

Alternative Grünlandnutzung- Stoffliche Verwertung grüner Biomasse in der „Grünen Bioraffinerie“

M. NARODOSLAWSKY

Grüne Biomasse – Eine „nachhaltige Rohstoffbasis“ ?

Grüne Biomasse ist zwar für die Landwirtschaft ein traditioneller Basisrohstoff aber bisher kaum industriell genutzt. Der Grund dafür liegt hauptsächlich darin, dass bisher in der Landwirtschaft der Absatz von Gras und anderen Formen grüner Biomasse (Luzerne, Silomais, etc) in Form von Futter gesichert war. Die industrielle Nutzung grüner Biomasse war damit bisher eine Konkurrenznutzung zur traditionellen Landwirtschaft, eine Situation die den Aufbau kohärenter technischer Nutzungsschienen weitgehend verhindert hat.

Diese Situation hat sich in den letzten Jahren merklich verändert. Einerseits geht der Bedarf an grüner Biomasse in den traditionellen Einsatzbereichen der Milch- und Fleischerzeugung deutlich zurück. Andererseits ist Grünland ein wesentliches Element der Kulturlandschaft in Österreich. Die fortschreitende Verwaldung, ebenso wie der Druck anderer Kulturarten (insbesondere des Ackerbaus) und auch die Erweiterung von Siedlungsräumen sind konkurrenzierende Prozesse in der Kulturlandschaft, die auf Kosten des Grünlandes dann fortschreiten, wenn dieses keiner wirtschaftlich sinnvollen Nutzung mehr zugeführt werden kann. Damit würde bei Wegfall der ökonomischen Grundlage der Bewirtschaftung von Grünland auch der Charakter der Kulturlandschaft nachhaltig verändert. Eine solche Veränderung wiederum hätte wesentlichen Einfluss auf anderer Funktionen der Kulturlandschaft, sowohl als „Produktionsfaktor“ der Freizeit- und Tourismuswirtschaft als auch als Identifikationsfaktor für die Bürger einer Region, um nur einige wichtige Funktionen zu nennen. Es zeigt sich also, dass die Aufrechterhaltung der Nutzung von Grünland eine wichtige

Forderung aus der Sicht einer multifunktionalen, nachhaltigen Landwirtschaft darstellt. Die Nutzung kann aber nur dann aufrecht erhalten werden, wenn dem Landwirt entsprechende ökonomische Anreize geboten werden können. Hier kann die stoffliche, industrielle Nutzung der grünen Biomasse ansetzen.

Betrachtet man nun grüne Biomasse als Rohstoff aus der Sicht der Prozessindustrie, so bietet sich ein differenziertes Bild. Ein erster und wesentlicher Aspekt dieses Bildes ist die ökonomische Ausgangslage. Grüne Biomasse ist, verglichen mit fossilen Grundrohstoffen, kein billiger Rohstoff. Ein Preisvorteil gegenüber anderen Rohstoffquellen kann daher, selbst unter der Bedingung eines Angebotsüberschusses, nicht ausgenutzt werden.

Weitere Eigenschaften grüner Biomasse, die in Hinsicht auf ihre industrielle Nutzung wichtig werden, sind ihr dezentraler Anfall und ihre relativ geringe Transportdichte. Beide Eigenschaften zusammengenommen führen dazu, dass Großanlagen (d.h. Anlagen, die etwa in der Größenordnung von 100.000 und mehr Jahrestonnen an Rohstoff verarbeiten) kaum wirtschaftlich durchsetzbar sind, da die notwendigen Transportkosten limitierend werden.

Was Grüne Biomasse jedoch attraktiv für die industrielle Verarbeitung macht ist die Tatsache, dass sie ein komplexer Rohstoff mit vielen verschiedenen Inhaltsstoffen ist. Dies bedeutet, dass aus diesem Rohstoff eine vielfältige Produktpalette gewonnen werden kann. Die Hauptinhaltsstoffe sind dabei Fasern, Proteine und Zucker, allesamt wichtige Grundstoffe für die Prozesstechnik. Zusammen mit dem sicheren und zukünftig noch wachsenden Rohstoffangebot ergibt dies eine für die industrielle Nutzung interessante Basis. Als weiterer

Vorteil kann auch noch die natürliche Herkunft dieses Rohstoffes gewertet werden, da damit die Chance besteht, die Prozessindustrie auf eine nachhaltige und umweltschonende Basis zu stellen.

Technologische Herausforderung bei der Nutzung grüner Biomasse

Die Eigenschaften des Rohstoffes führen zu einer Reihe von Herausforderungen, denen sich ein erfolversprechendes industrielles Nutzungskonzept stellen muss. Der relativ hohe Preis und die Komplexität des Rohstoffes erfordern eine möglichst vollständige Nutzung und die Verarbeitung zu unterschiedlichen Produkten. Eine breite Produktpalette trägt dabei zur wirtschaftlichen Stabilität der industriellen Verarbeitung bei, da durch das Bedienen verschiedener Märkte eine gewisse Unabhängigkeit von Marktschwankungen erzielt werden kann.

Die dezentrale Produktion der des Rohstoffes und die geringen Transportdichten erfordern eine besonders sorgfältige Abwägung der Logistik, inklusive der Lagerung des (verderblichen) Rohstoffes. Es muss geklärt werden, ob zentrale oder dezentrale Verarbeitung (oder eine Mischung daraus) wirtschaftlich vorteilhaft ist. Es muss auch geklärt werden, inwieweit eine technische Nutzung mit den unvermeidlichen Qualitätsschwankungen eines Naturproduktes verträglich ist.

Schließlich sind sowohl Rohstoffqualität als auch die Randbedingungen der Logistik sehr stark von der jeweiligen regionalen Struktur von Wirtschaft und Landwirtschaft abhängig. Damit ist nicht zu erwarten, dass nur eine technologische Lösung für die Verarbeitung grüner Biomasse für alle Situationen gültig ist. Vielmehr muss die Technologie in vielen Aspekten an die jeweilige Region angepasst werden.

Autor: Univ.Prof. Dr. Michael NARODOSLAWSKY, Arbeitsgruppe Ressourcenschonende und Nachhaltige Systeme, TU Graz, Inffeldgasse 25, A-8010 GRAZ, e-mail: braunegg@ms.tugraz.at

Das Konzept der „Österreichischen Grünen Bioraffinerie“

Im Rahmen intensiver Forschungs- und Entwicklungsarbeiten ist in den letzten fünf Jahren ein Technologiekonzept entstanden, das die oben dargestellten Herausforderungen für viele Regionen in Österreich zu lösen im Stande ist. Das Konzept der österreichischen grünen Bioraffinerie geht von der relativ kleinteiligen Struktur der österreichischen Landwirtschaft aus und kombiniert zentrale und dezentrale Elemente in einem umfassenden Nutzungskonzept. Entsprechend diesem Konzept soll grüne Biomasse in

- Grundrohstoffe der chemischen Industrie
- Rohstoffe zur weiteren Verwendung innerhalb der Landwirtschaft
- Rohstoffe für Produkte für die Bauindustrie und
- Energiedienstleistungen

Umgewandelt werden. Damit kann für die österreichischen Rahmenbedingungen ausreichende Wertschöpfung und wirtschaftliche Stabilität erreicht werden und gleichzeitig den Landwirten ein ökonomischer Anreiz zur Bewirtschaftung von Grünland geboten werden, das sonst aus der Produktion genommen und mittelfristig einer anderen, für die Erhaltung der österreichischen Kulturlandschaft suboptimalen, Nutzung zugeführt würde. *Abbildung 1* zeigt dieses Konzept im Detail.

Das Konzept der österreichischen grünen Bioraffinerie weist folgende Charakteristika auf:

1. Das Zusammenspiel zwischen Zentralen und dezentralen Prozessschritten

2. Die Konzentration auf Milchsäure als Leitprodukt

3. Die Kombinierbarkeit mit Biogasanlagen

Ad 1) Im Konzept der österreichischen grünen Bioraffinerie wird die Biomasse zuerst einer Silierung unterzogen. Damit kann einerseits die sichere Lagerung des Rohstoffes gewährleistet und eine Verarbeitung der Biomasse rund um das Jahr erreicht werden. Dies hat Vorteile, da dadurch die Kosten der Verarbeitung gering gehalten werden können.

Im Laufe der Silierung entsteht Milchsäure. Diese Substanz ist jedoch nicht nur als Konservierungsmittel für die grüne Biomasse wichtig, sondern ist selbst ein wertvoller Industrierohstoff. Damit wird Lagerung und biochemische Reaktion in diesem Konzept kombiniert, was zu wesentlichen Kostenvorteilen führt.

Dezentral wird nun eine Fraktionierung der Silage in einen festen und einen flüssigen Anteil vorgenommen. Der flüssige Anteil enthält, neben der Milchsäure, auch noch Aminosäuren, die ebenfalls wertvolle Grundchemikalien für die chemische, biochemische und Nahrungsmittelindustrie darstellen. Dieser flüssige Anteil wird zur weiteren Aufarbeitung in eine zentrale Verarbeitungsanlage verbracht, wobei zur Senkung der Transportkosten ein Eindampfschritt dezentral erfolgen kann, wenn Überschussenergie (etwa aus einer Biogasanlage) vorhanden ist.

Der feste Anteil kann sowohl der Verfütterung als auch der Verstromung in einer Biogasanlage zugeführt werden. Auch eine weitere (zentrale) Verarbeitung zu Faserprodukten (etwa im Baustoffsektor) oder zu Futter für Kleintiere ist denkbar.

Ad 2) In der Silage fällt Milchsäure an, die als Produkt von größtem Interesse ist. Die Attraktivität dieses Rohstoffes ist insbesondere durch die breite Anwendungspalette gegeben. Milchsäure ist Ausgangsstoff für Polymere, Lösungsmittel, Lebensmittelzusätze, Enteisungsmittel, um nur einige Folgeprodukte zu nennen. Der globale Markt für Milchsäure nimmt derzeit sprunghaft zu, wobei die zunehmende Forderung nach kreislauffähigen Produkten eine wesentliche Triebfeder darstellt. Milchsäure entwickelt sich immer mehr zu einem Schlüsselprodukt nachhaltiger Prozesstechnik, was eine Stabilisierung des Weltmarktes für diese Substanz erst auf hohem Niveau erwarten lässt.

Ad 3) Eine wichtige Forderung für die grüne Bioraffinerie besteht darin, dass sie sich in bestehende oder entstehende Nutzungen von grüner Biomasse einpassen lässt. Durch die neue Situation am Energiemarkt, insbesondere durch neue Einspeisetarife für „grünen“ Strom, wird die Verwertung von Biomasse durch Biogasanlagen wirtschaftlich interessant. Die grüne Bioraffinerie ist hier als eine Technologie zu sehen, die zusätzliche Wertschöpfung zulässt, ohne die weitere Verarbeitung (insbesondere des festen Rückstandes) zu beeinträchtigen.

Wirtschaftliches Potential der grünen Bioraffinerie

Die Durchsetzung neuer Technologien ist davon abhängig, ob ausreichendes ökonomisches Potential vorhanden ist. Aus diesem Grund wurden während der technischen Entwicklung auch immer die wirtschaftlichen Chancen mit untersucht. Hier ist jedoch anzumerken, dass eine endgültige Wirtschaftlichkeitsanalyse erst dann möglich ist, wenn Erfahrungen aus Pilotanlagen verfügbar sind. Zum derzeitigen Entwicklungsstand sind jedoch gute Abschätzungen des Potentials möglich. *Tabelle 1* zeigt eine Abschätzung der möglichen Erträge aus einer grünen Bioraffinerie. Die kursiv geschriebenen Zahlen stellen dabei die (zumindest unter derzeitigen Randbedingungen) wahrscheinlichsten Erlöse dar. Wie einfach zu ersehen ist, stellt Milchsäure hier ein Schlüsselprodukt dar. Der Wert für den Erlös aus elektrischem Strom bezieht sich dabei nur auf die Verstromung der Restströme aus der Pro-

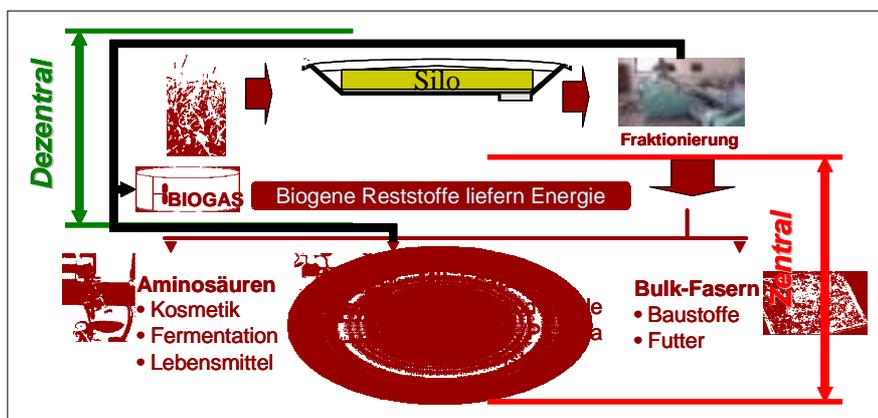


Abbildung 1: Technisches Konzept der „Österreichischen Grünen Bioraffinerie“

Tabelle 1: Mögliche Erträge aus Produkten der Grünen Bioraffinerie

Produkt	Erträge ca. kg/ha	Erlöse je kg von/ bis[Euro]	Erlös je ha/a von/bis
Faser	1400	0,11-0,2	154-280
Aminosäuren	1700	0,3-0,86	510-1460
Milchsäure	500	0,71-2	355-1000
Strom	2000kW/h	0,085	171
Summe			1190-2911

duktion selbst, nicht aber aus der Biogasanlagen, die den festen Reststoff verarbeiten.

Grundsätzlich zeigt *Tabelle 1*, dass das ökonomische Potential durchaus ausreicht, um die Entwicklung der grünen Bioraffinerie bis in die technische Realisierung voranzutreiben. Eine endgültige Optimierung der wirtschaftlichen Si-

tuation muss dabei in Rechnung stellen, dass die Nutzung der Faser konkurrierend zur Verwendung des festen Rückstandes in Biogasanlagen bzw. zur Fütterung stehen. Die Entscheidung, welcher dieser Wege beschritten wird hängt nicht zuletzt von der weiteren Entwicklung im Bereich der Verarbeitung von Grasfasern ab.

Abbildung 2 zeigt ein Beispiel für die Kostenstruktur einer grünen Bioraffinerie unter österreichischen Bedingungen. Auffällig dabei ist der relativ große Anteil der Rohstoffkosten, sowie der ebenfalls beträchtliche Personalkostenanteil. Letzterer ist damit zu erklären, dass die Mischung aus zentralen und dezentralen Prozessschritten arbeitsintensiv ist, und dass durch die relativ kleine Anlagengröße

ße der Zentralverarbeitung der Personalanteil grundsätzlich hoch ist.

Entwicklungsstand und Zukunftsperspektive

In den letzten fünf Jahren wurden, in internationaler Zusammenarbeit, die technischen Grundlagen einer auf Österreich angepassten grünen Bioraffinerie erarbeitet. Dazu wurden umfangreiche versuche im Labormaßstab, aber auch im halbtechnischen Maßstab durchgeführt. Diese Versuche haben gezeigt, dass die wesentlichen technischen Schritte (Milchsäuregewinnung, Aminosäuretrennung, Faserweiterverarbeitung) realisierbar sind. Unsicherheit besteht derzeit noch über die Wirtschaftlichkeit der Faserschiene, hier ist eine Optimierung gegenüber der Verwertung in Biogasanlagen notwendig.

Zur Zeit wird an der Erstellung einer Pilotanlage gearbeitet. Die Erkenntnisse dieser Anlage werden wesentlich darüber Aufschluss geben, inwieweit das ökonomische Potential tatsächlich ausgenutzt werden kann. Weiters werden endgültige Informationen über die technische Ausgestaltung einer grünen Bioraffinerie aus dem Betrieb der Pilotanlage erwartet.

Entsprechend den gängigen Entwicklungszeiträumen in der Prozesstechnik ist damit zu rechnen, dass etwa Ende 2004 ein industriell umsetzbares Konzept der österreichischen grünen Bioraffinerie erstellt werden kann. Ab diesem Zeitpunkt kann an die technische Realisierung im Industriemaßstab gedacht werden.

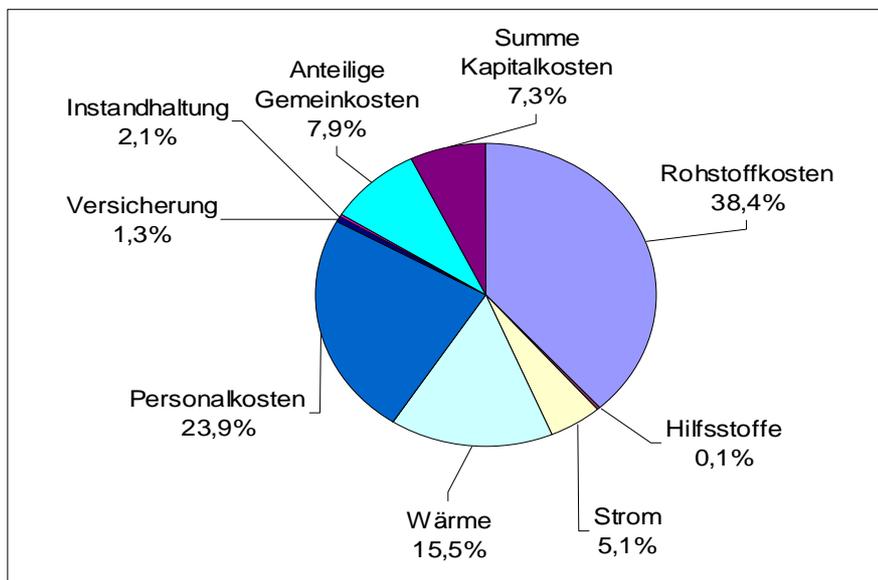


Abbildung 2: Kostenstruktur der grünen Bioraffinerie

