2.3 Auswertung der Ergebnisse

Die Ergebnisse des Workshops wurden vom Projektteam weiter bearbeitet. Die Zuordnung der Kriterien zu den Regeln des HGF-Ansatzes erforderten Doppelnennungen und eine genauere Erklärung des Inhaltes der Regeln. Um nun bessere Übersichtlichkeit und auch Verständlichkeit zu erzielen wurde diese Ordnung aufgelöst und andere Zuordnungs-Cluster gesucht.

Die Aufteilung in nur zwei Kategorien, wie im Workshop vorgeschlagen, erwies sich als nicht zureichend. Bei nochmaliger, genauerer Betrachtung der Inhalte der Kriterien waren viele von ihnen an der Schnittstelle zwischen den beiden Kategorien „Betrieb“ und „Region“ anzusiedeln. Dadurch konnte keine klare Struktur sichtbar gemacht werden.

**Zuordnung der Kriterien zu den Ebenen zu wenig aussagekräftig**

In einem ersten Schritt erfolgte die Ordnung in Gruppen, die einen inhaltlichen Zusammenhang zeigen. Dabei wurden nochmals die Inhalte überprüft, Doppelnennungen und inhaltlich ähnliche Kriterien verworfen. Dabei ist zu beachten, dass in die Beschreibung des Inhaltes der Kriterien, (siehe Kap. 3.3.1) im Falle einer vorherigen Mehrfachnennung oder Zusammenfassung von ähnlichen Inhalten, wieder alle Aspekte (in Bezug auf die Regeln) Eingang finden.

**Clusterbildung nach inhaltlichen Gemeinsamkeiten und Einführung einer Hierarchie**

*Beispiel:* Bei der Beschreibung des Inhaltes von „Auswirkung der Bewirtschaftungsformen ...“ müssen unter dem Aspekt Bodenbelastungen sowohl die quantitative Schonung der endlichen Ressource Boden als auch die Nutzbarhaltung für künftige Generationen berücksichtigt sein (qualitative Schonung).

Es zeigten sich hier auch Probleme des integrativen Zuganges. Eine „eindeutige“ Zuordnung zu den Clustern war oft schwierig, aus Gründen der Übersichtlichkeit und Anwendbarkeit wurde aber in den meisten Fällen auf Mehrfachnennungen verzichtet und die verschiedenen Aspekte des Kriteriums, wenn dies inhaltlich möglich war, dem gleichen Cluster zugeordnet.

Der nächste Schritt war die Zusammenfassung einzelner dieser Gruppen unter sie verbindenden Begriffen (Kategorien).

*Beispiel:* „Regionalwirtschaft-Versorgung“ und „Kulturelle und individuelle Identität“ wurden unter der Kategorie „Regionalentwicklung“ zusammengefasst.

Oder es wurde eine Hierarchisierung von Clustern vorgenommen.

Beispiel: Die dem Bereich Wissen zugeordneten Kriterien wurden in „bestehende“ und „zu bildende Wissensressourcen“ geteilt.

Den Abschluss bildeten die Benennung der Kategorien und Cluster und eine Formulierung der Kriterien.

### 3.3 Zusammenführung

Die folgende Tabelle zeigt das Ergebnis der drei zuvor beschriebenen Schritte. Zusätzlich werden inhaltliche Zusammenhänge zwischen den ursprünglichen und den endgültigen Kriterien sichtbar gemacht. Dabei beinhaltet Spalte Z die Zuordnungsbegriffe der Kriterien, und die Spalte I zeigt welche Punkte aus Vorschlag und Expertenworkshop in die einzelnen Kriterien Eingang gefunden haben.

Tabelle 3.3-1: Hierarchie des Kriteriensets und inhaltliche Zuordnungen

Kategorien	Cluster	Z	Kriterien	I
A Gesundheits- und umweltrelevante Impacts	Inputströme	A.1	Gesamtenergieverbrauch und Anteil nicht erneuerbarer Energieträger an der Energiezufuhr	6.4 6.6 7.2 7.5
		A.2	Prozesschemikalien (toxische und petrochemische)	1.4 7.4
		A.3	Wasserverbrauch	4.3 6.5
	Outputströme	A.4	Emissionen in die Kompartimente Wasser Luft und Boden (durch Anlage und Transport) (Abwasser nicht vergessen)	1.1 4.2 4.4 7.1 8.1 8.2
		A.5	Abfälle, besonders Problemabfälle und deren Behandlung	1.2 8.4
	Risiken	A.6	Fehlertoleranz der Anlage (technische Belange)	9.2 9.3
	Landwirtschaft	A.7	Anteil extensiv bewirtschafteter Flächen (insbes. ökologisch) und die Veränderung über die Zeit.	4.1 6.1 6.2 6.3
		A.8	Auswirkungen der Bewirtschaftungsform wie (standortfremde) Monokulturen, Bodenverdichtung durch (erhöhten) Maschineneinsatz und Emissionen.	1.3 8.3
	Flächen	A.9	Versiegelung durch Anlagenbau und Transportwege	7.3

Kategorien	Cluster	Z	Kriterien	I
<b>B</b> Sicherung und Qualität der Beschäftigung	Anlage	B.1	Gefährdung der Arbeitnehmer	1.5 9.1 9.3
	Akteur	B.2	Qualität der Arbeit	2.6
		B.3	Sicherung und Schaffung von (qualifizierten) Arbeitsplätzen	3.2 5.3
<b>C</b> Wissen	Bestehende Ressourcen	C.1.	Nutzung/Weitergabe traditionellen Wissens und Erfahrungswissens	10.2 13.1 15.2
	Zu bildende Ressourcen	C.2	Notwendigkeit von Zusatzqualifikationen für die Arbeit in der Anlage oder die Rohstoffproduktion (Finanzierung)	5.5 10.3 15.3
		C.3	Begleitende Forschung im Rahmen des Betriebs der Anlage	10.4 5.4
<b>D</b> Regionalentwicklung	Regionalwirtschaft und -versorgung	D.1	Unterstützung der regionalen Infrastruktur	2.3 11.3 15.1
		D.2	Verbleiben der Wertschöpfung in der Region.	2.1 5.2 11.2
	Kulturelle und individuelle Identität	D.3	Erhaltung der Kulturlandschaft als schützenswertes Gut.	14.1 14.2
		D.4	Berücksichtigung von Tradition und Selbstverständnis der Akteure	13.2
		D.5	Verschiebung des Selbstverständnisses der landwirtschaftlichen Akteure weg vom Subventionsempfänger	2.4
<b>E</b> Akteursinteraktionen	Akteursinteraktionen	E.1	Ermöglichung gleichberechtigter Mitsprache der Akteure durch entsprechende Kooperationsformen	2.2 11.1 12.1
		E.2	Beteiligungsmöglichkeit Betroffener während Genehmigungsverfahren und Betrieb	4.6 12.2
<b>F</b> Wirtschaftlichkeit	Wirtschaftlichkeit der Anlage	F.1	Marktanalyse findet im Rahmen der Technologieentwicklung	3.3
		F.2	div. Indikatoren für die Wirtschaftlichkeit der Anlage	10.5 10.6 10.7
	Wirtschaftlichkeit aus Akteurssicht	F.3	Selbständige Existenzsicherung statt Transferzahlung	3.1 5.1
		F.4	div. Indikatoren für die Wirtschaftlichkeit aus Akteurssicht	11.4 15.3

### 3.3.1 Inhaltliche Beschreibung der Kriterien

Inhalt dieses Abschnittes ist die Beschreibung von Inhalt, Richtung und Datenverfügbarkeit der Kriterien.

- Im Inhalt sind diejenigen Größen und Themen angeführt, die die Grundlage für eine Beurteilung des jeweiligen Kriteriums bilden.
- Die Richtung zeigt die, für eine nachhaltige Entwicklung, richtige Ausrichtung eines Kriteriums an.
- Unter Daten sind mögliche Quellen angeführt, die Aussagen über die Inhalte der Kriterien enthalten können.

**Ziele einiger Kriterien  
müssen im Diskurs  
geklärt werden**

Im Laufe der Beschreibung der Richtung zeigte sich, dass einige Kriterien zur Klärung der im Sinne von Nachhaltigkeit „richtigen“ Richtung eines Diskurses von Betroffenen bedürfen (siehe zum Beispiel die Verschiebung des Verhältnisses von Subvention und Verdienst; ob im Sinne der betroffenen Landwirte eine Verschiebung zukunftsfähig erscheint oder nicht, muss mit ihnen geklärt werden).

Andere Kriterien, die quantitative Daten verlangen, können zum jetzigen Zeitpunkt, das heißt ohne Referenzanlage und Messzeitreihen noch nicht mit der notwendigen Information gefüllt werden und müssen daher vorerst in qualitative Fragen umgewandelt werden (siehe A.7).

Falls zu einem oder mehreren Kriterien zum Zeitpunkt der Bewertung keinerlei Daten vorhanden sind bzw. auch keine qualitativen Aussagen möglich sind, können im Rahmen des diskursiven Prozesses ein oder mehrere im Sinne von Nachhaltigkeit günstige Vorschläge formuliert werden.

**A.1 Gesamtenergieverbrauch und Anteil  
nicht erneuerbarer Energieträger an der externen Energiezufuhr**

*Inhalt:* Die Grüne Bioraffinerie bedient sich einer Kombination bestehender Technologien, deshalb wird vorgeschlagen, den Gesamtenergieverbrauch mit Anlagen, die die gleichen Technologien anwenden, zu vergleichen. Auf diese Weise kann auch eine optimale Kombination von Prozessschritten gefunden werden. Zu bedenken ist dabei aber, dass bestehende Anlagen bereits einen Optimierungsprozess durchlaufen haben, die Grüne Bioraffinerie jedoch erst am Anfang eines solchen Prozesses steht und deshalb auch höhere Verbrauchswerte möglich sind (siehe dazu auch Schnitzer 1997). Der Anteil erneuerbarer Energien erlaubt eine Aussage über das Substitutionspotenzial für fossile Rohstoffe. Biogaseinsatz aus der Erzeugung der Anlage selbst wird hier nicht eingerechnet.

*Richtung:* Anzustreben ist ein möglichst geringer Gesamtenergieverbrauch, und innerhalb dessen ein möglichst hoher Anteil an erneuerbaren Energieträgern an der externen Energiezufuhr.<sup>73</sup>

*Daten:* Angaben über den Energieverbrauch und die Zusammensetzung der Energieträger müssen im Rahmen der Anlagenplanung gemacht werden.

**A.2 Prozesschemikalien**

*Inhalt:* Toxische Prozesschemikalien sind wichtig für Sicherheit am Arbeitsplatz und auch die Umweltsituation. Beinhaltet sind hier sowohl Öko- als auch Humantoxizität. Zu beachten ist dabei, ob eine Kreislaufführung solcher Stoffe stattfindet. Die getrennte Betrachtung petrochemischer Prozesschemikalien ist dann wichtig wenn diese in größerem Umfang eingesetzt werden (Schonung nicht erneuerbarer Ressourcen). Auch hier ist die Möglichkeit der Kreislaufführung wichtig. Als Bezugsgröße ist zum Beispiel das Verhältnis Menge Prozesschemikalien/Menge Produkt möglich.

*Richtung:* Der Anteil toxischer oder petrochemischer Prozesschemikalien sollte möglichst klein sein. Hier ist auch wichtig, eine mögliche Substitution der Substanzen durch weniger gefährliche Stoffe zu beachten (sanfte Chemie<sup>74</sup>).

---

<sup>73</sup> Sieh dazu auch Leitziel 9 der österreichischen Nachhaltigkeitsstrategie „Erfolgreiches Wirtschaften durch Ökoeffizienz (BMLFUW 2002).

<sup>74</sup> Unter sanfter Chemie versteht man Prozesse, bei denen ausschließlich nichtgefährliche Stoffe zum Einsatz kommen und/oder keinerlei Abfall- und Nebenprodukte entstehen bzw. ausschließlich solche, die vollkommen wiederverwendet werden können (nach Forschungsforum BMWF o.J.).

*Daten:* Angaben über diese Chemikalien müssen in der Anlagenbeschreibung, bzw. -planung aufgeführt sein.

### **A.3 Wasserverbrauch**

*Inhalt:* Der Wasserverbrauch ist eines der größten Umweltprobleme. Die Nachfrage nach Wasser<sup>75</sup> in den verschiedensten Anwendungsbereichen steigt permanent. Deshalb hat das europäische Parlament in einer Richtlinie auf die Notwendigkeit „qualitativen und quantitativen Schutzes der Gewässer der Gemeinschaft“ hingewiesen (Europäisches Parlament und Rat 2000). Aber auch der soziale Aspekt, in diesem Falle vor allem die Verteilungsgerechtigkeit der Wasser- und hier besonders der Trinkwasserverfügbarkeit, darf nicht vernachlässigt werden. Auch hier kann mit Anlagen verglichen werden, die ähnliche, bzw. gleiche Technologien einsetzen und so die optimale Kombination von Prozessschritten gefunden werden.

*Richtung:* Anzustreben ist ein möglichst geringer Wasserverbrauch. Dabei zu beachten ist auch, ob es Möglichkeiten zur Kreislaufführung gibt bzw. der Anteil des gereinigten, wiederverwendbaren Wassers möglichst hoch ist. Zu unterscheiden ist dabei auch zwischen dem Gebrauch von Grund-, Trink oder Brauchwasser, wobei der Gebrauch von Brauchwasser<sup>76</sup> in den Prozessen vorzuziehen ist. Auch bei diesem Vergleich ist zu beachten, dass bestehende Anlagen bereits einen Optimierungsprozess durchlaufen haben.

*Daten:* Angaben über Wasserverbrauch, Herkunft des Wassers und Kreislaufführung von Wasser müssen in der Anlagenbeschreibung, bzw. -planung aufgeführt sein.

### **A.4 Emissionen in die Kompartimente Wasser Luft und Boden**

*Inhalt:* Zusammengefasst sind hier alle in dieser Anlage oder durch Transportwege relevanten Emissionen in die verschiedenen Umweltkompartimente und auch Abwasser. Es sind hier sowohl die Menge der Emissionen, als auch die Stoffe im einzelnen zu beachten. Auch für das Abwasser ist das Ausmaß der Befrachtung mit Reststoffen maßgeblich. Ebenso wie bei den anderen Punkten ist die Einhaltung von Gesetzen kein Kriterium für Nachhaltigkeit. (siehe auch 1.5) Ebenfalls hier zu nennen sind Geruch und Lärm.

*Richtung:* Anzustreben ist eine möglichst geringe Menge von Emissionen. Als Vergleichsmaßstab können hier wieder bestehende Anlagen mit gleichen oder ähnlichen Technologien herangezogen werden. Bei Trennung in direkte und indirekte Wirkungen müssen beide gleich gewichtet werden.

*Daten:* Angaben über Emissionen und Abwasser müssen in der Anlagenbeschreibung bzw. -planung aufgeführt sein. Für Angaben über Emissionen aus dem Transport von Gütern kann die Länge der notwendigen Transportwege herangezogen werden.

### **A.5 Abfälle, besonders Problemabfälle und deren Behandlung**

*Inhalt:* Zusammengefasst sind hier Abfälle aus den Prozessen, die nicht in einem Kreislauf geführt werden (können), sowie biogene Reststoffe, beispielsweise aus der Biogaserzeugung. Organische Abfälle sind nicht standardisier-

---

<sup>75</sup> „Wasser ist keine übliche Handelsware, sondern ein ererbtes Gut, das geschützt, verteidigt und entsprechend behandelt werden muss.“ (RL 2000/60/EG Wasser-Rahmen RL)

<sup>76</sup> Als Brauchwasser bezeichnet man Wasser, welches nicht als Trinkwasser benutzt werden kann.

bar und können auch (akkumulierte) Spurenschadstoffe enthalten. Die Ausbringung dieser Reststoffe auf landwirtschaftliche Flächen ist umstritten. Enthaltene Schadstoffe können auf diesem Weg in natürlichen Kreisläufen akkumulieren. Abfälle aus den Prozessen, hier besonders gefährliche Abfälle und Problemstoffe nach österreichischem Abfallrecht sollten im Zusammenhang mit Substitutionsmöglichkeiten im Bereich der Ausgangsstoffe betrachtet werden (siehe dazu auch A.2, sanfte Chemie).

*Richtung:* Anzustreben sind möglichst geringe Abfallmengen. Für organische Abfälle deren Ausbringung auf landwirtschaftliche Flächen vorgesehen ist, sind regelmäßige Schadstoffanalysen als positiv zu bewerten.

*Daten:* Daten zu Abfallmengen und Qualitäten können im Planungskonzept beschrieben sein. Genauere Aussagen lassen sich nach Erstellung einer Stoffstromanalyse treffen.

#### **A.6 Fehlertoleranz der Anlage (technische Belange)**

*Inhalt:* Fehlertoleranz ist die Fähigkeit eines Betriebssystems auch unter abweichenden Betriebsbedingungen zu funktionieren.<sup>77</sup> Die abweichenden Betriebsbedingungen können sowohl technisch bedingt sein, als auch durch Bedienungsfehler entstehen. In diesem Zusammenhang sind technische Ursachen z. B. Leckage von Kesseln etc.) bzw. Veränderungen von Rahmenbedingungen wie z. B. Temperatur oder auch Erdbeben angesprochen. Das heißt Inhalt des Kriteriums sind die Vorkehrungen, die für mögliche Störfälle getroffen werden, und auch Vorkehrungen gegen noch nicht genau abzuschätzende Vorfälle, also allgemeine Vorsorge nach dem Vorsorgeprinzip. Hier ist keine quantitative Aussage möglich, das heißt die Frage nach der Berücksichtigung dieser Vorsorge im Anlagenkonzept kann nur mit Ja oder Nein beantwortet werden, ebenso die nach dem Vorhandensein von Angaben über die Fehlertoleranz.

*Richtung:* Positiv ist das Vorhandensein von Aussagen über Vorsorgemaßnahmen und Fehlertoleranz (natürlich aber auch eine festgestellte geringe Unfallwahrscheinlichkeit).

*Daten:* Aussagen über diese Inhalte können anhand der Anlagepläne und des Anlagenkonzeptes getroffen werden.

#### **A.7 Anteil extensiv (insbes. ökologisch) bewirtschafteter Flächen und die Veränderung über die Zeit.**

*Inhalt:* Aufbauend auf der Annahme, dass extensive<sup>78</sup> Landwirtschaft den Anforderungen der Nachhaltigkeit eher entspricht als intensive Landwirtschaft (Becker 2001), ist hier der Flächenanteil an der für die Rohstoffproduktion eingesetzten Gesamt-Grünlandfläche angesprochen. Die Veränderung des Verhältnisses in einem Zeitverlauf kann die Einflussnahme der Grünen Bioraffinerie auf Bewirtschaftungsformen zeigen. Dabei zu beachten sind allerdings auch Subventionierungsmaßnahmen, die ebenfalls auf eine Extensivierung abzielen. Auch der Anteil biologisch bewirtschafteter Flächen ist ein wichtiger Faktor für Nachhaltigkeit.<sup>79</sup> Für die Veränderung des Anteils über die Zeit gelten die gleichen Punkte wie bei den Extensiv-Flächen. Der Vergleichsrahmen ist der Zustand vor Etablierung der Grünen Bioraffinerie.

---

<sup>77</sup> (www.brockhaus.de, 2002).

<sup>78</sup> Die Veränderung über die Zeit zeigt die Einflussnahme der Grünen Bioraffinerie auf Bewirtschaftungsformen.

<sup>79</sup> Siehe dazu auch Leitziel 12 der österreichischen Nachhaltigkeitsstrategie: „Vielfalt von Arten und Landschaften bewahren“ (BMLFUW 2002).

*Richtung:* Anzustreben ist ein großer oder wachsender Anteil an Extensiv-Flächen, wobei der Anteil an ökologischen Flächen noch höher einzustufen ist.

*Daten:* Zum jetzigen Zeitpunkt ist es nur möglich den Anteil zu einem Zeitpunkt festzustellen. Durch Verträge oder Kooperationen können aber bereits Rahmenbedingungen festgelegt sein, die eine Extensivierung von Flächen fördern. Dadurch kann sich ein Trend abzeichnen, der als qualitative Größe in eine Bewertung einfließen kann.

#### **A.8 Auswirkungen der Bewirtschaftungsform wie (standortfremde) Monokulturen, Bodenverdichtung durch (erhöhten) Maschineneinsatz und Emissionen**

*Inhalt:* Grob lassen sich die Bewirtschaftungsformen in intensive, extensive und ökologische Landwirtschaft teilen (siehe dazu auch A.7). Im Unterschied zu Kriterium A.7 sind hier nicht die quantitative Verteilung der Bewirtschaftungsformen, sondern deren Auswirkungen angesprochen. Intensive Landwirtschaft stellt den Feldbau mit der größten Eingriffstiefe dar. An negativen Auswirkungen sind als wichtigste zu nennen: Emissionen und Bodenverdichtung durch Maschineneinsatz, Beeinträchtigung der Bodenfunktionen durch Chemikalieneinsatz und Monokulturen. Extensive Landwirtschaft weist eine geringere Eingriffstiefe auf, zu beachten ist dabei allerdings auch die Vermeidung von Monokulturen und standortfremden Pflanzengemeinschaften. Ökologische Landwirtschaft hat die geringste Eingriffstiefe und ist daher am höchsten zu bewerten. Der Vergleichsrahmen ist der Zustand vor Etablierung der Grünen Bioraffinerie.

*Richtung:* Anzustreben sind Standortgerechtigkeit, Fruchtfolgen, innerhalb derer Artendiversität, und extensive bzw. ökologische Bewirtschaftungsformen.

*Daten:* Angaben über Vertragspartner und Verträge

#### **A.9 Versiegelung durch Anlagenbau und Transportwege**

*Inhalt:* Hier ist sowohl der Flächenbedarf der Anlage als auch der für eventuell notwendige Transportwege angesprochen. Abhängig davon, ob die Anlage zentral oder dezentral konzipiert ist, ändert sich die Größe des Einzugsgebietes und damit die Länge der Transportwege. Dabei ist zu unterscheiden zwischen bereits vorhandenen Straßen, die hier nicht beinhaltet sind, und neu zu bauenden. Die Versiegelung von Flächen ist aus mehreren Gründen problematisch. Fläche stellt eine endliche Ressource dar und ist nicht künstlich vermehrbar (Grosch 2001). Auf versiegelten Oberflächen kann Regen- und Oberflächenwasser nicht mehr versickern, die Grundwassernachbildung wird gestört (Universität Bremen 2002). Die natürlichen Funktionen des Bodens sind unterbunden, oft werden auch Naturräume zerschnitten. Auch im Sinne des Gerechtigkeitspostulates bedeutet das Versiegeln von Fläche, dass in der gegenwärtigen Generation die Nutzungsmöglichkeiten der Natur eingeschränkt werden, die Reichweite der endlichen Ressource immer geringer wird und folgende Generationen einerseits weniger Fläche und Boden zur Verfügung haben und andererseits durch die unzureichende Möglichkeit zur Rückführung in funktionsfähigen Boden in ihren Wahl- und Gestaltungsmöglichkeiten eingeschränkt sind.

*Richtung:* Einerseits sind kurze Transportwege auf schon vorhandenen Straßen anzustreben, andererseits kann Straßenbau die Infrastruktur fördern. Diese Abwägung ist im Diskurs vorzunehmen. Die Richtung ist auch in Abhängigkeit zu der bereits versiegelten Fläche in der betreffenden Region zu sehen.

*Daten:* Daten über Versiegelungsfläche für die Anlage müssen im Planungskonzept vorhanden sein. Angaben über Vertragspartner können Auskunft über Entfernungen und vorhandene Straßen geben. Flächenwidmungen sind im Kataster angegeben.

### **B.1 Gefährdung der Arbeitnehmer**

*Inhalt:* Wie schon unter dem Punkt „Fehlertoleranz der Anlage“ erwähnt, können abweichende Betriebsbedingungen auch auf Bedienungsfehler zurückzuführen sein. Angesprochen ist hier die Wahrscheinlichkeit von Unfällen innerhalb der Anlage, die durch Unachtsamkeit oder Unwissenheit der Beschäftigten entstehen können und eine Gefährdung für diese darstellen. Auch hier sind Vorkehrungen nach dem Vorsorgeprinzip wichtig. Hier ist ebenfalls keine quantitative Aussage möglich, sondern das Vorhandensein von Maßnahmen bzw. Aussagen über Unfallwahrscheinlichkeiten kann mit Ja/Nein beantwortet werden (ev. können Abstufungen diskutiert werden, siehe dazu auch Kap. 1). Wie schon in 1.5 festgestellt, gilt die Einhaltung von Gesetzen nicht als Kriterium für Nachhaltigkeit. Weiters anzumerken ist, dass Kriterien für Arbeitssicherheit und Fehlertoleranz von Anlagen in einigen in der EU gebräuchlichen Sets (Enquete-Kommission/DB 1998) nicht berücksichtigt sind.

*Richtung:* Positiv ist das Vorhandensein von Aussagen über Vorsorgemaßnahmen und Unfallwahrscheinlichkeit (natürlich aber auch eine festgestellte geringe Unfallwahrscheinlichkeit).

*Daten:* Aussagen über diese Inhalte können anhand der Anlagepläne und des Anlagenkonzeptes getroffen werden.

### **B.2 Qualität der Arbeit**

*Inhalt:* Angesprochen sind hier die Belastungen der Arbeitnehmer an ihrem Arbeitsplatz in der Anlage. Das heißt, dass mentale Belastungen wie zum Beispiel langandauernde Konzentration, Zeitdruck oder physische Belastungen wie zum Beispiel körperliche Anstrengungen oder langes Stehen nicht ein Ausmaß erreichen, welches es den Betroffenen erschwert, über das Arbeitsleben hinausgehende Lebenspläne zu verwirklichen. Quantitative Angaben zu diesem Punkt sind schwierig. Auch eine einfache Antwort wie Ja oder Nein erscheint nicht möglich. Auch hängt die Möglichkeit zur Beantwortung vom jeweiligen Zeitpunkt der Fragestellung ab. Vor Bestehen einer Anlage kann es schwierig sein, hier eine Beurteilung vorzunehmen. Weiters hängen die Bewertungen auch von subjektiven Empfindungen der Beteiligten ab. Es wird daher vorgeschlagen, diesen Fragekomplex im Diskurs zu klären.

*Richtung:* Die genaue Ausrichtung ist im Diskurs zu klären.

*Daten:* Angaben über Arbeitsbedingungen können im Anlagekonzept erfasst sein oder im Diskurs mit Entwicklern geklärt werden.

### **B.3 Sicherung und Schaffung von (qualifizierten) Arbeitsplätzen**

*Inhalt:* Im Rahmen von Regionalentwicklungskonzepten ist auch die Schaffung von Arbeitsplätzen ein wichtiges Thema. Der Trend geht dahin, dass Arbeitsstätten mit hoher Wertschöpfung und hohem Qualifikationsniveau der Arbeitnehmer aufgrund von Standortvorteilen der Ballungsräume in die Zentren verlagert werden und ökonomisch weniger bedeutsame im ländlichen Raum angesiedelt werden (Kanatschnig/Weber 1998). Aus diesem Grund ist die Schaffung von qualifizierten Arbeitsplätzen in ländlichen Regionen von Vorteil. Auch weisen Betriebe mit qualifizierten Arbeitsplätzen eine höhere Ortsbindung auf



(Aichholzer 2002). Folge davon kann ein erhöhtes Bildungsaufkommen und in weiterer Folge eine Stabilisierung der Region<sup>80</sup> im allgemeinen sein. Abgebildet wird hier der Beitrag der Grünen Bioraffinerie zu einer möglichen Veränderung.

*Richtung:* Anzustreben ist eine gemischte Qualifikationsstruktur in der Region. Zielvorstellungen sind eventuell im Diskurs zu klären.

*Daten:* Angaben über die notwendigen Qualifikationen können im Anlagenkonzept erfasst sein.

### **C.1 Nutzung/Weitergabe von traditionellem Wissen und Erfahrungswissen<sup>81</sup>**

*Inhalt:* Besonders im pflanzenbaulichen Bereich existiert eine große Menge an sogenanntem „alten Wissen“ (vgl. Erbe 1997). Unter dem Blickwinkel intergenerativer Gerechtigkeit ist die Vorhaltung dieses Wissens für künftige Generationen als Wissens-Kapital zu sehen. Dieses traditionelle Wissen, sollte in innovativem Zusammenhang bzw. der Kombination mit neuen Anwendungen genutzt werden. Darüber wie weit der Einfluss gehen soll, bzw. wo die Systemgrenzen liegen, muss ein Diskurs geführt werden.<sup>82</sup>

*Richtung:* Die Frage nach der Richtung muss im Diskurs geklärt werden.

*Daten:* Die Frage nach Ausmaß der Einbindung sogenannten „alten Wissens“ ist im Diskurs mit den Entwicklern zu klären.

### **C.2 Notwendigkeit von Zusatzqualifikationen für die Arbeit in der Anlage oder für Rohstoffproduktion (Finanzierung)**

*Inhalt:* Angesprochen ist hier im Unterschied zu B.3 das Ausbildungsniveau, bzw. Weiterbildung(smöglichkeiten) einzelner Personen, insbesondere die Ausbildungsmöglichkeiten und deren Finanzierung. Im Bereich Grüne Bioraffinerie ist das Vorhandensein von Personalentwicklungskonzepten ein Kriterium.

*Richtung:* Der Entwurf von Qualifikationsmodellen und deren Finanzierung bedürfen eines Diskurses der Beteiligten.

*Daten:* Daten zu Weiterbildung bzw. Qualifikation können im Anlagenkonzept vorhanden sein.

### **C.3 Begleitende Forschung im Rahmen des Betriebs der Anlage**

*Inhalt:* Langfristige Forschungsprojekte sind Voraussetzung für echte Innovationen. Deshalb ist es wichtig, im Rahmen des Betriebs der Grünen Bioraffinerie Kapazitäten für begleitende Forschung zu schaffen. Hier ist der Ausbau interdisziplinärer Forschung ein wichtiger Punkt (Schnitzer 1997; ÖIN 1997). Eine mögliche Messgröße ist F&E-Anteil an den Produktionskosten verglichen mit dem Anteil in Gesamtösterreich.

---

<sup>80</sup> Die Region ist ein politisch eingegrenzter und kulturell identifizierbarer Handlungsraum, innerhalb dessen Menschen ihren Daseinsgrundfunktionen nachgehen (Kantschnig et al. 1999).

<sup>81</sup> „(...) gibt es durchaus soziotechnische Komplexe, in denen Erfahrungswissen (wozu auch Erfahrungen mit der Anwendung wissenschaftlichen Wissens gehören) handlungs- und entscheidungsrelevanter sein kann, als die Akkumulation oder Generierung wissenschaftlichen Wissens“ (Albrecht 1996).

<sup>82</sup> „Aus dem Wechselspiel zwischen der Anwendung von Erfahrungswissen, der Analyse des Prozesses und der Ergebnisse ergeben sich laufend Anpassungen der Planung an den jeweiligen Projektfortschritt“ (Müller 2002).

*Richtung:* Positiv zu bewerten ist das Vorhandensein von Forschungskapazitäten im Planungskonzept.

*Daten:* Aussagen über geplante Begleitforschung können dem Projektkonzept entnommen, oder im Diskurs mit Entwicklern getroffen werden.

#### **D.1 Unterstützung der regionalen Infrastruktur**

*Inhalt:* „Kleinräumigkeit von Lebens- und Wirtschaftszusammenhängen gekoppelt mit möglichst dezentralen Entscheidungskompetenzen nach dem Subsidiaritätsprinzip bedeutet mehr räumliche Überschaubarkeit, sachliche Transparenz, Gestaltbarkeit und direkte Erfahrbarkeit der Folgen des eigenen Handelns. Ursachen und Wirkungen des Handelns werden räumlich und sachlich enger gekoppelt.“ (Kanatschnig/Weber 1998) Der Betrieb der Anlage gibt (oder auch nicht) wirtschaftliche Impulse, die den Menschen Möglichkeiten zur Existenzsicherung bieten und damit Abwanderung eindämmen oder verhindern. Dienstleistungs- und Versorgungsinfrastruktur, aber auch soziale Infrastruktur wie Familie bleiben erhalten. Im Sinne des Gerechtigkeitspostulates soll hier die Wahlfreiheit für künftige Generationen gesichert bleiben.

*Richtung:* Die Frage, ob die Grüne Bioraffinerie hier einen Beitrag leisten kann und vor allem wie, ist im Diskurs zu klären.

*Daten:* Daten über diesen Punkt liegen zu diesem frühen Zeitpunkt nicht vor. (siehe Richtung)

#### **D.2 Verbleiben der Wertschöpfung in der Region**

*Inhalt:* Eine lokal und regional-ökonomische Strategie verfolgt das Ziel, einen großen Teil des regionalen Bedarfs an Gütern und Dienstleistungen durch regionale Arbeit unter Nutzung regionaler Ressourcen zu decken und deshalb einen größeren Teil des regionalen Einkommens vor Ort zirkulieren, anstatt aus der Region abfließen zu lassen (nach Kanatschnig/Weber 1998; vgl dazu auch Schnitzer 1997).

*Richtung:* Welches Kooperationsmodell diese Entwicklung am besten unterstützt, muss im Diskurs festgelegt werden.

*Daten:* Aussagen über diesen Punkt können anhand von Verträgen oder Businessplänen getroffen werden.

#### **D.3 Erhaltung der Kulturlandschaft als schützenswertes Gut**

*Inhalt:* Ein wichtiges Argument der Entwickler der Grünen Bioraffinerie ist ihr Beitrag zur Erhaltung der Kulturlandschaft (Kamm/Kamm 1997). Diese Erhaltung stellt auch ein vordringliches Ziel der Österreichischen Nachhaltigkeitsstrategie dar.<sup>83</sup> Wichtige Argumente dafür sind: die Offenhaltung der Landschaft durch Verhinderung von Verwaldung. Hier ergeben sich Berührungspunkte mit dem Tourismus. Ein weiterer Punkt ist die Vorhaltung von im Moment nicht ackerbaulich genutzten Flächen für die Nahrungsmittelproduktion. Dieses Kriterium wird von den Technologieentwicklern als Grundvoraussetzung, bzw. Ausgangspunkt der Entwicklung der Technologie betrachtet (Kromus 2002a).

*Richtung:* Die genaue Richtung (Wieviel Kulturlandschaft ist genug?) ist im Diskurs festzulegen.

*Daten:* Daten über Grünlandflächen sind aus Statistiken und Flächennutzungsplänen zu entnehmen.

---

<sup>83</sup> Siehe dazu auch Leitziel 12 „Vielfalt von Arten und Landschaften bewahren“ (BMLFUW 2002).

#### **D.4 Berücksichtigung von Tradition und Selbstverständnis der Akteure**

*Inhalt:* Der traditionelle Hintergrund<sup>84</sup> der Akteure kann großen Einfluss auf Entscheidungen im Rahmen von Kooperationen haben. Wichtig sind hier offene Kommunikation bzw. interaktive Entscheidungsprozesse.

*Richtung:* Wie weit und in welchem Ausmaß diese Punkte berücksichtigt werden sollen, muss im Diskurs geklärt werden.

*Daten:* Aussagen dazu müssen im Diskurs mit den Entwicklern getroffen werden.

#### **D.5 Verschiebung des Selbstverständnisses der landwirtschaftlichen Akteure weg vom Subventionsempfänger**

*Inhalt:* Veränderung des Verhältnisses Subvention/Verdienst/Nebenerwerb: In der österreichischen Landwirtschaft stammen die Einkommen zu einem großen Teil aus Transferzahlungen.<sup>85</sup> Die Zusammenarbeit mit der Grünen Bio Raffinerie ermöglicht (oder auch nicht) eine Verschiebung des genannten Verhältnisses in Richtung Verdienst und leistet damit einen Beitrag zur eigenständigen Lebensplanung.

*Richtung:* Ob im Sinne der betroffenen Landwirte eine Verschiebung in Richtung Verdienst zukunftsfähig erscheint oder nicht, muss im Diskurs geklärt werden).

*Daten:* Aussagen über mögliche Veränderungen lassen sich anhand von Verträgen und im Diskurs mit den Vertragspartnern treffen.

#### **E.1 Ermöglichung gleichberechtigter Mitsprache der Akteure durch entsprechende Kooperationsformen<sup>86</sup>**

*Inhalt:* Partizipation ist ein wichtiger Punkt des Nachhaltigkeitskonzeptes.<sup>87</sup> Hier angesprochen ist die Entwicklung von Kooperationsformen, die den Beteiligten eine gleichberechtigte Teilnahme an Entscheidungsprozessen und damit auch Gestaltungsmacht einräumt. Beinhaltet sind hier Faktoren wie Existenzsicherung oder auch Bewahrung der Wahlmöglichkeiten (auch späterer Generationen).

*Richtung:* Die Gestaltung eines geeigneten Kooperationsmodelles ist im Diskurs vorzunehmen.

*Daten:* Angaben über Kooperationsformen können aus Verträgen entnommen vorzugsweise aber im Diskurs geklärt werden.

---

<sup>84</sup> Gemeint ist hier zum Beispiel das Selbstverständnis von Landwirten als Nahrungsmittelproduzenten (vgl dazu Erbe 1997).

<sup>85</sup> Durchschnitt pro Familienarbeitskraft (Beispielregion Ennstal): 19 % Produktionseinkommen, 54 % öffentliche Gelder, 27 % Nebenerwerb (MAB-Nationalkomitee 2000).

<sup>86</sup> Umso mehr wird es nicht mehr möglich sein, in Zukunft den „nachhaltigen Betrieb“ zu definieren. Nachhaltigkeit ergibt sich viel stärker aus der Interaktion aller Spieler im System, als aus den Eigenschaften eines Teilnehmers. (nach Schnitzer 1999).

<sup>87</sup> Siehe dazu auch: Die österreichische Strategie zur nachhaltigen Entwicklung, Umsetzung: Partizipation, Information und Kommunikation, Bei der Umsetzung und Weiterentwicklung die Betroffenen zu Beteiligten machen.

## **E.2 Beteiligungsmöglichkeit Betroffener während Genehmigungsverfahren und Betrieb**

*Inhalt:* Beteiligungsverfahren in ihren verschiedensten Ausprägungen stellen ein Instrument zur Demokratisierung von Entscheidungsprozessen dar. Unter diesem Punkt ist die Einbeziehung potenziell Betroffener wie z. B. Anrainern angesprochen. Es sollen hier Instrumente gewählt werden, die eine echte Mitbestimmung ermöglichen.

*Richtung:* Positiv zu bewerten ist die Planung eines solchen Verfahrens im Rahmen der Technologieentwicklung (Ja/Nein-Antworten). Die Methode bzw. Gestaltung dieses Verfahrens muss im Diskurs geklärt werden.

*Daten:* Aussagen über Planung eines Beteiligungsverfahrens können im Entwicklungskonzept angeführt sein.

## **F.1 Marktanalyse bereits im Rahmen der Technologieentwicklung**

*Inhalt:* Im Rahmen der Technologieentwicklung werden die Prozesse auf eine bestimmte Produktpalette abgestimmt. Ausschlaggebend für die Auswahl der erzeugten Produkte sind einerseits die vorhandenen Rohstoffe und andererseits die technische Machbarkeit. Wichtig für die langfristige Planung ist aber auch eine rechtzeitige Untersuchung der Marktfähigkeit der geplanten Produkte. Dazu ist es notwendig eine Marktanalyse durchzuführen. Wichtige Punkte dabei sind zum Beispiel Abnehmer, Nachfrage und Preisgefüge. Quantitative Aussagen zu dieser Fragestellung sind nicht möglich. Die Frage nach einer Marktanalyse im Rahmen der Technologieentwicklung kann mit ja/nein beantwortet werden.

*Richtung:* Anzustreben ist eine möglichst frühe Marktanalyse.

*Daten:* Angaben über Durchführung und Zeitpunkt einer Marktanalyse können im Forschungskonzept zu finden sein, oder im Diskurs mit den Entwicklern geklärt werden.

## **F.2 Wirtschaftlichkeit der Anlage**

*Inhalt:* Eine der Grundvoraussetzungen für die Errichtung und auch das Bestehen eines Unternehmens ist dessen (prognostizierte) Wirtschaftlichkeit. Erklärtes Ziel der Entwickler der Grünen Bioraffinerie ist es, den Bau bzw. den Betrieb der Anlagen nicht ausschließlich, bzw. überwiegend von Subventionen abhängig zu machen (Kromus 2002a). Das heißt, es ist wichtig, von Anfang an die Wirtschaftlichkeit der Anlage im Auge zu behalten. Zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit eines Produktionsbetriebes werden verschiedene Indikatoren angeboten. Als Beispiele sollen hier Rentabilität (Gewinn/Kapital), Ressourcenproduktivität (Produkt/Ressourceneinheit) oder Output/Arbeitsstunde (Menge oder Ertrag) genannt werden. Welche Indikatoren zur Bewertung herangezogen werden, ist danach auszuwählen, welche Daten zum Zeitpunkt der Bewertung vorliegen. Mögliche Verschuldung muss unter dem Blickwinkel der Handlungs- und Wahlfreiheit der künftigen Generationen hier einfließen.

*Richtung:* Die Richtung im Sinne von Nachhaltigkeit ist je nach gewählter Messgröße festzulegen.

*Daten:* Daten zur Wirtschaftlichkeit können in Planungskonzept oder Businessplan angegeben sein

### **F.3 Selbständige Existenzsicherung statt Transferzahlung**

*Inhalt:* Im Unterschied zu Punkt D.5 ist hier die Veränderung des Verhältnisses Subvention/Verdienst/Nebenerwerb unter dem Aspekt der selbständigen Existenzsicherung angesprochen. Wobei hier der Fokus auf die Selbständigkeit gerichtet ist, da eine mögliche Verschiebung nicht zwangsläufig eine Erhöhung des Gesamteinkommens bedeutet.

*Richtung:* Ob im Sinne der betroffenen Landwirte eine Verschiebung in Richtung Verdienst zukunftsfähig erscheint oder nicht, muss im Diskurs geklärt werden.

*Daten:* Aussagen über mögliche Veränderungen lassen sich anhand von Verträgen und im Diskurs mit den Vertragspartnern treffen.

### **F.4 Wirtschaftlichkeit aus Akteursicht**

*Inhalt:* Wie auch für die Anlagenbetreiber ist es für alle beteiligten Akteure unabdingbar, dass die Mitarbeit an einem Projekt wie der Grünen Bioraffinerie rentabel ist. Die Messgrößen hierfür sind aber andere als im Bereich der Anlage (z. B. Deckungsbeitrag). Welche für eine Bewertung zu wählen sind, hängt auch hier von der Datenlage zum Zeitpunkt des Verfahrens ab. Ein wichtiger Punkt dabei ist die Betrachtung der Transaktionskosten. Das heißt Mehraufwendungen in Form von höherem Zeitaufwand und hier im besonderen die Frage, wen dieser Mehraufwand trifft. Auch mögliche Verschuldung muss unter dem Blickwinkel der Handlungs- und Wahlfreiheit der künftigen Generationen hier einfließen.

*Richtung:* Die Richtung im Sinne von Nachhaltigkeit ist je nach gewählter Messgröße festzulegen.

*Daten:* Angaben über die Wirtschaftlichkeit für den Akteur können in Verträgen oder im Diskurs mit Entwicklern, bzw. Betreibern gefunden werden.



## 4 Stand des Wissens: Die Grüne Bioraffinerie auf dem Prüfstand

Das vorliegende Kapitel führt die Ergebnisse aus der Literaturrecherche und Auskünfte von ExpertInnen zusammen. Die Literaturrecherche wurde durch ein interdisziplinäres Team vorgenommen. Neben wissenschaftlichen Publikationen fanden sich auch viele Zeitungsmeldungen über die neue Technologie. Die wissenschaftliche Akteursgruppe ist eher klein, was sich auch darin zeigt, dass ein Teil der Zitate stark aufeinander bezogen ist. Mit den ExpertInnen wurden offene Fragen geklärt, sofern sie nach dem aktuellen Stand des Wissens zu beantworten waren.

Die Struktur des Abschnittes entspricht der Struktur der Tabelle 3.3-1: „Hierarchie des Kriteriensets und inhaltliche Zuordnungen,“. Das vorhandene Wissen wurde dieser Struktur zugeordnet und so eine erste Abschätzung auf Kriterienebene vorgenommen. Um die Erfüllung der Kriterien beurteilen zu können, war es notwendig, einige von ihnen weiter aufzugliedern. Diese Aufgliederungen werden im Folgenden mit „Parameter“ bezeichnet. Dies war zum Beispiel notwendig, wenn durch noch bestehende Wissenslücken ein Kriterium nicht zur Gänze beurteilt werden konnte.

Beispiel: Das Kriterium Emissionen beinhaltet Emissionen in alle Umweltkompartimente, Abwasser, Geruch und Lärm. Um dieses Kriterium hinreichend beantworten zu können, wurde es in die Parameter Emissionen (A.4.a), Abwasser (A.4.b.), befrachtetes Abwasser (A.4.c.), Geruchsbelästigung (A.4.d) und Lärmaufkommen (A.4.e) geteilt.

Weiters wurden Fragen formuliert, die zur Ergänzung der Bewertung notwendig waren.

*Beispiel:* Um die Bewertung von Prozessabfällen bewerten zu können, spielen Substitutionsmöglichkeiten auf der Rohstoffseite eine Rolle (A.5.e)

Eine kurze Zusammenfassung der positiv und negativ zu bewertenden Parameter sowie der noch bestehenden Wissenslücken findet sich am Ende der Darstellung jedes Clusters. Ein weiterer Schritt war die Identifizierung von Zielkonflikten, soweit diese ohne Einbeziehung von Akteuren und ohne Regionalbezug sichtbar waren. Die Beschreibungen dieser Konflikte finden sich unter dem Titel „Konfliktfelder“ jeweils am Ende jeder Kategorie.

### **Kategorie A: Gesundheits- und umweltrelevante Impacts**

Die Grüne Bioraffinerie wird aus mehreren Gründen als „ökologische“ Technologie bezeichnet. Ein Aspekt ist die Möglichkeit, eine kontrollierte Kreislaufwirtschaft zu etablieren (Baserga 2001). Die stoffliche Verwertung von Biomasse bietet den Vorteil, die komplexen Moleküle, die bei der thermischen Verwertung in einem einzigen Schritt auf C<sub>1</sub>-Körper<sup>88</sup>, und damit auf ihren Brennwert reduziert werden, in vollem Umfang zu nutzen (Koller 1998). Auch eine klimawirksame Kohlenstoffbindung, das heißt eine Bindung von CO<sub>2</sub> aus

**Kreislaufwirtschaft  
und kaskadische  
Rohstoffnutzung**

---

<sup>88</sup> Als C<sub>1</sub>-Körper bezeichnet man Moleküle, die nur ein Kohlenstoffatom enthalten (z. B. CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>) im Gegensatz zu (natürlichen) Polymeren wie Zellulose o. ä.

der Luft in pflanzlichen Rohstoffen, wird angesprochen (Ringpfeil 2001), deren Wirksamkeit jedoch auch von Größen wie Energieeinsatz, Transportwegen etc. abhängt.

Innerhalb dieser Kategorie wurden folgende Cluster betrachtet:

- Inputströme
- Outputströme
- Risiken
- Landwirtschaft
- Flächen.

## Cluster Inputströme

### **Energieeinsatz als wichtige Größe**

Die Standortwahl für eine grüne Bioraffinerie sollte nach regional vorhandenen Grünflächen und potenziellen Absatzmärkten erfolgen, um die Transportwege möglichst gering zu halten. Das Transportaufkommen ist wegen des Einsatzes fossiler Treibstoffe eine wichtige ökologische Belastungsgröße, die bei Verwendung von Frischmasse durch die geringe Dichte des Materials noch steigt (Koller 1998; Zens 1997). Ein wichtiger Punkt ist auch die Substitution nicht-regenerierbarer durch regenerierbare Energieträger und Rohstoffe. Sie ist aus Sicht der Ökologie interessant (Baserga 2001) muss jedoch immer im Zusammenhang mit dem Gesamtenergie- und Rohstoffverbrauch gesehen werden.

Innerhalb des *Clusters* wurden folgende Parameter betrachtet:

- A.1.a ..... Gesamtenergieverbrauch
- A.1.b ..... Anteil erneuerbare Energieträger
- A.2.a ..... Prozesschemikalien (petrochemische) – Alternativen
- A.2.b ..... Kreislaufführung der Chemikalien
- A.3.a ..... Wasserverbrauch – Alternativen
- A.3.b ..... Kreislaufführung des Wassers (Brauchwasser).

Als Richtwert für den *Energieverbrauch* kann das Verdampfen von Wasser herangezogen werden. Der Energieeinsatz für Flüssigkeitsbehandlung sollte 1/10 des Wertes für die Verdampfung von Wasser nicht überschreiten (Friedl 2003). Die für die Grüne Bioraffinerie angeführten Werte für Milchsäure- bzw. Proteinherstellung<sup>89</sup> liegen in diesem Bereich. Der Einsatz fossiler Energieträger für Transport kann zu diesem Zeitpunkt noch nicht berücksichtigt werden, da er von regionalen Gegebenheiten wie der gewählten Anlagenorganisation zentral, semidezentral, dezentral), dem verwendeten Rohstoff<sup>90</sup> und der Logistik abhängt.<sup>91</sup> Die geplante Pilotanlage wird semidezentral organisiert sein. Der Energieverbrauch in der Anlage wird mit dem erzeugten Biogas gedeckt sein, Überschüsse werden ins Netz eingespeist.

Das heißt, der *Anteil an erneuerbaren Energieträgern* beträgt in der Anlage 100 %. Laut Kromus ist an eine Zufeuerung durch Verbrennung von Biogas

<sup>89</sup> Die Angaben von Kromus (2003): 60–90 kWh/m<sup>3</sup> für Saftaufbereitung, für das Eindampfen von Milchsäure und Proteinen 120.000 kW/a bzw. 700.000 kW/a Wärme, wurden von Friedl (2003) auf Basis eines Richtwertes für die Verdampfungsenthalpie von Wasser – 2500 kJ/kg umgerechnet.

<sup>90</sup> Bei Luzerne sind größere Entfernungen zu berücksichtigen: ca. 55 km (15 Ladewagen, 40 LKW) (Kromus 2003).

<sup>91</sup> Zum Beispiel müssen bei Einsatz einer Spedition eventuelle Leerfahrten dem Inputstrom zugezählt werden.



gedacht, um höhere Prozesstemperaturen erreichen zu können.<sup>92</sup> Nicht berücksichtigt sind hier allfällige Trocknungsprozesse zur Fasergewinnung und die *Prozesschemikalien* Natronlauge und Salzsäure die in der Herstellung sehr energieintensiv sind. Ziel ist es daher diese Substanzen im *Kreislauf zu führen* (Kromus 2003). Allerdings ist auch die Wiederaufbereitung mit hohem Energieeinsatz verbunden (Mihalyi 2003). Eine *Substitutionsmöglichkeit* für die genannten Chemikalien ist die Wasserspaltungselektrodialyse, die ebenfalls sehr energieintensiv ist. Sie kann auch zur Aufbereitung verwendet werden (Friedl 2003). Die Harze für Filter-Membrane werden *petrochemisch* hergestellt und nach Gebrauch *wiederaufbereitet oder recycelt*. Diese Stoffe fallen in geringen Mengen an. Für sie gibt es *keine Substitutionsmöglichkeit*.

Der *Wasserverbrauch* hängt ab von:

- der Menge an Spülwasser, das eingesetzt werden muss und nicht im Kreislauf geführt werden kann,
- dem Ausmaß an Kondensatrückführung, das bei den Eindampfprozessen möglich ist
- von der Ausgangsfeuchte des Rohmaterials.<sup>93</sup>

Die genaue Menge Spülwasser kann noch nicht angegeben werden. Der Wasserverbrauch wird generell als eher gering eingeschätzt (Kromus 2003). Aktuell wird an einer Möglichkeit zur *Kondensatrückgewinnung* gearbeitet. Damit könnte zum Beispiel die Nachfeuchtung des Materials für die Biogaserzeugung vorgenommen werden. Weiters wird nach einer kostengünstigen Methode zur Entwässerung der Biogasgülle gesucht (Kromus 2003). Wasser wird in der Anlage *im Kreislauf geführt*, dadurch wird *Brauchwasser* wiederverwertet.

#### **Zusammenfassung „Inputströme“**

*Positiv* zu bewerten ist der Energieverbrauch bei der Erzeugung von Milchsäure und Proteinen, sowie der 100 %-Anteil an erneuerbaren Energieträgern im Bereich der Anlage. Dazu gehören auch die Kreislaufführung von Prozesschemikalien und Wasser. Der allgemein als gering eingeschätzte Wasserverbrauch ist ebenfalls hier zu nennen.

*Negativ* zu bewerten ist der hohe Energieeinsatz bei Erzeugung und Aufbereitung der Prozesschemikalien.

*Unsicherheiten* bestehen noch für den Energieeinsatz bei Transporten, da dieser von der Organisation der Anlage und den regionalen Gegebenheiten abhängt. Eine eventuelle Fasertrocknung ist hier noch nicht berücksichtigt. Über die genauen Mengen von Spülwasser können ebenfalls noch keine Angaben gemacht werden.

<sup>92</sup> Der Stand der Technik erlaubt jedoch Abwärmen der Biogaserzeugung bis zu 130 °C. Dann wäre auch kein Zufeuern bei den Trocknungs- und Eindampfprozessen notwendig (Friedl 2003).

<sup>93</sup> Wenn diese zu gering ist, muss besonders im Biogasbereich nachgefeuchtet werden.

## Cluster Outputströme

### **Emissionen und Abwasser als wichtige Belastungsgrößen**

Die unter dem Cluster Inputströme genannten Transportwege kommen auch hier zum Tragen. Emissionen aus dem Verkehrsaufkommen, sind durch kurze Transportwege minimierbar<sup>94</sup> (Zens 1997). Schnell (2001a) beschreibt deshalb die Grüne Bioraffinerie als eine Anlage die Pflanzenmaterial aus dem Umkreis von 10 km verarbeitet. Verschiedene Emissionen, inklusive Abwasser und Abfällen stellen wichtige Indikatoren im Bereich ökologische und gesundheitliche Bewertung dar. Lärmaufkommen und Geruchsbelästigung werden oftmals im Zusammenhang mit Lebensqualität genannt. Lärmbelastungen können neben psychischen Auswirkungen auch gesundheitliche Reaktionen z. B. im Herz-Kreislaufsystem hervorrufen (Dix o.J.). Geruchsbelästigung kann je nach Quelle ebenfalls gesundheitliche Auswirkungen haben.

Innerhalb des Clusters *Outputströme* wurden folgende Parameter betrachtet:

- A.4.a ..... Emissionen
- A.4.b ..... Abwasser
- A.4.c ..... Befrachtetes Abwasser
- A.4.d ..... Geruchsbelästigung
- A.4.e ..... Lärmaufkommen
- A.5.a ..... Prozessabfälle
- A.5.b ..... Biogene Reststoffe/Schadstoffe darin
- A.5.c ..... Behandlung von biogenen Reststoffen
- A.5.d ..... Gefährliche Abfälle
- A.5.e ..... Substitutionsmöglichkeiten auf Rohstoffseite  
(die Bewertung ergänzende Frage).

An *Emissionen* sind Schwefelwasserstoff bei Biogas (auch Geruchsbelästigung), allerdings durch technisch optimierte Anlagen nur in geringsten Mengen (Kromus 2003; Friedl 2003), und Stickoxide möglich. Es existieren jedoch keine Abschätzungen über Mengen. Bei Anlagen mit Fasertrocknung kann es zu Staubemissionen kommen (Kromus 2003). Emissionen aus dem Transport, hängen von regionalen Gegebenheiten, Organisation der Anlage und Logistik ab.

*Abwasser* wird nicht oder nur in geringen Mengen anfallen, da der Rest aus der Biogasanlage (= Biogasgülle) auf die Felder ausgebracht wird. Eine weitere Möglichkeit ist die Fermentierung der Restzucker im Wasser zusammen mit Zuckerabfällen aus der Lebensmittelindustrie (Kromus 2003). Über eine mögliche *Befrachtung* von Abwasser gibt es gegenwärtig keine Abschätzungen.

Eine *Geruchsbelästigung* durch die Anlage ist nach dem neuesten Stand der Technik nur bei den jährlichen Wartungsarbeiten zu erwarten. Trotzdem sollte der Standort nicht dicht besiedeltes Gebiet sein (Friedl 2003). Über mögliches *Lärmaufkommen* gibt es derzeit keine Angaben. Auch zu *Prozessabfällen* können im Augenblick keine Aussagen gemacht werden.

### **regelmäßige Schadstoffanalysen bei Biogasgülle wichtig**

In der Anlage erfolgt die Verwertung aller Pflanzenteile, so dass keine festen Abfälle<sup>95</sup> entstehen (Grass et al. 1998). An biogenen Reststoffen fällt Biogasgülle an. Der Inhalt an Schadstoffen hängt vom Rohstoff und den regionalen Gegebenheiten ab, über geplante regelmäßige Analysen konnten noch keine

<sup>94</sup> Siehe dazu auch auch Kap. 4.2.1.

<sup>95</sup> Schnitzer (1997) definiert Abfälle, die nicht wiederverwertet werden, als „Material, das irgendeiner Sphäre unwiederbringlich entnommen wurde“.

Aussagen gemacht werden. Die Biogasgülle wird entweder als Dünger<sup>96</sup> auf landwirtschaftliche Flächen ausgebracht oder zur Verwertung der enthaltenen Fasern getrocknet. *Gefährliche Abfälle* können im Rahmen des Probebetriebs durch Handhabungsfehler anfallen (Kromus 2003). Weiters fallen auch Filterharze unter diese Bezeichnung. *Substitutionsmöglichkeiten* auf der Rohstoffseite sind nicht vorhanden.

#### **Zusammenfassung „Outputströme“**

*Positiv* zu bewerten sind die geringen Mengen an Emissionen aus Milchsäure- und Proteinproduktion sowie der Biogasanlage. Auch Abwassermengen und die geringe Geruchsbelästigung sind hier zu nennen. Des Weiteren sind die Verwertung biogener Reststoffe durch Kreislaufschließung<sup>97</sup> und die weitgehende Vermeidung gefährlicher Abfälle begrüßenswert.

*Unsicherheiten* bestehen im Bereich Transportemissionen, da diese von der Organisation der Anlage abhängen. Auch über Lärmaufkommen (sowohl aus Transport als auch Produktion) und Prozessabfälle können noch keine Angaben gemacht werden.

## **Cluster Risiken**

Bereits im Brundtland-Bericht wird dem Umgang mit Risiko große Bedeutung in bezug auf eine nachhaltige Entwicklung zugemessen. Dazu gehört auch die Berücksichtigung von unbeabsichtigten Nebenwirkungen (Kopfmüller et al. 2001). Dieser Cluster bezieht sich auf Risiken durch die Anlage.

Innerhalb des Clusters *Risiken* sind die Parameter

A.6.a ..... Fehlertoleranz der Anlage im technischen Sinne

A.6.b ..... Unfallwahrscheinlichkeit

A.6.c ..... Vorsorgemaßnahmen

Gegenstand der Betrachtung.

Biogaserzeugung ist prinzipiell mit wenig Risiko verbunden (Friedl 2003). Über die *Fehlertoleranz* der Anlage gegenüber äußeren Einflüssen, andere technische Sicherheitsrisiken die Anlage betreffend und Sicherheitsmaßnahmen gibt es in der Literatur und auch im Rahmen der aktuellen Forschung derzeit noch keine Angaben (Kromus 2003).

#### **Zusammenfassung „Risiken“**

Da innerhalb dieses Clusters noch *Unsicherheiten* bestehen, müssen die Fragen auf Basis einer konkreten Anlage bewertet werden.

<sup>96</sup> Die bei der Biogaserzeugung entstehende Biogasgülle ist umweltverträglich und kann auch als Spitzendünger verwendet werden (Arnold 2001).

<sup>97</sup> Dies gilt unter der Annahme der Durchführung von Schadstoffanalysen.

## Cluster Landwirtschaft

<p><b>Artenvielfalt und Erholungswert als neue Werte</b></p>	<p>Als Rohstoffproduzent ist die Landwirtschaft ein wichtiger Akteur im Rahmen des Bioraffineriekonzeptes und ihre Produktionsmethoden bestimmen den Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung entscheidend.</p> <p>Für die Grünlandwirtschaft werden zunehmend Faktoren wie Nachhaltigkeit und Biodiversität interessant, und der Erholungswert rückt gegenüber dem Naturalertrag in den Vordergrund (Mayer et al. 2000). Ein Grund dafür kann auch in den durch die Veränderungen in der Milchwirtschaft freiwerdenden Flächen gesehen werden (Buchgraber 2001a; 2003). Diese Flächen könnten zum Anbau nachwachsender Rohstoffe<sup>98</sup>, oder die bereits vorhandenen Grasgesellschaften als Rohstoffe für die Grüne Bioraffinerie genutzt werden.</p>
<p><b>Nutzung von komplexen biogenen Molekülen</b></p>	<p>Grundsätzlich bedeutet die Verwendung von pflanzlichen Grundstoffen aus der Primärproduktion<sup>99</sup> die Nutzung von Sonnenergie bzw. energiereicher Stoffe und komplexer Biomoleküle. Die Verwendung von Gras bzw. Wiesenpflanzen hat, abhängig von Pflanzenarten und Standortbedingungen, den Vorteil relativer Ertragsicherheit auch bei ungünstigen Bedingungen wie zum Beispiel Trockenheit. Eine andere Möglichkeit ist der Einsatz von Grasgesellschaften zur Fruchtfolgeauflockerung im Ackerland und damit einhergehend die Erhöhung ackerbaulicher und damit auch ökologischer Vielfalt (Kamm/Kamm 1997).</p>
<p><b>Art und Verteilung der Flächen als wichtige Größen</b></p>	<p>Als weiterer wichtiger Punkt hat sich die Auswahl der Produktionsflächen herausgestellt. Einerseits spielt die Distanz der Flächen zur Anlage und auch ihre Verteilung (Großflächigkeit, Zerteilung) für Transportwege eine Rolle. Andererseits sind auch Höhenlage und Klimazonen<sup>100</sup> wichtige Parameter für den Ertrag und damit auch die Transportdichte.</p> <p>Innerhalb dieses Clusters wurden folgende Parameter betrachtet</p> <p>A.7.a ..... Anteil von extensiven Flächen an der Gesamtfläche</p> <p>A.7.b ..... Naturschutzflächen</p> <p>A.8.a ..... Emissionen aus der Landwirtschaft</p> <p>A.8.b ..... Chemikalien in der Landwirtschaft</p> <p>A.8.c ..... Monokulturen</p> <p>A.8.d ..... Standortgerechtigkeit</p> <p>A.8.e ..... Nutzungsüberlagerungen (die Bewertung ergänzende Frage).</p> <p>Wichtig bei der Betrachtung der genannten Kriterien sind die Beachtung der Entwicklungen in der Grünlandwirtschaft und allfällige Nutzungsüberlagerungen mit anderen Wirtschaftsbereichen.</p>
<p><b>Trend zur „Turbokuh“</b></p>	<p>Im Bereich der Viehhaltung geht der Trend in Richtung Hochleistungstiere<sup>101</sup>, das heißt von den aktuellen 8.000 kg Milch/a zu 10–15.000 kg Milch/a (Hoppe 2003). Bis zu 6.000 kg Milch/a sind mit normalem Grünfütter möglich, der Rest muss mit Kraftfutter erreicht werden. Damit kommt es zur Grünfüt-</p>

<sup>98</sup> Eine Ausnahme stellt Dauergrünland dar, denn es darf nicht umgebrochen werden.

<sup>99</sup> Unter Primärproduktion versteht man die pflanzliche Biomasse, da sie das erste Glied der Nahrungskette darstellt. Diese Biomasse entsteht allein durch Einwirkung des Sonnenlichtes.

<sup>100</sup> Buchgraber (1998) spricht pro 100 Höhenmetern von einer Abnahme des Trockenmasse-Ertrages von 250 bis 500 kg/ha/a, einer Verschiebung der Nutzungstermine sowie einer Verkürzung der Nutzungsperiode um 4 Tage.

<sup>101</sup> Diese Milchrinder bezeichnet man auch als „Turbokühe“.

terverdrängung.<sup>102</sup> Die Tiere werden zunehmend flächenunabhängig gehalten und mit Überschüssen aus dem Ackerbau versorgt.<sup>103</sup> Durch die intensive Haltung vieler Kühe in einem Stall, entstehen auch kostenintensive Probleme im Bereich Tiergesundheit.<sup>104</sup> Buchgraber (2003) sieht als gegenläufigen Trend die Haltung von kleineren Arten für Berge und benachteiligte Gebiete.) Die Milchwirtschaft wird von extensiven Berggebieten in die intensiveren Gunstlagen der Grünlandwirtschaft verlagert (Hoppichler 2003; Buchgraber 2003).

Buchgraber (2001a) spricht von 250.000–400.000 ha Wiesen, die durch diese Änderungen in der Milchproduktion in den nächsten zehn Jahren frei werden. Hauptsächlich handelt es sich dabei um extensive, 1–3 schnittige Wiesen. Zuerst werden Flächen mit wenig Ertrag frei, oder schlecht erreichbare Flächen. Da es vor Ort keine Arbeitsplätze gibt, kommt es aktuell zur Abwanderung von jährlich 5 % der Milchlieferanten (im Augenblick um die 4.000 Betriebe im Jahr) und Strukturbereinigungen (Buchgraber 2003).<sup>105</sup> Als Folge davon kann die Landschaft zuwachsen. Dem entgegen steht der Trend Kulturlandschaft als Produkt zu verkaufen und damit einhergehend Unterstützungen für Landschaftspflege zu erzielen (Buchgraber 2003; Erbe 1997). Im Bereich der Landschaftspflege wird als möglicher Nutznießer auch der Tourismus genannt. Als bereichernd für das Landschaftsbild werden jedoch 1–2 mähdige Wiesen empfunden, vorzugsweise mit Viehbestand (Pal 2001). Auch werden *Nutzungsüberlagerungen* mit dem Flächenbedarf für Sportausübungen (Langlauf, Golf, Reiten etc.) und eventuell auch für die Jagd angesprochen (Pistrich et al. 2000). Hier zu nennen wäre auch die Tatsache, dass die verschiedenen Promotoren der unterschiedlichen nachwachsenden Rohstoffe oft mit den gleichen Flächen(zahlen) operieren bzw. argumentieren (Mihalyi 2003).

Ein wichtiges, immer wiederkehrendes Argument für die Nachhaltigkeit (und besonders die Natur- und Landschaftsschutzfunktion<sup>106</sup>) der Grünen Bioraffinerie ist eine mögliche Extensivierung der Grünlandflächen bzw. der Einsatz von Grünmasse von *Extensivflächen* wie zum Beispiel auch Landschaftspflegeflächen (Zens 1997; Schnell 2001b; Arnold 2001). Extensive Bewirtschaftung bedeutet die Rücknahme der Schnitthäufigkeit auf 1–2 statt 3–4 und die Reduktion der GVE<sup>107</sup> auf 1–0,5/ha statt 2. Das hat jedoch auch einen Rückgang des Trockenmasseertrages um 17–49 % zur Folge, ebenso sinken die Gehalte an Karotin und Mineralstoffen (Buchgraber 1995). Jährig (1998) spricht sogar von einem Rückgang um bis zu 60 %. Außerdem steigt der Rohfaserge-

**Freiwerden von Flächen  
und Gefährdung der  
Kulturlandschaft**

**Biomasse von  
Extensivflächen hat  
weniger Inhaltsstoffe und  
mehr Trockenmasse**

<sup>102</sup> Befürchtet wird ein zunehmender Austausch von Grundfutter gegen Kraftfutter. Sobald es sich lohnt, Wiesengrünmasse zu verkaufen, wird es dazu kommen (Hoppichler 2003).

<sup>103</sup> Wiederkäuer fressen von Natur aus kein Getreide. Um die Gesundheit der Tiere zu gewährleisten, müssen zur Bestimmung des Mindestanteils an Grünfutter genaue Berechnungen angestellt werden (Hoppichler 2003).

<sup>104</sup> Es kommt zu einer Verschiebung im Gleichgewicht zwischen Mikroorganismen bzw. zu einer neuen Bakterienevolution (Hoppichler 2003).

<sup>105</sup> Betriebe unter 20 ha Fläche nehmen um ca. 4.000 ab, Betriebe über 20 ha Fläche nur um ca. 130 zu. Es gibt einen effektiven Schwund (Buchgraber 2003).

<sup>106</sup> „Um die agrarökonomischen (viel und hochqualitative Grünmasse) und die ökologisch-sozialen (hohe Artenvielfalt, offene Kulturlandschaft) Aufgaben der Landnutzung zu vereinen, ist ein differenzierter, so genannter abgestufter Wiesenbau anzustreben. Dabei sollten in jedem Betrieb (oder Kleinregion), neben sehr intensiv bewirtschafteten Klee-Gras Wiesen oder Leguminosendecken, ungedüngte Magerwiesen und wenig intensiv genutzte Heuwiesen vorhanden sein. In allen Wiesen muss eine spezielle Gruppe von Gräsern bestandsbildend sein (dem Standort und der Nutzungsintensität angepasst), damit geringwertige Futterpflanzen und Unkräuter nicht zum Problem werden können“ (Dietl et al. 1998).

<sup>107</sup> GroßViehEinheiten; gemessen in 500 kg Lebendgewicht.

**Intensivgrünland  
und Fruchtfolge als  
Rohstoffquelle**

halt der Pflanzen mit dem Extensivierungsgrad. Das bedeutet für die Grüne Bioraffinerie geringere Mengen der für die stoffliche Verwertung wichtigen flüssigen Phase. Darüber hinaus ist diese Grünmasse für die Silage weniger gut geeignet.<sup>108</sup> Durch Extensivierung können dominante Pflanzen bestandsbildend werden, es kann zur Aushagerung<sup>109</sup>, und nach einem ersten Anstieg zu einem Sinken der Biodiversität kommen (Buchgraber 2000). Allerdings muss dazu gesagt werden, dass es sich dann bei Artenzahl und Nährstoffbedingungen um die natürlichen Standortverhältnisse handelt (Jährg 1998). Der Kräuterreichtum extensiver Wiesen kann durch verschiedene Pflanzeninhaltsstoffe die stoffliche Verwertung schwierig machen.<sup>110</sup>

Als mögliche Flächen werden im wesentlichen Dauergrünland und hier vor allem Klee-graswiesen 3–4 schnittig, 10t/TM/ha/a (keine Extensivwiesen) genannt. Diese Wiesen sind mit Wirtschaftsdünger oder Biogasgülle gedüngt. Sämereiwiesen eignen sich wegen des homogenen Presskuchens besonders zur Faser-Verwertung. Eine weitere Möglichkeit sind Ackerwiesen, in denen Gras in der Fruchtfolge geführt wird.<sup>111</sup> Diese Felder sind entweder gedüngt oder haben Leguminosen in der Fruchtfolge. Die Einbeziehung von Extensivflächen<sup>112</sup> ist möglich, aber nicht Bedingung.

Die Ausdehnung auf andere Rohstoffe ist technisch jedenfalls möglich. Luzerne hat einen hohen Proteingehalt, ist jedoch schlecht silierbar. In unseren Breiten kommen eher Klee oder auch andere Leguminosen in Frage. Diese erweisen sich auch in der Fruchtfolge wegen der Stickstoff-Bindung als günstig. Um Kreislaufschließung zu gewährleisten und Humuszehrung zu vermeiden, ist die Rückführung der Biogasgülle auf die Flächen wichtig (Hoppichler 2003). In Österreich wird 75 % des Wirtschaftsgrünlandes in Kreislaufwirtschaft geführt, 25 % in Ertragspotential aufgebaut, das heißt, die Nährstoffzufuhren sind höher als die Entnahmen. Diese Bewirtschaftungsformen befinden sich hauptsächlich in Gunstlagen (Rheintal, Inn- und Salzbachtal, Alpenvorland und günstige Tal- und Beckenlagen) (Buchgraber 2000).

Wiesengrünmasse von *Landschafts- und Naturschutzflächen* besitzt einen wesentlich höheren Rohfaseranteil (über 35 % gegenüber 25 %), da erst sehr spät gemäht wird und der optimale Mahd-Termin, nämlich das Ährenschieben nicht berücksichtigt werden kann (Erbe 1997).<sup>113</sup>

Ob der Trend in Richtung Intensivierung bzw. Extensivierung durch die Art der Verträge zwischen den Landwirten und der Grünen Bioraffinerie beeinflussbar ist, lässt sich zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht sagen. Die Wahrscheinlichkeit wird jedoch als gering eingestuft (Kromus 2003; Mandl 2003).

Eine Veränderung der *Emissionen aus der Landwirtschaft* kommt dann zum Tragen, wenn eine Extensivierung (Abnahme der Emissionen) oder Intensivie-

<sup>108</sup> Die Preise für diese Grünmasse werden z. B. von der 2B AG niedriger angegeben.

<sup>109</sup> Als Aushagerung bezeichnet man die Abnahme der Nährstoffe, hier besonders von Stickstoff, im Boden.

<sup>110</sup> Ein Beispiel hierfür sind giftige Pflanzen einer Weisengemeinschaft, wie z. B. Hahnenfuß, der Alkaloide enthält. Siehe dazu auch Kapitel 2 Stand der Technik.

<sup>111</sup> Wenn Agrarland (besonders Maislandwirtschaft) durch Wiesen oder Wechselwiesen ersetzt wird, kann ein beträchtlicher ökologischer Zugewinn entstehen. Auch eine sinnvolle Fruchtfolge mit Mais und Klee-graswiesen oder Winterbegrünung und Futterwiese als Zwischenfrucht tragen zur Nachhaltigkeit einer Region bei (Kromus 2000).

<sup>112</sup> Eine Extensivierung von Grünlandflächen durch den Verkauf von Gras ist jedenfalls denkbar (Mandl 2003).

<sup>113</sup> Den Qualitätsverlust der Pflanzen nach dem Ähren- und Rispschieben beziffert Buchgraber (1998) mit € 0,73/ha/tag für das Jahr 1997.

zung (Zunahme der Emissionen) einsetzt. Veränderungen in Transportaufkommen und Maschineneinsatz können nur im Rahmen regionaler Begebenheiten beurteilt werden.

Der Einsatz von Mineraldünger im Grünland ist abnehmend und liegt jetzt bei ca. 15 % der Flächen ohne Almen (lt. ÖPUL, 850.000 ha). Er ist im Ländervergleich sehr niedrig (Buchgraber 2003). Schlecht erreichbare Grundstücke werden seltener gemäht und meist mit Handelsdünger gedüngt (Wytrzens/Mayer 2000). Bei starkem Kräuterbestand wird auch in Almgebieten chemisch zurückgedrängt (Buchgraber 2003). Grundsätzlich können Dauerwiesen und Weiden nur bei angepasster Düngung und Nutzung nachhaltig geführt werden. Eine ungezielte Steigerung der Nutzungshäufigkeit oder der Nährstoffzufuhren führt zum Einbruch des Pflanzenbestandes und damit zu Ertragsverlusten (Buchgraber 1995).

Wiesengesellschaften sind keine *Monokulturen*, bei Einsatz von Wiesengrünmasse aus dem Dauergrünland besteht daher keine Gefahr der Monokulturbildung. Bei Verwendung anderer Rohstoffe, wie zum Beispiel Getreide oder anderer Energiepflanzen, wäre diese Möglichkeit jedoch gegeben.

Die *Standortgerechtigkeit*<sup>114</sup> der Pflanzen stellt einen wichtigen ökologischen Parameter dar. Sie kann aber nur im konkreten Zusammenhang beurteilt werden.

#### **Zusammenfassung „Landwirtschaft“**

*Positiv* zu bewerten ist die Tatsache, dass Wiesengesellschaften per definitionem keine Monokulturen sind und daher bei Verwendung dieses Rohstoffes die Gefahr der Monokulturbildung nicht gegeben ist.

*Unsicherheit* besteht bei sämtlichen anderen Parametern, da sie nur im konkreten regionalen Bezug zu bewerten sind. Allerdings zeichnen sich hier schon einige kritische Punkte ab. So sind zum Beispiel intensive/extensive Flächennutzung und Viehhaltung zwei wichtige Punkte, die andere Parameter wie Emissionen und Chemikalieneinsatz mitbestimmen und damit die Nachhaltigkeit der Grünen Bioraffinerie wesentlich beeinflussen. (siehe dazu auch „Konfliktfelder im Bereich Gesundheit/Umwelt“)

## **Cluster Flächen**

Fläche ist eine Ressource, für welche eine Reichweite<sup>115</sup> festgelegt werden kann. Das bedeutet, es handelt sich um eine endliche Ressource. In Österreich werden täglich 25 ha Fläche versiegelt (Adensam 2002). Die Verlangsamung dieser Entwicklung ist auch unter dem Aspekt der Nutzungsmöglichkeiten für künftige Generationen wichtig (Coenen/Grunwald 2003).

Innerhalb des Clusters *Flächen* wurden folgende Parameter betrachtet:

A.9.a ..... Versiegelung durch Straßenbau

A.9.b ..... Versiegelung durch Flächenbedarf der Anlage.

**Flächenverbrauch als  
großes Umweltproblem**

<sup>114</sup> Nachhaltige Landwirtschaft berücksichtigt die Standortgerechtigkeit der angebauten Pflanzen. Beispiele, wie der Anbau von Sudangras im Burgenland (Schnell 2001b), können auch bei Berücksichtigung des wassersparenden Anbaus und des hohen Ertrages (25 t/TM/ha in nur 2 Mahden) nicht als ökologisch sinnvoll betrachtet werden.

<sup>115</sup> Die Reichweite einer Ressource wird festgelegt, indem der Verbrauch des letzten Jahres gleichbleibend in die Zukunft extrapoliert wird (Kopfmüller et al. 2001).

Über den notwendigen *Straßenbau* kann ohne regionalen Bezug keine Aussage getroffen werden. Bei regionaler, dezentraler Verarbeitung steht zu erwarten, dass sowohl der Straßenbau als auch die Größe der Anlage keine großflächigen Versiegelungen notwendig machen werden. Aktuell wird für meist erschlossene Gebiete, in welchen Viehhaltung Tradition hat, geplant. Angaben über genauen *Flächenbedarf der Anlage* finden sich in der Literatur nicht. Kromus (2003) spricht von einem Mehrbedarf an Fläche gegenüber einer reinen Biogasanlage von ca. 20–30 %, dazu kommen noch die Siloflächen. Diese Größen hängen von regionalen Gegebenheiten, und Organisation der Anlage ab.<sup>116</sup>

#### **Zusammenfassung „Flächen“**

Die genannten Parameter können nur im *konkreten regionalen Bezug* bewertet werden.

### **Konfliktfelder im Bereich Gesundheit/Umwelt**

#### **Intensivierung auf genutzten Flächen möglich**

Die Nutzung extensiver landwirtschaftlicher Flächen ist möglich, jedoch keine Bedingung. Geringere Mengen an Inhaltsstoffen (z. B. Xanthophylle, Carotinoide, Proteine) und auch der Trockenmasseanteil der Biomasse dieser Flächen sind für die Verwendung in einer Grünen Bioraffinerie ungünstiger (Buchgraber 1995). Meldungen über die Bioraffinerie in Schaffhausen sprechen sogar von einem geringeren Preis für Grünmasse von diesen Flächen (Janzing 2001).<sup>117</sup> Die aktuelle Entwicklung in der Grünlandwirtschaft zeigt, dass in erster Linie ungünstig gelegene Flächen oder solche aus höheren Lagen freiwerden. Es steht also zu befürchten, dass, um die Erträge und auch die Menge der Inhaltsstoffe zu steigern, die Bewirtschaftung auf diesen Flächen intensiviert wird. (Die Verwendung von Leguminosen als Zwischenfrucht auf Ackerflächen kann jedoch zu einem Rückgang von Stickstoffdünger auf diesen Flächen führen.)

#### **intensive Tierhaltung als Voraussetzung**

Das Freiwerden der Grünlandflächen basiert zu einem großen Teil auf den Entwicklungen in der Milcherzeugung. Die flächenunabhängige Haltung von Milchkühen spielt dabei eine wichtige Rolle. Der Trend zur Turbokuh und damit zur Intensivierung der Tierhaltung kann jedoch im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung nicht als zukunftsfähig bezeichnet werden. Hier könnte eine Bindung der Flächen für die Grüne Bioraffinerie mithelfen, diesen Trend festzuschreiben und eine Trendumkehr zu erschweren.<sup>118</sup>

#### **Nutzungsüberlagerungen**

Im Bereich des Tourismus kann es zu Nutzungsüberlagerungen kommen. Die Betretbarkeit von Flächen, z. B. zur Sportausübung, ist hier ein wichtiger Punkt. Auch Geruchsbelästigung durch Dünger kann hier als störend empfunden werden.

Des Weiteren gibt es kein österreichweites Konzept oder eine zentrale Beratungsstelle<sup>119</sup> zur Nutzung von landwirtschaftlichen Flächen zum Anbau nachwachsender Rohstoffe

<sup>116</sup> Die Pilotanlage wird im Industriegebiet gebaut werden, es sind keine weiteren Versiegelungen für die Anlage notwendig.

<sup>117</sup> Genannt wird eine Spanne von € 10,36 für Ökogras bis € 14,24 für Luzerne.

<sup>118</sup> Es handelt sich beim Einfluss der Grünen Bioraffinerie auf diese Problemlage nur um einen einzelnen Aspekt der gesamten Entwicklung. Ein Verzicht auf diese Technologie könnte keinesfalls allein zur Abkehr vom genannten Trend führen.

<sup>119</sup> Siehe dazu auch (Geissler 2001).



## Kategorie B: Sicherung und Qualität der Beschäftigung

Erwerbsarbeit stellt die zentrale Einkommensquelle für einen Großteil der Bevölkerung dar und ist deshalb wichtig für die selbständige Existenzsicherung des Einzelnen (Coenen/Grunwald 2003). Im Sinne einer nachhaltigen (Wirtschafts-)Entwicklung ist es deshalb wichtig, Zahl und Qualität der Arbeitsplätze in Österreich zu sichern (Schnitzer 1997). Dazu gehört die Schaffung von Arbeitsplätzen genauso wie deren Erhaltung.

**Zahl und Qualität  
der Arbeitsplätze als  
wichtige Größen**

Unter dieser Kategorie sind die *Cluster*

- Anlage und
- Akteur (Beschäftigte)

zusammengefasst.

### Cluster Anlage (Sicherheit in der Anlage)

Waren im Cluster „Risiken“ innerhalb der Kategorie „Gesundheits- und Umweltrelevante Impacts“ die Fehlertoleranz der Anlage gegenüber äußeren Einflüssen angesprochen, wird hier die Toleranz der Anlage gegenüber Fehlern durch Bedienung betrachtet.

**Sicherheit für die  
Beschäftigten**

Innerhalb dieses Clusters wurden folgende Parameter betrachtet:

B.1.a ..... Fehlertoleranz der Anlage gegenüber Bedienungsfehlern

B.1.b ..... Angaben über Unfallwahrscheinlichkeit

B.1.c ..... Angaben über Vorsorgemaßnahmen.

Über diese Kriterien gibt es keine Angaben in der Literatur und auch keine auslaufenden Untersuchungen.

#### **Zusammenfassung „Anlage“**

Da innerhalb dieses Clusters *Unsicherheiten* bestehen, müssen die Fragen auf Basis einer konkreten Anlage bewertet werden.

### Cluster Akteur (Beschäftigte)

Die Anzahl der Arbeitsplätze, die in einer Region geschaffen oder erhalten werden können, stellt einen wichtigen Faktor zur Bewertung dar. Neben dieser Zahl ist aber auch die Qualität der angebotenen Arbeit zu betrachten.

Innerhalb dieses Clusters wurden folgende Kriterien betrachtet:

B.2 ..... Belastungen am Arbeitsplatz

B.3.a ..... Anzahl der Arbeitsplätze

B.3.b ..... Qualifikationsstruktur der Arbeitsplätze

B.3.c ..... Qualität der Arbeit.

Über *Belastungen am Arbeitsplatz* gibt es noch keine Angaben, diese müssen aufgrund eines konkreten Anlagekonzeptes beurteilt werden.

Die *Anzahl der Arbeitsplätze* wird wie folgt angegeben (Basis ist eine Anlage mit ca. 10.000t/TM/a).

Tabelle 4-1: Anzahl und Qualifikationsanforderungen der Arbeitsplätze in einer Biogasanlage

Anzahl der Arbeitsplätze	Art der Arbeit	notwendige Qualifikation
1	Betriebsleiter, Verkauf, Marketing	hoch bis mittelhoch
1	Verwaltung Administration	mittelhoch
1	Lager, Verpackung, Biogas, eindampfen	qualifizierte Arbeiter, abgeschl. Lehre
1	Proteinherstellung	qualifizierte Arbeiter, abgeschl. Lehre
1	Milchsäureherstellung	qualifizierte Arbeiter, abgeschl. Lehre
1	Presse	qualifizierte Arbeiter, abgeschl. Lehre
1	zusätzliche Kraft	qualifizierte Arbeiter, abgeschl. Lehre, ev. angelernt

Da es in den einzelnen Bereichen je nach Größe der Anlage auch Überschneidungen geben kann wird die Anzahl der Arbeitsplätze mit 4 bis 7 angegeben. Die *Qualifikationsstruktur* ist gemischt.<sup>120</sup> Die Anzahl der Arbeitsplätze, die im landwirtschaftlichen Bereich gesichert oder geschaffen werden können, hängt von den regionalen Gegebenheiten ab. Durch die Etablierung der Grünen Bioraffinerie könnten gemäß Filler und Jaster (1997) arbeitsmarktpolitische Effekte durch zusätzliche landwirtschaftliche und nichtlandwirtschaftliche Einkommensfelder entstehen. Der in Aussicht gestellte Arbeitsplatzeffekt ist jedoch nach Ellner (1998) zurückhaltender einzuschätzen.

Informationen über konkrete Arbeitszusammenhänge und -erfahrungen<sup>121</sup> in den bestehenden Projekten und im Bereich der Zulieferung und Weiterverarbeitung, liegen noch nicht vor.<sup>122</sup>

### **Zusammenfassung**

*Positiv* zu bewerten ist die Schaffung von Arbeitsplätzen an sich. Die gemischte Qualifikationsstruktur ist ebenfalls an dieser Stelle zu nennen.

*Unsicherheiten* bestehen bei den Belastungen am Arbeitsplatz und auch Angaben über die Qualität der Arbeit können noch nicht gemacht werden.<sup>123</sup>

<sup>120</sup> Ein gemischt strukturierter Arbeitsmarkt ist stabiler. Er kann auf Änderungen der Rahmenbedingungen besser reagieren (Kanatschnig et al. 1999).

<sup>121</sup> Insbesondere hinsichtlich Arbeitsbedingungen, Erreichbarkeit des Arbeitsplatzes, Arbeitsschutz, Arbeitskonflikte, Einkommensverteilung etc.

<sup>122</sup> Hier kann die Einbeziehung von verschiedenen Akteuren zur persönlichen Einschätzung der Arbeitsbedingungen und Arbeitsplatzqualität (Arbeitsplatzgestaltung, Ausbildungsmöglichkeiten, etc.) unterstützend eingesetzt werden. So könnten die realen Veränderungen bezüglich Ausbildung und Arbeitsbedingungen abgeschätzt und die prognostizierte Schaffung hochwertiger Arbeitsplätze (Schnell 2001a) reflektiert werden.

<sup>123</sup> Siehe dazu auch Kap. 3.4.1, B.3: Diese Fragen sollten im Diskurs mit den Beteiligten geklärt werden.

### **Konfliktfelder im Bereich „Sicherung und Qualität der Beschäftigung“**

Die Anzahl der in der Landwirtschaft erhaltenen Arbeitsplätze, kann keinesfalls über die für die Grüne Bioraffinerie genutzten Flächen hochgerechnet werden. Maßnahmen wie Flurbereinigungen oder Flächenzusammenlegung durch Verpachtung können den prognostizierten Effekt ausgleichen.

## **Kategorie C: Wissen**

Für einen nachhaltigen Entwicklungsprozess ist die Einbeziehung eines breiten Spektrums an Ideen, Kreativität und Wissensformen (Erfahrungskompetenz) auf regionaler Basis wichtig (Tischer 2001, S. 95). Nicht nur im Zusammenhang mit Nachhaltigkeit wird die Notwendigkeit für lebenslanges Lernen unterstrichen, wobei der institutionelle Rahmen (Schulen und Kompetenzzentren) noch nicht entwickelt ist (BMVIT 2001, S. 83). Schnitzer (1997, S. 14) spricht von einem Informationsmangel bei Lehrlingen und technisch-wissenschaftlichen Angestellten über die Nutzung von Nawaros, was einem beruflichen Engagement in dieser Richtung entgegensteht.

**Wissen und lebenslanges  
Lernen als wichtige  
Größen**

Unter dieser Kategorie sind die Cluster

- bestehende Ressourcen und
  - zu bildende Ressourcen
- zusammengefasst.

### **Cluster Bestehende Ressourcen**

Die Erhaltung von Wissensbeständen für nachfolgende Generationen ist Inhalt dieses Clusters. Ziel der Nutzung von bereits bestehendem Wissen im Rahmen von Technologieentwicklung ist neben seiner Erhaltung und Weitergabe die Integration von Wissen aus verschiedenen Quellen als Konsequenz des integrativen Verständnisses von Nachhaltigkeit (Coenen/Grunwald 2003).

**Vorhaltung von  
Wissenbeständen**

Dieser Cluster beinhaltet als einziges Kriterium

C.1 .....Nutzung/Weitergabe traditionellen Wissens und Erfahrungswissens.

Im Rahmen der Entwicklung der Grünen Bioraffinerie könnten alte und neue Technologien kombiniert und damit das traditionelle Wissen und die fachliche Kompetenz der landwirtschaftlichen Akteure einbezogen werden (Erbe 1997). Die Grüne Bioraffinerie kann so den Erhalt und die Nutzung regional vorhandenen Erfahrungswissens für einen nachhaltigen Entwicklungsprozess nutzbar machen. Dazu zählt auch die Nutzung der Wissenspotentiale regionaler Akteure hinsichtlich traditioneller Verarbeitungsweisen von Nawaros (BMVIT 2001, S. 6). Weiters bringen landwirtschaftliche Akteure Wissen über landwirtschaftliches Qualitätsmanagement und auch über Düngemanagement ein (Kromus 2003). Die Einbeziehung unterschiedlicher Wissensformen und Erfahrungen (Nutzung von vorhandenem Wissen) in die Technikgestaltung kann für die Anschlussfähigkeit an regionale soziale, ökonomische und ökologische Bedingungen und für die Akzeptanz der neuen Technologie bei den betroffenen Akteuren eine wesentliche Rolle spielen.

**Zusammenfassung „Bestehende Ressourcen“**

Die Nutzung von Erfahrungswissen aus der Landwirtschaft für die Produktion der Rohstoffe ist als *positiv* zu bewerten.

**Cluster Zu bildende Ressourcen****Weiterbildung und  
Forschung**

„Aus- und Weiterbildung schafft Perspektive und Motivation“ (Kanatschnig/Weber 1998). Die Grüne Bioraffinerie schafft neue Perspektiven hinsichtlich Existenzsicherung durch die Kombination von alten (Silierung, Gärung, Destillation) und neuen Technologien (Kromus 2000). Damit einher geht die Notwendigkeit der Weiterqualifizierung unterschiedlicher Akteure. Darunter fallen sowohl die Arbeitskräfte in der Anlage als auch, bei dezentraler Verarbeitung die Landwirte für die Bearbeitung des Rohstoffes. Hier stellt sich auch die Frage nach der Finanzierung dieser Qualifizierung, die auch unter dem Aspekt der Regionalentwicklung betrachtet werden kann.

Innerhalb dieses Clusters wurden folgende Kriterien betrachtet:

C.2 ..... Qualifikationsmodelle, Weiterbildungsmöglichkeiten,  
und deren Finanzierung

C.3 ..... Forschung und Entwicklung.

Über *Qualifikationsmodelle und Weiterbildungsmöglichkeiten* gibt es derzeit noch keine Angaben. Möglichkeiten und Notwendigkeiten in diesem Bereich müssen für konkrete Anlagen und deren regionale Einbindung bewertet werden. *Forschung* ist im Rahmen des Probetriebs und der Pilotanlage selbstverständlich vorgesehen. Über weitere Konzepte im Bereich Forschung gibt es noch keine Angaben.

**Zusammenfassung „Zu bildende Ressourcen“**

Da innerhalb dieses Clusters *Unsicherheiten* bestehen, müssen die Fragen auf Basis eines konkreten Anlageprojektes und dessen regionaler Einbettung bewertet und die Anforderungen der Beteiligten im Diskurs geklärt werden.

**Konfliktfelder im Bereich Wissen**

Zielkonflikte konnten unter der Kategorie „Wissen“ zu diesem Zeitpunkt noch nicht identifiziert werden.

## Kategorie D: Regionalentwicklung

In der Literatur werden verschiedene Perspektiven hinsichtlich Entwicklungschancen, Reduktion ökonomischer Abhängigkeiten, neuer Arbeitsplätze, Bildungs- und Ausbildungschancen sowie neuer Tätigkeitsprofile (Schnell 2001a; Kamm o.J.) genannt. Eine auf die Besonderheiten und Bedürfnisse der Region ausgerichtete Wirtschaftsstruktur bietet den dort wohnenden Menschen die materiellen Lebensgrundlagen und ist wesentliche Voraussetzung zur Sicherung bzw. Erhöhung von Lebensqualitätspotential<sup>124</sup> und Attraktivität (Kanatschnig et al. 1999, S. 71). Gelingt es, durch die Grüne Bioraffinerie die Grundsicherung zu stärken, hätte dies auch positive Auswirkungen auf die Regionalentwicklung. Durch Wertschöpfung aus der neuen Technologie kann sich die Zahl landwirtschaftlicher Akteure die abwandern bzw. auspendeln verringern. Durch den Erhalt bzw. Ausbau der Bevölkerungsstruktur können in weiteren Bereichen wie Dienstleistungs- und Nahversorgerbereich oder Tourismus Arbeitsplätze geschaffen werden (Multiplikatoreffekte). Bedarf und Angebot an Arbeitskräften werden auf lokaler Ebenen zusammengeführt, sozialen und regionalen Beziehungen kommt eine zentrale Rolle zu (Kanatschnig/Weber 1998).

**Unterstützung der regionalen Wirtschaft als wichtige Größe**

Innerhalb dieser Kategorie wurden spielen folgende Cluster eine Rolle:

- Regionalwirtschaft und Versorgung
- Kulturelle und individuelle Identität.

### Cluster Regionalwirtschaft und -versorgung

Regionalwirtschaftliche Impulse erstehen aus dem Schutz oder der Schaffung von Arbeitsplätzen, der Betriebssicherung für Weiterverarbeiter (Standortsicherung) und damit einhergehend der Verminderung der Abwanderung aus der Region. Der regionalwirtschaftliche Effekt ist umso größer, je stärker die Integration in die Anlage direkt ist (Peissl 2003).<sup>125</sup>

Innerhalb dieses Clusters wurden folgende Kriterien betrachtet:

D.1 ..... Unterstützung der regionalen Infrastruktur

D.2 ..... Verbleiben der Wertschöpfung in der Region.

Durch die Nutzung lokaler Rohstoffe (Silage) wird *Wertschöpfung in der Region* geschaffen. Durch die Veredelung vorhandener Rohstoffe kann die Wertschöpfung gesteigert werden (Rohrmoser 2001). Eventuell können dadurch auch Arbeitsplätze in der Region geschaffen oder erhalten werden.<sup>126</sup> Auch die Kleinteiligkeit von Flächen sowie das Vorhandensein von Ungunstlagen (Bergregionen), die eine geringere Produktionsleistung besitzen (MAB-Nationalkomitee 2000; Buchgraber 2001a) beeinflussen neben anderen Faktoren, wie beispielsweise der Innovationsfreudigkeit der beteiligten Akteure, der Identifikation mit der regionalen Entwicklung, oder Kommunikationsbereitschaft und -fähigkeit und der Kooperationsbereitschaft, den Anteil an der Wertschöpfung.

<sup>124</sup> „Formen der Nachhaltigkeit, die keine Lebensqualität in der gerade akzeptierten Form herstellen, werden nicht attraktiv sein und daher auch nicht angenommen.“ (Schnitzer 1997)

<sup>125</sup> (Vgl dazu auch Kanatschnig/Weber 1998).

<sup>126</sup> In der Grünen Bioraffinerie Schaffhausen werden z. B. die Bauern der Umgebung die Rohstoffe liefern (Arnold 2001).

Nicht nur die direkten Wertschöpfungseffekte durch eine Grüne Bioraffinerie sind für die Region relevant. Auch die *Verbesserung von Infrastruktur* durch z. B. den Bau von Zufahrtswegen etc. kann sich ebenso wie ein eventuell entstehender „Anlagentourismus“ zur Besichtigung der Anlage positiv auswirken.

Durch die Implementierung der Grünen Bioraffinerie wird eine Stärkung der regionalen Struktur erwartet (Ringpfeil 2001).<sup>127</sup> Durch die Kulturlandschaftspflegeleistung zusammen mit Bemühungen, die Besonderheiten der Region durch spezifische Produkte ökonomisch zu verwerten, könnte auch der Tourismusbereich existentiell besser abgesichert und strukturell gestärkt werden. Die Verminderung der Abwanderungstendenzen (Ringpfeil 2001; Schnell 2001a) kann für die Regionalentwicklung positive Impulse hinsichtlich Bevölkerungs- und Siedlungsstruktur bedeuten. Eine damit einhergehende mögliche Verbesserung der Infrastruktur und die Erhaltung bzw. Schaffung von Arbeitsplätzen kann u. a. die Wohn- und Lebensqualität durch vermindertes Pendeln und die bessere Verfügbarkeit von Gütern und Dienstleistungen steigern.

#### **Zusammenfassung „Regionalwirtschaft“**

*Positiv* zu bewerten ist der Impuls zur Unterstützung der regionalen Infrastruktur. Unterstützt werden kann diese Entwicklung durch einen Diskurs mit Betroffenen in der Region.

*Unsicherheit* besteht beim Verbleiben der Wertschöpfung in der Region, da es von der konkreten Einbettung in der Region abhängt. Die Art der Einbettung sollte im Diskurs mit Betroffenen entwickelt werden.

## **Cluster Kulturelle und individuelle Identität**

### **Region als Lebensraum**

Da die Region von den Menschen als Lebensraum empfunden wird, gewinnt sie als Handlungsebene für eine nachhaltige Entwicklung zunehmend an Bedeutung. Kleinräumigkeit und regionaler Bezug sind nicht die einzige Möglichkeit, Nähe zu Problemen und Motivation zur Problemlösung herzustellen. Aber sie bilden einen wesentlichen Ansatzpunkt für Veränderung in Richtung Nachhaltigkeit (Kanatschnig/Weber 1998). Die Individuen haben auf regionaler Ebene größere Möglichkeiten der direkten öffentlichen Einflussnahme bzw. können unmittelbar initiativ werden und mitgestalten (Kanatschnig et al. 1999, S. 11).

Innerhalb dieses Clusters wurden folgende Kriterien betrachtet:

- D.3 ..... Erhaltung der Kulturlandschaft
- D.4 ..... Berücksichtigung von Tradition und Selbstverständnis der Akteure
- D.5 ..... Verschiebung des Selbstverständnisses der landwirtschaftlichen Akteure.

In Österreich und auch innerhalb der Europäischen Union herrscht Konsens über die Wichtigkeit der Erhaltung von *Kulturlandschaften*. Wichtige Grundlage ist die Landschaftspflege zur Offenhaltung der Landschaft. Es wird davon

<sup>127</sup> Worauf sich ein solcher strukturverbessernder Effekt begründet, bleibt in der Literatur offen (ev. Analogieschlüsse aus anderen Technikentwicklungsprozessen).

ausgegangen, dass die Graslandbewirtschaftung im Rahmen der Rohstoffherzeugung für die Grüne Bioraffinerie Verwaltung verhindert und so die Erhaltung der Kulturlandschaft fördert (Janzing 2001; DRADIO 2001; Kromus 2000; Schnell 2001a; 2001b). Im weiteren kann auch der Tourismus durch die Vermarktung des Produktes Kulturlandschaft profitieren (Buchgraber 2003).

Durch den Verkauf der Rohstoffe aus dem Grünland, kann statt Extensivierungsprämien oder Förderungen für Flächenstillegungen Einkommen erzielt werden, was die Rolle der Landwirte als Subventionsempfänger verändern kann. Es wäre ihnen auch, abhängig von den Verträgen und der Art der Kooperation möglich, einen *neuen Akteursstatus* einzunehmen, indem sie nicht mehr nur als Rohstofflieferanten und Lebensmittelhersteller auftreten, sondern als Miteigentümer. Dies würde ihren Gestaltungsspielraum wesentlich verändern. Wichtig bei der Implementierung der Grünen Bioraffinerie ist die Berücksichtigung der Veränderung der Rollen der einzelnen Akteure durch diese und die Integrierbarkeit der neuen Produktionsweisen und Produktlinien in das eigene *Werte- und Rollenverständnis*<sup>128</sup>, in das gewachsene soziale Gefüge und die regionale Identität (Krotschek 2001). Wie weit diese Kriterien berücksichtigt werden, kann nur im regionalen Bezug beurteilt werden. Wie weit sie im konkreten Fall berücksichtigt werden sollen, muss mit den beteiligten Akteuren geklärt werden.

#### **Zusammenfassung „Kulturelle und individuelle Identität“**

Positiv zu bewerten ist der Beitrag zur Erhaltung der Kulturlandschaft. Das Ausmaß des Schutzes (Flächen) kann im Diskurs geklärt werden.

Unsicherheit besteht sowohl bei der Berücksichtigung von Tradition und Selbstverständnis der Akteure als auch bei der Verschiebung des Selbstverständnisses der Akteure. Die Bewertung hängt einerseits von der regionalen Integration ab, andererseits ist sie mit den betroffenen Akteuren selbst zu diskutieren.

### **Konfliktfelder im Bereich Regionalentwicklung**

Die Verbesserung regionaler Infrastruktur geht oft mit der Versiegelung von Fläche einher. (Erreichbarkeit durch Straßenbau, Industrie und Gewerbeanlagen). Die Bewertung dieser Versiegelung hängt von der bereits versiegelten Fläche in der Region ab.

Die Möglichkeit, die zusätzliche Wertschöpfung aus Bau und Betrieb einer Grünen Bioraffinerie in der Region zu halten hängt sehr stark von deren Einbettung in der Region ab. Dies ist jedoch die Voraussetzung um Multiplikatoreffekte erzielen zu können (Peissl 2003).

Regionalentwicklungsprozesse können den Blick auf die globale Anbindung im Sinne von Nachhaltigkeit verstellen und damit die Integration in ein größeres Konzept unter Umständen behindern (Le Blansch 2002).

**Infrastruktur und  
Flächenverbrauch**

**Vernachlässigung der  
globalen Anbindung**

<sup>128</sup> Treten die Landwirte zukünftig nicht mehr nur als Lebensmittellieferanten auf, sondern als Rohstofflieferanten bzw. Produzenten für unterschiedliche food- und Non-Food-Produktbereiche, wird sich ihre Akteursrolle und ihr Handlungsspielraum im Akteursnetz entsprechend verändern.

## Kategorie E: Akteursinteraktionen

### Gestaltung nachhaltiger Entwicklung durch Betroffene

„Eine konkrete Umsetzung der nachhaltigen Entwicklung kann im Sinne der Selbstorganisation nur von den Betroffenen selbst, also nur bottom-up erfolgen“ (Kanatschnig et al. 1999, S. 11).<sup>129,130</sup> Dazu wäre die Bereitschaft der Akteure wichtig, Verantwortung für eine nachhaltige Entwicklung der Region zu übernehmen, neue Kooperationsformen zu suchen und damit die Stabilität und Weiterentwicklung von Strukturen zu unterstützen. So verändert sich der Gestaltungsspielraum und der Akteursstatus, wenn Landwirte sich an der regionalen Bioraffinerie beteiligen und nicht mehr bloß als Zulieferer auftreten.

Nachhaltige Entwicklung erfordert langfristiges Planen auf partizipativer Basis (Narodoslawsky 2001; BIOPOS 2001b).<sup>131</sup> Dies setzt voraus, dass der Entwicklungsprozess für alle Akteure möglichst transparent verläuft und alle Zugang zu für sie wichtigen Informationen haben. Damit wäre die lokale Einbettung der Grünen Bioraffinerie als Thema gewährleistet. Diese Bedingungen können durch eine möglichst frühe Einbindung der Beteiligten und Betroffenen in Entscheidungsprozesse erfüllt werden. Zudem bieten Netzwerke den einzelnen Akteuren Schutz, wirken existierenden Informationslücken entgegen und ermöglichen die Entwicklung gemeinsamer Visionen hinsichtlich der nachhaltigen regionalen Entwicklung (Jähig 1998).

Die wichtigen Akteure sind: Investoren, Betreiber der Anlage, Arbeitskräfte in der Anlage, Rohstofflieferanten (Landwirte), Abnehmer (Weiterverarbeiter, Handel, Verbraucher), Lieferanten und Dienstleister (Investition, Betrieb, Produkte).

Aus der Häufigkeit des Auftretens von Akteursgruppen kann aus der Literatur geschlossen werden, dass sich gegenwärtig vor allem WissenschaftlerInnen, TechnikerInnen, Verwaltungsbehörden und Betriebe aus dem Energiebereich im Diskurs miteinander befinden. Andere Akteure aus Landwirtschaft und Industrie stehen dabei eher noch im Hintergrund.

Innerhalb dieser Kategorie wurden die Kriterien

E.1 ..... Gleichberechtigte Mitsprache der Akteure

E.2 ..... Beteiligungsmöglichkeit Betroffener

betrachtet.

Prognosen über die Auswirkungen der Grünen Bioraffinerie auf die Erwerbsstruktur und auf *Kooperationsformen* nehmen in der Literatur einen breiten Raum ein. So werden die Netzwerkbildung zwischen unterschiedlichen Akteurebenen<sup>132</sup> (BMVIT 2001, S.35; Schnell 2001a; Ronzheimer 2001) und die inter- und transdisziplinäre Arbeit betont (BMVIT 2001, S. 28). Neue *Kooperationsformen* zeichnen sich erst langsam ab bzw. manifestieren sich noch nicht in der Literatur (wie beispielsweise jene zwischen Pilotprojekten und Landwirten), da sie zu einem großen Teil auch von den Investoren abhängen

<sup>129</sup> Dafür müssen jedoch top-down von den übergeordneten Ebenen die entsprechenden Rahmenbedingungen gesetzt und ein Orientierungsrahmen gegeben werden (Kanatschnig/Weber 1998).

<sup>130</sup> Vgl dazu auch Diefenbacher (1997, S. 74) und Brandl (2002, S. 190); für den Themenbereich Technologieentwicklung und Bewertung vgl Mayer (1997) und Renn (1995).

<sup>131</sup> Betriebe oder auch Regionen lassen sich nicht per se als nachhaltig bewerten, sondern nur über ihre Interaktion mit den Beteiligten Akteuren (Schnitzer 1997).

<sup>132</sup> Beispiele wären hier die öffentliche Hand, Wirtschaftsbetriebe, Wissenschaftler, Techniker, politische Entscheidungsträger und regionale Akteure.



(Kromus 2003). Ohne verstärkte vertikale Integration zwischen Landwirtschaft und verarbeitender Industrie ist mittelfristig jedoch kein Durchbruch für Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen zu bewerkstelligen (Narodoslawsky 1998). Motive zu Kooperation und Netzwerkbildung sind die Erschließung neuer Einkommensquellen, Lösungssuche, Lukrieren von Förderungen und Informationen, Prestigezugewinn, Einflussverweiterung, persönliche Bindungen und ideelle Beweggründe (Tischer 2001, S. 97). Zur Bildung tragfähiger Netzwerke und Kooperationen ist eine möglichst frühe *Akteurseinbindung*<sup>133</sup> und die Bildung von Strukturen zum Wissensaustausch<sup>134</sup> notwendig. Eine ausgewogene Beteiligungsstruktur, die neben der Teilnahme von Verwaltung, Politik und starken Verbänden auch die Interessen von z. B. sozial Schwachen und zukünftigen Generationen widerspiegelt ist eine wichtige Voraussetzung, dass wesentliche Aspekte der nachhaltigen Entwicklung in die Diskussion um ein regionales Entwicklungskonzept eingehen (Tischer 2001).

Für die Verarbeitung von Wiesengrünmasse wird im Rahmen der Forschung und im internationalen Verbund eine neue Organisationsform geschaffen. Es sind einerseits Landwirte für die Produktion von Zwischenprodukten und andererseits Industriebetriebe für die Produktion der Endprodukte beteiligt. All diese könnten in Zukunft als Betreiberkonsortium auftreten. Von Seiten der Industrie wird in den Forschungsprojekten mit SpezialistenInnen für Proteine (Milchprodukte), Fasern, Milchsäure und Anlagenbau zusammengearbeitet. Diese Branchen sind es auch, die im Falle der Bildung eines Betreiberkonsortiums aus Landwirtschaft und Industrie die Endproduktherstellung übernehmen könnten.

Ziel der Akteurseinbindung ist die Sichtbarmachung der ökonomisch-ökologisch-sozialen Zusammenhänge. Zielkonflikte und Ängste können aktiv verhandelt werden. Die Akteure könnten dadurch einen aktiven Interessenausgleich betreiben und Akzeptanz für Veränderung schaffen (Tischer 2001, S. 36). Hinsichtlich Kooperationsbildungen existieren bereits Bemühungen über verschiedene Foren im Internet.<sup>135</sup>

Ob und inwieweit diese Kriterien erfüllt werden ist nur im regionalen Bezug zu beurteilen.

„Waren Fragen und Institutionen der Bewertung von Innovationen zunächst auf den Bereich technischer Innovationen und auf die wissenschaftliche Politikberatung beschränkt (z. B. im Bereich der Technikfolgenabschätzung), so hat sich in den vergangenen Jahrzehnten die Bewertung von Innovationen in Form von Produkt- und Prozeßbewertungen immer mehr in die Unternehmen und in die Kommunikation der Unternehmen untereinander und mit Anspruchsgruppen hinein verlagert. Andererseits ist die Beteiligung der Akteure im Bewertungsverfahren wichtig, weil sie es in der Regel sind, die die Konsequenzen von Entscheidungen zu tragen haben. Die Teilnahme an vorbereiteten Bewertungen kann wesentlich dazu beitragen, daß dann realisierte Innovationen von den Beteiligten mit Überzeugung vertreten und unterstützt werden können“ (Enquete-Kommission/DB 1998, S. 28).

Die Erfüllung dieses Kriteriums kann ebenfalls ohne konkreten Bezug nicht beurteilt werden.

---

<sup>133</sup> In Rahmen eines Implementierungsprozesses und der damit einhergehenden Formierung von Interessensgruppen, ist insbesondere die Rolle von ExpertInnen und Gate-Keepern (Meinungsbildner und Schlüsselpersonen) zu beachten, die in sozial-politischer Hinsicht über die höchste Gestaltungsmacht verfügen (Rogers 1995).

<sup>134</sup> Kommunikation zwischen den verschiedenen Akteuren verstärkt die Handlungsspielräume und erhöht die gegenseitige Akzeptanz und Glaubwürdigkeit.

<sup>135</sup> C.A.R.M.E.N. – [www.carmen-ev.de](http://www.carmen-ev.de), [www.kontaktforum.dechema.de](http://www.kontaktforum.dechema.de)

### **Zusammenfassung „Akteursinteraktionen“**

Hinsichtlich der betrachteten Kriterien besteht *Unsicherheit*. Sie können nur im Bezug zu einem konkreten Anlagenprojekt und dessen regionaler Einbettung bewertet werden. Hier sollten im Diskurs mit Betroffenen Zielvorstellungen geklärt werden.

### **Konfliktfelder im Bereich Akteursinteraktionen**

#### **Partizipation ist mehr als Akzeptanzschaffung**

In der Literatur finden sich viele Hinweise auf die Rolle von Partizipation zur Akzeptanzschaffung für neue Technologien. Beteiligungsverfahren, bzw. Diskurse mit betroffenen Akteuren müssen jedoch weit darüber hinausgehen. Neben einer direkten Unterstützung von Entscheidungen durch die Entwicklung von Handlungsoptionen können diese Verfahren auch helfen, die Wissensbasis der Entscheidungsträger zu verbreitern<sup>136</sup> und damit eine wesentlich verbesserte Entscheidungsgrundlage zu entwickeln (Sotoudeh/Schidler 2001). Die Nutzung solcher Verfahren einzig zur Akzeptanzschaffung kann dazu führen, dass die Beteiligten sich „über den Tisch gezogen fühlen“ womit dieses Instrument an Gestaltungskraft verliert (Dürrenberger/Behringer 1999).

## **Kategorie F: Wirtschaftlichkeit**

#### **Erweiterung der landwirtschaftlichen Produktpalette**

Die Grüne Bioraffinerie weist eine breite Produktpalette auf. Diese hängt auch von den eingesetzten Rohstoffen und damit vom regionalen Kontext ab. Hinsichtlich der Betriebsgröße wird davon ausgegangen, dass sich die Grüne Bioraffinerie im Bereich der Klein- bis maximal Mittelbetriebe bewegen wird (Kromus 2000; Yorick/Weenen 2001). Erwartet wird eine Stärkung der landwirtschaftlichen Betriebe, weil ihre Produkte wie Fleisch und Milch durch Wiesen-grünmasse und, bei dezentraler Organisation, zusätzlich durch Strom und Wärme erweitert werden (Schnell 2001a). Durch die Offenhaltung von Grünland-flächen trägt die Grüne Bioraffinerie zur Sicherung der Selbstversorgung mit Lebensmitteln bei. Im Gegensatz zu Wald kann Grünland bei Nahrungsmittel-mangel rasch in Ackerflächen umgewandelt werden.

#### **Erweiterung der klassischen ökonomischen Sichtweise**

Im Zusammenhang mit nachhaltiger Entwicklung wird die Sichtweise der klassischen ökonomischen Theorie – dass Unternehmen ihrer gesellschaftlichen Rolle als Produzenten von Gütern bereits durch die Verfolgung eines betriebswirtschaftlichen Optimums genüge tun und damit, koordiniert durch „die unsichtbare Hand“ des Marktes, zum gesamtwirtschaftlichen Optimum beitragen – in Frage gestellt. Vielmehr rücken auch weitere Wirkungen des unternehmerischen Handelns ins Blickfeld wie z. B. externe Effekte und auch umgekehrt werden Wirkungen des Umfelds auf die Unternehmung stärker wahrgenommen (siehe Tischer 2001, S. 63).

Innerhalb der Kategorie Wirtschaftlichkeit wurden folgende Cluster betrachtet:

- Wirtschaftlichkeit der Anlage
- Wirtschaftlichkeit aus Akteurssicht.

<sup>136</sup> Vergleiche dazu auch (Glaeser 2001)

## Cluster Wirtschaftlichkeit der Anlage

Im letzten Jahrzehnt ist das Interesse an der Produktion von Milchsäure merklich gestiegen. Mögliche Wachstumsmärkte im Polymerbereich und im Chemicalsektor haben die Aufmerksamkeit vieler Firmen nach sich gezogen (Sotoudeh/Schidler 2001).<sup>137</sup> Nach Auskunft der Fa. Dow<sup>138</sup> ist allerdings mit einem Preisverfall für PLA Basisprodukte zu rechnen.

**wachsender  
Milchsäuremarkt**

Die Preise, die für Rohstoffe gezahlt werden müssen und die Preise, die für die Produkte der Grünen Bioraffinerie erzielt werden können bestimmen den betriebswirtschaftlichen Erfolg maßgeblich. Preise hängen vom Ressourcenverzehr und vom Markt (Verhältnis Angebot und Nachfrage) ab. Eine Preisprognose natürlicher Rohstoffe ist mit großer Unsicherheit verbunden (wie andere aber auch), da z. B. das Angebot vom Wetter abhängt. Daher sind Sensitivitätsanalysen insbesondere bezüglich der angenommenen Preise und Preisprognosen wichtig. Die folgende Tabelle zeigt die möglichen Produktmengen einer Grünen Bioraffinerie.

**Preisprognosen  
schwierig**

Tabelle 4-1: Produkte aus einer Anlage  
mit einem Stoffdurchsatz von 10.000t TM/a

Produkte aus 10.000 t TM/a		
Saft (20.000–30.000 m <sup>3</sup> )	80 %ige Milchsäure	700 t/a
	Proteine	700 t/a
	Asche als Dünger	700 t/a
organische Trockenmasse	Fasern	7.000–8.000 t/a
Biogasanlage	Wärmeüberschuss	9.000.000 kWh/a
	Strom	8.000.000 kWh/a

Innerhalb dieses Clusters wurden folgende Parameter betrachtet:

- F.1.a.....Rohstoffdurchsatz ab dem die Anlage wirtschaftlich ist  
(die Bewertung ergänzende Frage)
- F.1.b.....Marktanalyse im Rahmen der Technologieentwicklung
- F.2.....Parameter für die Wirtschaftlichkeit der Anlage.

Nach Angaben seitens der Technologieentwicklung kann eine Grüne Bioraffinerie *ab 10.000t/TM/a wirtschaftlich* arbeiten. Diese Menge an Trockenmasse entspricht einer Grünlandfläche von ca. 1.000 ha (Kromus 2003; Erträge lt. Buchgraber 2001b). Diese Fläche kann, bei einer Konzentration von Dauergrünland im Einzugsgebiet der Anlage, mit Transportwegen bis 15 km beliefert werden.

<sup>137</sup> Danner (1998) spricht von einem Anstieg des Marktpotenzials von Biopolymeren, bzw. Polymilchsäure um den Faktor 2,5 zwischen 2000 und 2005. Diese Werte müssen allerdings stark nach unten korrigiert werden (Kromus 2003).

<sup>138</sup> In den USA wurde zu Beginn des Jahres 2002 eine US \$ 300 Mio. PLA Anlage fertiggestellt und in Betrieb genommen (Cargill/Dow 2002). Die Anlage soll unter Volllast ca. 140.000 t/a PLA produzieren. Betrieben wird diese Fabrik durch ein Joint Venture der Firmen Dow und Cargill. Letzten eigenen Recherchen zufolge wurden Chargen aus einer früheren Pilotanlage für ca. € 3/kg PLA Granulat verkauft.

Im Rahmen der Technologieentwicklungsprojekte werden im Augenblick *Marktanalysen und betriebswirtschaftliche Berechnungen und Abschätzungen* durchgeführt, die Ergebnisse dieser Berechnungen werden mit den abgeschlossenen Projektberichten vorliegen. Im Rahmen dieser Berechnungen zeichnet sich, unter Berücksichtigung verschiedener Produktpaletten, Rohstoffe und Finanzierungsmodelle, bereits ab, dass eine Anlage, die mit Silage arbeitet, das größere Potenzial zeigt.<sup>139</sup>

Einfluss auf die *Wirtschaftlichkeit* haben gemäß Filler (1997, S. 209) im wesentlichen drei Gruppen von Faktoren.<sup>140</sup>

- Bereitstellungskosten des Ausgangsmaterials
- Die Tiefe des technologischen Verarbeitungsprozesses und die damit verbundenen Input-/Outputrelationen
- Die Marktrealisierungspotentiale der entstehenden Zwischen-, Koppel- und Endprodukte.

Filler (1997, S. 213) kalkulieren für die Grüne Bioraffinerie ein etwa ausgeglichenes Ergebnis, dass allerdings mit „zahlreichen Unsicherheiten behaftet ist“. Im weiteren wird ein Beispiel gegeben: Bei zusätzlichem Getreideinsatz könnte durch Mehraufwand an Personal, technischer Ausstattung und Energie die Milchsäureausbeute von 2 auf 8 % erhöht werden.<sup>141</sup>

Gewinn oder Verlust einer Grünen Bioraffinerie sind laut Filler (1997, S. 213) mit zahlreichen Unsicherheiten verbunden und stark von den Preisen der Outputprodukte bzw. deren Substituten abhängig. „Dem relativ hohen Verarbeitungsaufwand steht das mögliche Marktpotential für innovative, biologisch abbaubare und damit hoch umweltverträgliche Produkte und einer Vielzahl neuer Rohstoffe gegenüber (Filler/Jaster 1997, S. 214). Gewinnbringend wirtschaften kann die Grasverarbeitung erst mit Energie, Faserstoff und Proteinen (Arnold 2001), daher sind diese Absatzmärkte von großer Bedeutung für die Grüne Bioraffinerie. Nach Einschätzung des BUWAL<sup>142</sup> und umfassender Prüfung durch eine Grossbank<sup>143</sup>, besitzt die Bioraffinerie viel versprechende Marktchancen (Arnold 2001).

Ein Problem stellt die Verwertung des Presskuchens in Form von Fasern dar. Neben den Eigenschaften der Faser wie Geruch, Heterogenität und hohem Staubanteil sind die für die Wirtschaftlichkeit dieser Verwertung notwendigen Preise seitens der Industrie im Augenblick nicht zu erzielen (Mandl 2003).

<sup>139</sup> Dies ist auch unter dem Blickwinkel der Transportdichte (Kategorie A, Gesundheits- und umweltrelevante Impacts) interessant.

<sup>140</sup> Bestimmt werden diese Faktoren wesentlich durch die Integration der Grünen Bioraffinerie in die landwirtschaftliche Praxis, z. B.: Integration in einen landwirtschaftlichen Betrieb, Einsatz eines Teils der Nutzfläche als Rohstoffbasis, Bioraffinerie optimaler Größe für marktgerechten Verkauf der Produkte und Lieferung durch mehrere unterschiedliche Landwirtschaftsbetriebe, Integration in einen Landwirtschaftsbetrieb mit eigenem Wald, usw.

<sup>141</sup> Für die Wirtschaftlichkeitsbeurteilung ist in diesem Fall der Preis für Polylactid von großer Bedeutung: Können 3 €/kg erzielt werden, wirft die Grüne Bioraffinerie einen Gewinn ab. Sollte das Polylactid als Verpackungsmaterial Verwendung finden, tritt es jedoch in Konkurrenz mit dem Massenkunststoff Polyethylen, der nur um 1 €/kg verkauft werden kann, und die Grüne Bioraffinerie könnte damit nicht mehr gewinnbringend bewirtschaftet werden. Die Preise sind für das Jahr 1997 recherchiert, zeigen jedoch die Preisverhältnisse zwischen biogenen und petrochemischen Produkten.

<sup>142</sup> Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft in der Schweiz.

<sup>143</sup> In der Quelle nur anonym genannt.

Ob die Bioenergiegewinnung aus der Grünen Bioraffinerie rentabel ist oder nicht, hängt in Österreich wesentlich vom Einspeisetarif für Strom aus Biogas ab. Diese sind noch nicht von allen Bundesländern festgelegt. Auch die Einspeisung des gereinigten Biogases ins Erdgasnetz könnte in Frage kommen. Kostenschätzungen dafür konnten aus der vorliegenden Literatur nicht entnommen werden (Arnold 2001).

#### **Zusammenfassung „Wirtschaftlichkeit der Anlage“**

Positiv zu beurteilen ist die Tatsache, dass eine genaue Marktanalyse bereits im frühen Stadium der Technologieentwicklung stattfindet.

Bezüglich anderer Kriterien besteht aktuell noch *Unsicherheit*, betriebswirtschaftliche Berechnungen werden bereits durchgeführt.

## **Cluster Wirtschaftlichkeit aus Akteursicht**

Der wirtschaftliche Hauptaspekt auf der individuellen Ebene ist die Gewährleistung „materieller Sicherheit“. Jeder Mensch soll die Möglichkeit haben, die für eine lebenswerte Ausgestaltung der einzelnen Lebensbereiche (Wohnen, Mobilität, Freizeit, usw.) nötigen materiellen Mittel selbst erwerben bzw. entsprechende Dienstleistungen in Anspruch nehmen können. Jeder soll sich, im Rahmen seiner Fähigkeiten, zur Existenzsicherung Einkommen erwirtschaften können (siehe dazu Kanatschnig et al. 1999, S. 29 f).

### **materielle Sicherheit des Einzelnen**

Sinkende Getreidepreise (MAB-Nationalkomitee 2000) und der Rückgang des Rinderbestandes (Schnell 2001a; Kromus 2000) beeinflussen die Grundsicherung der Landwirte in den letzten Jahren negativ. Durch den Umstieg auf Produkte, die einen höheren Marktpreis erzielen, könnten sie, so die Prognose, ihre Einkommensverhältnisse besser absichern (Janzing 2001). Die Zulieferung von Rohmaterialien an die Grüne Bioraffinerie wäre hier eine Chance. Das Potential zur Grundsicherung, das sich für Landwirte aus so einem Umstieg ergeben würde, wird jedoch an anderer Stelle (Spiegel-Online 2001) nur als bloßes „Zubrot für die Landwirtschaft“ eingeschätzt. Dieser Widerspruch zwischen „Zubrot“ und „Zukunftssicherung“ für Landwirte weist daraufhin, dass eine Einschätzung des tatsächlichen existenzsichernden Potentials, das mit der GRB verbunden wird, noch schwierig ist.<sup>144</sup>

Innerhalb dieses Clusters wurden folgende Parameter betrachtet:

F.3.a.....Existenzsicherung

F.3.b.....Subventionen

F.3.c.....Zeitaufwand für die Bereitstellung der Rohstoffe

F.4..... Verschiedene Parameter für die Wirtschaftlichkeit aus Akteursicht.

Eine *Verschiebung der Einkommensverhältnisse* in der Landwirtschaft von Subventionszahlungen in Richtung Einkommen aus dem Erlös der Rohstoffe, kann die Abhängigkeit vom (EU)Agrarmarkt verringern (Kamm/Kamm 1998b). Festgehalten werden muss hier allerdings, dass eine solche Verschiebung nicht au-

<sup>144</sup> Als Einwand wurde im Gespräch mit Hoppichler (2003) ins Treffen geführt, dass die Grüne Bioraffinerie die Zukunft einzelner, eher intensiver, mechanisierter Betriebe sichert.

tomatisch eine Erhöhung des Gesamteinkommens bedeuten muss, jedoch für die Entwicklung und Absicherung des Einkommens als wesentlicher Aspekt betrachtet werden kann (Peissl 2003). Einen weiteren wichtigen Aspekt stellt die Tatsache dar, dass sich der Landwirt als Lebensmittelproduzent wirtschaftlich näher bei den KonsumentInnen befindet und daher eine stärkere Position innehat, als Rohstoffproduzent den KonsumentInnen ferner ist und daher eine schwächere Position innehat (Hoppichler 2003).

Während die *Förderungen* für den Anbau nachwachsende Rohstoffe für die energetische Nutzung geregelt sind (Hoppichler 2003; Wörgetter 2001; Bauer, 2001), stehen vergleichbare Regelungen für die stoffliche Verwertung von nachwachsenden Rohstoffen noch aus. Im Energiebereich ist eine Förderung für den Anbau von Energiepflanzen neben der Förderung von Flächenstilllegungen möglich. Auch in den Entwürfen zur EU-Agrarreform ist diese Möglichkeit zu finden (Hoppichler 2003). Ob diese Regelung auch für die stoffliche Verwertung Gültigkeit haben kann, muss noch genauer definiert werden.

Bei der Beurteilung der *Wirtschaftlichkeit* steht das durch die Grüne Bioraffinerie geschaffene Einkommen, das zur materiellen Sicherheit beiträgt, im Vordergrund. Die Grüne Bioraffinerie könnten zusätzliches Einkommen für den Rohstofflieferant „Landwirt“ bringen und damit zur Einkommenssicherung in diesem Wirtschaftssektor beitragen.<sup>145</sup> Die Höhe dieses Einkommens hängt von eventueller Mehrarbeit bzw. Mehraufwendungen, den zu erzielenden Preisen<sup>146</sup> und auch dem Flächenertrag ab. Mehrarbeit kann durch Änderungen in der Bewirtschaftung der Flächen (z. B. Intensivierung), weitere Transportwege für die Wiesengrünmasse, oder auch durch erhöhten Zeitaufwand für Kommunikation<sup>147</sup> entstehen. Preise und Flächenertrag hängen auch von der Lage und der Art der Bewirtschaftung der verwendeten Flächen ab.<sup>148</sup> So nimmt der Trockenmasseertrag pro 100 m Seehöhe um 250–500 kg/ha/a ab. Es kommt zu einer Verschiebung der Nutzungstermine und einer Verkürzung der Vegetationsperiode um vier Tage. Den Qualitätsverlust der Pflanzen nach dem Ähren- und Rispschieben (ev. extensive Landwirtschaft, Grünmasse aus Schutzgebieten) beziffert Buchgraber bei 10 ha mit 7,3 €/Tag für 1997 (Buchgraber et al. 1998).

#### **Zusammenfassung „Wirtschaftlichkeit aus Akteursicht“**

*Positiv* zu bewerten ist die Tatsache dass ein Beitrag zur Existenzsicherheit geleistet werden kann. Das genaue Ausmaß dieses Beitrages kann nur im konkreten Zusammenhang bewerten werden.

Über die anderen Parameter besteht noch *Unsicherheit*. Sie können erst in Bezug zu einem konkreten Projekt bewertet werden.

<sup>145</sup> In Schaffhausen, einer Grüne Bioraffinerie-Pilotanlage, sollen die Bauern für 100 kg Trockensubstanz zwischen 10,36 und 14,24 €. erhalten. Ökogras bringt am wenigsten ein. Inklusive Ausgleichszahlungen bring ein Hektar Wiesenland dem Landwirt rund 1.930,- € (Arnold 2001).

<sup>146</sup> Es wird mit einem (fairen) Preis von € 57,- bis €75,-/t TM für den Rohstoff, ohne Transport kalkuliert (Kromus 2003).

<sup>147</sup> Ein fehlender Markt z. B. bei den Rohstoffen – Gras oder Silage für die Grüne Bioraffinerie – kann ein wesentliches Hemmnis darstellen. Informationen müssen zwischen Landwirten und Verarbeitern ausgetauscht werden (BMVIT 2001, S. 21) – dies verursacht Transaktionskosten, wenn kein funktionierender Marktmechanismus da ist. Langfristig, d. h. wenn sich ein Markt für diese Rohstoffe aufgebaut hat, dürften die Transaktionskosten nicht höher als in vergleichbaren Märkten sein.

<sup>148</sup> Siehe dazu auch Kap: A, Cluster Landwirtschaft.

Abschließend sind hier auch einige volkswirtschaftliche Aspekte zu nennen.

Durch den Ersatz von petrochemischen Grundstoffen durch z. B. Polylactide können aufgrund der biologischen Abbaubarkeit der Produkte erhebliche gesellschaftliche Kosten u. a. für die Abfallbeseitigung gespart werden (Filler/Jaster 1997; Jaster/Filler 1998 S. 214). Eine Einsparung von Treibhausgasemissionen durch die Substitution von Strom aus kalorischen Kraftwerken durch Biogasanlagen ist hier ebenfalls zu nennen (Ringpfeil 2001). Von Bedeutung ist auch das verringerte Risiko einer Minderversorgung an nicht regenerierbaren Rohstoffen und der höhere Grad an Selbstversorgung, da fossile und mineralische Rohstoffe meist importiert werden müssen, die erneuerbaren Rohstoffe jedoch in Österreich gewonnen werden. Auch im Bereich Proteine und Milchsäure<sup>149</sup> kann die Grüne Bioraffinerie zur Verbesserung der Selbstversorgung beitragen. Die Offenhaltung der Landschaft trägt zur Erhaltung des Selbstversorgungspotenzials beim Anbau von Nahrungsmitteln bei.

### **Konfliktfelder im Bereich Wirtschaftlichkeit**

Wirtschaftlichkeitsüberlegungen können in Konflikt zu verschiedenen Kategorien treten.

Zwar wird die Nachfrage nach Milchsäure und Milchsäureprodukten als steigend angegeben. Für diese Produkte existiert jedoch bereits ein etablierter Markt, der auch preisgestaltend wirken und sich damit am Markt gegenüber den Produkten der Grünen Bioraffinerie durchsetzen könnte (Kromus 2003). Trotz des zu erwartenden Preisverfalles sind Milchsäure-Produkte für die Kunststoffindustrie im Vergleich zu petrochemischen Polymeren preislich (noch) nicht konkurrenzfähig (Kromus 2003; Sotoudeh/Schidler 2001).

Der Markt für landwirtschaftliche Produkte ist über Subventionen geregelt. Verschiedene landwirtschaftliche Bereiche werden unterschiedlich gestützt. Hier wird es auch in absehbarer Zeit durch die EU-Agrarreform zu Veränderungen im Grünlandbereich kommen.<sup>150</sup> Die Preisgestaltung für die Rohstoffe kann sich dadurch kompliziert gestalten.

**Milchsäuremarkt ist bereits etabliert**

**Subventionen machen die Preisgestaltung schwierig**

---

<sup>149</sup> Es gibt keine Milchsäureproduktion in Österreich, die gesamte Menge wird derzeit eingeführt (Stockinger 2003).

<sup>150</sup> Zum Beispiel sollen Subventionen für Dauergrünland zurückgenommen werden, für den Feldfutteranbau werden sie hingegen bestehen bleiben. Dadurch könnten für den gleichen Rohstoff je nach Art der Fläche verschiedene Preise verlangt werden (Kromus 2003).





## 5 Zusammenfassende Bewertung der Bioraffinerie Österreich

Das vorliegende Kapitel fasst die Ergebnisse des Kapitels 4 „Stand des Wissens“ nach positiven und negativen Aspekten sowie Unsicherheiten und Konfliktfeldern zusammen. Da von der ExpertInnengruppe alle Kriterien als gleich wichtig erachtet wurden, wurde keine Gewichtung der Ergebnisse vorgenommen. Eine solche Gewichtung kann erst im Rahmen der Diskussion von Zielkonflikten durchgeführt werden. Erst dort können anhand einer konkreten Anlage für den betreffenden Standort und die Region, unter Einbeziehung von betroffenen Akteuren, die einzelnen Ziele gegeneinander abgewogen werden.

Die Einführung eines Bewertungsrasters stellt einen ersten Versuch dar, die Ergebnisse dieser Abschätzung grafisch/tabellarisch darstellbar zu machen.

### 5.1 Einführung

Grundsätzlich weist die Information über die Technologie zu diesem Zeitpunkt der Entwicklung noch große Lücken auf. In manchen Bereichen, wie z. B. im Cluster „Inputströme“, konnten jedoch bereits einige Angaben zur Erfüllung der Nachhaltigkeitskriterien gemacht werden. In vielen anderen Bereichen wie z. B. der Kategorie „Akteursinteraktionen“, fehlen noch Informationen. Diese Fragen können auf Technologieebene nicht beantwortet werden, sondern müssen aufgrund der regionalen Einbettung einer Anlage betrachtet werden. Die Tatsache, dass die Bewertung der bereits bekannten Informationen überwiegend positiv ist, lässt sich darauf zurückführen, dass seitens der Entwickler von Anfang an ein Interesse bestand, bei der Gestaltung der Technologie die Anforderungen von Umweltschutz<sup>151</sup> und nachhaltiger Entwicklung zu berücksichtigen (Narodoslawsky 1998; Kamm/Kamm 1998b).

**viele  
Informationslücken**

### 5.2 Bewertungsraster

Die Bewertung erfolgte nach folgendem Schema:

In diesem Bereich wurde		
... die richtige Richtung einschlagen.....	+	0,5
... dem Kriterium entsprochen.....	+	1,0
... keine Information vorhanden.....		k. I.
... die falsche Richtung eingeschlagen.....	-	0,5
... dem Kriterium nicht entsprochen.....	-	1,0

<sup>151</sup> So liegt auch der Schwerpunkt des bekannten Wissens im Bereich der technischen Parameter (Kategorie A).

Die nachstehende Tabelle 5.2-1 zeigt die Bewertung der Technologie auf Basis der Ergebnisse des Kapitels 4. Die Spalte Parameter besteht aus Bewertung und Erklärungen. Ein Erläuterung wurde dort gegeben, wo nicht + 1 oder - 1, sondern + 0,5 oder - 0,5 angegeben ist. Dies war deshalb nötig, da diese Kriterien in den verbalen Beschreibungen nur als positiv oder negativ bewertet wurden. Die Hierarchie der Tabelle entspricht jener der Tabelle 3.3-1: „Hierarchie des Kriteriensets und inhaltliche Zuordnungen“, erweitert um die in Kapitel 4 eingeführten Parameter. Der Begriff „Parameter“ kann nach der Bildung von Indikatoren für eine konkrete Anlage in „Indikatoren“ umgewandelt werden. Die durchgestrichenen Felder bezeichnen Parameter, die selbst nicht bewertet werden (die Bewertung ergänzende Fragen). In der letzten Spalte findet sich eine graphische Darstellung der Ergebnisse. Diese zeigt deutlich, wie viele Informationslücken hier noch bestehen.

Die Tabelle zeigt die mögliche Struktur einer Bewertung bzw. eine Aggregation der Werte. Die Aggregation erfolgt nach der Formel:

$$K = \frac{\sum_{\text{Parameter}}}{n} \dots [F1]$$

K ... Kriterium, Cluster, Kategorie

$\Sigma$  ... Summe der Werte der Parameter in diesem Kriterium  
(oder Kriterien in diesem Cluster, oder Cluster in dieser Kategorie)

n ... die Anzahl der Bewertungen

*Beispiel:*  $A.4 = \frac{\sum_{\text{Parameter (A.4.a-A.4.e)}}}{3}$  (von den fünf Parametern sind erst drei bewertet).

Diejenigen Zahlen der Tabelle, die mit einem Stern versehen sind zeigen nur ein vorläufiges Ergebnis, da noch Informationen fehlen. Sie fungieren dabei als Platzhalter in diesem Aggregierungsbeispiel. Die Zahlen in den einzelnen Spalten können erst dann als Ergebnis interpretiert werden, wenn alle fehlenden Bewertungen durchgeführt werden konnten.

**absolute Festlegung  
von Nachhaltigkeits-  
grenzwerten**

Die Ergebnisse können dann z. B. durch Diskussion und Festlegung einer Unter- und Obergrenze im Sinne von Nachhaltigkeit als absolute Ergebnisse betrachtet werden.

*Beispiel:* Das folgende System stellt nur *ein mögliches Beispiel* für Grenzwerte dar:

+ 0,5 bis 1,0..... kein Handlungsbedarf

0 bis + 0,5..... geringer Handlungsbedarf

- 1 bis 0..... hoher Handlungsbedarf.

**Vergleich von  
verschiedenen Bereichen**

Eine zweite Möglichkeit ist die Verwendung der Werte als relative Ergebnisse, das heißt zum Vergleich von Clustern, Kriterien oder Kategorien miteinander. Das kann dazu dienen aufzuzeigen, in welchen Bereichen der größte Handlungsbedarf im Sinne nachhaltiger Entwicklung besteht.<sup>152</sup>

<sup>152</sup> Vergleiche dazu (Kopfmüller et al. 2001): Bei Bestehen von Zielkonflikten zwischen einzelnen Indikatoren/Kriterien wird hier vorgeschlagen, demjenigen den Vorrang zu geben, das noch in geringerem Ausmaß erfüllt ist.

Tabelle 5.2-1: Tabellarische Darstellung der Bewertung der Grünen Bioraffinerie auf Technologieebene

Kategorie		Cluster		Kriterien		Parameter			0							
Nummer	Bewertung	Name	Bewertung	Nummer	Bewertung	Nummer	Bewertung	Erklärung	-1	-0,5		+0,5		+1		
										-		+				
A	(0,78)*	Inputströme	0,5	A.1	0,50	A.1.a	0,5	Transport nicht bekannt								
						A.1.b	0,5	Transport nicht bekannt								
				A.2	0,25	A.2.a	-0,5	keine Substitution								
						A.2.b	I									
				A.3	0,75	A.3.a	0,5	Spülwasser nicht bekannt								
						A.3.b	I									
				Outputströme	(0,83)*	A.4	(1,00)*	A.4.a	I							
								A.4.b	I							
								A.4.c	k. I.							
		A.4.d	I													
		A.4.e	k. I.													
		A.5	(0,67)*			A.5.a	k. I.									
						A.5.b	0,5	regelm. Tests nicht bekannt								
						A.5.c	I									
						A.5.d	0,5	wenig, nicht keine								
						A.5.e	/									
		Risiken	k. I.	A.6	k. I.	A.6.a	k. I.									
						A.6.b	k. I.									
						A.6.c	k. I.									
		Landwirtschaft	(1,00)*	A.7	k. I.	A.7.a	k. I.									
						A.7.b	k. I.									
				A.8	(1,00)*	A.8.a	k. I.									
						A.8.b	k. I.									
						A.8.c	I									
		A.8.d	k. I.													
		A.8.e	/													
		Flächen	k. I.	A.9	k. I.	A.9.a	k. I.									
						A.9.b	k. I.									
B	(0,75)*	Anlage	k. I.	B.1	k. I.	B.1.a	k. I.									
						B.1.b	k. I.									
						B.1.c	k. I.									
		Akteur	(0,75)*	B.2	k. I.	B.2	k. I.									
				B.3	0,75*	B.3.a	0,5	erhaltene nicht bekannt								
						B.3.b	I									
B.3.c	k. I.															

Kategorie		Cluster		Kriterien		Parameter			0			
Nummer	Bewertung	Name	Bewertung	Nummer	Bewertung	Nummer	Bewertung	Erklärung	-1	-0,5	+0,5	+1
C	(1,00)*	b.R.	1,00	C.1	1,00	C.1	1					
		z.b.R.	k. l.	C.2	k. l.	C.2	k. l.					
				C.3	k. l.	C.3	k. l.					
D	(0,75)*	R.W.	(0,50)*	D.1	0,50	D.1	0,5	Ausmaß nicht bekannt				
				D.2	k. l.	D.2	k. l.					
		Identität	(1,00)*	D.3	1,00	D.3	1					
				D.4	k. l.	D.4	k. l.					
				D.5	k. l.	D.5	k. l.					
E	k. l.	k. l.	E.1	k. l.	E.1	k. l.						
			E.2	k. l.	E.2	k. l.						
F	(0,75)*	Anlage	(1,00)*	F.1	1,00	F.1.a	/					
						F.1.b	1					
				F.2	k. l.	F.2	k. l.					
		Akteur	(0,50)*	F.3	0,50*	F.3.a	0,5	Ausmaß nicht bekannt				
						F.3.b	/					
				F.3.c	k. l.							
F.4	k. l.	F.4	k. l.									

**Legende:**

()\*..... vorläufiges Ergebnis, da noch nicht alle Parameter beschrieben sind

n.b. .... nicht bekannt

k.l. .... keine Information

b.R. .... bestehende Ressourcen

z.b.R. .... zu bildende Ressourcen

R.W. .... Regionalwirtschaft

### 5.3 Positive Aspekte

Die Grüne Bioraffinerie hat Potenzial zur nachhaltigen Entwicklung beizutragen. Das zeigt sich zum Beispiel an der Offenhaltung der Landschaft und den Aspekten, die damit verbunden sind, wie z. B. die Erhaltung der Kulturlandschaft und des Selbstversorgungspotenzials. Bei der Wahl der Pflanzen/Rohstoffe wird Wiesengrünmasse oder Leguminosen aus der Fruchtfolge der Vorzug gegeben, was die Bildung von Monokulturen verhindert. Die Region profitiert aber nicht nur vom Landschaftsbild (z. B. durch den Tourismus), sondern auch durch die Schaffung von Arbeitsplätzen mit gemischter Qualifikationsstruktur, was neben dem Verkauf der Rohstoffe zur Existenzsicherung der regionalen Bevölkerung beitragen kann. Eine frühzeitig durchgeführte Marktanalyse unterstützt diesen Prozess und trägt auch zur längerfristigen, wirtschaftlichen Sicherung der Anlage bei. In Verbindung mit dem technischen Wissen wird hier auch auf Erfahrungswissen der Landwirtschaft zurückgegriffen, was zu einer Vorhaltung des Wissensbestandes für künftige Generationen beiträgt.

An positiven technischen Parametern sind hier die Kreislaufführung von Chemikalien und Wasser in der Anlage zu nennen. Emissionen und Geruchsbelästigungen sind nicht zu erwarten, ebensowenig wie Abwasser.

Neben den genannten, positiv zu bewertenden Kriterien gibt es noch einige, die zwar bereits einen Schritt in die richtige Richtung darstellen, deren Bewertung jedoch zum aktuellen Zeitpunkt nur *mit Einschränkungen* erfolgen kann (+0,5). So wird zwar der Energieeinsatz in der Anlage als positiv eingestuft, und soll zur Gänze mit dem selbst erzeugten Biogas abgedeckt werden, über die Energie für Transportwege gibt es jedoch noch keine Angaben. Auch der gering geschätzte Wasserverbrauch kann erst endgültig bewertet werden, wenn die Mengen des benötigten Spülwassers bekannt sind. Gefährliche Abfälle können überwiegend, jedoch nicht gänzlich vermieden werden. Die Kreislaufschließung durch Ausbringen der Biogasgülle als Dünger auf die Felder ist nur unter der Bedingung als positiv einzustufen, dass regelmäßige Schadstoffkontrollen durchgeführt werden.

Im Bereich Regionalentwicklung wird hier erstens das Potenzial zur Erhaltung von Arbeitsplätzen in der Region genannt, das jedoch immer in Verbindung mit weiteren Maßnahmen wie z. B. Flurbereinigungen zu sehen ist. Zweitens wird der Impuls zur Unterstützung der Infrastruktur von ExpertInnen und Literatur gleichermaßen als gegeben angenommen, die genauen Auswirkungen können aber noch nicht genannt werden.

## 5.4 Negative Aspekte

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt konnte erst ein eindeutig negativer Aspekt gefunden werden. Die liegt vornehmlich daran, dass noch viele offene Fragen bestehen, die noch nicht bewertet werden konnten.

Die Verwendung energieintensiver Prozesschemikalien, wird unter der Bedingung, dass zur Zeit keine Substitutionsmöglichkeit besteht als „Schritt in die falsche Richtung“ (-0,5) eingestuft.<sup>153</sup> Weitere kritische Punkte konnten jedoch bereits gefunden werden. So kann eine Organisation der Anlage, die lange Transportwege bedingt, die Bewertung negativ beeinflussen. Im Bereich Landwirtschaft werden Faktoren wie extensive/intensive Flächennutzung und Viehhaltung (Stichwort „Turbokuh) für die Abschätzung entscheidend sein. Die Art der Kooperation der einzelnen Akteure ist ebenfalls eine wichtige Größe zur Beurteilung der Grünen Bioraffinerie.

## 5.5 Wissenslücken

Neben dem in den beiden vorhergegangenen Abschnitten zusammengefassten Wissen besteht noch eine Reihe von Unsicherheiten, die erst auf Ebene einer konkreten Anlage und ihrer Integration in der Region beantwortet werden können.

---

<sup>153</sup> Bei Bestehen einer Substitutionsmöglichkeit wäre die Bewertung -1,0.

### **Technische Informationen**

Im Bereich der technischen Parameter fehlen noch Informationen über Menge bzw. Ausmaß von Spülwasser, Lärm und Prozessabfälle.<sup>154</sup> Die Fehlertoleranz der Anlage gegenüber äußeren Einflüssen und Bedienungsfehlern sowie Sicherheitsmaßnahmen werden Teil der konkreten Anlagenplanung sein.

### **Organisatorische Voraussetzungen**

Die Länge von Transportwegen hängt von der Organisationsform der Anlage und den regionalen Gegebenheiten wie zum Beispiel Flächennutzung und -verteilung/-konzentration ab.<sup>155</sup>

Für die Anlage selbst fehlen Informationen über Belastungen am Arbeitsplatz, und die Qualität der Arbeit.<sup>156</sup>

### **Regionale Integration**

Über partizipative Elemente der Technologieentwicklung und Integration in die Region (wie z. B. Beteiligungsmöglichkeit Betroffener und die gleichberechtigte Mitsprache der Akteure) fehlen noch Angaben. Für die Pilotanlage ist im Rahmen der Bewertung der Nachhaltigkeit allerdings ein Diskurs mit Akteuren geplant. Themen dieses Diskurses werden auch die Berücksichtigung des Selbstverständnisses und der Identität der Akteure sowie Planungen zu Aus- und Weiterbildung im Rahmen der Anlagenerrichtung und des -betriebes sein.

Die Wirtschaftlichkeit der Anlage und für die Akteure (wie z. B. Landwirte, Weiterverarbeiter ...) ist Gegenstand aktueller Berechnungen, die Ergebnisse werden die Grundlage für die Anlagenplanung bilden. Die notwendige Versiegelung von Flächen kann ausschließlich anhand einer konkreten Anlage betrachtet werden. Über das Verbleiben von Wertschöpfung aus dem Betrieb der Anlage in der Region und die Auswirkungen auf die regionale Landwirtschaft können ebenfalls erst im Rahmen der Integration einer konkreten Anlage in einer Region Angaben gemacht werden.

## **5.6 Zielkonflikte**

Im Rahmen der Literaturrecherche und der Befragung von ExpertInnen konnten bereits einige Konfliktfelder identifiziert werden. Die Diskussion dieser Zielkonflikte und die Erarbeitung von Lösungsmöglichkeiten soll gemeinsam mit beteiligten Akteuren vorgenommen werden. Einige der Zielkonflikte liegen im Bereich der im folgenden skizzierten Argumente für die Grüne Bioraffinerie, wie sie von den Promotoren der Technologie angeführt werden.

---

<sup>154</sup> Im Sinne von Nachhaltigkeit wären diese möglichst gering zu halten.

<sup>155</sup> Von (Schnell 2001a) werden hier Wege unter 15 km vorgeschlagen.

<sup>156</sup> Hier wird neben Angaben zur konkreten Anlage auch ein Diskurs mit Betroffenen zu führen sein.

### **Argumente für die Grüne Bioraffinerie**

Eines dieser Argumente ist die Unterstützung der extensiven Landwirtschaft durch die Grüne Bioraffinerie. Hier kann es jedoch zur Erhöhung von Erträgen oder auch zur Verbesserung der Inhaltsstoffe der Pflanzen zu einer Intensivierung der Flächennutzung kommen. Der Trend zur Intensivierung der Milchviehhaltung (Stichwort „Turbokuh“) kann durch die Nutzung der durch diese Entwicklung freiwerdenden Flächen unterstützt werden<sup>157</sup>.

Argumente im Bereich Regionalentwicklung sind:

- Erhaltung von Arbeitsplätzen in der Landwirtschaft: Diese hängt stark von den Rahmenbedingungen ab und kann keinesfalls über die durch die Grüne Bioraffinerie genutzten Flächen hochgerechnet werden. So können zum Beispiel Flurbereinigungen den prognostizierten Effekt zunichte machen.
- Wertschöpfung für die Region und Multiplikatoreffekte daraus hängen von der konkreten Einbettung in der Region ab.
- Infrastrukturverbesserungen gehen oft mit Flächenversiegelungen einher (z. B. Straßenbau) und müssen auch unter diesem Aspekt betrachtet werden.

### **Nutzungsüberlagerungen**

Neben den Nutzungsüberlagerungen mit dem Tourismus durch Flächenbedarf für Freizeitaktivitäten und die Betretbarkeit von Flächen im allgemeinen sind hier mögliche Überschneidungen mit dem Anbau anderer nachwachsender Rohstoffe zu nennen.

### **Regionale Integration**

Der Einsatz von partizipativen Instrumenten ausschließlich zur Akzeptanzschaffung in der Region greift zu kurz, kann zur Verstimmung der beteiligten Akteure führen und damit diese Verfahren für längere Zeit beschädigen. Die regionale Planung kann zur „Fragmentierung“ von Nachhaltigkeitsmaßnahmen führen, wenn die globale Anbindung vernachlässigt wird.

### **Wirtschaftlichkeit**

Wirtschaftlichkeitsüberlegungen können in Konflikt mit verschiedenen Bereichen treten. Die Steigerung der Milchsäurenachfrage wurde in der Vergangenheit überschätzt. Für Milchsäure besteht ein etablierter Markt, was es schwierig machen kann, die Produkte der Grünen Bioraffinerie hier zu platzieren. Um die Milchsäure für die Kunststoffindustrie anbieten zu können, muss man mit petrochemischen Grundstoffen in Konkurrenz treten, die zu erheblich niedrigeren Preisen angeboten werden. Der Markt für landwirtschaftliche Produkte ist durch Subventionen geregelt, was die Gestaltung von Abnahmepreisen für Rohstoffe schwierig machen kann.

Die Diskussion und Entwicklung von Handlungsoptionen zur Lösung der genannten Zielkonflikte und auch solcher, die durch beteiligte Akteure zusätzlich genannt werden, sollen mit eben diesen be- und erarbeitet werden.

---

<sup>157</sup> Hier geht es nur um die Stützung eines Trends. Diese Entwicklung kann keinesfalls dadurch verhindert oder gestoppt werden, dass die Grüne Bioraffinerie nicht zum Einsatz kommt.

Trotzdem soll an dieser Stelle auf in der Literatur oder von Experten genannte Lösungsmöglichkeiten hingewiesen werden.

Hoppichler (2003) und Buchgraber (2003) sehen im regionalen, also kleinräumigen Konzept der Technologie die Möglichkeit durch bessere Überschaubarkeit viele Probleme von vornherein zu vermeiden und Konfliktlösungen zu erleichtern. Einen ersten Schritt zur Etablierung der Produkte auf den Märkten kann die Entwicklung von Nischenprodukten für Spezialanwendungen<sup>158</sup> sein (Sotoudeh/Schidler 2001). Nutzungsüberlagerungen für den Anbau von nachwachsenden Rohstoffen könnten durch die Entwicklung eines (nationalen) Nutzungskonzepts bzw. einer zentralen Beratungsstelle vermieden werden (vgl. dazu Geissler 2001).

## 5.7 Ausblick – die nächsten Schritte

### **Folgeprojekt mit Akteurseinbindung**

Im Rahmen des Projektbündels „Grüne Bioraffinerie“, das aktuell in Österreich durchgeführt wird, sind Konzeption und Bau einer Pilotanlage in der Region Hartberg geplant. Ein Teil dieses Konzeptes ist eine umfassende Bewertung der Nachhaltigkeit, die auf Basis der in diesem Bericht vorgestellten Bewertungsrahmens durchgeführt werden soll.

### **Bearbeitung von Zielkonflikten, Entwicklung von Handlungsoptionen**

Im Rahmen dieser Bewertung sollen auch Akteurworkshops zur Diskussion von Zielkonflikten durchgeführt werden. Ziel dieser Workshops wird neben der Diskussion auch die Entwicklung von Handlungsoptionen zum Umgang mit diesen Konflikten sein. Die Zielrichtung von Kriterien, die in Bezug auf nachhaltige Entwicklung noch nicht festgelegt werden konnte<sup>159</sup> wird ebenfalls zusammen mit den Akteuren bestimmt werden.

---

<sup>158</sup> Ein Beispiel dafür wären organische Materialien für medizinische Anwendungen (sogenannte Low-Volume – High-Price-Produkte).

<sup>159</sup> Siehe dazu auch Kapitel 3.1.1. „Inhaltliche Beschreibung der Kriterien“.



## 6 Empfehlungen

Aufgrund des Fehlens einiger Informationen über die Grüne Bioraffinerie etwa in Bezug auf die konkrete Einbettung in einer Region, ist es zu diesem Zeitpunkt noch nicht möglich, detaillierte Handlungsempfehlungen zu formulieren. Darüber hinaus sollen Handlungsempfehlungen im Folgeprojekt zusammen mit betroffenen Akteuren entwickelt werden. Nichtsdestotrotz haben sich jedoch einige Punkte herauskristallisiert, die die Rahmenbedingungen für die Implementierung der Grünen Bioraffinerie und deren Entwicklung in Richtung Nachhaltigkeit betreffen.

### ***Nachhaltigkeit ist unteilbar***

Um nachhaltige Entwicklung zu unterstützen bzw. zu gewährleisten, ist es notwendig, die Fragestellung, in diesem Fall also die Entwicklung und Etablierung der Grünen Bioraffinerie, im Gesamtzusammenhang zu betrachten. Die einzelnen „Säulen der Nachhaltigkeit“ nebeneinander, oder unabhängig voneinander zu betrachten kann dazu führen, dass

- einzelne Bereiche, wie z. B. ökologische Auswirkungen gegenüber anderen, wie z. B. gesellschaftlichen Zusammenhängen, in den Vordergrund treten;
- ideologische Diskussionen zwischen Repräsentanten der einzelnen „Säulen“ das zuweilen Bringen eines Konsenses erschweren; und dass
- die Vernetzungen zwischen den verschiedenen Problemstellungen erschwert wird oder gar nicht stattfindet.

Es ist daher wichtig sicherzustellen, dass eine Bewertung der Nachhaltigkeit umfassend und – wegen der komplexen Aufgabenstellung auch interdisziplinär – mit geeigneten Instrumenten durchgeführt wird.

***integrative Betrachtung  
der Fragestellungen***

### ***Betroffene frühzeitig einbeziehen***

Viele offene Fragen betreffen die regionale Integration der Anlage und haben damit direkte Auswirkungen auf die regionalen Akteure. Einige der Kriterien wie z. B. die Frage nach der Kooperation der Akteure können nur im Diskurs mit ihnen befriedigend erarbeitet und bewertet werden. Um hier nun im Sinne von Nachhaltigkeit für alle Betroffenen eine konsensfähige Lösung zu finden und damit auch eine längerfristige Sicherung des Konzepts zu unterstützen, ist es notwendig, die Akteure miteinzubeziehen. Ein weiterer Aspekt ist die Tatsache, dass Nachhaltigkeit kein Zustand ist, sondern ein Prozess. Das heißt es gibt nicht eine nachhaltige Lösung, die auf alle gesellschaftlichen, ökologischen oder wirtschaftlichen Zusammenhänge und alle Zeitpunkte übertragbar ist. Die Einbeziehung möglichst vieler, unterschiedlicher Betroffener unterstützt die umfassende Beachtung der jeweiligen Fragestellung, und eine möglichst frühzeitige Identifikation von Interessenskonflikten.

***Diskurs zur  
Konsensbildung***

### ***Erarbeitung eines österreichischen Nawaro-Konzepts***

Für den Anbau nachwachsender Rohstoffe fehlt ein österreichweites Konzept, das die Verfügbarkeit von Flächen und Biomasse beinhaltet. Das kann unter anderem dazu führen, dass in verschiedenen Forschungsbereichen, die sich mit Nawaros beschäftigen, mit den gleichen Flächen kalkuliert wird. Die Entwicklung eines österreichischen Gesamtkonzeptes zum Anbau nachwachsender Roh-

***nationale Planung im  
Bereich nachwachsender  
Rohstoffe***

stoffe bzw. zur Nutzung von vorhandener Biomasse kann helfen, Nutzungsüberlagerungen zu vermeiden, langfristige Planungen zu erleichtern sowie negative Auswirkungen wie z. B. Monokulturbildung hintanzuhalten.

**Regelungen für die  
stoffliche Verwertung  
von nachwachsenden  
Rohstoffen**

**Gras als Nawaro anerkennen**

Der Anbau und die Nutzung von Biomasse zur energetischen Nutzung ist in der EU weitgehend geregelt. Im Bereich der stofflichen Nutzung stehen diese Regelungen noch aus. Darüber hinaus wurde Gras (bzw. Biomasse von Wiesen) bislang nicht als nachwachsender Rohstoff gefördert. Da es jedoch von Seiten der Verwertung der Inhaltsstoffe wie auch der energetischen Verwertung (Biogaserzeugung) Potential zeigt, sollte überlegt werden, im Zuge der EU-Agrarreform Gras in die Liste der nachwachsenden Rohstoffe aufzunehmen.

# Bibliografie

- Adensam, H., Bruck, M., Fellner, M., Geissler, S., 2002, *Externe Kosten*, Wien: BM f. Wirtschaft und Arbeit <[http://www.bmwa.gv.at/NR/rdonlyres/ebn4yuicv6t3pf3vtocvtnp3owdiwe2pvdoz6peieb3srwkkgxv32wplrqw ymgfjxmt6r4rymfk/Externe\\_Kosten\\_91.pdf](http://www.bmwa.gv.at/NR/rdonlyres/ebn4yuicv6t3pf3vtocvtnp3owdiwe2pvdoz6peieb3srwkkgxv32wplrqw ymgfjxmt6r4rymfk/Externe_Kosten_91.pdf)>.
- Aichholzer, G., 2002. Persönliche Auskunft.
- Albrecht, S., 1996, Universitäre TA: Synthese von Grundlagenforschung und exemplarischer Politikberatung, *TA-Datenbank-Nachrichten Nr 4, 5. Jahrgang – Dezember 1996* <<http://www.itas.fzk.de/deu/TADN/TADNI296/disk.htm>>.
- Amon, T., Graf, W., Jüngling, G. und Lindworsky, J., 1997, *Landwirtschaftliche Biogasanlagen in: ÖKL Baumerkblatt No.61*, im Auftrag von: Österreichisches Kuratorium für Landtechnik, Wien.
- Arnold, M., 2001, *Strom aus Gras im Aufschwung – Bioenergie – 21.5.2001*; <[www.hanfarchiv.ch/cgi-bin/a\\_text.cgi?551](http://www.hanfarchiv.ch/cgi-bin/a_text.cgi?551)>.
- Baraniak, B., Baraniak, A. und Bubicz, M., 1989, Protein concentrate from alfalfa and cocksfoot by polyelectrolyte precipitation., *Die Nahrung* 33, 491–495.
- Baserga, U., 2001, *Vergärung organischer Reststoffe in landwirtschaftlichen Biogasanlagen*, Nr. 546, Tänikon, Schweiz: Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), CH-8356 <<http://www.sar.admin.ch/fat/d/publi/fb/fatb546d.html>>.
- Bauer, B., Hribernig, K., Rogl, A., Sandberg, S., Schröck, T. und Walter, E., 2001, *Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Österreich – Marktanalyse und Handlungsmaßnahmen*, im Auftrag von: BMLFWU, Nr. Band 90, Wien: IWI-Studien.
- Baumgartner, C., 2000, *Nachhaltigkeit im österreichische Tourismus*, Wien: IITF <<http://www.seilbahn.net/thema/nachhaltigkeit.pdf>>.
- Becker, A., 2001, *Zukunftsfähige Politik. Volkswirtschaftliche, ökologische und soziale Aspekte vernetzt*, München: ökom verlag.
- Berg, W. und Hörnig, G., 1997, Emission reduction by acidification of slurry. Investigations and assessment., *International Symposium Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities*, Vinkeloord, Niederlande.
- BIOPOS, 2001a, *Bioinnovationen aus Teltow-Seehof*; <[www.biopos.de/profil.html](http://www.biopos.de/profil.html)>.
- BIOPOS, 2001b, *Grüne BioRaffinerie Brandenburg. Beiträge zur Produkt- und Technologieentwicklung sowie Bewertung*; <[www.biopos.de/pdf/BU88.pdf](http://www.biopos.de/pdf/BU88.pdf)>.
- BMLF, 2000, *Standarddeckungsbeiträge und Daten für die Betriebsberatung 1999/2000/2001-Ausgabe Ostösterreich*: Bundesministerium für Land und Forstwirtschaft.
- BMLFUW, 2002, *Die österreichische Strategie zur Nachhaltigen Entwicklung*.

- BMUJF/UBA (Bundesministerium für Umwelt Jugend und Familie/Umweltbundesamt), 1998, *Umweltsituation in Österreich. Umweltkontrollbericht des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie an den Nationalrat*; Fünfter Umweltkontrollbericht, Wien: BMUJF.
- BMVIT, 2001, *Forschungskonzept nachwachsende Rohstoffe*, im Auftrag von: BMVIT, Wien.
- Bonk, M., 2001, *Internetinformation*; homepage; INARO – Informationssystem nachwachsende Rohstoffe <[www.inaro.de](http://www.inaro.de)>.
- Brandl, S. und Hildebrandt, E., 2002, *Zukunft der Arbeit und Soziale Nachhaltigkeit*; in Reihe: Soziologie und Ökologie, Bd. 8, hg. v. Brand, K.-W. und Hildebrandt, E., Opladen: Leske + Budrich.
- Bray, W. J. und Humphries, C., 1979, Preparation of white leaf protein concentrates using a polyanionic flocculent., *J. Sci. Food Agric.* 30, 171–176.
- Buchgraber, K., 1995, *Grünlandextensivierung unter besonderer Einbindung der Düngung und Nutzung. Ergebnisse Grünlandversuch*: BAL Gumpenstein.
- Buchgraber, K., 1998, *Nutzung und Konservierung des Grünlandfutters im österreichischen Alpenraum*, Irdning: BAL Gumpenstein.
- Buchgraber, K., 2000, Ertragspotentiale und Artenvielfalt auf Grünlandstandorten im Berggebiet, in: MAB-Nationalkomitee, Ö. (Hg.): *Landschaft und Landwirtschaft im Wandel*, Wien: Österreichische Akademie der Wissenschaften.
- Buchgraber, K., 2001a, Kann die Grünlandnutzung in Österreich auch künftig aufrecht erhalten werden?, *Wintertagung des Ökosozialen Forums*, Steiermark.
- Buchgraber, K., 2001b, Persönliche Information.
- Buchgraber, K., 2003, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft. Persönliche Auskunft
- Buchgraber, K., Deutsch, A. und Gindl, G., 1994, *Zeitgemäße Grünlandbewirtschaftung*: Leopold Stocker Verlag; Graz.
- Buchgraber, K., Resch, R., Gruber, L. und Wiedner, G., 1998, Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum; in: Der fortschrittliche Landwirt – Sonderbeilage, *Der fortschrittliche Landwirt – Sonderbeilage 2/1998*.
- Claus, H. G., 1985, Saftabpressen-für die Praxis interessant?, *Landtechnik 4* (Jahrgang p.158 April 1985).
- Coenen, R. und Grunwald, A., 2003, *Nachhaltigkeitsprobleme in Deutschland. Analyse und Lösungsstrategien*; in Reihe: Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland, Berlin: edition sigma.
- Danner, H., 1998, *Biotechnologie zur Produktion von marktrelevanten Chemikalien aus nachwachsenden Rohstoffen*.: IFA-Tulln.
- Danner, H., 2001a, in: *BBK Zwischenbericht; Grüne Bioraffinerie: Integrierte Grasnutzung als Eckstein einer nachhaltigen Kulturlandschaftsentwicklung*, Feldbach.
- Danner, H., 2001b, Persönliche Information, in: Kromus, S.

- Danner, H., Mazingaidzo, B., Molzbichler, B., Neureiter, M. und Braun, R., 1999, Austrian and European Markets for Products from a Green Biorefinery, *SUSTAINED Second „Int. Symposium on The Green Biorefinery“*, Kornberg.
- Datta, 1998, U.S. Patent No. 5.723.639 *Patent: Esterification of fermentation – derived acids via pervaporation.*
- Defremery, D., Miller, R. E. und Edwards, R. H., 1973, Centrifugal separations of white and green protein fractions from alfalfa., *J. Agric. Food Chem.* 21, 886–889.
- Defremery, D., Miller, R. E. und Edwards, R. H., 1975, Pilot plant production of an edible white fraction leaf protein concentrate from alfalfa, *J. Agric. Food Chem.* 23, 620–626.
- Diefenbacher, H., Karcher, H., Stahmer, C. und Teichert, V., 1997, *Nachhaltige Wirtschaftsentwicklung im regionalen Bereich. Ein System von ökologischen, ökonomischen und sozialen Indikatoren*, Bd. Reihe A, Nr. 24, Heidelberg: Forschungsstätte der evangelischen Studiengemeinschaft (FEST).
- Dietl, W., 2000, Persönliche Information.
- Dietl, W., Lehmann, J. und Jorquera, M., 1998, *Wiesengräser: Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale Schweiz.*
- Dix, I., o.J., *Biologische Aspekte. Lärm und Gesundheit aus der Reihe Gesundheitserziehung und Schule*; homepage; Bundeszentrum für Gesundheitsinformation, Köln <[www.bzga.de/lug/inhalt.html](http://www.bzga.de/lug/inhalt.html)>.
- DRADIO, 2001, *Bio-Raffinerien – Wie Energie aus Gras gewonnen wird – 17.4.2001*; <[www.dradio.de/cgi-bin/user/fm1004/es/neuunmla/465.html](http://www.dradio.de/cgi-bin/user/fm1004/es/neuunmla/465.html)>.
- Drahl, I. und Schwenke, K. D., 1986, Functional properties of plant proteins; Part VII. Rheological properties of succinylated proteins from faba beans., *Die Nahrung* 30, 311–318.
- Dürrenberger, G. und Behringer, J., 1999, *Die Fokusgruppe in Theorie und Anwendung*; in Reihe: Leitfaden, hg. v. Kastenholz, H. und Wienhöfer, E., Stuttgart: Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg.
- Ehlert, D., Idler, C. und Ackermann, I., 1997a, Ernte und Konservierung von Hanf, *Internationale Tagung Landtechnik*, Braunschweig.
- Ehlert, D., Idler, C. und Ackermann, I., 1997b, Hanfernte 1996 in Brandenburg, *Flachstagung*, Bonn.
- Ellis, R. J., 1981, Chloroplast Proteins: synthesis, transport and assembly, *Ann. Rev. Plant Phys.* 32, 111–137.
- Ellner, H., 1998, Nachwachsende Rohstoffe in Brandenburg – Zukunftsaussichten unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit, *Die Grüne Bioraffinerie*, Berlin: B. Kamm, M. Kamm, K. Soyez.
- Enquete-Kommission/DB (Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“/13. Deutscher Bundestag), 1998, *Konzept Nachhaltigkeit – Vom Leitbild zur Umsetzung*; Abschlußbericht, Bonn: Deutscher Bundestag.

- Erbe, F. M. z., 1997, *Der Konflikt zwischen Grünlandwirtschaft und Naturschutz unter Berücksichtigung der Projektierung des Großschutzgebietes Hammeniederung*; in Reihe: Bremer Beiträge zur Geographie und Raumplanung, Bd. 31, Bremen: Gerhard Bahrenberg.
- Europäisches Parlament und Rat, 2000, Richtlinie 2000/60/EG des europäischen Parlaments und des Rates, vom 30. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich Wasserpolitik, L327/1.
- European Commission, 2000, *RTD info/28 December 2000*.
- Fiala, I., 2001, *Indikatoren im Konzept der Nachhaltigen Entwicklung*, 2001–12–06 <[http://www.bmu.gv.at/u\\_nachhalt/nachhaltigkeit/index.html](http://www.bmu.gv.at/u_nachhalt/nachhaltigkeit/index.html)>.
- Filler, G. und Jaster, K., 1997, Betriebswirtschaftliche Aspekte der kombinierten Futter-, Energie- sowie Chemiegundstoff- und Veredelungsproduktion, 1. Symposium „Grüne Bioraffinerie“, Brandenburgisches Umweltforschungszentrum Neuruppin.
- Förderungsgemeinschaft nachhaltige Landwirtschaft, 2002, *Lexikon der Landwirtschaft*; Güner Pfad <<http://www.fnl.de/gruenerpfad/lexikon>>.
- Forschungsforum BMWF, o.J., *Das Konzept der sanften Chemie*; <<http://www.bmwf.gv.at/6extern/forschungsforum/d/rohstrat.htm>>.
- France Luzerne, 2001, Firmeninformation: Alfalis Dossier PX.
- Friedl, A., 2003, Institut für Verfahrenstechnik, TU-Wien.
- Geissler, S., Gangelberger, Erika, 2001, *Rohstoff Landschaft. Die Nutzung flächengebundener Energieträger und nachwachsender Rohstoffe als Determinante der Kulturlandschaftsentwicklung, Themenheft Multikriterielle Bewertung von Kulturlandschaftsszenarien.*, Vienna: IFF/Österreichisches Ökologieinstitut.
- Gerngross, T. U. und Slater, S. C., 2000, Wie grün sind grüne Kunststoffe?, *Spektrum der Wissenschaft*, 58–63.
- Gethmann, C. und Grunwald, A., 1996, Technikfolgenabschätzung: Konzeptionen im Überblick, Bad Neuenahr-Ahrweiler: Europäische Akademie zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technische Entwicklungen Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH.
- Glaeser, B., 2001, *The Changing Human-Nature Relationship*, Berlin: John Wiley.
- Graf, W., 2001, *Grundlagen für eine ökonomische Bewertung von Grasvergärungsanlagen in: BBK Zwischenbericht*, im Auftrag von: Kooperation, B.-B., Feldbach.
- Grass, S. und Hansen, G., 1999, Production of Ethanol or Biogas, Protein Concentrates and Technical Fibers from Clover/Grass, *The Green Bio-refinery-Second International Symposium*, Feldbach.
- Grass, S., Hansen, G., Siebert, M. und Müller, P. H., 1998, Production of ethanol, protein concentrate and technical fibers from clover/grass, *Die Grüne Bioraffinerie*, Berlin: B. Kamm, M. Kamm, K. Soyez.
- Greis, F., 2002, *Wörterbuch zur lokalen Agenda 21*; www; Letzte Aktualisierung: 2002 Universität Mainz <<http://www.uni-mainz.de/~forum/infos/lexikon.html>>.

- Grosch, B., 2001, *Strategien zur Reduzierung der Flächenversiegelungen in der räumlichen Planung sowie flankierende Instrumente – mit Schwerpunkt „gesplittete Abwassergebühren“*, Diplomarbeit, Institut für Wasserversorgung, Abwassertechnik, Abfalltechnik, Umwelt- und Raumplanung, Technische Universität Darmstadt Darmstadt <<http://www.iwar.bauing.tu-darmstadt.de/umwr/lehre/diploma/flaechv.pdf>>.
- GUT, 2002, *Müllentsorgungskosten*; Homepage Internet; 2002 <[www.gut.at](http://www.gut.at)>.
- Haberl, H., Amann, C., Bittermann, W., Erb, K.-H., Fischer-Kowalski, M., Geissler, S., Hüttler, W., Krausmann, F., Payer, H., Schandl, H., Schidler, S., Schulz, N., Weisz, H. und Winiwarter, V., 2001, *Die Kolonisierung der Landschaft. Indikatoren für nachhaltige Landnutzung*, März, Wien: IFF.
- Heier, W., 1983, Das Fraktionieren von Gras, *Grundl. Landtechnik* 33(2), 45–56.
- Heinz, V., 2002, Persönliche Information, in: Kromus, S., TU Berlin.
- Hennen, L., 1999, Partizipation und Technikfolgenabschätzung, in: Bröchler, S., Simonis, G. und Sundermann, K. (Hg.): *Handbuch Technikfolgenabschätzung*, Berlin: Rainer Bohn Verlag, 565–571.
- Holten, C. H., 1971, *Lactic Acid, Properties and Chemistry of Lactic Acid and Derivates.*: Verlag Chemie.
- Hönig, H. und Heidemann, K., 2000, *Regionales Entwicklungsleitbild Feldbach*, im Auftrag von: Feldbach, R. P. B., Steiermark, L. und EU <<http://www.raumplanung.steiermark.at/cms/dokumente/10014131/c9df6be2/feldbach.pdf>>.
- Hoppichler, J., 2003, Bundesanstalt für Bergbauernfragen. Persönliche Auskunft.
- Idler, C., 1994, *Einsatz von Milchsäure und Milchsäurepräparaten bei der biologischen Konservierung von Futtermitteln*. Bornimer Agrartechnische Berichte, Vol. 6.
- Idler, C. und Fuchs, H., 1995, Milchsäure konserviert Futtergetreide, *Landtechnik* 50 (1), 38–39.
- Jährig, H.-J., 1998, Anforderungen an die Grünlandbewirtschaftung zur nachhaltigen Landnutzung, *Die Grüne Bioraffinerie*, Berlin: M. Kamm, B. Kamm, K. Soyez.
- Janzing, B., 2001, Gras erneuert verbraucht Energie,, <<http://www.taz.de/pt/2001/04/28/a0133.nf/text>>.
- Jaster, K. und Filler, G., 1998, Betriebswirtschaftliche Aspekte der kombinierten Futter-, Energie- sowie Chemiegrundstoff- und Veredelungsproduktion, *Die Grüne Bioraffinerie*, Berlin: B. Kamm, M. Kamm, K. Soyez.
- Kamm, B. und Kamm, M., 1997, Die Grüne Bioraffinerie, *Die Grüne Bioraffinerie*, Berlin.
- Kamm, B. und Kamm, M., 1998a, *Die Grüne Bioraffinerie in: Beiträge zur ökologischen Technologie, Vol.5*, Berlin: Gesellschaft für ökologische Technologie und Systemanalyse e.V.
- Kamm, B. und Kamm, M., 1998b, Milchsäure(n) als grüne Biochemikalien, *Die Grüne Bioraffinerie*, Berlin: B. Kamm, M. Kamm, K. Soyez.

- Kamm, B. und Kamm, M., 2001, *Biobasierte Industrielle Produkte und Bioraffinerie-Systeme – Ein Weg in die industrielle Zukunft des 21. Jahrhunderts?*: Universität Potsdam <<http://www.tu-bs.de/institute/oekochem/ak-umweltchemie/PDF/bioraf.pdf>>.
- Kamm, B., Kamm, M., Richter, K., Linke, B., Starke, I., Narodoslowsky, M., Schwenke, K. D., Kromus, S., Filler, G., Kuhnt, M., lange, B., Lubahn, U., Segert, A. und Zierke, S., 2000a, Grüne Bioraffinerie Brandenburg.
- Kamm, B., Kamm, M., Richter, K., Reimann, W. und Siebert, A., 2000b, Formation of Aminium Lactates in Lactic Acid Fermentation., *Acta Biotechnol.* 20, 289–304.
- Kamm, M., Kamm, B., o.J., *Die Grüne Biorffinerie – Virtuelle Bioraffinerie und Diskussionsforum*; homepage; BIOPOS <[www.bioraffinerie.at](http://www.bioraffinerie.at)>.
- Kanatschnig, D., Fischbacher, C. und Schmutz, P., 1999, *Regionalisierte Raumentwicklung. Möglichkeiten zur Umsetzung einer Nachhaltigen Raumentwicklung auf regionaler Ebene.*, im Auftrag von: Entwicklung, Ö. I. f. n., Wien: Österreichisches Institut für nachhaltige Entwicklung.
- Kanatschnig, D. und Weber, G. (Österreichisches Institut für nachhaltige Entwicklung), 1998, *Nachhaltige Raumentwicklung in Österreich*; Endbericht, im Auftrag von: Bundesministerium für Umwelt Jugend und Familie, Nr. 4, Wien: ÖIN.
- Karlsson, P., Donecke, D. und Koolman, J., 1994, *Kurzes Lehrbuch der Biochemie für Mediziner und Naturwissenschaftler*: Georg Thieme Verlag Stuttgart New York.
- Kessler, W. und Dietl, W., 1997, *Unkrautregulierung in Naturwiesen*, Schweiz: Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaus.
- Kiel, P., 1997, Technologische Aspekte und Perspektiven von Gras Folgeprodukten in, „ *Die Grüne Bioraffinerie* “.
- Kinsella, J., 1976, Functional properties in foods, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 7, 219–280.
- Klooz, D., Schneider, T. und Basler, E., 2000, „Kernindikatoren-Set“ und „Nachhaltigkeits-Barometer“, *UMWELTPRAXIS* 25, 21–25.
- Knuckles, B. E., Edwards, R. H., Kohler, G. O. und Whitney, L. F., 1980, Flocculents in the separation of green and soluble white protein fractions from alfalfa., *J. Agric. Food Chem.* 28, 32–36.
- Koch, L., 1983, The Vepex process, in: Telek, L. (Hg.): *Leaf Protein Concentrates*: AVI Publishing Company Inc. Westport Connecticut.
- Koegl, R. G., Sreenath, H. K. und Straub, R. J., 1999, Alfalfa Fiber as a Feedstock for Ethanol and Organic Acids, *Applied Biochemistry and Biotechnology* 77–79, 105–115.
- Kohler, G. O. und Knuckles, B. E., 1977, Edible protein from leaves, *Food Technology* 31, 191–195.
- Koller, M., 1998, Ökologische Bilanzierung von Bioraffinerieprozessen, *Die Grüne Bioraffinerie*, Berlin: B. Kamm, M. Kamm, K. Soyecz.
- Kopfmüller, J., Brandl, V., Jörissen, J., Paetau, M., Banse, G., Coenen, R. und Grunwald, A., 2001, *Nachhaltige Entwicklung integrativ betrachtet, konstitutive Elemente, Regeln, Indikatoren*; in Reihe: Global zukunftsfähige Entwicklung- Perspektiven für Deutschland, berlin: Edition Sigma.



- Kromus, S., 1999, *Elaboration of a decentralized „Green Biorefinery“ for the Austrian Region of Feldbach – A sustainable Concept?*, Master of Science Thesis, Dep. of Env. Sciences-Environmental Systems Analysing Group, Wageningen Agricultural University (WAU) Wageningen.
- Kromus, S., 2000, *Die Grüne Bioraffinerie: Stoffliche und Energetische Nutzung von Gras – Ein Regionales und Europäisches Projekt*; <[www.graskraft.de](http://www.graskraft.de)>.
- Kromus, S., 2002a, BioRefSys. Persönliche Auskunft.
- Kromus, S., 2002b, Pers. Information: Fabrik der Zukunft.
- Kromus, S., 2003, BioRefSys. Persönliche Auskunft.
- Krotschek, C., 2001, *Ausgangspunkte und Ansatzpunkte*; <[www.komreg.de](http://www.komreg.de)>.
- Krumphuber, C., 2001, *Internetinfo: www.agrarnet.at*; Internet; <[www.agrarnet.at](http://www.agrarnet.at)>.
- Le Blansch, K., 2002, Linking the social and the environmental – some reflection on Dutch experiences, in: Ritt, T. (Hg.): *Informationen zur Umweltpolitik*, Wien: AK, 33–46.
- Lehmann, J. und Jorquera, M., 1999, *Luzerne – „Königin der Futterpflanzen“*: Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaus, Schweiz 1999.
- MAB-Nationalkomitee, Ö., 2000, *MAB-Forschungsbericht. Landschaft und Landwirtschaft im Wandel*, Wien: Österr. MAB-Nationalkomitee, Österreichische Akademie der Wissenschaften, BAL Gumpenstein.
- Madlener, R., 2001, How to Maintain Competition and Diversity? A socio-ecological-economic assessment of bioenergy options with a focus on CHP, *Socio-economic aspects of bioenergy systems: Challenges and opportunities.*, Rocky Mountain Region, Alberta, Canada.
- Madzingaidzo, L., 1999, *Technical, Economical and Environmental Perspectives in the Production of Chemicals from Renewable Resources – A Case Study on Lactic Acid Production and Purification*, PHD, Department of Environmental Biotechnology, IFA-Tulln, BOKU Wien Tulln.
- Madzingaidzo, L., Danner, H. und Braun, R., 1999, Membrane technology for lactic acid separation & purification, *The Green Biorefinery*, Feldbach, Austria.
- Mandl, M., 2003, Joanneum Research. Persönliche Auskunft.
- Mayer, C., Wytzens, H. K. und Buchgraber, K., 2000, Betriebsstruktur, Grünlandnutzungsintensität und Ertragsgeschehen: *Das Grünland im Berggebiet Österreichs*, 159–166.
- Mayer, I., 1997, *Debating Technologies*: Tilburg University Press.
- McGrath, D., 1988, Seasonal Variation in the Water-Soluble Carbohydrates of Perennial Italian Ryegrass under Cutting Conditions., *Irish J. Agric. Res.* 27, 131–139.
- MERCK, 1999, *Chemikalien, Reagenzien*: Merck.
- Mihalyi, B., 2003, Insitut für Verfahrenstechnik, TU-Wien.
- Mothes, R., Schwenke, K. D., Zirwer, D. und Gast, K., 1990, Rapeseed protein-polyanion interactions. Soluble complexes between the 2-S-protein fraction and phytic acid., *Die Nahrung* 34, 375–385.

- Mühle, H., 2000, *Der Syndrom-Ansatz – eine Möglichkeit für die Entwicklung von Nachhaltigkeitsindikatoren*, Leipzig-Halle  
<<http://www.itas.fzk.de/deu/tadn/tadn002/mueh00a.htm>>.
- Müller, K., 2002, *Symposium „Wissenschaft und Praxis der Landnutzung – Formen interner und externer Forschungs Kooperation; Letzte Aktualisierung: 20022002] GRANO*  
<<http://www.zalf.de/grano/InhaltRechts.html>>.
- Narodoslawsky, M., 1998, Die Situation der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Österreich, *Die Grüne Bioraffinerie*, Berlin: B. Kamm, M. Kamm, K. Soyez.
- Narodoslawsky, M., 2001, *Regionale Innovation durch Kommunikation; Komreg* <[www.komreg.de/tagung/narodoslawsky.html](http://www.komreg.de/tagung/narodoslawsky.html)>.
- ÖIN (Österreichisches Institut für nachhaltige Entwicklung), 1997, *Anforderungen an nachhaltige Technologien; Institutsgutachten, im Auftrag von: Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr, Wien: ÖIN.*
- Opielka, M., 2000, Zur sozialen und sozialpolitischen Dimension der Nachhaltigkeit, *Kommune 11*  
<<http://www.oeko-net.de/kommune/kommune11-00/dopielka.htm>>.
- Pal, J., 2001, *Sozio-ökonomische Vorgaben für eine tourismusorientierte Grünlandwirtschaft in den Alpen*, Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur Wien.
- Peissl, W., 2003, Institut für Technikfolgen-Abschätzung, ÖAW. Persönliche Auskunft.
- Pirie, N. W., 1966, Leaf protein as human food, *Science*, 1701–1705.
- Pirie, N. W., 1987, *Leaf Protein*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Pistrich, K. H., Mayer, C. und Wytzens, H. K., 2000, Sozioökonomik der Grünlandnutzungsintensitäten: *Das Grünland im Berggebiet Österreichs*, Wien, 135–142.
- Rautenbach, R., 1997, *Membranverfahren, Grundlagen der Modul- und Anlagenauslegung*, New York: Springer Verlag Berlin Heidelberg.
- Renn, O., Webler, T. und Wiedemann (Analysis, A. I. S. i. R.), 1995, *Fairness and Competence in Citizen Partizipation – Technology, Risk and Society*; in Reihe: *Technology, Risk, and Society*, Bd. 10, The Netherlands: Kluwer Academic Press.
- Ringpfeil, M., 2001, *Biobased Industrial Products and Bioraffinery Systems – Industrielle Zukunft des 21. Jahrhunderts?*  
<[www.biopract.de/Graphik/Green.pdf](http://www.biopract.de/Graphik/Green.pdf)>.
- Rogers, E. M., 1995, *Diffusion of Innovations*, 4. Aufl., New York: THE FREE PRESS.
- Rohrmoser, F., 2001, Erschließung neuer Formen der Konfliktbearbeitung in bäuerlichen Strukturfragen, *SWS-Rundschau* 4, 497–515.
- Ronzheimer, M., 2001, Vom Scheitern zum Siegen, *BerliNews*,  
<<http://www.berlinews.de/archiv/1597.shtml>>.
- Ropohl, G., 1997, Methoden der Technikbewertung, in: Westphalen, v. (Hg.): *Technikfolgenabschätzung als politische Aufgabe*, München: R. Oldenbourg Verlag, 177–202.

- Schnell, R., 2001a, *Mehr aus Gras mit der „Grünen Bioraffinerie“*; Grüne Liga Berlin <[www.grueneliga.de/berlin/informieren/rabe\\_ralf/rabe\\_archiv/03\\_04\\_2001/bioraffinerie.html](http://www.grueneliga.de/berlin/informieren/rabe_ralf/rabe_archiv/03_04_2001/bioraffinerie.html)>.
- Schnell, R., 2001b, *Strom und Wärme durch Biogaserzeugung aus Gras – Kraftwerk Wiese*, Berlin: Eurosolar 2001 <[www.graskraft.de/texte/eurosolar2001.html](http://www.graskraft.de/texte/eurosolar2001.html)>.
- Schnitzer, H., 1997, *Grundlagen für die Ausrichtung des ITF-Schwerpunktes „Nachhaltige Technik“*; Endbericht, im Auftrag von: Bundesministerium für Wissenschaft Verkehr und Kunst, Graz: Technische Universität, Institut für Verfahrenstechnik.
- Schnitzer, H., 1999, *Technologieszenarien einer nachhaltigen Wirtschaft: Österreichischer Cleaner Production Roundtable 1999. Tagungsband: Von Cleaner Production zum Nachhaltigen Wirtschaften*, Wien: Bundesministerien für Wissenschaft und Verkehr und für Umwelt, Jugend und Familie, 1–9.
- Schulte, E., 2000, *TA-Projekt „Nachhaltige Landwirtschaft und Grüne Gentechnik“ – Fazit und Ausblick*, Basel <<http://www.bats.ch/publications/report1-01/teil1.pdf>>.
- Schulz, H., 1996, *Biogas-Praxis*: Ökobuch-Verlag.
- Schuster, M., 2002, *Persönliche Kompetenz als Aspekt der sozialen Dimension nachhaltiger Entwicklung, Soziale Nachhaltigkeit: Von der Umweltpolitik zur Nachhaltigkeit?*, AK, Wien.
- Schwenke, K. D., 1992, *Food Protein*, Weinheim: VCH-Verl.-Ges.
- Schwenke, K. D. und Dahme, A., 1997, *Heat-induced gelation of rapeseed proteins: effect of protein interaction and acetylation.*, *J Am. Oil Chemists`Soc.* 74 No.12.
- Schwenke, K. D., Rauschal, E. J. und Robowsky, K. D., 1983, *Functional properties of plant protein; part IV. Foaming properties of modified proteins from faba beans*, *Die Nahrung* 27, 335–350.
- Sotoudeh, M. und Schidler, S., 2001, *Anforderungen an Methoden zur Bewertung Innovativer Technologien am Beispiel biologisch Abbaubarer Polymere*; Endbericht, im Auftrag von: BMLFUW, August 2001, Wien: ITA.
- Soyez, K., Kamm, B. und Kamm, M., 1998, *Die Grüne Bioraffinerie*; in: *Beiträge zur ökologischen Technologie, Vol.5*; Berlin: Gesellschaft für ökologische Technologie und Systemanalyse e.V.
- Spiegel-Online, 2001, *Power vom Bauer*; [Aufgerufen am: 30.7.2001 <[www.spiegel.de/spiegel/0.1518.148743.00html](http://www.spiegel.de/spiegel/0.1518.148743.00html)>].
- SRU (Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen), 1998, *Umweltgutachten 1998. Umweltschutz: Erreichtes sichern – Neue Wege gehen*; Bericht an den Deutschen Bundestag/13. Wahlperiode, Nr. 13/10195, Bonn: Deutscher Bundestag.
- Steiger, A., 1986, *Desinfektion*: Gustav Fischer Verlag Jena.
- Steinmüller, H., 1994, *Milchsäure aus Silagefermentationen*, *Endbericht*, im Auftrag von: Linz, Ö. I. f. K., Linz.
- Steinmüller, H. und Schneider, F., 1991, *Stellt Lignozellulose eine Alternative für die Österr. Landwirtschaft dar? (unpublished), Stellt Lignozellulose eine Alternative für die Österr. Landwirtschaft dar?*, Linz.

- Stockinger, A., 2003, Wirtschaftskammer Österreich. Persönliche Auskunft.
- Telek, L., 1983, Toxic Substances in Potential Plant Sources for Leaf Protein Preparation: *Leaf Protein Concentrates*, Connecticut: AVI Publishing Company.
- Tischer, M., 2001, *Unternehmenskooperation und nachhaltige Entwicklung in der Region*, Marburg: Metropolis-Verlag.
- Umweltbundesamt, 1998, *Nachhaltiges Deutschland: Wege zu einer dauerhaft umweltgerechten Entwicklung*, Berlin: Erich Schmidt.
- UN (United Nations), 1992, *Agenda 21: Programme of action for sustainable development. Rio declaration on environment and development. Statement of principles.*; The final text of agreements negotiated by governments at the UN Conference on environment and development, New York: UN.
- Universität Bremen, 2002, *Wasserwissen*; Letzte Aktualisierung: 2002 Institut für Umweltverfahrenstechnik <<http://www.wasser-wissen.de/abwasserlexikon/f/flaechenversiegelung.htm>>.
- van Buren, J. P. und Robinson, W. B., 1969, Formation of complexes between protein and tannic acid, *Agric. Food Chem.* 17, 772–777.
- von Gleich, A., 1999, Vorsorgeprinzip, in: Bröchler, S., Simonis, G. und Sundermann, K. (Hg.): *Handbuch Technikfolgen-Abschätzung*, Berlin: Sigma, 287–293.
- Woolford, M. K., 1984, The Silage Fermentation, *Microbiology Series 14*.
- Wörgetter, M., 2001, *Nachwachsende Rohstoffe in Österreich*, Wieselburg: Bundesanstalt für Landtechnik Wieselburg.
- Wytrzens, H. K. und Mayer, C., 2000, Sozioökonomische Bestimmungsgründe der Grünlandbewirtschaftungsintensität: *Das Grünland im Berggebiet Österreichs*, Wien, 143–150.
- Yorick, B. und Weenen, H. v., 2001, *Design for Sustainable Development. Crops for Sustainable Enterprise.*; <[www.eurofund.ie/publications/files/EF0048EN.pdf](http://www.eurofund.ie/publications/files/EF0048EN.pdf)>.
- Zayas, I. F., 1997, *Functionality of Proteins in Foods*: Springer Verlag Berlin.
- Zens, J., 1997, Gras macht den Pappbecher wasserdicht, *Wissenschaft*, <<http://www.berlinonline.de/suche/.bin/mark.cgi/wissen/wissenschaftsarchiv/1997/112/.html/berlin1.html?keywords=pappbecher>>.

# Abkürzungsverzeichnis

2B AG .....	Biomasse und Biogas Aktiengesellschaft
BAL .....	Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft, Gumpenstein
BMUJF .....	Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie
BMWA .....	Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit
b.R. ....	bestehende Ressourcen
BUWAL .....	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft in der Schweiz
BOKU.....	Universität für Bodenkultur
CSD .....	Commission on Sustainable Development der Vereinten Nationen
DGVE.....	Düngegroßvieheinheiten = jährliche Ausscheidung von 105 kg Stickstoff und 15 kg Phosphor.
EU .....	Europäische Union
HELP .....	High Intensity Electric Field Pulses
HGF .....	Helmholtz Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren
HIS .....	Zellaufschluss mittels elektrischer Hochspannungsimpulse
IFA .....	Interuniversitäres Forschungsinstitut für Agrarbiotechnologie, Tulln
ITA .....	Institut für Technikfolgen-Abschätzung, Wien
ITAS .....	Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse, Karlsruhe
k.I. ....	keine Information
KWK .....	Kraft-Wärme-Kopplung
LA21.....	Lokale Agenda 21
LPC.....	Leaf Protein Concentrates
LW.....	Landwirtschaft
MAB.....	Man And Biosphere Programme (UNESCO)
MAT .....	Milchaustauscher
NAWARO .....	NAchWAchsende Rohstoffe
n.b. ....	nicht bekannt
OECD.....	Organisation for Economic Co-operation and Development
ÖPUL .....	Österreichisches Programm zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft
pH.....	p = pondus, H = Hydrogenium, bezeichnet den Säuregehalt einer Substanz
PKN.....	Verhältnis zwischen Phosphor, Kalium und Stickstoff
PLA .....	Poly Lactic Acid, Polymilchsäure
QM .....	Qualitätsmanagement
R.W. ....	Regionalwirtschaft
SRU .....	Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen

TM.....	Trockenmasse
TS.....	Trockensubstanz
TU.....	Technische Universität
UNCED.....	United Nations Conference on Environment and Development
UNESCO.....	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UNO.....	United Nations Organisation
z.b.R.....	zu bildende Ressourcen