

## GRÜNE BIORAFFINERIE

EIN INNOVATIVES TECHNOLOGIEKONZEPT  
ZUR SCHAFFUNG EINER NACHHALTIGEN ROHSTOFFBASIS  
IM RAHMEN VON „FABRIK DER ZUKUNFT“



# GRÜNE BIORAFFINERIE – EIN INNOVATIVES TECHNOLOGIEKONZEPT ZUR VERWERTUNG VON ÜBERSCHÜSSIGER GRÜNLANDBIOMASSE



Mit dem Forschungs- und Technologieprogramm „Nachhaltig Wirtschaften“ hat das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

(bmvit) bereits 1999 eine Initiative gestartet, die die Umstrukturierung der Wirtschaft in Richtung Nachhaltigkeit effektiv unterstützen soll. Im Rahmen von mehreren Programmlinien werden seither Forschungs- und Entwicklungsprojekte so-wie Demonstrations- und Verbreitungsmaßnahmen unterstützt, die wichtige Innovationsimpulse für die österreichische Wirtschaft setzen. Die Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ hat das Ziel, richtungsweisende Pilotprojekte im Bereich nachhaltiger Technologieentwicklung zu forcieren. Modellbeispiele können innovative Produktionsprozesse, zukunftsweisende Produkte oder vorbildliche Betriebe sein. Die angestrebten Innovationssprünge finden in den Feldern „Technologie und Innovationen bei Produktionsprozessen“, „Nutzung nachwachsender Rohstoffe“ und „Produkte und Dienstleistungen“ statt. Die Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ wird auf Empfehlung des Rates für Forschung und Technologie aus Sondermitteln der Technologieoffensive der Bundesregierung finanziert.

■ In der österreichischen Landwirtschaft findet gegenwärtig (so wie auch in anderen europäischen Ländern) ein Strukturwandel statt, der gekennzeichnet ist durch einen Rückgang der Viehwirtschaft und der Milchproduktion. Die Folge davon ist eine Zunahme an ungenutzter Grünlandbiomasse (Gras) bzw. an nicht mehr bewirtschaftetem Grünland (Bracheflächen). Mittelfristig werden laut Schätzung der Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft (BAL)/Gumpenstein 750.000 Tonnen Trockenmasse pro Jahr von Wiesen österreichweit verfügbar sein. Mit Hilfe innovativer Technologiekonzepte zur Verwertung dieser überschüssigen Grünlandbiomasse, kann eine nachhaltige Rohstoffbasis für die Herstellung zukunftsweisender Produkte geschaffen werden. Ziel der Forschungsaktivitäten in diesem Bereich ist es, die Entwicklung neuer Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen mit hohem Marktpotenzial zu forcieren und damit auch zur Stärkung der regionalen Wirtschaft beizutragen. Gras soll in Zukunft nicht nur als Energiequelle dienen, sondern auch zur nachhaltigen Produktion von Chemikalien, biogenen Werkstoffen und Pflanzenfasern verwendet werden. Die Möglichkeit dazu bietet das Technologiekonzept der **Grünen Bioraffinerie**. Grundidee dabei ist es, dass in einem der Petrochemie nachempfundenen Konzept der Rohstoff Grünlandbiomasse (Gras, Klee, Luzerne

etc.) möglichst vollständig (Ganzpflanzennutzung) und ohne Erzeugung von Abfällen (zero-waste) in eine Vielzahl von **Produktgruppen** weiterverarbeitet wird.

Wichtiger Verfahrensschritt ist dabei die mechanische Fraktionierung der primären Rohstoffe in eine flüssige Fraktion (Presssaft) und in eine feste Fraktion (Presskuchen). Der Presssaft enthält wasserlösliche Wertstoffe (z.B. Milchsäuren und Aminosäuren), der Presskuchen besteht zum überwiegenden Teil aus Grasfasern verschiedener Größen.

Im Rahmen der Programmlinie „**Fabrik der Zukunft**“ wurden in mehreren Teilprojekten die Grundlagen für ein wirtschaftlich rentables Modell einer Grünen Bioraffinerie in Österreich erarbeitet. Das innovative Technologiekonzept wurde vom Kornberg Institut für nachhaltige Regionalentwicklung und angewandte Forschung und der Joanneum Research Forschungsgesellschaft in Kooperation mit Partnern aus Industrie und Wissenschaft entwickelt. Das Konzept wurde im Rahmen folgender Teilprojekte erarbeitet:

## Hauptprodukte der Grünen Bioraffinerie Österreich sind:

- Milchsäureprodukte als Grundstoff für Kunststoffe, Lösungsmittel, Lebensmittelindustrie
- Protein-Produkte als hochwertiges „gentechnikfreies“ Tierfuttermittel
- Faserprodukte, beispielsweise für Dämmstoffe, Bauplatten, Materialien für den Gartenbau, Spezial-Tierfutter
- Biogas/Grüner Strom

Foto: Joanneum Research



### 1 Grüne Bioraffinerie – Verwertung der Grasfaserfraktion

Projektleiter: Bruno Wachter, Michael Mandl, Herbert Böchzelt, Hans Schnitzer

### 2 Grüne Bioraffinerie – Gewinnung von Proteinen aus Grassäften

Projektleiter: Christian Krotscheck, Stefan Kromus, Werner Koschuh

### 3 Grüne Bioraffinerie – Gewinnung von Milchsäure aus Grassilagesaft

Projektleiter: Christian Krotscheck, Stefan Kromus

Alle drei Teilprojekte wurden 2003 abgeschlossen, in Folgeprojekten wird derzeit weiter an der Entwicklung der Grundlagen für die Realisierung der grünen Bioraffinerie in Österreich gearbeitet. Im Rahmen des Gesamtprojekts konnte ein Know-How Vorsprung gegenüber anderen europäischen Forschungsprojekten zu diesem Thema erreicht werden. Durch die Fortsetzung dieser Arbeiten und die Errichtung einer Pilotanlage könnte diese Technologieführerschaft weiter ausgebaut werden. Aufbauend auf den erfolgsversprechenden Forschungsergebnissen in Österreich, wird es nun verstärkt Aufgabe sein, Partner aus der Industrie zu finden, mit denen dieses Konzept weiterentwickelt und umgesetzt wird.

# GEWINNUNG VON PROTEINEN UND MILCHSÄURE AUS GRASSÄFTEN UND GRASSILAGESAFT

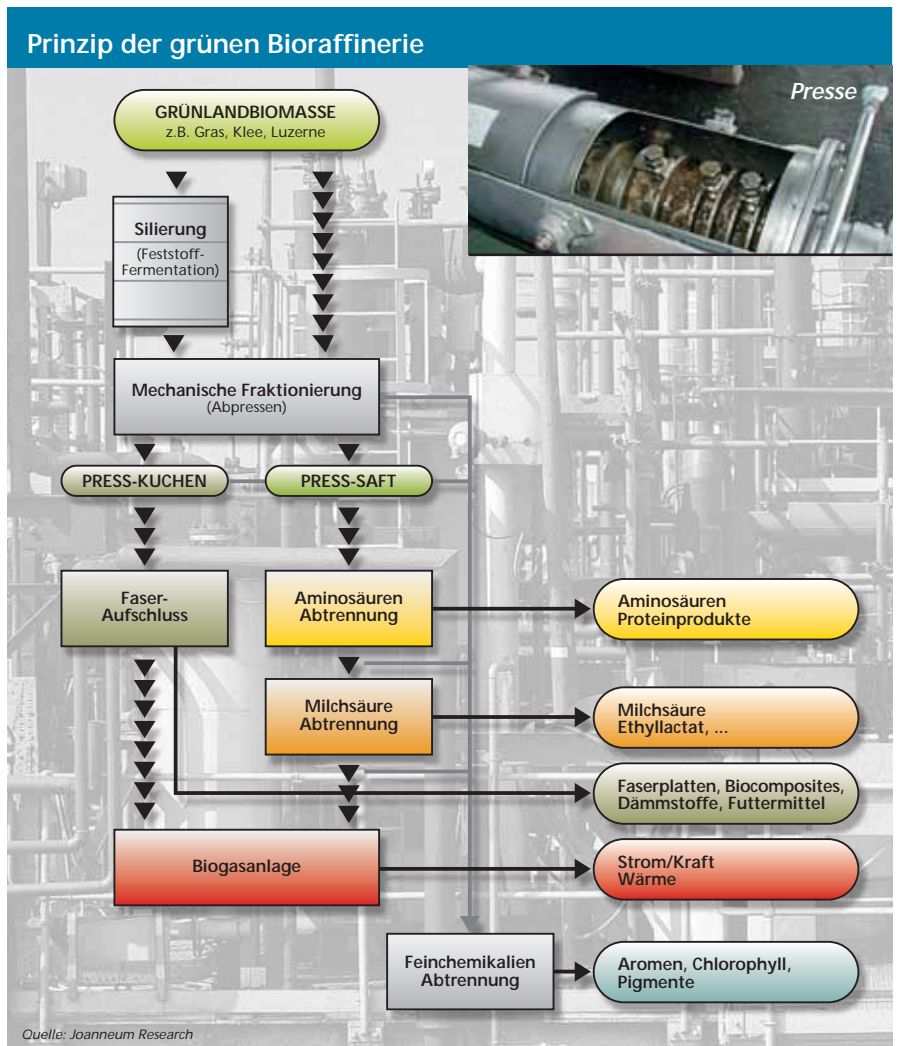
Das Konzept einer grünen Bioaffinerie für Österreich unterscheidet sich von anderen internationalen Konzepten dadurch, dass es besondere Rücksicht auf die regionalen Bedürfnisse für Österreich typischer, ländlicher Regionen nimmt. Ziel ist es, einen kontinuierlichen Ganzjahresbetrieb zu ermöglichen. Daher wird nicht nur frisches Wiesengras verarbeitet, sondern auch Grassilage, die in der Vegetationsperiode bereitet und im Silo gelagert wird. Aus dem in großer Menge verfügbaren und nachhaltig in der Landwirtschaft produzierbaren Rohstoff „Gras“ sollen in einer einzigen Fabrik mehrere, völlig unterschiedliche Produktgruppen hergestellt werden.

## Kennzeichen der Grünen Bioaffinerie sind:

- abfall- und emissionsfreie Gewinnung der Wertstoffe aus Gras (alle Restströme werden in einer Biogasanlage verwertet)
- Verzicht auf Hilfsstoffe in der Produktion
- autarker energetischer Betrieb der Anlage
- beispielgebend für Verfahren und Verarbeitungsarten von nachwachsenden Rohstoffen (die Herstellung von vielen Produkten aus nur einem Rohstoff/Rohstoffgemisch erhöht die Wirtschaftlichkeit der Produktionsprozesse)

## PROTEINE

Proteine sind hochwertige Bestandteile der Ernährung von Mensch und Tier; aber auch für technische Anwendungen wie z.B. für Klebstoffe und im Pharma- und Kosmetikbereich bilden sie einen wichtigen Rohstoff. Bisher wurde weltweit ausschließlich die Abtrennung von Blattproteinen aus frischen Grünpflanzen untersucht, was einen kostenintensiven Kampagnenbetrieb von Mai bis Oktober erfordert. Durch die Lagerung der Grünmasse in Form von Silage und die Gewinnung



von Proteinen aus Silagesaft könnte eine ganzjährige Produktion ermöglicht werden. Diese Form der Proteinerzeugung wurde bisher noch nicht umfassend erforscht. Im Rahmen der Konzeption einer Grünen Bioaffinerie für Österreich wurden im Teilprojekt „Gewinnung von Proteinen aus Grassäften“ folgende Aspekte untersucht:

- Unterschiede zwischen Grünmasse- und Silageproteinen in Struktur (Proteine, Peptide, freie Aminosäuren), Abtrennbarkeit und Verarbeitung
- Eignung von „gentechnikfreien“ Grassaftproteinen für die Verarbeitung hochwertiger Spezialfuttermittel (Milchaustauschfutter)
- Aufzeigen möglicher Produktalternativen zum Milchaustauschfutter

Dazu wurden Kooperationen mit Industriepartnern (z.B. dem Caseinhersteller LACTOPROT AG) und diversen Forschungseinrichtungen (TU Graz/Institut für ressourcenschonende und nachhaltige Systeme (RNS) und Institut für Biotechnologie, BAL Gumpenstein/ Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft, IFA Tulln/Abteilung für Umweltbiotechnologie) eingegangen.

Für die Versuche wurden verschiedene Arten von Grünlandbiomasse mit hohem Proteingehalt (Klee gras, Bastardraygras, Dauerwiese, Luzerne und Knautgras) erntefrisch und als Silage getestet. Es zeigte sich, dass mit den eingesetzten Technologien (Ultrafiltration und Koagulation/Zentrifugation) nur ein Teil des enthaltenen Rohproteins aus den Säften abtrennbar ist.





### Luzerne-Presssaft

Lediglich aus frischer Luzerne sind ausreichend hohe Proteinausbeuten erzielbar. Die Gewinnung eines Proteinkonzentrats aus frischer Luzerne wäre ein technologisch gangbarer Weg zu einem hochwertigen Produkt.

Der untersuchte Silagepresssaft beinhaltet nur rund 5 bis 10% des gemessenen Rohproteins des Ausgangsmaterials. Silagesaftproteine können daher wirtschaftlich sinnvoll mit keiner der erprobten Technologien in größerem Maßstab abgetrennt werden. Allerdings wurde in der Zusammensetzung der Silagesäfte ein hohes Potenzial an freien Aminosäuren festgestellt. Die Abtrennung dieser Aminosäuren erfordert einen größeren Technologieentwicklungsaufwand. Eine Analyse der Silage-Aminosäuren nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten zeigte aber, dass weitere Investitionen in die Entwicklung von neuen Trenntechnologien erforderlich sind.

## MILCHSÄURE

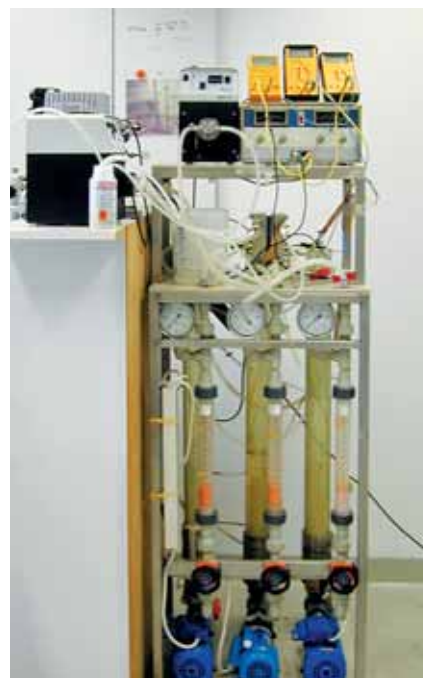
Milchsäure stellt einen gefragten Chemierohstoff dar, der für die Produktion von biologisch abbaubaren Kunststoffen, umweltfreundlichen Lösungsmitteln, speziellen Chemikalien sowie in der Lebensmittelindustrie eingesetzt wird. Für Milchsäure gibt es einen breiten nationalen und internationalen Markt. Derzeit importiert Österreich etwa 770 Tonnen Milchsäure pro Jahr. Das geschätzte Marktpotenzial liegt aber wesentlich höher bei etwa 15.000

Tonnen pro Jahr. Eine der günstigsten Varianten der Milchsäureerzeugung stellt die Feststofffermentation dar. Die Silierung, besonders von Grünmasse, ist eine Milchsäuregärung, wobei Milchsäure üblicherweise als Nebenprodukt anfällt und ihre konservierende Wirkung genutzt wird. Durch Verbesserungen in der Siliertechnik kann Milchsäure aber auch in so hohen Ausbeuten erzeugt werden, dass sie zu einem interessanten nutzbaren Produkt wird.

Die Gewinnung von Milchsäure aus Grassilage wurde bisher noch nicht in größerem Umfang erforscht. Im Rahmen des Teilprojekts „Gewinnung von Milchsäure aus Grassilagesaft“ wurden die Grundlagen für eine integrierte Abtrennungstechnologie entwickelt, mit der Milchsäure und Aminosäuren aus Grassilagesäften separiert und marktfähige Produkte erzeugt werden können.

Die Trockenmasse von Silagepresssäften besteht zu ca. 30% aus Milchsäure, zu 8 bis 22 % aus Zuckern, 24 bis 34 % aus Rohprotein und zu 23 bis 30 % aus Asche. 85 bis 100% des Rohproteins sind freie Aminosäuren. Die Produktion des Grassilagesafts stellt hohe Anforderungen an die Fraktionierungstechnik. Nach erfolgreichen ersten Versuchspressungen im Jahr 2001, bei denen die durchschnittliche Ausbeute an Milchsäure ca. 50% betrug, wurden im Jahr 2002 Doppelpressungen von feuchten Silagen mit Wiederbefeuchtung des

### Elektrodialyseanlage



ersten Presskuchens vorgenommen. So konnten Milchsäureausbeuten von ca. 85 % erreicht werden. Eine Pilotanlage zur Fraktionierung, Vorfiltration und Presskuchenaufbereitung wird in der Saison 2004 aufgebaut und ein Probetrieb absolviert.

Die Zusammensetzung der Grassilagesäfte (Milchsäure und freie Aminosäuren) zeigt ein hohes wirtschaftliches Potenzial. Die Abtrennung dieser Produkte erfordert aber die Entwicklung neuer komplexer Technologien. Eine interessante Alternative stellt z.B. die Nachfermentation des Saftes dar. Hier wurde in einem Versuch die Umwandlung des Zuckers in zusätzliche Milchsäure erfolgreich erprobt.

Zur Entwicklung neuer Abtrennverfahren wurde im Rahmen des Projekts eine Partnerschaft mit dem Institut für Lebensmitteltechnologie der Universität für Bodenkultur, Wien eingegangen. Hier wurden in der Folge verschiedene Verfahrensvarianten getestet und bewertet. Die vorgeschlagenen Varianten stellen eine Kombination aus Membranverfahren (Ultra- und Nanofiltration und Elektrodialyse) mit Chromatographie dar. Besonders mit Elektrodialyse konnten in einem zweistufigen Prozess Aminosäuren und Asche problemlos von der Milchsäure separiert werden, wobei Milchsäure mit einer Ausbeute von 91 % gewonnen wurde. In Kombination mit Chromatographieverfahren ist es voraussichtlich möglich, verschiedene Wertstofffraktionen zu gewinnen.

Weiters wurden Versuche zur Herstellung von Ethyllactat als „grünes“ Lösungsmittel durchgeführt. Hier zeigte sich, dass für eine nachhaltige Gestaltung des Prozesses noch weiterer Entwicklungsaufwand besteht. Mit Hilfe einer Wirtschaftlichkeitsrechnung wurde im Projekt der mögliche Kostenrahmen für diese Prozesstechnologie kalkuliert.

# VERWERTUNG DER GRASFASERFRAKTION

Rohstoffgewinnung – Charakterisierung der Fasern – Produktgruppen

■ Die Faserfraktion stellt in einer grünen Bioraffinerie mengenmäßig den größten Stoffstrom dar. Daher wird die Gesamtwirtschaftlichkeit einer solchen Anlage wesentlich vom Beitrag der Grasfaserverwertung abhängen. Im Rahmen des Teilprojekts „**Verwertung der Grasfaserfraktion**“ wurde neben der Recherche von Verwertungsmöglichkeiten und Versuchen zur mechanischen Fraktionierung der primären Rohstoffe eine Systematik zur Charakterisierung der Grasfasern entwickelt. In Grundlagenversuchen wurde die Eignung des Faserrohstoffs für die Herstellung verschiedener Faserprodukte getestet. Weiters wurden Grundlagen für die Planung und Realisierung einer grünen Bioraffinerie erarbeitet und eine Abschätzung der Wirtschaftlichkeit unter den in Österreich gegebenen Rahmenbedingungen vorgenommen.

Die Recherche nach Produkten, die „grasähnliche“ Pflanzenfasern als wesentliche Rohstoffe verwenden, ergab folgende prinzipielle Verwertungsmöglichkeiten für Grasfasern: Dämmstoffe (Platten, Matten, Vliese, Einblasdämmstoffe), Bauplatten (Span-, Faser-, MDF-, Feuerfestplatten), Materialien für den Garten- und Landschaftsbau (Mulch- und Pflanzsubstratmatten, Torfersatz etc.), faserverstärkte Verbundwerkstoffe (BioComposites, Formpressteile für die Automobilindustrie), Verpackungsmaterialien, Zuschlagstoff in diversen

## Compounds-Extruderdüse



Foto: W. Stadlbauer

## Graspellets



Foto: W. Haslinger, FH Wiener Neustadt

Bauprodukten (Ziegel, Putze, Mörtel, Spachtelmasse), Gipsfaserplatten, Papier & Zellstoff, Bioenergie (Brennstoffpellets, Biogas) und Futtermittel (Pellets).

Für die Silier- und Abpressversuche wurden die Grasarten Knaulgras, Ryegras, Weizengras, Luzerne, Klee gras und gemischte Gräser und Kräuter aus unterschiedlichen Wiesen getestet. Die Versuche zur mechanischen Fraktionierung ergaben zufriedenstellende Ergebnisse. Die Rohfaserausbeuten im Presskuchen betragen ca. 300 kg /t TS (Trockensubstanzgehalt) was 95 % der im Ausgangsmaterial enthaltenen Rohfasermenge entspricht. Bei der Analyse der Faserqualitäten zeigte sich, dass Grasfasern in Hinblick auf Zugfestigkeit, Dehnung und Feinheit vergleichbar sind mit Bastfasern, wie Jute oder Hanf. Da sie aber eine sehr geringe Biegefestigkeit aufweisen, eignen sie sich nicht für textile Anwendungen. Daher sollte sich die Suche nach möglichen Produkten auf die Nutzung des gesamten Grasstängels/-blatts konzentrieren.

Folgende **Verwertungsmöglichkeiten der Grasfaserfraktion** erwiesen sich in den Versuchen als prinzipiell machbar und können in Folgearbeiten weiterentwickelt werden:

### ■ Dämmstoffplatten

Grasfaserplatten zeigen in Hinblick auf Rohdichte, Druckspannung sowie Wärme- und Schalldämmwirkung gleich gute Qualitäten wie die im Wettbewerb stehenden Holzwoleleichtplatten. Die Werte für Biegefestigkeit und Wasserbeständigkeit waren aber bei den untersuchten Grasplatten nicht zufriedenstellend. Ein noch ungelöstes Problem stellt auch die Geruchsentwicklung der Grasfaserplatten dar. In weiteren For-

### Faserplatten und Pflanztöpfe



Foto: Joanneum Research

schungsarbeiten sollten Lösungen für diese beiden Problemfelder entwickelt werden. Hohes Potenzial weist das Grasfasermaterial als Schalldämmstoff auf.

### ■ Materialien für den Garten- und Landschaftsbau

Die Verwendung der Grasfaserfraktion als Rohstoff für die Herstellung von Mulchmatten und Pflanztöpfen scheint prinzipiell machbar. Bei diesen Produkten ist auch eine Geruchsemission von Grasfasern eher akzeptierbar. In Folgearbeiten sollte in Zeitstandsversuchen unter Freilandbedingungen die Praxistauglichkeit dieser Produkte überprüft werden. Auch sollte in weiteren Versuchen die Eignung des Materials für andere Produktgruppen, wie Begrünungs- und Erosionsschutzmatten, Torfersatzprodukte, Produkte für Friedhofsflorestik etc. abgeklärt werden.

### ■ Futtermittelpellets

Zunächst wurden Versuche zur Pelletierung des Presskuchens verschiedener Grasarten mit unterschiedlichen Vorbehandlungsstufen durchgeführt. Es ist dabei gelungen, aus dem Presskuchen ohne Bindemittelzusatz qualitätsvolle Grasfaserpellets herzustellen. Die getesteten Pellets aus siliertem Klee gras bzw. grüner Luzerne eignen sich sowohl als Rauhfutter in der Heimtierernährung als auch als Rauhfutterkomponente bei der Produktion von Alleinfuttermitteln für Nagetiere.

Die im Rahmen dieses Projekts durchgeführten Untersuchungen zu den Verwertungsmöglichkeiten der Faserfraktion haben prinzipiell zu positiven Ergebnissen geführt. In weiteren Forschungsarbeiten sollen die Produktalternativen weiterentwickelt und die Voraussetzungen für die Realisierung der grünen Bioraffinerie geschaffen werden.

## DIE „ÖSTERREICHISCHE GRÜNE BIORAFFINERIE“ IM INTERNATIONALEN VERGLEICH

M. Narodoslawsky

Das Konzept der Bioraffinerie ist zunächst ein allgemeines Technologiekonzept, das für die Fraktionierung (also die getrennte Nutzung) von Produkten aus der Verarbeitung nachwachsender Rohstoffe steht. Dabei sind international unterschiedliche Trends der Technologieentwicklung erkennbar. Grundsätzlich ergibt sich eine Unterscheidung der Ansätze aus der Rohstoffsituation: Während die Konzepte bei stark ligninhaltigen Rohstoffen (Holz, Holzreste, etc.) meist über einen thermischen Aufschluss (Vergasung, Hydrierung) zu Synthesegas oder flüssigen niedrigmolekularen Produkten führen, so sind bei grüner Biomasse (aber auch bei biogenen Reststoffen aus tierischer und pflanzlicher Quelle) meist mikrobielle Umsetzungsschritte als erste Verfahrensstufe vorgesehen.

Technologiekonzepte dieser Kategorie (davon existieren bereits realisierte Anlagen) unterscheiden sich insbesondere in ihren Produktpaletten und ihren mikrobiellen Umsetzungsschritten. Eine große Gruppe dieser Konzepte sieht die Trennung des frischen Grases in eine feste und flüssige Phase vor. Dazu gehören Entwicklungen in Deutschland (Brandenburg), der Schweiz und Dänemark. Die feste Phase wird zur Fasergewinnung (etwa für Dämmstoffe, Schweiz, 2B AG) verwendet. Die flüssige Phase wird biotechnologisch verarbeitet. Die Zielprodukte der Weiterver-

arbeitung variieren je nach Konzept und Marktlage, wobei die Herstellung von Lysin (Dänemark), Milchsäure und Lysin sowie andere Feinchemikalien (Deutschland) bzw. (durch Abtrennung) Proteinkonzentrat und die Einspeisung in eine Biogasanlage (Schweiz) den derzeitigen Stand der Technik umreißen. Von diesen Konzepten sind insbesondere das dänische und das schweizerische bereits umgesetzt.

In diese Klasse ist auch die „Österreichische Grüne Bioraffinerie“ einzuordnen. Das Alleinstellungsmerkmal dieses Konzeptes ist die Verwendung der (dezentralen) Silage als Umsetzungsschritt. Im Gegensatz zu anderen Verfahren wird hier die biotechnische Umsetzung in der Festphase betrieben. Die Fraktionierung erfolgt nach der Silage. Zielprodukte sind hier Milchsäure (aus der Silage) sowie Aminosäuren, die aus dem abgepressten Silagesaft gewonnen werden. Die feste Phase wird entweder der Fasergewinnung zugeführt (vergleichbar mit dem Schweizer Ansatz) oder in der Fütterung verwertet oder einer Biogasanlage zugeführt, um den Energieinhalt zu nutzen.

Eine wichtige neue Rahmenbedingung entsteht durch die Entwicklung in den USA, wo in großen Mengen nachwachsende Rohstoffe (Mais, Getreide) zu Milchsäure und daraus erzeugten Produkten verarbeitet werden.

### FORSCHUNGSFORUM im Internet:

[www.NachhaltigWirtschaften.at](http://www.NachhaltigWirtschaften.at)

in deutsch und englisch

Eine vollständige Liste der Schriftenreihe „*Berichte aus Energie- und Umweltforschung*“ des bmvit mit Bestellmöglichkeit findet sich auf der HOMEPAGE: [www.NachhaltigWirtschaften.at](http://www.NachhaltigWirtschaften.at)

## IMPRESSUM

FORSCHUNGSFORUM informiert über ausgewählte Projekte aus dem Bereich „Nachhaltig Wirtschaften“ des bmvit.  
Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie; Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien;  
Leitung: Dipl. Ing. M. Paula; Renngasse 5, A-1010 Wien. Fotos und Grafik: Joanneum Research, Kornberg Institut, Projektfabrik. Redaktion: Projektfabrik, A-1190 Wien, Nedergasse 23. Gestaltung: Grafik Design Wolfgang Bledl, [gdwb@ouncil.net](mailto:gdw@b@ouncil.net). Herstellung: AV-Druck, A-1030 Wien, Faradaygasse 6.

► FORSCHUNGSFORUM erscheint mindestens vierteljährlich und kann kostenlos abonniert werden bei:  
Projektfabrik, A-1190 Wien, Nedergasse 23, [versand@projektfabrik.at](mailto:versand@projektfabrik.at)

## PROJEKTTRÄGER

Grüne Bioraffinerie –

Verwertung der Grasfaserfraktion

B. Wachter, M. Mandl, H. Böchzelt,  
H. Schnitzer, et al.

Joanneum Research, Institut für Nachhaltige Techniken und Systeme (JOINTS),  
Ausstellung Hartberg, Hartberg 2003

Grüne Bioraffinerie – Gewinnung von Proteinen aus Grassäften

W. Koschuh, S. Kromus, C. Krotscheck  
Kornberg Institut für Nachhaltige Regionalentwicklung und angewandte Forschung, Steirisches Vulkanland Regionalentwicklung GmbH, Feldbach 2003

Grüne Bioraffinerie – Gewinnung von Milchsäure aus Grassilagesaft

C. Krotscheck, S. Kromus  
Kornberg Institut für Nachhaltige Regionalentwicklung und angewandte Forschung, Steirisches Vulkanland Regionalentwicklung GmbH, Feldbach 2003

Projektpartner und Autor des Beitrags

über die internationale Forschung:

Michael Narodoslawsky

Institut für ressourcenschonende und nachhaltige Systeme (RNS), TU Graz

Alle drei Studien sind im Rahmen der Programmlinie Fabrik der Zukunft entstanden und wurden in Zusammenarbeit mit zahlreichen weiteren Kooperationspartnern aus Wissenschaft und Industrie durchgeführt.

## INFORMATIONEN PUBLIKATIONEN

Die Endberichte zu den oben genannten Studien sind in der Schriftenreihe „Berichte aus Energie- und Umweltforschung“ des bmvit mit den Nummern 19/2003, 20/2003 und 3/2004 erschienen und erhältlich unter:

[www.NachhaltigWirtschaften.at](http://www.NachhaltigWirtschaften.at)

PROJEKTFABRIK

A-1190 Wien, Nedergasse 23/3

[versand@projektfabrik.at](mailto:versand@projektfabrik.at)