

FTI-Strategie für die biobasierte Industrie in Österreich

E. Ganglberger
T. Sturm



Berichte aus Energie- und Umweltforschung

38/2014

Impressum:

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: DI Michael Paula

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter
<http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

FTI-Strategie für die biobasierte Industrie in Österreich

Dr.ⁱⁿ Erika Ganglberger, DI Thomas Sturm

Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik (ÖGUT)

Wien, September 2014

Ein Projektbericht im Rahmen des Impulsprogramms

NACHHALTIGwirtschaften

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Vorbemerkung

In der Strategie der österreichischen Bundesregierung für Forschung, Technologie und Innovation ist festgehalten, dass der Forschung und Technologieentwicklung eine zentrale Bedeutung zur Lösung der großen gesellschaftlichen Herausforderungen zukommt. Dabei werden die nachhaltige Sicherung der Produktion sowie die Nutzbarmachung biogener Rohstoffe und Energieträger gefordert. Auch auf europäischer Ebene werden die Entwicklung der biobasierten Industrie und die Entwicklung und der Einsatz biobasierter Produkte gezielt gefördert, da nachhaltigen Industriekonzepten zukünftig eine entscheidende Rolle zugesprochen wird.

Das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit) setzte bereits im Jahr 2000 mit dem Programm „Fabrik der Zukunft“ wichtige Impulse für die Entwicklung innovativer und ressourceneffizienter Produktionsprozesse auf Basis nachwachsender Rohstoffe. Ab 2011 wurde das Themenfeld „Biobased Industry“ im Rahmen der neuen FTI Initiative „Produktion der Zukunft“ des bmvit weitergeführt und zahlreiche innovative Projekte finanziert. Insgesamt wurden über 240 Projekte mit einem Gesamtfördervolumen von 33 Mio. Euro gefördert. Dies führte bereits zu sichtbaren wirtschaftlichen Erfolgen: Bereits heute leisten Bereiche der biobasierten Industrie wichtige Beiträge zur positiven wirtschaftlichen Entwicklung in Österreich. So erwirtschaftet der Bereich Forst-Holz-Papier seit Jahren Exportüberschüsse und ist somit ein Aktivposten in der Österreichischen Außenhandelsbilanz. Auch andere Bereiche, wie beispielsweise die Stärkeindustrie sind in Österreich bereits sehr gut entwickelt. Zudem ist Österreich Technologieführer z.B. bei der Pyrolyse von Biomasse.

Für den Standort Österreich wird die Bedeutung der biobasierten Industrie in Zukunft noch stark steigen. Bei zielgerichteter Weiterentwicklung und entsprechendem Ausbau der biobasierten Industrie wird die Abhängigkeit von fossilen Rohstoffen und Energieträgern reduziert. Gleichzeitig verbleibt die Wertschöpfung im europäischen Raum. Um die Ausrichtung zukünftiger Forschungsschwerpunkte zu präzisieren und die erfolgreiche Umsetzung der Ergebnisse mit Hilfe von Begleitmaßnahmen und geeigneter Rahmenbedingungen bestmöglich zu unterstützen wurde mit zahlreicher Beteiligung von Industrie und Wissenschaft die nun vorliegenden „FTI-Strategie für die biobasierte Industrie in Österreich“ erarbeitet und Entwicklungspfade für die für Österreich wesentlichen Themenbereichen erstellt. Damit wurde eine wesentliche Orientierung für die FTI-Politik geschaffen und Beitrag zu der europaweit diskutierten Strategie der Bioökonomie geleistet.

DI Michael Paula

Leiter der Abteilung Energie- und Umwelttechnologie
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Danksagung

Die Erstellung der FTI-Strategie erfolgte unter breiter Einbindung von ExpertInnen und Stakeholdern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Verwaltung:

Dr. Edgar Ahn (BDI)
Mag. (FH) Martina Ammer (Umweltcluster Oberösterreich)
DI Leo Arpa (Mondi)
Mag. David Bernhard (Ecoduna)
Dr. Walter Böhme (OMV)
DI Andrea Bruckner (Österreichische Energieagentur)
Mag. André Buchegger (WKO)
DI Karl Deininger (Ziviltechnikerbüro DI Karl Deininger)
Dr. Mathias Drexler (ACIB)
Mag. Fritz Fahringer (BMVIT)
Dr. Reinhard Forstner (Transfercenter für Kunststofftechnik GmbH)
Dr. Anton Glieder (TU Graz)
Dr. Yvonne Groiss (Austropapier)
Dr. Dietmar Grill (Zuckerforschung Tulln)
Dipl. iur. Sabine Hesse (WKO)
DI Wolfgang Hofmair (Borealis AG)
Dr. Alois Jungbauer (ACIB GmbH)
Dr. Gerfried Jungmeier (Joanneum – IEA Task 42)
DI Gottfried Lamers (BMLFUW)
Dr. Franz Latzko (WKO)
Dr. Elmar Paireder (Umweltcluster OÖ)
Dr. Konrad Schaefer (Novartis Sandoz)
DI Peter Schintlmeister (BMWFW)
DI Gerold Schneider (FRITZ EGGGER GmbH & Co. OG)
DI Bettina Schrenk (Greiner Packaging GmbH)
Dr. Matthäus Siebenhofer (TU Graz)
DI Lorenz Strimitzer (Österreichische Energieagentur)
Dr. Alfred Teischinger (Wood K+)
DI (FH) Thomas Timmel (FLIPPR, COMET)
Dr. Horst Steinmüller (Energieinstitut, JKU Linz)
Mag. Caroline Vogl-Lang (BMLFUW)
Dr. Rupert Wimmer (IFA Tulln)
Dr. Andreas Windsperger (Institut für industrielle Ökologie)
Bernhard Windsperger, BSc (Institut für industrielle Ökologie)
DI Manfred Wörgetter (Bioenergy 2020+)
DI Robert Wurm (Bundesforschungszentrum Wald)
Mag. Martin Wurzl (FRITZ EGGGER GmbH & Co. OG)
Dr. Rolf Yaldez (Lenzing)
DI Mag. Johann Zimmermann (Naku)

Bei allen Mitwirkenden möchten wir uns an dieser Stelle für die gute Zusammenarbeit und das engagierte Einbringen Ihrer Expertise herzlich bedanken.

DI Theodor Zillner / René Albert, BSc
Thementeam Ressourcen
Abteilung Energie- und Umwelttechnologie
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung	7
2. Motivation	9
3. Vorgangsweise	10
3.1. Definition von biobasierter Industrie	10
3.2. Vision für die biobasierte Industrie in Österreich	10
3.3. Grundlagen der biobasierten Industrie	11
3.4. Aufzeigen von Entwicklungspfaden in wesentlichen Themenbereichen der biobasierten Industrie	11
4. Rohstoffe der biobasierten Industrie	12
4.1. Übersicht	12
4.2. Landwirtschaftliche Rohstoffe	12
4.3. Forstwirtschaftliche Rohstoffe	15
4.4. Algen als Rohstoff	18
5. Produkte der biobasierten Industrie	20
5.1. Übersicht	20
5.2. Bau- und Dämmstoffe	20
5.3. Biogene Verbundstoffe	20
5.4. Biopolymere	21
5.5. Biobasierte Bulkchemikalien	24
5.6. Biotreibstoffe	28
5.6.1. Treibstoffe aus Pflanzenöl / Biodiesel	28
5.6.2. Bioethanol	28
5.6.3. Synthetische Biotreibstoffe	28
5.7. Biogene Düngemittel	29
5.8. Biobasierte Spezialprodukte	31
5.8.1. Biobasierte Pharmaprodukte	31
5.8.2. Biobasierte Enzyme	32

6.	Verarbeitungsprozesse der biobasierten Industrie	33
6.1.	Überblick.....	33
6.2.	Fermentation.....	33
6.3.	Vergasung von Biomasse.....	34
6.4.	Pyrolyse von Biomasse	35
6.5.	Holzverarbeitung	36
6.6.	Neue Bioraffinerie-Konzepte	38
6.6.1.	Verwertung von Gras.....	38
6.6.2.	Verwertung von Mikroalgen.....	40
7.	SWOT-Analyse für biobasierte Industrie in Österreich.....	42
8.	Empfehlungen zur Stärkung der FTI-Aktivitäten der biobasierten Industrie in Österreich.....	43
8.1.	Integrierte Konzepte für energetische und stoffliche Nutzung von Biomasse.....	43
8.2.	Gesamtabschätzung zur ökologischen und ökonomischen Wirkung biobasierter Produkte	44
8.3.	Vernetzung und Kooperation.....	44
8.4.	Breite Positionierung der biobasierten Industrie in Österreich	44
8.5.	Gezielte (Forschungs-)förderung für Fragestellungen der biobasierten Industrie	45
8.6.	Marktseitige Maßnahmen	45
8.7.	Entwicklung in Kooperation mit klassisch gewachsenen Industrien	45
8.8.	Resümee	45
	Anhang 1.....	47
	Anhang 2.....	52
	Anhang 3.....	71

1. Zusammenfassung

Nachhaltigen Industriekonzepten wird zukünftig eine entscheidende Rolle zugesprochen. Auf europäischer Ebene werden die Entwicklung der biobasierten Industrie sowie die Entwicklung und der Einsatz biobasierter Produkte gezielt gefördert. In Österreich leisten bereits heute Bereich der biobasierten Industrie wichtige Beiträge zur positiven wirtschaftlichen Entwicklung. Auch zukünftig wird die biobasierte Industrie ein wesentlicher Wirtschaftsfaktor sein, denn bei zielgerichteter Weiterentwicklung und entsprechendem Ausbau der biobasierten Industrie verbleibt die Wertschöpfung im europäischen Raum.

Um im Bereich der biobasierten Industrie passende Rahmenbedingungen für zukünftige Forschungsschwerpunkte zu setzen und aussichtsreiche Entwicklungen forciert zu unterstützen, beauftragte das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie die Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik mit der Erstellung einer FTI-Strategie. Basierend auf den Ergebnissen der Studie „Am Weg zu einer biobasierten Industrie – Chancen für Österreich“ von A. Windsperger et al.¹, in der wesentliche Grundlagen im Bereich der forstwirtschaftlichen Rohstoffe erarbeitet wurden, und ergänzenden Erhebungen im Bereich der agrarischen Roh- und Reststoffe wurde eine auf die österreichische Industrielandschaft angepasste FTI-Strategie erarbeitet.

Die biobasierte Industrie ist in ihrer Gesamtheit äußerst vielschichtig und umfasst aus Sicht der Rohstoffbereitstellung land- und forstwirtschaftliche Biomasse, organische Reststoffe und neue Rohstoffe wie etwa Algen. Auf Produktebene bietet die biobasierte Industrie Lebensmittel und Futtermittel, Energieträger, Chemikalien und Materialien, wobei die vorliegende FTI-Strategie insbesondere den Non-Food-Bereich berücksichtigt. Die FTI-Strategie erhebt nicht den Anspruch, die biobasierte Industrie in seiner Gesamtheit zu erfassen, sondern fokussiert auf die für Österreich wichtigen Wirtschaftsbereiche der Lebensmittelindustrie, der chemischen und pharmazeutischen Industrie und der Holzverarbeitenden Industrie. Es werden Entwicklungsmöglichkeiten in der Rohstoffbereitstellung, auf Ebene der Verfahrenstechnik sowie auf Produktebene aufgezeigt und kurz- (nächste fünf Jahre), mittel- (bis 2025) und langfristige Ziele für den Ausbau der biobasierten Industrie in Österreich abgeleitet.

Um spezifische Aussagen im breiten Themenfeld der biobasierten Industrie zu erarbeiten, wurden Einzelinterviews mit Industrie-VertreterInnen der Lebensmittelindustrie, chemischen und pharmazeutischen Industrie sowie der Holzverarbeitenden Industrie durchgeführt. Die Interviews wurden genutzt, um die Stärken und Chancen der biobasierten Industrie in Österreich zu identifizieren, um künftige Entwicklungen auf Rohstoff-, Technologie- und Produktebene in Form von Entwicklungspfaden aufzuzeigen und um Empfehlungen, die eine Entwicklung der biobasierten Industrie in Österreich unterstützen, zu formulieren.

Die FTI-Strategie zeigt Entwicklungspfade in der Rohstoffbereitstellung (landwirtschaftliche Rohstoffe, forstwirtschaftliche Rohstoffe, Algen als Rohstoff), in der Produktentwicklung

¹ Windsperger A., Windsperger B., Timmel T., Steinmüller H., Lindorfer J., Wörgetter M., Bacovsky D., Sonnleitner A.; 2012: Research Agenda „Biobasierte Industrie“. BMVIT. Wien

(Bau- und Dämmstoffe, biogene Verbundstoffe, Biopolymere, Bulkchemikalien, Biotreibstoffe, Düngemittel, biobasierte Spezialprodukte) und auf Ebene der Verarbeitungsprozesse (Fermentation, Vergasung, Pyrolyse, Holzverarbeitung, neue Bioraffinerie-Konzepte) auf.

Dabei wurden folgende Handlungsempfehlungen zur Stärkung der biobasierten Industrie in Österreich als wesentlich erkannt:

1. Integrierte Konzepte für energetische und stoffliche Nutzung von Biomasse
2. Gesamtab schätzung zur ökologischen und ökonomischen Wirkung biobasierter Produkte
3. Breite Positionierung der biobasierten Industrie in Österreich
4. Vernetzung und Kooperation der Akteure/Stakeholder aus Verwaltung, Forschung und Wirtschaft
5. Gezielte (Forschungs)förderung für Fragestellungen der biobasierten Industrie
6. Marktseitige Maßnahmen
7. Entwicklung in Kooperation mit klassisch gewachsenen Industrien

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die biobasierte Industrie in Österreich auch zukünftig eine wichtige Rolle einnehmen wird, insbesondere wenn es gelingt, vorhandenes Know-how wertschöpfungsketten- und branchenübergreifend einzusetzen und weiterzuentwickeln und damit bisher ungenutzte Synergien zu nutzen.

2. Motivation

Aus ökologischen Gründen und wegen einer möglichen, in Zukunft zu erwartenden Verknappung der fossilen Ressourcen ist es von Interesse, ein zukünftiges Wirtschaftssystem auf Basis nachwachsender Rohstoffe zu schaffen. Es gibt Branchen wie die Holzverarbeitende Industrie, die traditionell Rohstoffe der Forstwirtschaft verarbeiten und damit als „biobasierte Industrie“ zu bezeichnen sind. Daneben gibt es Sektoren, die biobasierte Ausgangsstoffe einsetzen könnten, aktuell aber nicht erneuerbare Ressourcen nutzen. Oft sind die notwendigen Verfahren entwickelt, die konkrete Umsetzung scheitert an den Kosten, die – unter anderem bedingt durch geringere Produktionsvolumina – zu hoch sind, um wettbewerbsfähig zu sein. Dennoch wird die Entwicklung zu einer biobasierten Industrie als vielversprechend erkannt, denn bei entsprechender Systemgestaltung werden deutliche ökologische Verbesserungen erzielt, die Wertschöpfung verbleibt im europäischen Raum und die Abhängigkeit von überwiegend importierten, nicht erneuerbaren Rohstoffen wird verringert.

Um im Bereich biobasierte Industrie passende Rahmenbedingungen für zukünftige Forschungsschwerpunkte zu setzen und aussichtsreiche Entwicklungen forciert zu unterstützen, beauftragte das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie die Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik mit der Erstellung einer FTI-Strategie. Basierend auf den Ergebnissen der Studie „Am Weg zu einer biobasierten Industrie – Chancen für Österreich“ von A. Windsperger et al.², in der wesentliche Grundlagen im Bereich der forstwirtschaftlichen Rohstoffe erarbeitet wurden, und ergänzenden Erhebungen im Bereich der agrarischen Roh- und Reststoffe wurde eine auf die österreichische Industrielandschaft angepasste FTI-Strategie erarbeitet.

Wesentliche Inhalte zur Erstellung der FTI-Strategie sind

- Definition von kurz-, mittel- und langfristigen Zielen für den Ausbau der biobasierten Industrie in Österreich auf Basis einer Potenzialanalyse und
- Empfehlungen zur Förderung der Entwicklung der biobasierten Industrie in Österreich.

Die biobasierte Industrie ist in ihrer Gesamtheit äußerst vielschichtig und umfasst aus Sicht der Rohstoffbereitstellung land- und forstwirtschaftliche Biomasse, organische Reststoffe und neue Rohstoffe wie etwa Algen. Auf Produktebene bietet die biobasierte Industrie Lebensmittel und Futtermittel, Energieträger, Chemikalien und Materialien, wobei die vorliegende FTI-Strategie insbesondere den Non-Food-Bereich berücksichtigt. Die FTI-Strategie erhebt nicht den Anspruch, die biobasierte Industrie in seiner Gesamtheit zu erfassen, sondern fokussiert auf die wesentlichen Wirtschaftsbereiche und Industriesektoren Österreichs. Es werden Entwicklungsmöglichkeiten in der Rohstoffbereitstellung, auf Ebene der Verfahrenstechnik sowie auf Produktebene aufgezeigt und kurz-, mittel- und langfristige Ziele für den Ausbau der biobasierten Industrie in Österreich abgeleitet.

² Windsperger A., Windsperger B., Timmel T., Steinmüller H., Lindorfer J., Wörgetter M., Bacovsky D., Sonnleitner A.; 2012: Research Agenda „Biobasierte Industrie“. BMVIT. Wien

3. Vorgangsweise

Die Erstellung der FTI-Strategie wurde mit einem ExpertInnenworkshop gestartet, an dem ExpertInnen aus Wissenschaft, Wirtschaft und Verwaltung teilnahmen. Dabei wurde ein gemeinsames Verständnis zum Begriff der biobasierten Industrie geschaffen und eine gemeinsame Vision für die biobasierte Industrie in Österreich entwickelt.

Da sich die biobasierte Industrie auf Rohstoff-, Verarbeitungs- und Produktebene sehr divers darstellt, wurden im Weiteren für Österreich relevante Entwicklungspfade der biobasierten Industrie festgelegt. Für diese wurden – ausgehend von Potenzialanalysen – Interviews mit Industrie-VertreterInnen durchgeführt und Entwicklungsziele aufgezeigt. Die zusammengeführten Ergebnisse wurden – ähnlich dem ExpertInnenworkshop am Projektanfang – mit der Community diskutiert (Großes Dankeschön an Dr. G. Jungmeier, Joanneum Research, Country Representative IEA Bioenergy Task 42 „Biorefining“³, für sein ausführliches Feedback).

3.1. Definition von biobasierter Industrie

Da der Bereich der biobasierten Industrie eine Vielzahl von Ausgangsstoffen, Technologien und Produkten umfasst und entsprechend unterschiedlichste Märkte, Dienstleistungen und Industriesparten potenziell miteinschließt, war es wichtig, bereits im Vorfeld auszuformulieren, was in der FTI-Strategie unter biobasierter Industrie gefasst wird. Die Festlegung erfolgte im Rahmen des ExpertInnenworkshops.

Die biobasierte Industrie ist eine Industrie, die nicht fossilen biogenen Kohlenstoff vorrangig stofflich nutzt, wobei in Summe eine effiziente, möglichst vollständige und nachhaltige Verwertung der Biomasse angestrebt wird.

3.2. Vision für die biobasierte Industrie in Österreich

Im Rahmen des ExpertInnenworkshops wurde folgende langfristige Vision für die biobasierte Industrie gemeinsam ausformuliert:

Im Sinne einer „Biobased Future“ erfolgt ein gesellschaftlicher Wandel in Richtung Nachhaltigkeit und Produkte der biobasierten Industrie bestehen im Wettbewerb. Die Flächenproduktivität wird erhöht und vorhandene Ressourcen werden bestmöglich hinsichtlich aller Dimensionen der Nachhaltigkeit genutzt. Durch Systemintegration werden Synergien nutzbar, durch Vernetzung und Technologie-Kombinationen gelingen Innovationen, die Flexibilität hinsichtlich Stoffspezifikation, Rohstoff und Prozess ermöglichen. Dadurch stärkt die biobasierte Industrie die nationale Wirtschaft und erhöht die lokale Wertschöpfung.

³ Im Rahmen der österreichischen Mitarbeit in der IEA Forschungskoooperation, die vom bmvit finanziert wird.

3.3. Grundlagen der biobasierten Industrie

Die Recherche-Ergebnisse zum Status Quo der biobasierten Industrie und der Rohstoffpotenziale in Österreich sowie die Einbindung der biobasierten Industrie in europäische Aktivitäten finden sich in den Anhängen 1 bis 3 (Anhang 1: Die biobasierte Industrie in Österreich, Anhang 2: Rohstoffe der biobasierten Industrie, Anhang 3: Relevante EU-Initiativen und -Strategien).

Die Recherche zum Status Quo der biobasierten Industrie zeigte, dass in Österreich die größte Wertschöpfung pro Unternehmen im Bereich der pharmazeutischen Industrie erzielt wird, gefolgt von der Papierindustrie. Die Bereiche der chemischen Produktion und der Gummi- und Kunststoffwaren weisen sektoral betrachtet die größte Bruttowertschöpfung auf. Auch deren Bruttowertschöpfung liegt deutlich über dem Durchschnitt des gesamten produzierenden Bereichs.

Die Rohstoff-Recherche zeigte, dass in Österreich sowohl agrarische als auch forstliche Roh- und Reststoffe in großen Mengen vorhanden sind. Zu den landwirtschaftlichen Rohstoffen zählen einerseits Produkte des Ackerbaus und deren Reststoffe, zum anderen die Grünlandbiomasse. Als landwirtschaftliche Reststoffe fallen hauptsächlich Wirtschaftsdünger, Blattabfälle sowie Stroh an. Die forstlichen Roh- und Reststoffe umfassen Sägerundholz, Industrieholz und Energieholz, wobei das in Österreich anfallende Holz ein begehrter Rohstoff sowohl für die stoffliche als auch für die energetische Nutzung ist.

3.4. Aufzeigen von Entwicklungspfaden in wesentlichen Themenbereichen der biobasierten Industrie

Um spezifische Aussagen im breiten Themenfeld der biobasierten Industrie zu erarbeiten, wurden Einzelinterviews mit VertreterInnen der Lebensmittelindustrie, chemischen und pharmazeutischen Industrie sowie der Holzverarbeitenden Industrie durchgeführt. Die Interviews wurden genutzt, um eine Einschätzung der biobasierten Industrie in Österreich insbesondere hinsichtlich der Stärken und Chancen zu gewinnen, um künftige Entwicklungen auf Rohstoff-, Technologie- und Produktebene in Form von Entwicklungspfaden aufzuzeigen und um Empfehlungen, die eine Entwicklung der biobasierten Industrie in Österreich unterstützen, zu formulieren.

Weiters wurden Entwicklungspfade in der Rohstoffbereitstellung (landwirtschaftliche Rohstoffe, forstwirtschaftliche Rohstoffe, Algen als Rohstoff), in der Produktentwicklung (Bau- und Dämmstoffe, biogene Verbundstoffe, Biopolymere, Bulkchemikalien, Biotreibstoffe, Düngemittel, biobasierte Spezialprodukte) und auf Ebene der Verarbeitungsprozesse (Fermentation, Vergasung, Pyrolyse, Holzverarbeitung, neue Bioraffinerie-Konzepte) erarbeitet.

4. Rohstoffe der biobasierten Industrie

4.1. Übersicht

Basierend auf den Ergebnissen der Rohstoff-Recherche, die zeigte, dass in Österreich sowohl agrarische als auch forstliche Roh- und Reststoffe in großen Mengen vorhanden sind, wurden Entwicklungspfade für folgende Rohstoffe erstellt:

- Landwirtschaftliche Rohstoffe
- Forstwirtschaftliche Rohstoffe
- Algen als Rohstoff

4.2. Landwirtschaftliche Rohstoffe

In der österreichischen Landwirtschaft zeichnet sich ein deutlicher Strukturwandel ab, der sich seit mehr als zwei Jahrzehnten durch einen anhaltenden Rückgang an landwirtschaftlichen Betrieben bemerkbar macht. Eine Möglichkeit um diesem Strukturwandel entgegen zu wirken, besteht darin, der heimischen Landwirtschaft zukünftig eine wichtige Rolle als Rohstoff-Lieferant der biobasierten Industrie zu geben. Aus diesem Grund sind technologische Konzepte zur Nutzung heimischer bzw. lokaler Rohstoffe ein wesentlicher Beitrag zur heimischen Wertschöpfung.

Durch den Rückgang der Viehwirtschaft und der Milchproduktion steigen die verfügbaren, ungenutzten Potenziale an Grünlandbiomasse (Gras, Klee, Luzerne etc.) bzw. an nicht mehr bewirtschaftetem Grünland (Bracheflächen). Die Extensivierung des Grünlands führt bei den betroffenen Flächen zu einem Nährstoffverlust. So weisen heute etwa 80 % der Grünlandböden einen so geringen Phosphatgehalt auf, dass bereits eine Einstufung in die Gehaltsklassen niedrig bzw. sehr niedrig gegeben ist. Eine Verringerung des Nährstoffgehalts in Böden kann nur langfristig wieder kompensiert werden. Im Bereich des Grünlands ist es somit notwendig, die Flächen in Bewirtschaftung zu halten. Nach Schätzungen der Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft (BAL) Gumpenstein werden mittelfristig 70.000 bis 80.000 ha Wiesenfläche und dadurch jährlich ca. 750.000 t Trockenmasse verfügbar sein⁴. Die Nutzbarmachung dieser Mengen ermöglicht es, Grünlandbiomasse als „neuen Rohstoff“ einer biobasierten Industrie zu verwerten.

Dennoch ist die stoffliche Nutzung landwirtschaftlicher Rohstoffe in Österreich stark emotional besetzt – die „Teller versus Tank“-Diskussion bei Biotreibstoffen könnte bei einer verstärkten Herstellung von Biopolymeren leicht durch eine „Teller versus Kunststoff“-Diskussion abgelöst werden. Auch die direkte Nutzung agrarischer Biomasse als Fermentationsrohstoff für den technischen Bereich ist in Österreich nicht unumstritten.

⁴ Steinmüller, 2009: Grüne Bioraffinerie: Gras – ein Rohstoff mit Zukunft. Erfahrungen aus der Demonstrationsanlage Utzenaich. In Land Oberösterreich 2009: Grüner Bericht 2009.

Gleichzeitig besteht durch den anhaltenden Rückgang an landwirtschaftlichen Betrieben der Bedarf, Grünland-Flächen in Bewirtschaftung zu halten.

Einen möglichen Ausweg bietet die Nutzung landwirtschaftlicher Reststoffe wie Stroh oder Gülle, wobei manche Reststoffe, wie etwa Trester, derzeit als Futtermittel verkauft werden und mit vergleichsweise geringem Aufwand (meist Trocknung) eine gute Wertschöpfung erzielen. Andere Reststoffe werden in den landwirtschaftlichen Kreislauf rückgeführt. Eine Nutzung dieser Reststoffe braucht einerseits entsprechende Anreize (höhere Wertschöpfung bei ähnlich geringem Aufwand) und schafft andererseits Bedarf an Kompensationsprodukten (vermehrter bzw. veränderter Futter- und Düngemittelbedarf).

In der Zucker- und Stärkeindustrie werden derzeit sowohl Produkte für den Food- als auch für den Non-Food-Bereich hergestellt, wobei ein großer Teil der Stärke modifiziert und stofflich im Non-Food-Bereich eingesetzt wird. Anwendungsbereiche sind u.a. die Papier-, Zellstoff-, Baustoff-, Kosmetik- und die Klebstoffindustrie. Damit kann die Zucker- und Stärkeindustrie als wichtiger Baustein bzw. Partner einer zukünftigen biobasierten Industrie betrachtet werden. Synergiepotenziale gäbe es in der Anwendung von stärkebasierenden Klebstoffen in der Papier-, Holz- bzw. Verpackungsindustrie.

Als langfristiger Ansatz wurde auch die stoffliche Nutzung von CO₂ als Kohlenstoffbaustein für chemische Produkte angedacht. Bei der Visionsentwicklung im Rahmen des ExpertInnenworkshops wurde allerdings festgehalten, dass CO₂ als biogener Ausgangsstoff aus energetischen Gründen unrentabel ist. Das „Recycling“ von CO₂ durch Reduktion erfordert einen wirkungsgradbedingt wesentlich höheren Energieeinsatz als vom ursprünglichen kohlenstoffbasierten Energieträger als Nutzenergie verfügbar war. Das soll aber nicht ausschließen, dass CO₂ durch Recycling mit Überschussenergie als Energiespeicher in ein nachhaltiges Energiemanagementkonzept einbezogen wird.

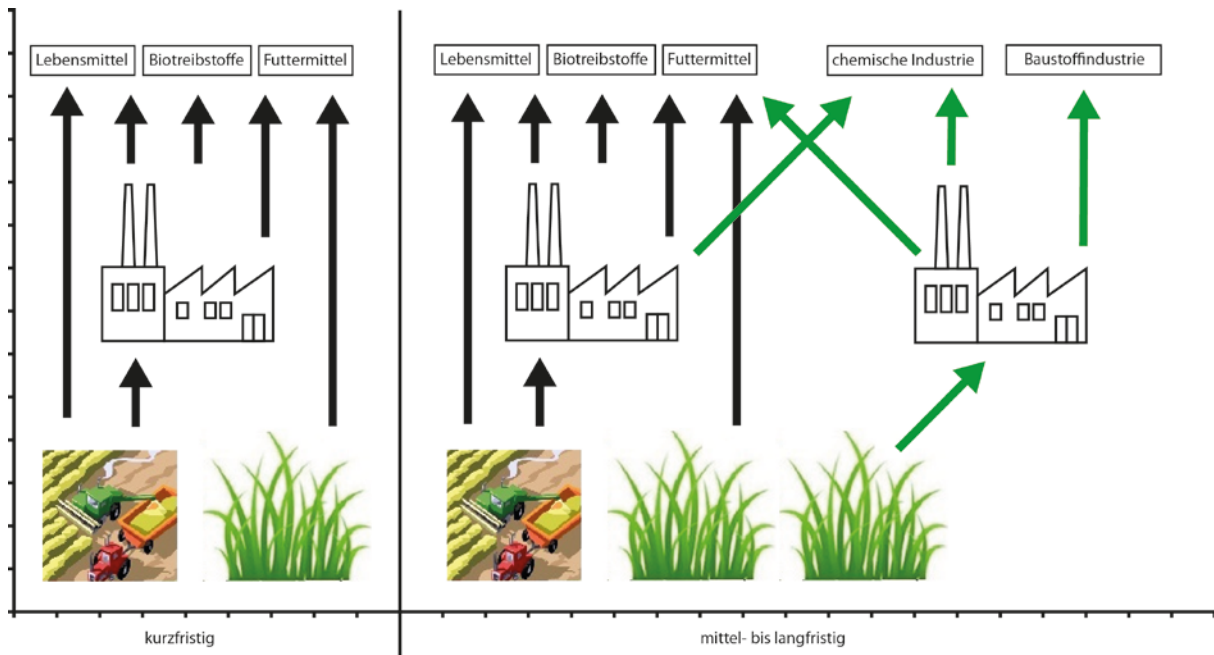


Abbildung 1: Der Entwicklungspfad für landwirtschaftliche Rohstoffe zeigt eine Umsetzung neuer Verwertungsmöglichkeiten von Grünlandbiomasse, die notwendig sind, um extensivierungsbedingten Nährstoffverlusten vorzubeugen und landwirtschaftliche Flächen in Bewirtschaftung zu halten, und eine Erweiterung der stofflichen Nutzung von Reststoffen (Stroh, Schlachtabfälle, ...) als wichtige Ziele.

4.3. Forstwirtschaftliche Rohstoffe

Holz ist, verglichen mit Stahl und Kunststoff, die Commodity mit den höchsten Anfalls- bzw. Verarbeitungsmengen in Österreich und somit ein dominierender Roh- und Werkstoff. Darauf aufbauend besteht eine gute regionale Verteilung der weiteren Be- und Verarbeitung von Holz, wodurch relativ kurze Transportwege und somit ökologisch günstige Wertschöpfungsketten resultieren. Auch die günstige Lage zu Verbrauchermärkten, welche hauptsächlich in Zentraleuropa liegen, trägt dazu bei. Außerdem existieren bereits gut entwickelte Wertschöpfungsketten, die eine kaskadenartige Nutzung der unterschiedlichen Haupt- und Nebenprodukte zulassen.

Die jährlich in Österreich produzierte Menge an Holz liegt bei etwa 17 Mio. t. Der Großteil des Holzes in Österreich (ca. 40 %) wird energetisch genutzt, wobei ca. 17 % direkt und ca. 23 % nach durchlaufen der stofflichen Nutzungskaskade einer energetischen Nutzung zugeführt werden. An zweiter Stelle steht mit ca. 30 % die Verarbeitung zu Massivholzprodukten, gefolgt von der Papier-, Zellstoff- bzw. Regeneratfaserproduktion (ca. 20 %) und der Herstellung von Holzwerkstoffen mit ca. 10 %. Zurzeit wird mehr als ein Drittel der in Österreich verarbeiteten bzw. genutzten Holzmenge importiert. Obwohl im Mittel in Österreich nur ca. 85 % des jährlichen Holzzuwachses genutzt werden, bestehen strukturell bedingte Hürden, die die Nutzbarmachung dieser Potenziale erschweren. Diese sind unter anderem:⁵

- Standortbedingte Hemmnisse (z.B. Steillagen etc.)
- Unregelmäßige Holznutzung im Bauernwald (z.B. Holznutzung nur wenn größere Investitionen in Landwirtschaft anstehen)
- Hofferne Wälder („räumliche und geistige Entfernung der Waldeigentümer vom Wald“⁶)
- Änderung der Motive für den Waldbesitz (z.B. von Holznutzung hin zu Jagd)

Es zeigt sich auch eine Veränderung des Sortiments: Die Zunahme von Mischwaldflächen (v.a. Buche, Eiche, Esche), welche aufgrund des verstärkten Einsatzes von standortangepassten Baumarten erfolgt, wird zukünftig zu einem höheren Laubholzanteil führen. Gegenwärtig wird Laubholz, mit Ausnahme von Edelhölzern, hauptsächlich energetisch verwertet. Eine weitere Ausnahme ist Buchenholz, das als Rohstoff für die Zellstoffherstellung von der Lenzing AG in einem integrierten Prozess, welcher dem Konzept einer Lignocellulose-Bioraffinerie entspricht, verwertet wird. Mit Ausnahme der Lenzing AG verarbeitet die Papier- und Zellstoffindustrie jedoch Nadelholz und kann die zusätzlichen Laubholzmengen nicht nutzen. Für weitere Laubholzarten, welche zukünftig vermehrt anfallen, könnte allerdings die Entwicklung von entsprechenden Verarbeitungstechnologien mittel- bis langfristig sinnvoll sein.

⁵ Schwarzbauer, Stern, Oberwimmer 2007: Analyse der zukünftigen Nachfrage nach Holz und Holzprodukten für Rumänien

⁶ Huber 2007 in: Schwarzbauer, Stern, Oberwimmer 2007: Analyse der zukünftigen Nachfrage nach Holz und Holzprodukten für Rumänien

In den nächsten 15 bis 20 Jahren wird eine Optimierung einzelner Prozessschritte in der Holzverarbeitung notwendig werden. Dies bietet eine gute Möglichkeit, eine optimale Rohstoffnutzung in den holzbasierten Prozessketten zu realisieren. Am besten wäre eine zentrale Verknüpfung der verschiedenen Nutzungsketten (Zellstoff, Papier, Massivholz, Holzwerkstoffe etc.), um eine optimale Holzaufteilung zu erreichen. Ein weiterer Vorteil wäre, dass Nebenprodukte und schwer verwertbare Holzsortimente (z.B. Astholz) durch diese zentralen Sortier- und Aufteilungsschritte in entsprechenden Mengen anfallen und so beispielsweise für die Extraktion von Feinchemikalien und Biotreibstoffen verwendet werden könnten.

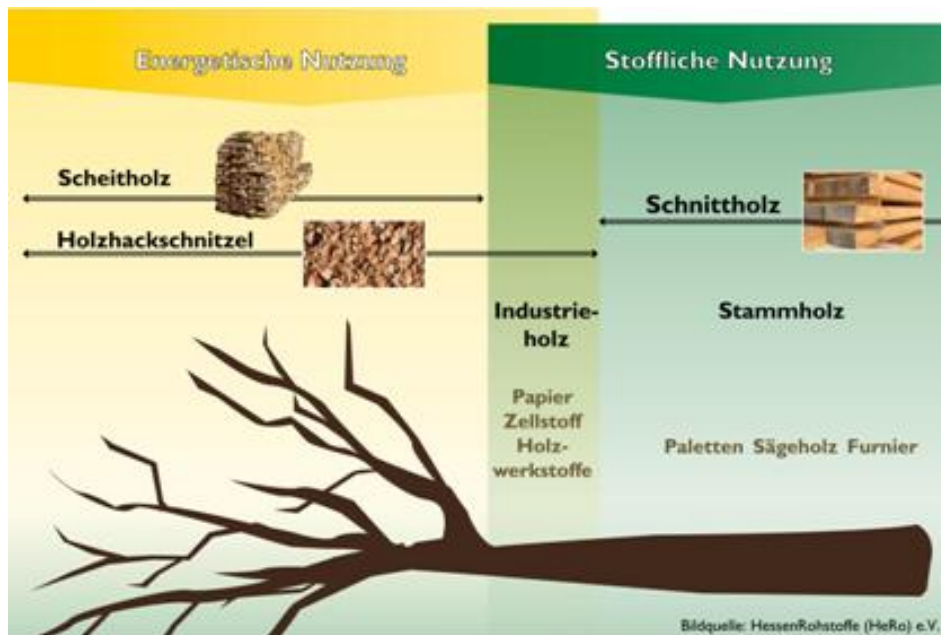


Abbildung 2: Ausgewählte Holzprodukte und ihre Nutzung
(HERO E.V., at: <http://www.hero-hessen.de/wai1/showcontent.asp?ThemaID=385>)

Aufgrund der veränderten Rohstoffsituation wird auch in einem verstärkten Recycling von Altholz bspw. in der Plattenindustrie ein zukünftiges Handlungsfeld gesehen. Neben der Implementierung entsprechender Technologien kommt auch dem „Design for Recycling“ von Holzprodukten eine wichtige Bedeutung zu, um ein Holzrecycling möglichst effizient durchführen zu können.

Eine weitere Möglichkeit der Holzproduktion sind Kurzumtriebsplantagen. Diese sind in Österreich nur bedingt anwendbar und eignen sich eher für europäische Nachbarländer. Weitere relevante Forschungsfragestellungen für den Holz-, Faser- und Papierbereich sind:⁵

- Logistikkonzepte zum Recycling bisher nicht erfasster Altpapier-Mengen
- Recyclingprozesse für komplexe Produkte (Verbundwerkstoffe, Textilien, Möbel, Holzbaukomponenten etc.)

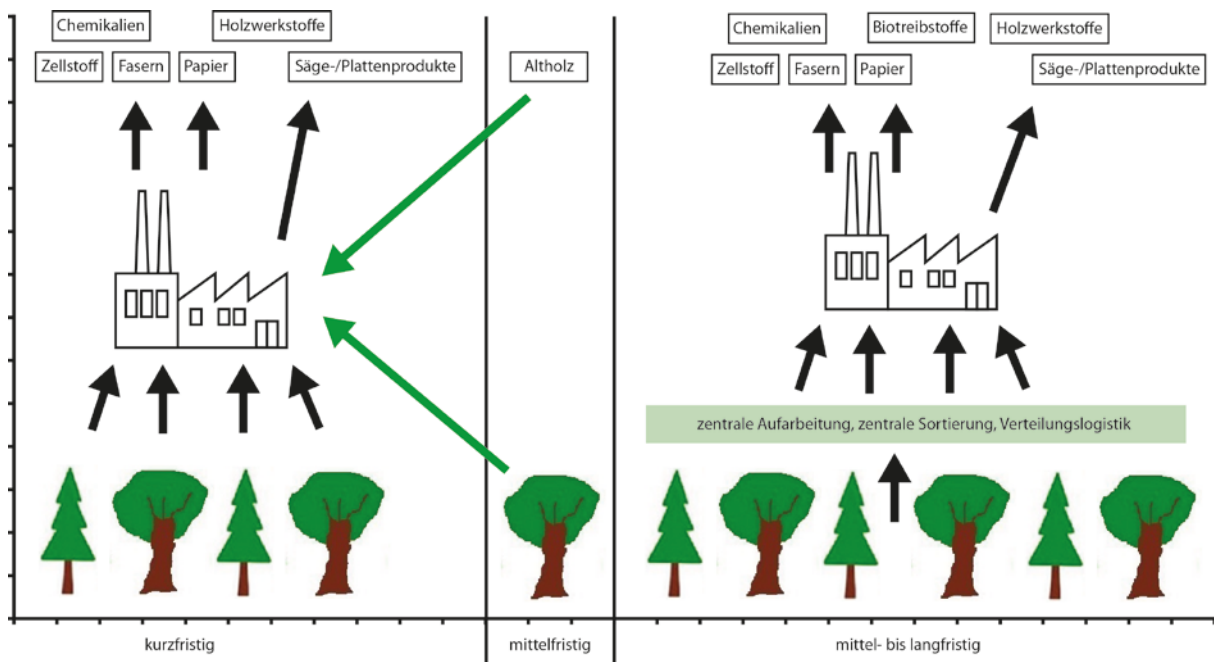


Abbildung 3: Der Entwicklungspfad für den Rohstoff Holz zeigt die vermehrte Nutzung von Laubholz, Holz-Recycling und das Einrichten einer zentralen Holzsortierung zur Optimierung der Holzaufteilung als wichtige Ziele.

4.4. Algen als Rohstoff

Aufgrund der zahlreichen unterschiedlichen Algenarten können mithilfe von Algen auch sehr unterschiedliche biogene Rohstoffe produziert werden, die fett- und ölhaltig oder stärke- und proteinhaltig sind. Damit kann mit Algen grundsätzlich ein sehr breites Produktspektrum von Lebens- und Futtermittel über Chemikalien bis hin zu Energieträgern erzeugt werden.

Mit der Mikroalgen-Technologie ist in den letzten Jahren eine neue mögliche Produktionsmethode für Biomasse aufgekommen, wobei sich noch keine marktreife Technologie zur wettbewerbsfähigen / kommerziellen Produktion großer Mengen Algenbiomasse entwickelt hat. Mikroalgen können sowohl stofflich als auch energetisch genutzt werden. Aus Algenbiomasse kann einerseits Algenöl extrahiert werden, andererseits besteht die Möglichkeit, mittels Mikroalgen bestimmte Wirkstoffe für die pharmazeutische Industrie zu produzieren. Weiters gibt es in Österreich Forschungsaktivitäten mit Blaualgen (Cyanobakterien) zur Produktion von Polyhydroxybuttersäure (PHB), einem chemischen Rohstoff, dem große Potenziale für die Herstellung von Biokunststoffen zugetraut werden.

Eine große Schwäche bei Mikroalgen sind die derzeit noch sehr geringen Produktausbeuten, wobei eine große Diskrepanz zwischen der wissenschaftlichen Literatur und tatsächlich gemessenen Ausbeuten besteht. Da die Mikroalgen-Technologie noch vergleichsweise jung ist, gibt es vor allem im Bereich der Ernte, Entwässerung und Aufreinigung sowie bei der Produktion von Wertstoffen Optimierungspotenziale. Bei Open Pond-Systemen ist das Potenzial in Österreich aufgrund der klimatischen Bedingungen und natürlichen Lichtverhältnisse zurzeit gering und, wenn überhaupt, nur langfristig realisierbar. Ein Durchbruch für die Mikroalgenproduktion in Österreich wird deshalb bei geschlossenen Systemen mit künstlicher Beleuchtung (bspw. Photobioreaktoren) gesehen. Ansatzpunkte bestehen hierbei in der Entwicklung von effizienten Beleuchtungssystemen.

Eine weitere Nutzungsmöglichkeit für die Verwendung von Mikroalgen wird in der Abwasserreinigung gesehen, wobei hier auch Potenziale für die Produktion von Biogas und anderer Wertstoffe als Nebenprodukte bestehen (integrierte Systeme).

Die Mikroalgentechnologie ist noch verhältnismäßig jung, dennoch sind bereits einige Unternehmen in der Entwicklung international erfolgreich in diesem Bereich tätig und vertreiben und implementieren im Pilot- und Demonstrationsmaßstab diese Technologie auch im Ausland.

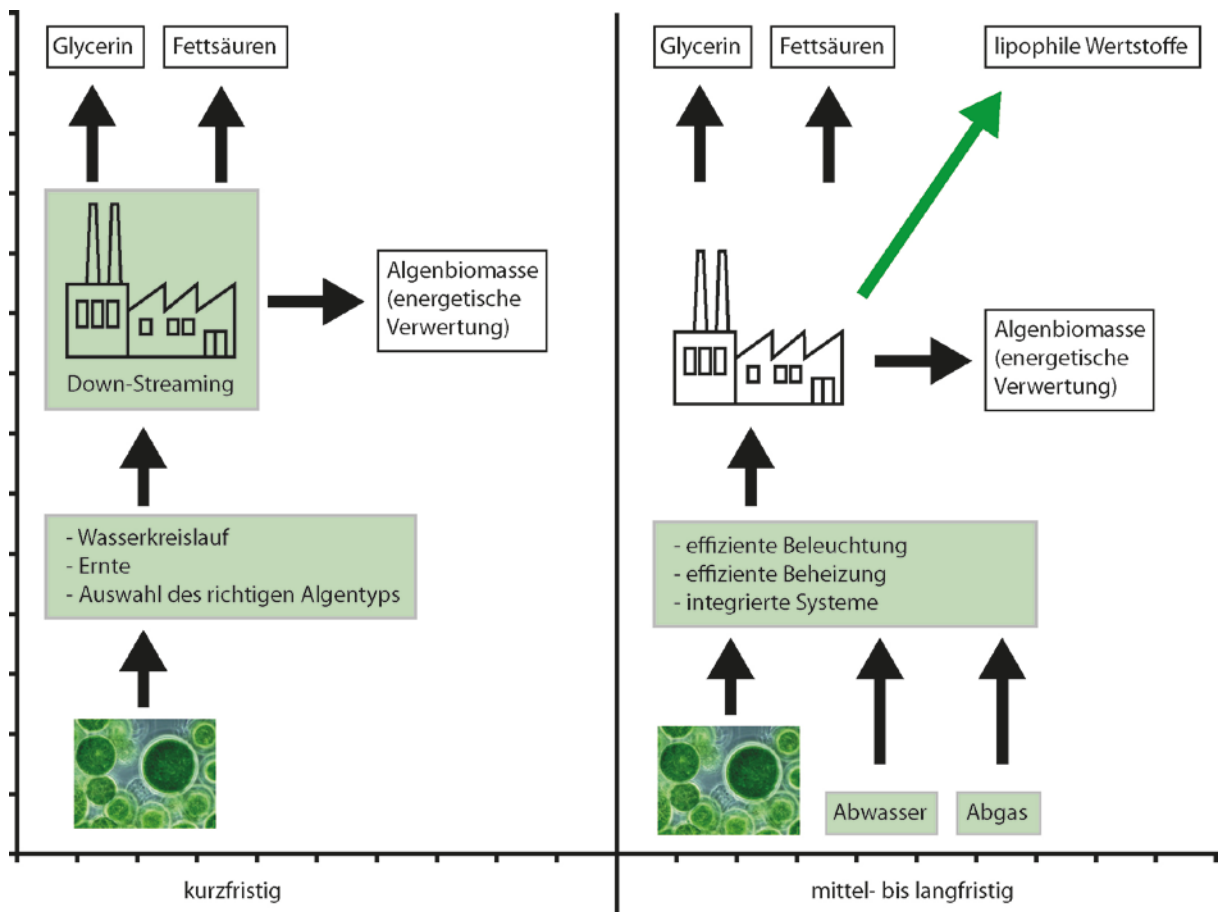


Abbildung 4: Der Entwicklungspfad für Algen als Biomasselieferanten zeigt kurzfristig die Entwicklung von Kultivierungsverfahren für den Technologieexport als wichtiges Ziel. Um Algen in Österreich zu kultivieren ist eine Weiterentwicklung der geschlossenen bzw. integrierten Systeme notwendig.

5. Produkte der biobasierten Industrie

5.1. Übersicht

Basierend auf den Recherche-Ergebnissen zum Status Quo der biobasierten Industrie, die zeigten, dass die chemische und pharmazeutische sowie die holzverarbeitende Industrie in Österreich besonders stark aufgestellt sind, fokussiert sich die weitere Ausarbeitung auf folgende Produktgruppen:

- Bau- und Dämmstoffe
- Biogene Verbundstoffe
- Biopolymere
- Biobasierte Bulkchemikalien
- Biotreibstoffe
- Biogene Düngemittel
- Biobasierte Spezialprodukte (Pharmaprodukte, Enzyme)

5.2. Bau- und Dämmstoffe

Im Baubereich werden große Potenziale für den Einsatz von Holz sowohl für tragende Elemente, als auch für Wand-, Decken- und Dachelemente sowie Dämmstoffe auf Holzbasis gesehen. In den nächsten 5-10 Jahren wird insbesondere ein vermehrter Einsatz von Brettsperrholz (BSH bzw. CLT) für tragende vorgefertigte Bauelemente erwartet. Die Substitution von Zement und Stahl durch Holzprodukte erzielt auch signifikante ökologische Vorteile, da Holzbauprodukte gegenüber Zement und Stahl wesentlich weniger graue Energie beinhalten und eine langfristige Kohlenstoffspeicherung ermöglicht wird. Da Holz auch im drei- bis viergeschossigen Hochbau eingesetzt werden kann und dessen Einsatz theoretisch sogar für Gebäude bis zu einer Höhe von 33 m möglich ist, ergibt sich ein enormes Potenzial.

Aus marktlicher Sicht wird zukünftig auch leichten Werkstoffen auf Basis von Holz und alternativen Rohstoffen Potenzial zugeschrieben, erste Trends für den Einsatz dieser Materialien sind bereits erkennbar. Vor allem „Engineered Wood Products“, die aus Holzabfall und Sägewerkresten mit Bindemitteln zu Holzwerkstoffen geformt werden (z.B. Bauspanplatten), werden im Bau- und Möbelbereich in einem kurz- bis mittelfristigen Zeithorizont Marktfähigkeit erlangen.

Weitere Entwicklungen im Dämmstoffbereich sind durch die Nutzbarmachung neuer biogener Rohstoffe, wie etwa des Presskuchens der Grünen Bioraffinerie, zu erwarten.

5.3. Biogene Verbundstoffe

Durch die vermehrte Nutzung von Fasern bzw. modifizierten Fasern können zukünftig ökologisch bedenkliche Produkte (etwa im Kunststoffbereich) substituiert werden. Potenziale sind

etwa im Bereich der Zellstoff-Faser-Polymer-Verbundwerkstoffe gegeben. Diese zeichnen sich durch nutzbringende Eigenschaften wie z.B. einem geringeren Gewicht aus und können als Baustoffe, Konstruktions- und Werkstoffe eingesetzt werden. Vor allem im Bausektor, aber auch in der Automobilindustrie sind Potenziale für den Einsatz dieser Materialien vorhanden.

Neben der Nutzung von Holz und Zellstoff-Fasern wären auch andere Reststoff, wie etwa Weizenspreu, Sonnenblumenschalen, Pflanzenfasern und Abfälle der Stärkeindustrie als Füllstoff in der Kunststoffindustrie einsetzbar.

5.4. Biopolymere

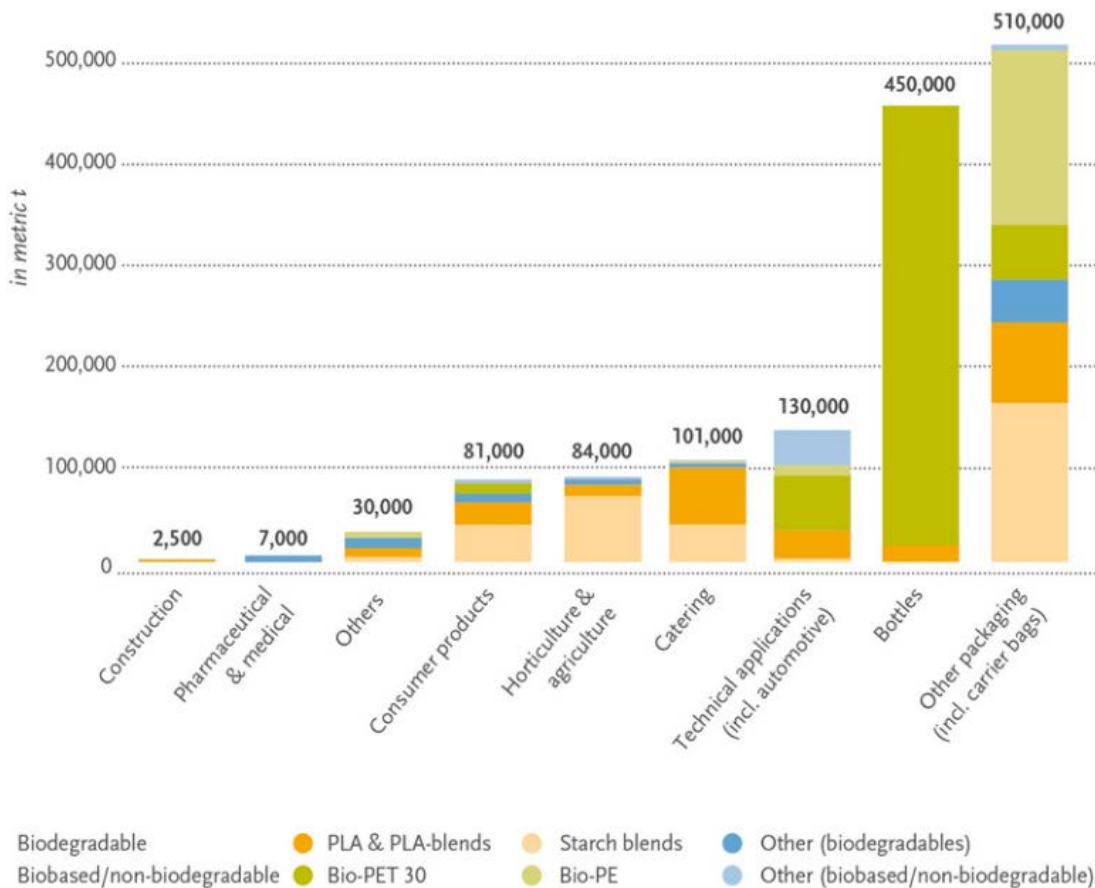
Biopolymere bezeichnen Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen. Diese können kompostierbar oder auch nicht biologisch abbaubar sein. Der globale Kunststoffmarkt belief sich 2009 auf 230 Mio. t, während die Produktionskapazität von Biokunststoffen ca. 400.000 t ausmachte⁷. Für Österreich wird Potenzial für die Produktion von etwa 50.000 t Biokunststoffen gesehen.⁸

Die folgende Abbildung 6 zeigt die globale Produktion bzw. die Einsatzgebiete von Biopolymeren im Jahr 2012. Wie aus der Abbildung ersichtlich, liegen zurzeit die größten Einsatzgebiete für Biopolymere im Bereich der Verpackungen (Tragetaschen, Bioabfallsäcke etc.), dort speziell im Bereich der Lebensmittelverpackungen (Flaschen, Service- und Cateringprodukte). Weiters werden ca. 130.000 t an Biokunststoffen für technische Anwendungen eingesetzt, wobei neben der Automobilindustrie weitere Einsatzmöglichkeiten im Bereich der Spritzgußanwendungen (PLA als Glasersatz) und im Tagging-Bereich liegen. Im Bereich der Verpackungen sind vor allem PLA-Produkte aus den USA mit Mais als Ausgangsstoff, Polyamide aus Rizinusöl sowie Polyethylen aus Zuckerrohr zurzeit stark im Kommen.

⁷ Bruckner, Godenits, 2011: Biokunststoffe in Österreich.

⁸ Wörgetter, Griesmayr, Strasser et al: 2006: nawaro:aktiv Studie zur Treibhausgasrelevanz der stofflichen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen. At:
https://www.dafne.at/prod/dafne_plus_common/attachment_download/5fd791c3f666d1f67cba1cd84d020f06/Endbericht%20nawaroaktiv.pdf

Global production capacities of bioplastics 2012 (by market segment)



Source: European Bioplastics | Institute for Bioplastics and Biocomposites (December 2013)



Abbildung 5: Globale Produktionsmengen von Biokunststoffen und deren Verwendung⁹

In Österreich sind vor allem Stärkeprodukte (z.B. thermoplastische Stärke), Milchsäure (PLA) und Polyhydroxyalkanoate (PHA's) am Markt präsent und werden als Zukunftsträger gesehen, da bereits die entsprechenden Industrien bzw. Infrastrukturen vorhanden sind. Mittelfristig weisen auch Furane bzw. Furanharze und Lignin Potenziale für die Verwendung in der Kunststoffindustrie auf. Ähnlich wie die „Teller Tank“-Diskussion bei Bio-Treibstoffen stellt sich auch bei den Biokunststoffen die Rohstoff-Frage. Damit kommt der Verwertung von Molke zu PLA sowie der Verwertung von Schlachtabfällen zu PHA's besondere Bedeutung zu. Neben dem entsprechenden Rohstoffaufkommen sind auch die Reinheitsgrade der Endprodukte („Downstreaming“) entscheidend. Auch die Verwertung von Schlachtabfällen für die Biokunststoffherzeugung wird bereits (inter)national beforscht, entsprechende Technologien sind in Entwicklung. Langfristig könnte auch die Herstellung von PHA's über Cyanobakterien einen interessanten Ansatz darstellen.

⁹ Quelle: European Bioplastics, Hochschule Hannover-Institute for Bioplastics and Biocomposites - <http://en.european-bioplastics.org/market/applications/>

Aus Sicht der großen Verpackungshersteller haben in Österreich auch Biopolymere aus Cellulose große Chancen, weil Cellulose in großen Mengen und flächendeckend anfällt. Recycling von Produkten aus der Holz-, Papier- und Zellstoffindustrie ermöglichen zukünftig neue Potenziale.

Obwohl der Biokunststoffbereich derzeit ein jährliches Wachstum von 30 % aufweist, sind die verfügbaren Mengen für große Verarbeiter noch sehr gering. Für kleine Unternehmen sind in diesem Bereich damit bessere Chancen gegeben. Eine weitere Umsetzungshürde, die sich bei der Nutzung biologisch abbaubarer biogener Kunststoffe stellt, ist die dafür notwendige Maschinenanpassung. Speziell in der Verpackungsindustrie braucht ein zukünftiger Einsatz von PLA im Gegensatz zu biobasiertem PET neue Verarbeitungswege und neue Maschinenauslegungen. Eine weitere Hürde stellt die Wirtschaftlichkeit dar, denn derzeit sind biogene Kunststoffe preislich nicht konkurrenzfähig.

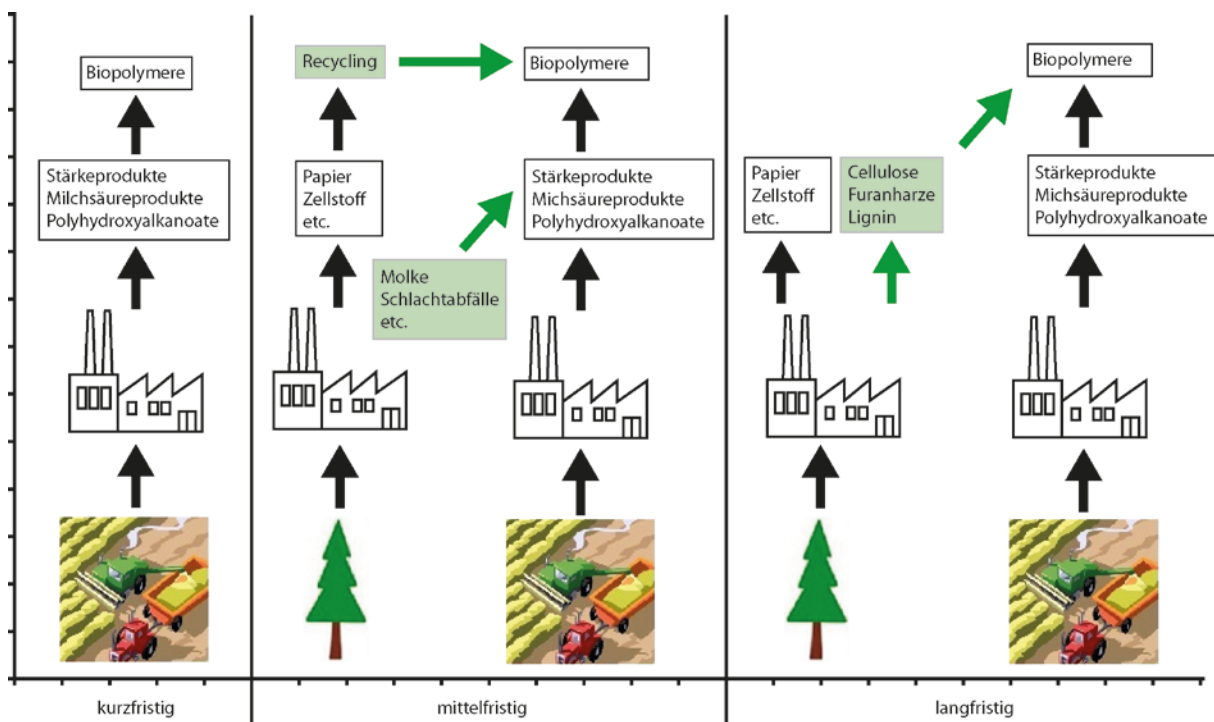


Abbildung 6: Der Entwicklungspfad für Biopolymere zeigt kurzfristig die Umsetzung von Biopolymeren aus Stärke, Milchsäure und PHA´s als wichtiges Ziel. Mittelfristig wird der Nutzung von Rest- und Recyclingprodukten zur Produktion von Biopolymeren Bedeutung zukommen. Langfristig sollen auch neue Ausgangsstoffe aus der Papierindustrie zu Biopolymeren verarbeitet werden.

5.5. Biobasierte Bulkchemikalien

In der biobasierten Industrie wird der Herstellung von biobasierten Bulkchemikalien zukünftig eine wichtige Rolle zukommen. Dabei sollte insbesondere den Nebenprodukten aus der klassischen Zellstoffproduktion bzw. -verarbeitung vermehrt Aufmerksamkeit geschenkt werden. Im Rahmen des Projekts AFORE¹⁰ wurde eine Bewertung der ökonomischen Potenziale von Nebenprodukten der Zellstoffherstellung durchgeführt. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle 1 dargestellt und beziehen sich auf den europäischen Markt.

Tabelle 1: Möglicher Umsatz durch intensive Nutzung der Zellstoffnebenprodukte¹¹

Produkt	Jährlich Verfügbar/ Gegenwärtig genutzt (Tonnen)	Potenzielle Substitute	Wert pro Einheit	Umsatz auf Basis des Produktions- bzw. Absatzpotenzials
Kraft-Zellstoff	28.000.000/ 28.000.000		100% (Basis)	100% (Basis)
Lignin	14.000.000/ <5.000 (stofflich)	Phenolische Chemikalien	300%	36,60%
Hydroxy Säuren	7.500.000 / 0	Phosphatische Stoffe	278%	43,90%
Hemizellulosen: Xylan und glucomannan	2.000.000 / 0	Stärke/Inulin	128%	9,00%
		Gummi Arabicum	788%	1,96%
		ätherische Öle	5858%	0,04%
Extraktstoffe	1.500.000/ 500.000	Polyphenole	1141%	0,87%
		Tannine	933%	0,55%
Summe				≈ 90%

Für die Bereitstellung von biobasierten Bulkchemikalien kommt verfahrenstechnisch den biotechnologischen Fermentationsprozessen zukünftig eine wichtige Rolle zu. In Tabelle 2 sind 19 Bulkchemikalien dargestellt, die mit biobasierten Rohstoffen hergestellt werden können. Die Tabelle beinhaltet auch eine Potenzialabschätzung für Österreich. Im Vorfeld entsprechender Umsetzungsaktivitäten braucht es eine umfassende Kosten-/Nutzen-Abschätzung, da gerade Bulkchemikalien in direkter Konkurrenz meist zu Nebenprodukten der Petrochemie stehen, wodurch biobasierte Chemikalien unter starken Kostendruck geraten. Vorteilhaft sind deshalb spezielle abgegrenzte Marktsegmente, wo Zusatznutzen bzw. Vorteile von biobasierten Produkten gegenüber ihren Substituten bestehen und diese vom Markt honoriert werden bzw. die höheren Kosten kompensieren.

¹⁰ Wood K Plus, n.n. 2014: AFORE: Added-value from chemicals and polymers by new integrated separation, fractionation and upgrading technologies.

¹¹ Wood K Plus, n.n. 2014: AFORE: Added-value from chemicals and polymers by new integrated separation, fractionation and upgrading technologies.

Tabelle 2: Charakteristika von biobasierten Chemikalien aus der Research Agenda Biobasierte Industrie 12

Produkt	Anwendungsgebiete ¹³	Globales Marktvolumen	Entwicklungsdynamik	Zitate aus Research-Agenda für Österreich
2,5-Furandicarbonsäure	Polyester, Polyamide, PET, PBT		stark	<ul style="list-style-type: none"> • Eine Pilotanlage mit einer Kapazität von 40 t/a ist bereits in Anwendung • In Österreich werden ebenso bereits Forschungen durchgeführt
Tallöl	Lacke, Farben, Klebstoff, Fettsäuren	k.a.	k.a.	<ul style="list-style-type: none"> • Relevante Verwertungspfade sind in Österreich bereits vorhanden (Lackindustrie)
Terpentinöl	Lacke, Farben, Lösungsmittel	k.a.	k.a.	<ul style="list-style-type: none"> • Zurzeit keine Verarbeiter in Österreich • Verwertung in Parfummittelherstellung im Ausland
Lignin	Futtermittel, Düngemittel, Farbstoff, Klebstoff etc. ¹⁴	k.a.	k.a.	<ul style="list-style-type: none"> • Potenzieller Ersatz für auf Phenol basierende Klebstoffe • Bei stofflicher Nutzung müsste ein neuer Energielieferant für die Prozesse der Papier- bzw. Zellstoffindustrie gefunden werden
Fettsäuren/Glycerin	Kosmetika, Lacke, Farben, Waschmittel, Reinigungsmittel	k.a.	k.a.	<ul style="list-style-type: none"> • sehr vielseitiges Einsatzgebiet • Bis jetzt noch keine konkreten Wege zur biobasierten Produktion verfügbar • Perspektiven für die Herstellung aus Algen oder Pflanzenpresskuchen

¹² A. Windsperger, B. Windsperger, T. Timmel, H. Steinmüller, J. Lindorfer, M. Wörgetter, D. Bacovsky, A. Sonnleitner, 2012: Research Agenda Biobasierte Industrie. In Berichte auch Energie- und Umweltforschung. 57/2012

¹³ Vera Grimm, Matthias Braun, Olav Teichert, Axel Zweck, 2011: Biomasse. Rohstoff der Zukunft für die chemische Industrie. Übersichtsstudie. Zukünftige Technologien Consulting der VDI Technologiezentrum GmbH.

¹⁴ Puls, 2009: Lignin. Verfügbarkeit, Markt und Verwendung Perspektiven für schwefelfreie Lignine. Vortrag. Fachgespräch „Stoffliche Nutzung von Lignin“. At: <http://www.fnr-server.de/cms35/fileadmin/allgemein/pdf/veranstaltungen/Lignin/Puls.pdf>

Produkt	Anwendungsgebiete	Globales Marktvolumen	Entwicklungsdynamik	Zitate aus Research-Agenda für Österreich
Polymilchsäure	Thermoplastische Polymere, Polyester	k.a.	stark	<ul style="list-style-type: none"> • In Österreich noch keine Produktionsanlage für Polymilchsäure in Betrieb • Viele Unternehmen haben bereits Forschungsarbeit geleistet, jedoch wurde die Umsetzung bis jetzt noch nicht durchgeführt
Ethylactat	Lösungsmittel	2008: 91.000 t/a 2020: 107.500 t/a	stark	<ul style="list-style-type: none"> • Markt wird zukünftig wachsen, Potenziale in Österreich gegeben (z.B. grüne Bioraffinerie, Verwertung von Reststoffen)
Acrylsäure	Acrylate, Superabsorber, saugfähiges Polymer	2008: 2,4 Mio. t/a 2020: 2,36 Mio. t/a	schwach	<ul style="list-style-type: none"> • Geringe Ausbeuten von Acrylsäure aus Milchsäure • Geringe Bedeutung für Österreich
Bernsteinsäure	Kunstharze, Weichmacher, Lösungsmittel, Polymere	2008: 30.000 t/a 2015: 180.000 t/a	stark	<ul style="list-style-type: none"> • Bereits viele große Unternehmen auf dem Markt • Erschwerter Markteintritt für österreichische Firmen
1,4 - Butandiol	Polyester	k.a.	stark	<ul style="list-style-type: none"> • Bereits viele große Unternehmen auf dem Markt • Erschwerter Markteintritt für österreichische Firmen • Chancen für Österreich im Technologieexport (Rohstoffaufbereitung, Abtrennung)

Produkt	Anwendungsgebiete	Globales Marktvolumen	Entwicklungsdynamik	Zitate aus Research-Agenda für Österreich
Adipinsäure	Polyester, Nylon 6,6, Polyurethan	2008: 890.000 t/a 2020: k.a.	schwach	<ul style="list-style-type: none"> Keine Erfahrungen in Österreich Sehr gute Erfahrungen in Pilotanlagen in den USA
1,3-Propandiol	Polyester, Polytrimethylen Terephthalat, Kunststoffe	2008: 80.000 t/a 2020: 220.000 t/a	stark	<ul style="list-style-type: none"> Bereits viele große Unternehmen auf dem Markt Erschwerter Markteintritt für österreichische Firmen Österreich hat einen Player im Technologiebereich, der in den Markt eindringen will
PHA	Polyester, Elastomere, Verpackungen	2008: 80.000 t/a 2020: 442.000 t/a	stark	<ul style="list-style-type: none"> keine Produktionsverfahren in Österreich. Möglichkeiten eventuell in der Alkoholfermentation aus Ablaugen gegeben
Essigsäure	Lebensmittelindustrie, Polymere, Reinigungsmittel	k.a.	k.a.	<ul style="list-style-type: none"> Koppelprodukt der Zellstoffherstellung (Lenzing) Österreichischer Markt (LM-Industrie) wird zum Großteil von Lenzing bedient Screening, welche Bereiche außerhalb der Lebensmittelindustrie für Essigsäure interessant wären bzw. welche Weiterverarbeitungstechnologien Erfolgsaussichten hätten, notwendig

5.6. Biotreibstoffe

5.6.1. Treibstoffe aus Pflanzenöl / Biodiesel

Eine wichtige und bereits am Markt befindliche Produktgruppe der biobasierten Industrie sind Biotreibstoffe. Die Verarbeitung von Fetten zu Biodiesel (Fettsäure-Methylester = FAME) ist technologisch bereits sehr gut entwickelt und soweit ausgereift, dass nur mehr wenig Forschungsbedarf besteht. Hier besteht für die nächsten drei bis fünf Jahre hohes Potenzial für den Technologie-Export, insbesondere nach Osteuropa.

Als Nebenprodukte fallen vor allem Pressrückstände an, die zur Zeit größtenteils als Futtermittel in der Landwirtschaft verwertet werden. Das im Zuge der Umesterung der rohen Pflanzenöle anfallende Glycerin wird in Österreich vor allem in der kosmetischen bzw. pharmazeutischen Industrie verwertet. Pflanzenöl kann allerdings auch für eine Vielzahl anderer Anwendungen, etwa zur Herstellung von Bioschmierstoffen verwendet werden. Die im Öl enthaltenen Fettsäuren lassen sich zudem auch in der Kosmetik-, Lack- und Farbstoffindustrie verarbeiten.

Aufgrund der anhaltenden Diskussion zur Nutzungskonkurrenz landwirtschaftlicher Flächen werden neben Pflanzenölen auch tierische Fette und Altöl als Rohstoffe der Biodieselproduktion genutzt. Dennoch dominieren derzeit bei der Herstellung von Treibstoff mengenmäßig die agrarischen Rohstoffe. Diesbezüglich gibt es kaum mehr Wachstumspotenzial. Durch die Verwertung von Reststoffen (Altfetten, Altspeiseölen, Tierfetten) ist in den nächsten drei bis fünf Jahren noch Wachstum möglich, dann wird voraussichtlich das Limit erreicht sein. Zusätzliches Potenzial gäbe es noch durch eine Ausweitung der Reststoffsammlung ins benachbarte Ausland.

5.6.2. Bioethanol

Die Bioethanol-Herstellung ausgehend von Stärke und Zucker hat sich in den letzten Jahren weitgehend etabliert. In den nächsten Jahren werden sich dabei die Forschungsschwerpunkte von Fragestellungen darüber, welche Herstellungswege prinzipiell möglich sind, hin zu Forschungsfragen, die eine kosteneffiziente Realisierung industrieller Prozesse zur Herstellung von Biotreibstoffen zum Inhalt haben, verlagern.

Um Bioethanol aus Lignozellulose vor allem aus Holz und Stroh zu gewinnen, ist auch technologischer Forschungsbedarf gegeben. Lignozellulose macht einen großen Anteil der Biomasse aus, kann aber bisher wegen ihrer schlechten enzymatischen Zugänglichkeit nicht genutzt werden. Die Entwicklung von Verfahren, mit denen auch aus Pflanzenresten wie Stroh oder aus Holz der Kraftstoff Ethanol wirtschaftlich gewonnen werden kann, stellt eine große Herausforderung dar.

5.6.3. Synthetische Biotreibstoffe

Bei der Umwandlung von Biomasse zu synthetischen Biotreibstoffen werden thermochemische Verfahren wie Vergasung und Pyrolyse eingesetzt. Beide Verfahren sind noch nicht

ausgereift, es bestehen jedoch gute Chancen, dass diese kurz- bis mittelfristig Marktreife bzw. Wirtschaftlichkeit erlangen. In Österreich wurde bereits eine Pyrolyse-Pilotanlage in Betrieb genommen. Die Anlage arbeitet nach dem sogenannten Biocrack-Verfahren, welches in Österreich entwickelt wurde und 2014 marktreif werden soll. Zudem bestehen auch Pilotanlagen zur Vergasung von Biomasse zu synthetischem Erdgas (SNG).

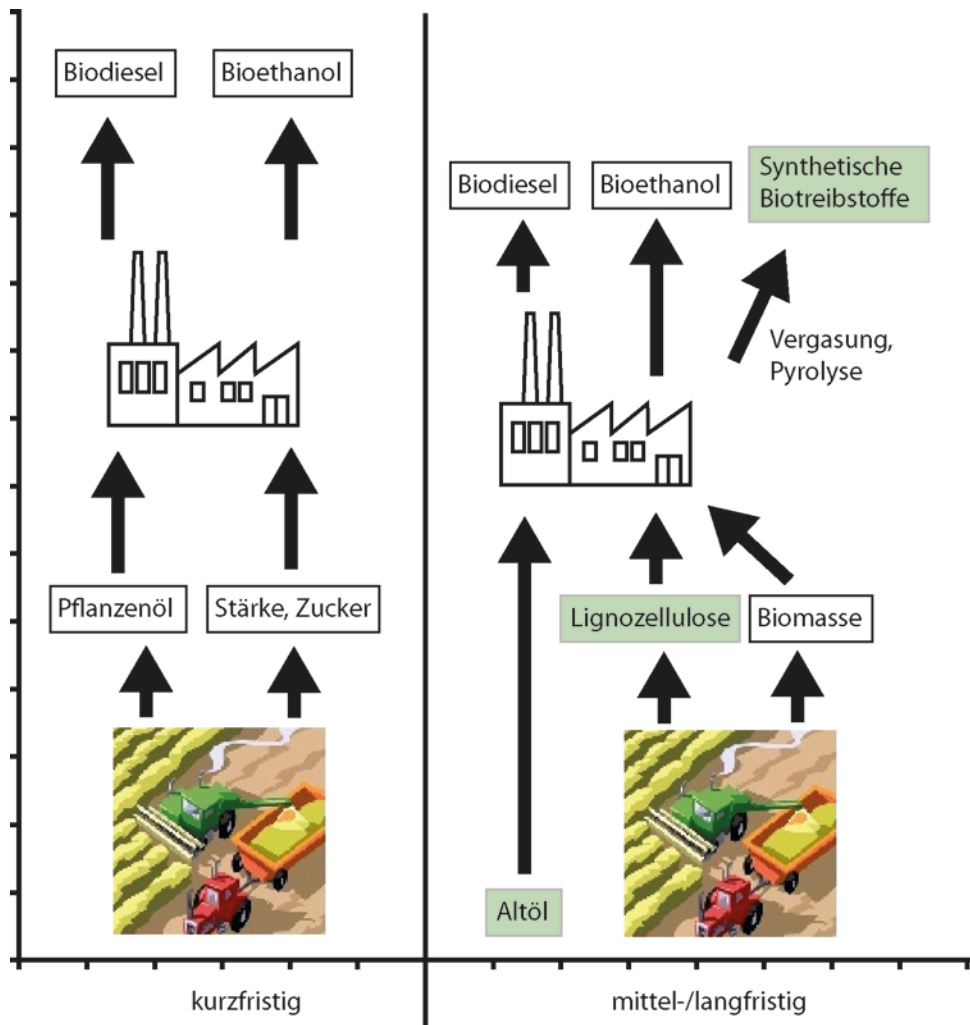


Abbildung 7: Der Entwicklungspfad für Biotreibstoffe zeigt kurz- bis mittelfristig die Nutzung von Reststoffen für die Biodieselproduktion und die kosteneffiziente Herstellung von Bioethanol als wichtige Ziele. Mittel- bis langfristig sind die Nutzung von Lignocellulose und die Produktion synthetischer Biotreibstoffe interessant.

5.7. Biogene Düngemittel

Grundsätzlich ist die österreichische Düngemittelindustrie bezüglich ihrer Rohstoffe stark von Importen nicht erneuerbarer Ressourcen abhängig. Da in Österreich der Wirtschaftsdüngeranfall schlecht verteilt ist¹⁵, bleibt die Phosphor- und Kaliumversorgung der Böden

¹⁵ Intensive Schweinemast- und Hühnerbetriebe weisen Überbilanzen an Grundnährstoffen auf, wodurch es auf den Wirtschaftsflächen dieser Betriebe zu einem Überangebot an Nährstoffen und dementsprechenden Emissionen in Luft und Grundwasser kommen kann. Die Flächen von viehlosen Betrieben und Biobetrieben weisen zu meist negative Nährstoffbilanzen auf, sodass durch die jährlichen Nährstoffentzüge der Nährstoffvorrat im Boden (durch Verwitterung bzw. durch frühere Düngungen) verringert wird.

auch zukünftig unverzichtbar. Phosphor ist nicht erneuerbar und nicht substituierbar, weshalb Innovationen im Bereich des P-Recyclings als besonders interessant erachtet werden.

Durch die vermehrte Nutzung von Mais- und Getreidestroh ist zukünftig mit Kaliumentzügen zu rechnen, so dass die Kaliumversorgung der Böden vermehrt über Düngung sichergestellt werden muss. Damit gewinnt die Einführung eines Kalium-Recyclings an Bedeutung, wobei dahingehende Forschungsprojekte bereits heute durchgeführt werden. Die Nutzung von Asche als K-Quelle bzw. zur K-Rückführung kann dabei zukünftig von Bedeutung sein. Demnächst wird ein neues Düngemittelrecht der europäischen Kommission erlassen, welches Nährstoffquellen wie bspw. Asche Eingang in den Nährstoffmarkt verschaffen soll. Ein weiterer Ansatz, den K-Bedarf von Pflanzen zu verringern und somit zukünftige K-Knappheiten zu entschärfen, liegt in der Züchtung. Auch in diesem Bereich gibt es bereits laufend Anstrengungen und Entwicklungen.

Um die Effektivität der Düngung zu verbessern, bieten sich technologische Entwicklungen weniger auf Produktebene als vielmehr im Bereich der Düngemittel-Anwendung an. Voraussichtlich kann die Anwendung von Düngeprodukten in den nächsten 10 bis 20 Jahren durch die Weiterentwicklung der sensorgestützten Düngung stark verbessert werden. Während heute an landwirtschaftlichen Maschinen befindliche Sensoren durch die Messung von pflanzenspezifischen Parametern (z.B. Farbabstrahlung eines Pflanzenbestandes im IR-Bereich, Chlorophyll-Messung etc.) auf den Nährstoffbedarf der Pflanze schließen, wird es zukünftig durch entsprechende Entwicklungen im IKT-Bereich und in der Fernerkundung möglich, statt einzelner Pflanzen gesamte Bestände zu untersuchen und deren Nährstoffbedarf optimal zu decken. Vor allem der satellitengestützten Fernerkundung in Verbindung mit neuen, leicht verfügbaren IKT-Technologien wie Smartphones und speziellen Apps könnte ein hohes Entwicklungspotenzial zugetraut werden: zukünftig wird die optimale Düngemittelmenge ohne großen Aufwand für den gesamten Bestand berechnet und mit entsprechenden Landmaschinen abgegeben werden. Neben der Düngung werden für diese Technologien zukünftig auch Potenziale bei der Beregnung von Beständen gesehen.

Produktionstechnisch könnte es in den nächsten Jahren durch entsprechende Auflagen, die eine natürliche Verunreinigung von Rohphosphaten etwa durch Cd- und U-Gehalte verbieten, notwendig werden, entsprechende Aufbereitungstechnologien für die Abtrennung bestehender Stoffverunreinigungen zu entwickeln.

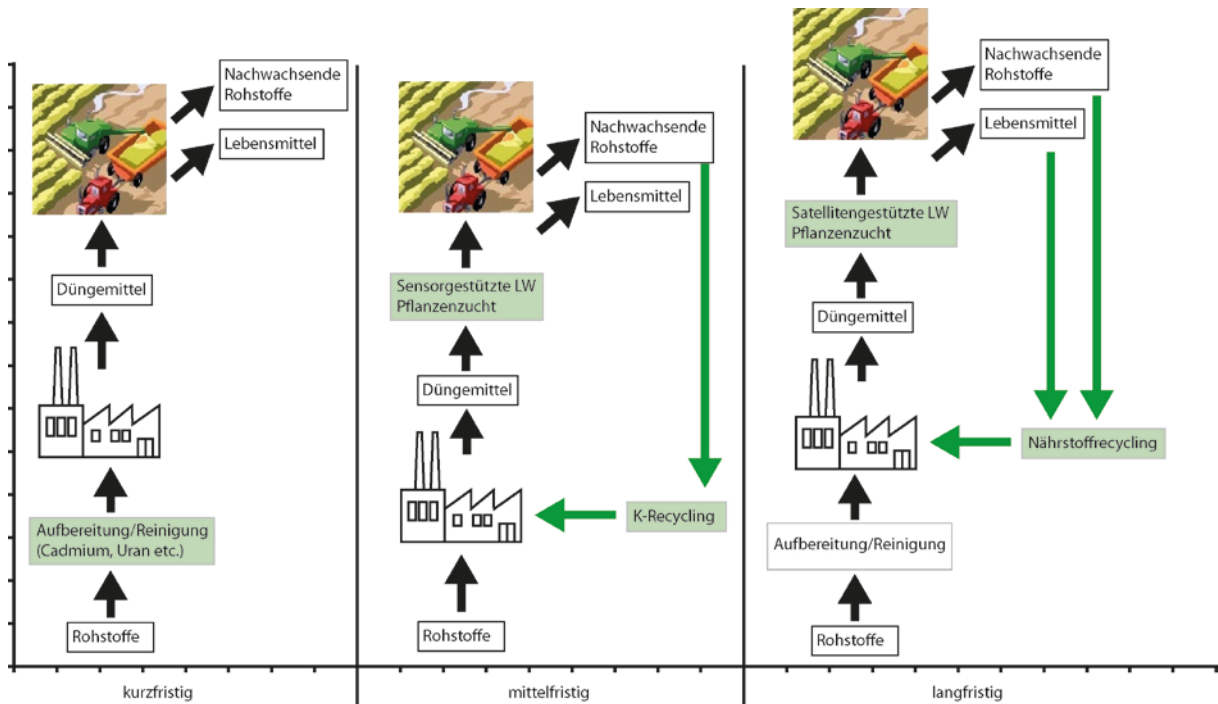


Abbildung 8: Der Entwicklungspfad für Düngemittel zeigt kurzfristig Bedarf an Aufbereitungsverfahren bei Rohphosphaten, mittel und langfristig werden technologische Entwicklungen in der Düngemittelanwendung sowie im Nährstoffrecycling als zukunftsweisend eingeschätzt.

5.8. Biobasierte Spezialprodukte

5.8.1. Biobasierte Pharmaprodukte

Für die Herstellung pharmazeutischer Produkte müssen Rohstoffe eine hohe Qualität und Reinheit aufweisen, um den Anforderungen an Arzneimittel zu entsprechen. Damit sind die Einsatzmöglichkeiten von Reststoffen als Fermentationsrohstoff im pharmazeutischen Bereich eher beschränkt. Bei entsprechender Aufreinigung sind jedoch biobasierte Produkte und Reststoffe als Hilfsstoffe einsetzbar. So gibt es bereits Verwertungspfade für Glycerin aus Algen- oder Pflanzenölen in der pharmazeutischen Industrie. Langfristig werden auch Potenziale in der Verwendung von Mikroalgen und deren Inhaltsstoffen für die Herstellung pharmazeutischer Produkte gesehen. Voraussetzung dafür ist jedoch die wirtschaftliche Produktion von Mikroalgen.

Die Fermentationstechnologie ist vielseitig einsetzbar und in der Pharmaindustrie bereits etabliert. Hier ist die Entwicklung neuer Wirkstoffe auf biotechnologischer Basis auch kurzfristig möglich. Damit bietet der pharmazeutische Bereich weiterhin Potenzial für innovative biotechnologische Entwicklungen. In der pharmazeutischen Industrie ist der Vorteil gegeben, dass mit einem verhältnismäßig geringen Rohstoffeinsatz hohe Wertschöpfung generiert werden kann, was die Entwicklung neuer Produkte und Verfahren erleichtert.

5.8.2. Biobasierte Enzyme

Ein auch wirtschaftlich interessanter Bereich der biobasierten Industrie liegt in der Herstellung biobasierter Enzyme. Diese können beispielsweise im Kunststoffrecycling oder als Trockner in der Lackindustrie Anwendung finden und das selten vorkommende Element Kobalt ersetzen. Großes Entwicklungspotenzial und entsprechender Forschungsbedarf wird auch im Einsatz von Enzymen zur fermentativen Erschließung von Lignocellulose für die Nutzung in der chemischen Industrie und der Biotreibstoffherstellung gesehen.

6. Verarbeitungsprozesse der biobasierten Industrie

6.1. Überblick

Im folgenden Kapitel werden Prozesse, die bei der Verarbeitung von biogenen Rohstoffen breit einsetzbar sind, dargestellt. Der Fokus liegt dabei auf jenen Prozessen, die durch Weiterentwicklung bereits in Österreich vorhandener Betriebsanlagen gute Voraussetzung für eine erfolgreiche Entwicklung der biobasierten Industrie in Österreich bieten. Es wurden Entwicklungspfade für folgende Prozesse erarbeitet:

- Fermentation
- Vergasung von Biomasse
- Pyrolyse von Biomasse
- Holzverarbeitung
- Neue Bioraffinerie-Konzepte

6.2. Fermentation

Eine Vielzahl von Substanzen lässt sich auf Basis biogener Rohstoffe durch biotechnologische Fermentation herstellen. Deshalb stellt die aerobe Fermentation eine wesentliche Säule einer zukünftigen biobasierten Industrie dar. Fermentationstechnologien kommen bei der Herstellung von industriellen Produkten wie Bulk- und Feinchemikalien, Lebensmitteln, Lebensmittelzusatzstoffen und Futtermitteladditiven, Agrar- und Pharmavorprodukten, technischen Enzymen und Biokraftstoffen als biotechnologische Verfahren zum Einsatz. Aktuell sind konventionelle großindustrielle petrochemische Herstellverfahren von Chemikalien und Energieträgern wesentlich kostengünstiger als biobasierte Herstellungswege, dennoch besteht – entsprechende ökonomische Rahmenbedingungen vorausgesetzt – durch diese Technologien die Möglichkeit, erdölbasierende Produkte zu substituieren.

Wichtig für den Betrieb biotechnologischer Verfahren ist vor allem eine ausreichende Versorgung mit Kohlenstoff und Stickstoff. Für die großvolumige Fermentation wird als Kohlenstoff-Quelle hauptsächlich Zucker bzw. Melasse verwendet. Stickstoff-Quellen können unter anderem Öle (Soja, Raps), Maisquellwasser und Pflanzenmehle (Soja) sein. Wie bereits in Kapitel 4.1 Landwirtschaftliche Rohstoffe erwähnt, ist die Nutzung von agrarischer Biomasse als Fermentationsrohstoff für den technischen Bereich in Österreich aus gesellschaftlicher Sicht nicht unumstritten. Besonders vielversprechend erscheint die Verwertung von biogenen Reststoffen. Die Nutzung von Reststoffen wie Stroh, Stärke oder auch Molke ist möglich und zum Teil bereits umgesetzt.

Um biobasierte Produkte als Ersatz konventioneller Produkte langfristig zu etablieren und auch ökonomisch konkurrenzfähig zu platzieren, sind vor allem im Verfahrensbereich noch technologische Entwicklungen nötig. Auch ökologisch betrachtet weisen die gegenwärtig implementierten Produktionstechnologien Verbesserungspotenzial auf. Ungenutzte Möglichkeiten werden vor allem in der Aufarbeitung und dem Downstreaming gesehen. Dafür

braucht es Nutzungs- und Verwertungskonzepte für Nebenprodukte aus der Fermentation bzw. der Aufarbeitung, um die Effizienz und Wirtschaftlichkeit dieser Herstellverfahren zu verbessern.

Auch neue technologische Ansätze (z.B. Proteine Engineering, Verwertung von Kurzzuckerketten), die weniger auf eine Substitution herkömmlicher Produkte abzielen, bieten vielversprechende Entwicklungsmöglichkeiten. Während bisher Biomasse zu Zucker abgebaut wird, um daraus mithilfe von Mikroorganismen wieder komplexere Strukturen herzustellen, wird bei diesen neuen Ansätzen Biomasse zu Kurzzuckerketten zerlegt bzw. abgebaut. Aus diesen Ketten können neue Produkte hergestellt werden, welche mit petrochemischen Verfahren nicht herstellbar sind. Diese Ansätze sind zudem energetisch vorteilhafter und somit auch ökonomischer, da die Biomasse nicht ganz aufgespaltet wird und somit die natürliche Syntheseleistung teilweise erhalten bleibt. Potenzial für diese Ansätze wird derzeit vor allem in Kombination mit der Herstellung von Biotreibstoffen gesehen.

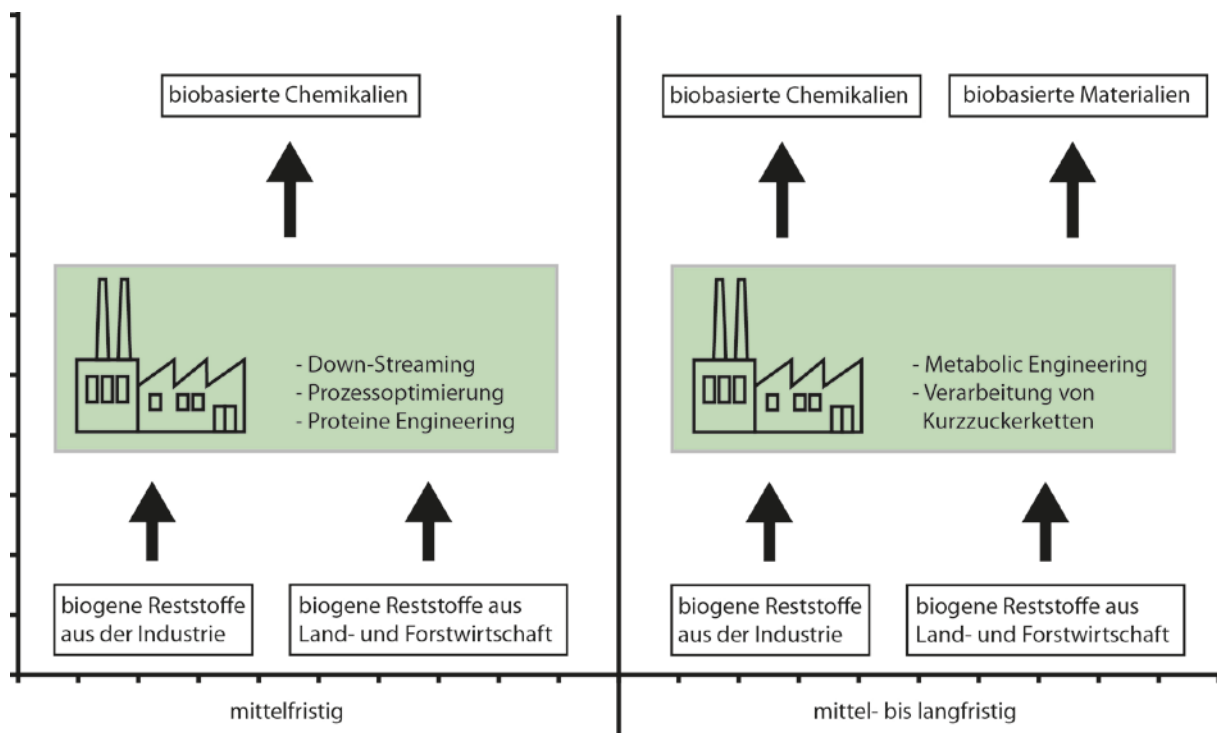


Abbildung 9: Der Entwicklungspfad für die Fermentation zeigt mittelfristig Prozessoptimierung und Downstream Processing, langfristig die Verarbeitung von Kurzzuckerketten als wichtige Ziele.

6.3. Vergasung von Biomasse

Bei der thermischen Vergasung von Biomasse entsteht Synthesegas (SNE), das direkt energetisch genutzt oder verfahrensabhängig zu Methanol oder Biotreibstoffen (z.B. Fischer-Tropsch-Kohlenwasserstoffe) weiterverarbeitet werden kann.

SNE, Methanol und Biotreibstoffe lassen sich in erster Linie energetisch nutzen. Methanol kann aber auch in der chemischen Industrie u. a. zur Herstellung von Formaldehyd, Dime-

thylether und Essigsäure verwendet werden. Beim Fischer-Tropsch-Verfahren entstehen unterschiedliche Kohlenstoff-Fractionen. Höherwertige Fractionen (ab C5) werden als Kraftstoffe eingesetzt. C3- und C4-Fractionen können als chemische Rohstoffe eingesetzt werden. C1- und C2 Fractionen werden verstromt.

Diese Verfahrenswege erfordern je nach Endprodukt mehr oder weniger komplexe Aufbereitungs- bzw. Reinigungsverfahren. Wirtschaftlich bedeutsame Endprodukte sind u.a. Methanol, Dimethylether, Kraftstoffe, Essigsäure oder Wasserstoff.

Bei der Vergasung von Biomasse hat Österreich weltweit Know-how-Führerschaft. Es gibt auch Forschungsergebnisse zu den Voraussetzungen, die eine Umsetzung der thermischen Vergasung von Biomasse wirtschaftlich macht.

6.4. Pyrolyse von Biomasse

Bei der Pyrolyse wird Biomasse unter Wärmezufuhr bei gleichzeitigem Sauerstoffabschluss zersetzt. Das dabei entstehende Pyrolyseöl wird vorwiegend energetisch verwertet. Es kann entweder direkt verwertet oder auch zur Herstellung von synthetischem Biotreibstoff verwendet werden.

In Österreich befindet sich eine Pilotanlage, die mit dem sogenannten BioCrack-Verfahren arbeitet und 2014 zur Marktreife geführt werden soll. Mit diesem Verfahren werden Treibstoffe mit biogenen Anteilen aus Reststoffen und Biomasse hergestellt. Enormer Vorteil dabei ist, dass die Biomasse direkt in den konventionellen Mineralölraffination-Prozess eingebracht wird und dadurch die Betriebsanlagen und Produktionswege der Mineralölindustrie genutzt werden können.¹⁶

¹⁶ Facharbeitsgruppe Nachwachsende Rohstoffe, 2010: Mitteilungen der Facharbeitsgruppe. At: <http://www.blt.bmlfuw.gv.at/vero/mnawa/nr56.pdf>

6.5. Holzverarbeitung

Die Holzverarbeitung hat in Österreich eine lange Tradition. Sowohl die Verarbeitung zu Massivholzprodukten als auch die Papier-, Zellstoff- bzw. Faserproduktion, die Herstellung von Holzwerkstoffen sowie die Plattenindustrie sind in Österreich gut etabliert. In den nächsten 15 bis 20 Jahren wird die Optimierung einzelner Prozessschritte in der Holzverarbeitung notwendig werden. Dies bietet eine gute Möglichkeit, eine optimale Rohstoffnutzung in den holzbasierten Prozessketten zu realisieren und vermehrt Bioraffinerie-Konzepte umzusetzen.

Um zukünftig die Nebenprodukte aus der Zellstoffproduktion verstärkt stofflich nutzen zu können, sind vor allem im verfahrenstechnischen Bereich Entwicklungen zur Aufarbeitung und Aufreinigung der Nebenprodukte notwendig. Darüber hinaus muss auch das Scale-Up in Richtung einer großtechnischen Anlage bzw. Pilotanlagen ermöglicht werden. Zudem bestehen Möglichkeiten, Tallöl bzw. Terpentinöl industriell zu verwerten. In Pöls/Steiermark ist bereits die kombinierte Erzeugung von Zellstoff, Papier, Strom, Wärme, Terpentin und Tallöl aus Holz realisiert. Tallöl wird zurzeit in der Lackindustrie verwendet, weitere Verwertungsmöglichkeiten sind in der Klebstoff- und Lösungsmittelindustrie.

Langfristig besteht die größte technologische Herausforderung in der Nutzbarmachung des Lignins, dem zukünftig eine bedeutende Rolle als Rohstoff zugeschrieben wird. Allerdings muss bedacht werden, dass durch die stoffliche Nutzung von Lignin dieses als Energieträger in der Zellstoff (und Papier-)industrie wegfällt.

Weitere relevante Forschungsfragestellungen für den Holz-, Faser- und Papierbereich sind:⁵

- Modifizierung und Funktionalisierung von Holz und Fasern
- Entwicklung neuer Trocknungsverfahren bzw. Verbesserung bestehender Verfahren
- Verbesserung bzw. Neuentwicklung von Trennverfahren
- Weiterentwicklung mechanischer Holzaufschlussverfahren
- Umgang mit der Variabilität des Rohstoffes Holz

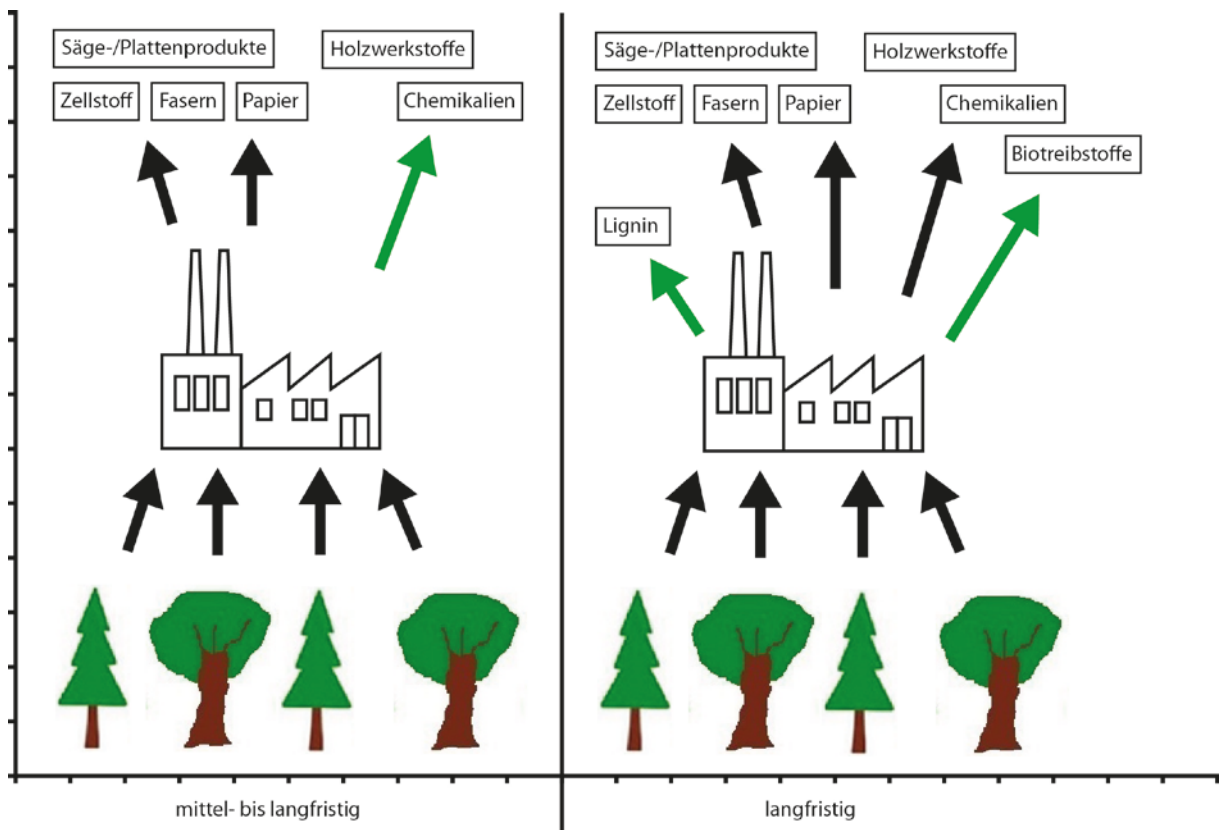


Abbildung 10: Der Entwicklungspfad für die Holzbearbeitung zeigt die Aufarbeitung und Aufreinigung von Nebenprodukten und langfristig die Nutzbarmachung von Lignin als wichtige Ziele.

6.6. Neue Bioraffinerie-Konzepte

Das Konzept der Bioraffinerie sieht – analog zu einer Erdölraffinerie – eine möglichst hochwertige und vollständige Nutzung der Biomasse vor. Wesentlich dabei ist die Verarbeitung der Biomasse zu verschiedenen Produkten. Neben der Gewinnung bestimmter hochwertiger Verbindungen aus der Biomasse sollen auch Neben- und Koppelprodukte hochwertig genutzt werden. Ziel ist, die Synthese-Vorleistung der Natur zu nutzen, um entweder aufwendige, künstliche Herstellungsprozesse zu ersetzen, oder um komplexe, nicht künstlich herstellbare Verbindungen zu gewinnen. So können z. B. Substanzen für pharmazeutische Zwecke isoliert werden. Da diese Wertstoffe meist nur einen kleinen Anteil ausmachen, bleibt ein Großteil der Biomasse zurück. Daraus können wiederum z. B. Nahrungsmittel, Futtermittel, oder weniger hochwertige Chemikalien gewonnen werden. Nachdem diese stofflich nutzbaren Anteile aus der Biomasse gewonnen wurden, kann der verbleibende Anteil noch energetisch genutzt werden. Es können z. B. Strom und Wärme für den Anlagenbetrieb oder zum Verkauf erzeugt werden.

6.6.1. Verwertung von Gras

Wie in Kapitel 4.1 Landwirtschaftliche Rohstoffe bereits ausgeführt, zeichnet sich in der österreichischen Landwirtschaft ein deutlicher Strukturwandel ab, wodurch die verfügbaren, ungenutzten Potenziale an Grünlandbiomasse (Gras, Klee, Luzerne etc.) bzw. an nicht mehr bewirtschaftetem Grünland (Bracheflächen) steigen. Eine innovative Möglichkeit zur alternativen Verwertung überschüssiger Grünlandbiomasse bietet die Grüne Bioraffinerie. Ziel ist, den Rohstoff "Gras" möglichst vollständig zu verarbeiten und dabei eine breite Palette von Produkten (Chemikalien, biogene Werkstoffen wie Kunststoff und Verpackungsmaterial, Pflanzenfasern für Dämmplatten) herzustellen.

Technologische Konzepte zur integrierten, also stofflich und energetischen, Nutzung von Grünlandbiomasse existieren bereits. In Österreich ist in Utzenaich eine Grüne Bioraffinerie als Demonstrationsanlage in Betrieb. Dabei wird silierte Grünlandbiomasse nach der Zerkleinerung gepresst. Für den entstehenden Presskuchen und den Presssaft gibt es unterschiedliche weitere Nutzungsschritte mit jeweils unterschiedlichen Potenzialen.

Für die Weiterentwicklung der Grünen Bioraffinerie sollen zukünftig Wertschöpfungsketten realisiert werden, bei denen die ersten Verfahrensschritte Pressung bzw. Ultrafiltration bei den Rohstoffproduzenten anfallen und in weiterer Folge diese Produkte an zentrale Weiterverarbeiter, die mit möglichen Endnutzern (z.B. Futtermittelindustrie) in engem Kontakt stehen, abgegeben werden. Die Verlagerung von Pressung und Ultrafiltrationen zu den Biomasseproduzenten und die Weiterverarbeitung in kleineren zentralen Verarbeitungseinheiten bieten den Vorteil, dass bereits verdichtetes Material und damit geringeres Volumen zur weiteren Aufbereitung transportiert werden muss.

Auf verfahrenstechnischer Ebene liegen zukünftige Herausforderungen in der Verringerung des Chemikalieneinsatzes, vor allem von Ammonium und Schwefelsäure. Ein möglicher Ansatzpunkt ist, Alternativen zur Ionenauschertechnologie zu finden. Entsprechende Forschungsaktivitäten werden zukünftig stattfinden, sobald derartige Anlagen in größeren Maß-

stäben gebaut bzw. geplant werden. Die Rolle, die Österreich dabei einnehmen wird, hängt davon ab, ob potenzielle Standorte für größere bzw. industrielle Anlagen im Inland gefunden werden.

Der Presssaft wird zurzeit hauptsächlich zur Gewinnung von Aminosäuren für die Düng- bzw. Futtermittelindustrie verwendet. Eine weitere Aufarbeitung würde zusätzlich die Verarbeitung im Lebensmittelbereich erlauben. Die im Presssaft enthaltene Milchsäure kann technisch verwendet werden, etwa für die Herstellung von Biopolymeren. Weiters besteht die Möglichkeit, dass der Presssaft bzw. die darin enthaltenen nicht vergorenen Zucker als Rohstoff für die Fermentationsindustrie genutzt werden. Zusätzliche Produkte sind Kaliumsulfat und Kalzium-Magnesiumsulfat. Diese fallen im Zuge der Regeneration der Ionentauscher mit Schwefelsäure an und finden in der Düngemittelindustrie Verwendung. Zukünftig bestehen Potenziale vor allem in der Produktion von Milchsäure und der Verwendung des faserhaltigen Presskuchens für die Zellstoffindustrie bzw. zur Herstellung von Dämmmaterialien.

Mittelfristig wird vor allem Potenzial in der Gewinnung von Aminosäuren für den Lebensmittelbereich gesehen. Hier muss allerdings geprüft werden, ob diese Produkte der Novel-Food-Verordnung unterliegen. Falls das der Fall wäre, müssen zuerst Prüfungs- bzw. Zulassungsverfahren durchlaufen werden, die den Kostenaufwand für diese Produkte erhöhen. Potenziale für die technische Verwendung von Produkten der Grünen Bioraffinerie werden nur in der Milchsäure bzw. in deren Weiterverarbeitung zu Ethyllactat gesehen.

Beim Presskuchen liegen zurzeit die größten Potenziale in der energetischen Nutzung durch Biogasanlagen. Mittelfristig gibt es Potenziale in der stofflichen Nutzung der Fasern, sowohl im Zellstoff- als auch im Dämmstoffbereich. Die dafür nötigen Verfahren wurden bereits entwickelt und sind, wenn die ökonomischen Rahmenbedingungen es zulassen, additiv einsetzbar. Diesbezüglich könnten Vernetzungsaktivitäten mit relevanten Akteuren förderlich sein, um einen entsprechenden Nutzungspfad zu realisieren.

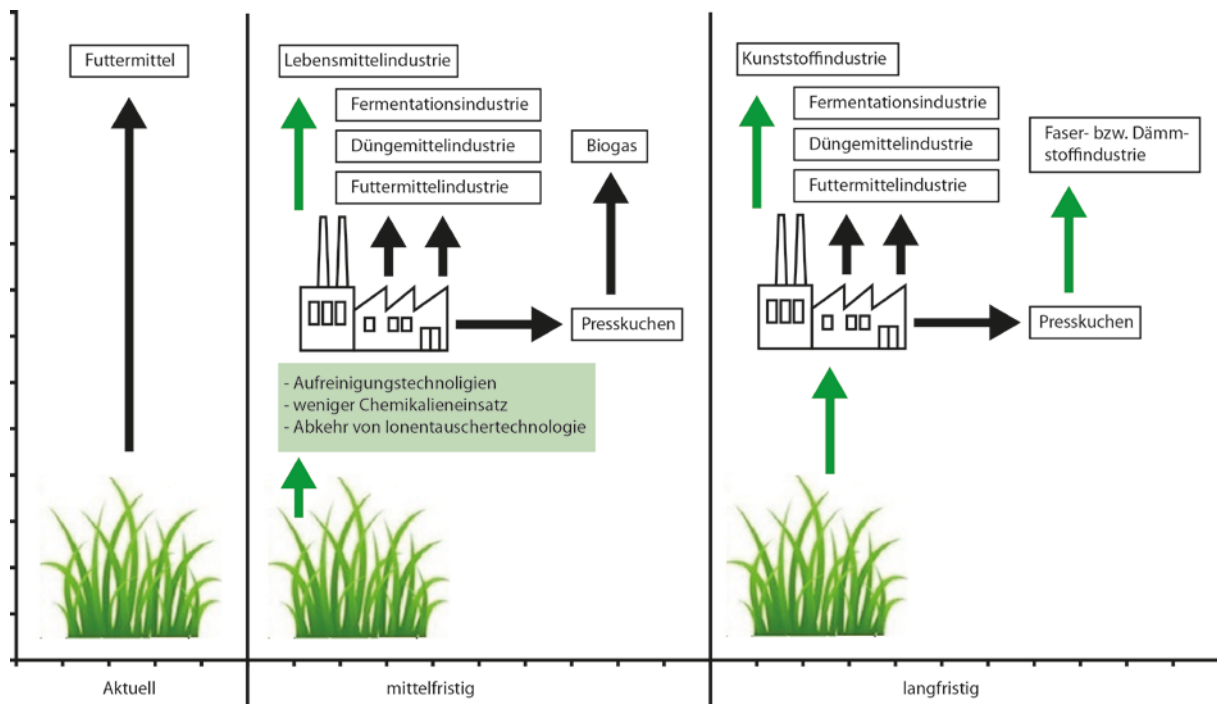


Abbildung 11: Der Entwicklungspfad für die Grüne Bioraffinerie zeigt die Optimierung der Aufreinigungstechnologien und die stoffliche Nutzung der Faserfraktion als wichtige Ziele.

6.6.2. Verwertung von Mikroalgen

Auch für die Verarbeitung von Mikroalgen wurden bereits Bioraffinerie-Konzepte entwickelt, mit denen die Algenbiomasse in unterschiedlichen Prozessstufen aufkonzentriert und getrocknet wird. In nachfolgenden Schritten werden die Wertstoffe von der übrigen Biomasse separiert, z.B. kann Algenöl mit Hilfe von Lösungsmitteln extrahiert werden, um Omega-3-Fettsäuren und Carotin zu gewinnen.

Eine Nutzungsmöglichkeit für Algenöl besteht in der Erzeugung von Biodiesel. Da nur ein Teil der Algenbiomasse, die Lipide, für die Herstellung von Biodiesel nutzbar ist und wegen der teilweise unvermeidbaren Umwandlungsverluste scheint es eher unwahrscheinlich, mit den jetzigen Technologien preiswert Biotreibstoffe aus Algen herzustellen.

Hohes Potenzial wird der Produktion bestimmter Wirkstoffe für die pharmazeutische Industrie mittels Mikroalgen zugesprochen. Zudem gibt es in Österreich Forschungsaktivitäten mit Cyanobakterien (Blaualgen) zur Herstellung von Polyhydroxybuttersäure (PHB), einem chemischen Rohstoff, dem große Potenziale für die Herstellung von Biokunststoffen zugetraut werden. Auch die Herstellung von Glycerin aus Algenbiomasse wird vielversprechend eingeschätzt. Kundenmärkte für Algen-basierte Wertstoffe sind vor allem die Lebensmittel- und die Kosmetikindustrie. Zukünftig könnten auch Einsatzmöglichkeiten für Mikroalgen als Proteinquelle in der Futtermittelindustrie entstehen.

Die stoffliche Verwertung von Algen in Bioraffinerien scheint vor allem für hochwertige Rohstoffe und Endprodukte wie etwa Beta-Carotine, Omega3-Fettsäuren, Fucoxanthin und Pig-

mente zukünftig vielversprechend möglich, da diese Produkte eine hohe Wertschöpfung erzielen können und so die noch relativ aufwändige Produktion kompensiert werden kann. Die Umsetzung dieser Technologie in einem industriellen Maßstab wird voraussichtlich in fünf bis sieben Jahren möglich sein. Es gibt im Ausland bereits Firmen, die recht erfolgreich im Bereich der Pigmente und Nahrungsergänzungsmittel den Markt bedienen.

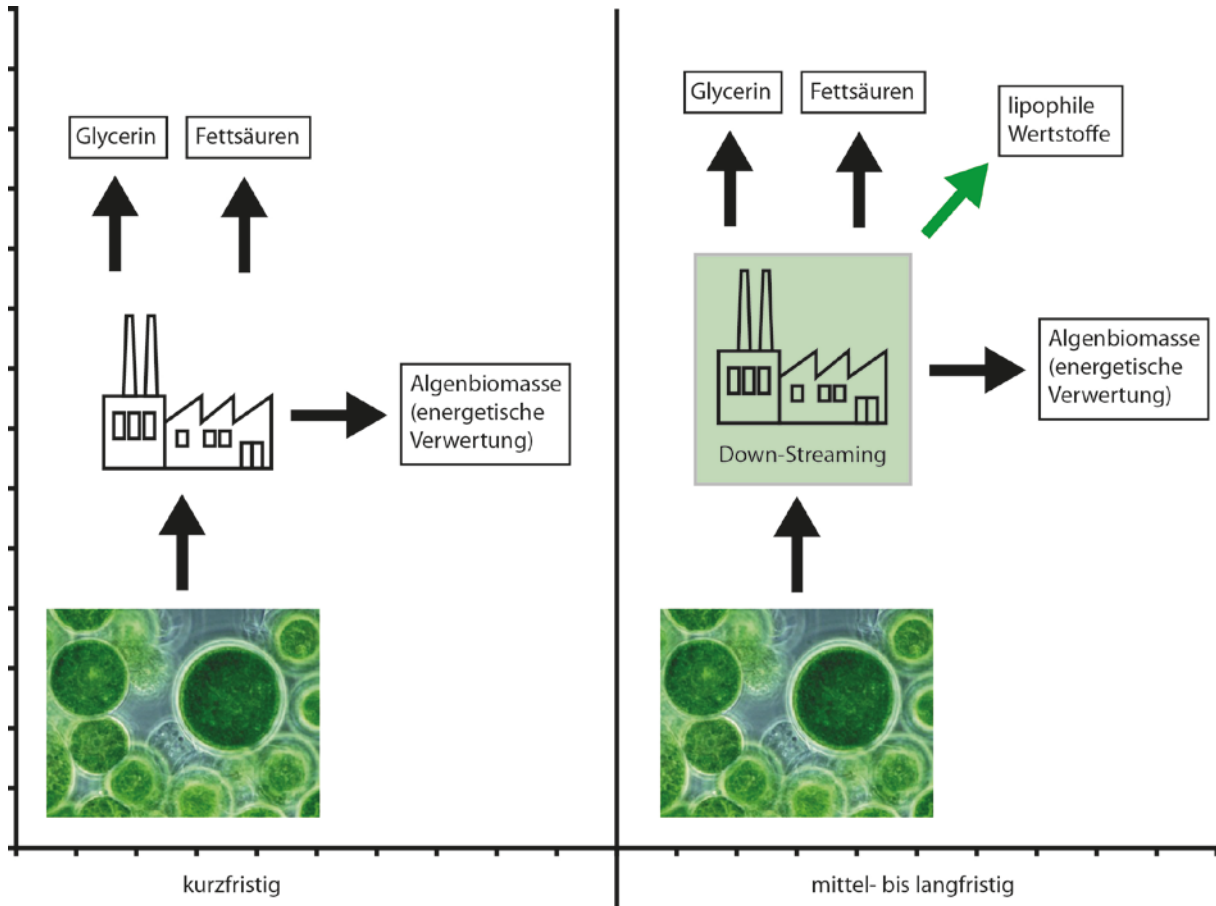


Abbildung 12: Der Entwicklungspfad für die Verarbeitung von Algenbiomasse zeigt das Downstream Processing für lipophile Wertstoffe als wichtige Ziele.

7. SWOT-Analyse für biobasierte Industrie in Österreich

Tabelle 3: SWOT-Analyse für biobasierte Industrie in Österreich

Stärken	Schwächen	Chancen	Risiken
<ul style="list-style-type: none"> • Technologisch und wirtschaftlich erfolgreiche Unternehmen in vielen Bereichen der biobasierten Ind. (Lebensmittelverarbeitung (Stärkeind.), Holzverarbeitung, Fermentation, Biotreibstoffherstellung, Mikro-Algen-Produktion) • Potenzial für Technologieführerschaft z.B. in der Holzverarbeitung • Ausgereifte Technologien z.B. bei Verwertung von Fetten, in der Düngetechnik • Gut entwickelter Anlagenbau • Hohes Innovationspotenzial • Stetige Effizienzsteigerung der Prozesse • F&E-Bereich gut aufgestellt • Wissenschaftliches Potenzial vorhanden • Gute Forschungsinfrastruktur • Gute Zusammenarbeit der Unternehmen mit Universitäten und K-Zentren • Hohes technologisches Wissen in den Betrieben 	<ul style="list-style-type: none"> • Stoffliche vor thermischer Nutzung wird in Österreich nicht konsequent gelebt • Fehlende Vernetzung der Akteure (z.B. im Bereich, Fermentation), aber auch der einzelnen Bereiche miteinander • Geringe Mengenverfügbarkeit von preislich konkurrenzfähiger Biomasse • Lücken in der Wertschöpfungskette zwischen Grundstoffherstellern und Verarbeitern • Schnittstellen zwischen einzelnen Industrien bzw. Technologien haben Entwicklungspotenzial 	<ul style="list-style-type: none"> • Landwirtschaft erhält eine Funktion als Bereitsteller von Energie und Rohstoffen • Technologie-Export • Nutzung von Reststoffen • Verwendung von Nebenprodukten • Gekoppelte Prozesse forcieren • Optimierungspotenzial hinsichtlich Aufarbeitung und Aufreinigung nutzen • Herstellung neuer Wertstoffen • Gutes Marketing, um Produkte der biobasierten Industrie am Markt zu platzieren • Organisation der Wertschöpfungskette verbessern 	<ul style="list-style-type: none"> • Rohstoffverfügbarkeit • Preisgestaltung der Rohstoffe • Ökologischer Nutzen auch bei Scale Up erhalten • Wirtschaftliche Risiken in der Technologie-Entwicklung und bei Scale Up • Durch stoffliche Nutzung von Reststoffen bzw. Nebenprodukten entsteht Substitutionsbedarf • Nachhaltigkeitsaspekte entlang der gesamten Wertschöpfungskette nicht vernachlässigen • Marktseitige Akzeptanz biogener aber teurerer Produkte • Prüfbarkeit der biogenen Rohstoffbasis z.B. bei Biopolymeren schwierig

8. Empfehlungen zur Stärkung der FTI-Aktivitäten der biobasierten Industrie in Österreich

Im Rahmen der Workshops und Interviews wurden folgende Handlungsempfehlungen zur Stärkung der biobasierten Industrie in Österreich als wesentlich erkannt:

1. Integrierte Konzepte für energetische und stoffliche Nutzung von Biomasse
2. Gesamtab schätzung zur ökologischen und ökonomischen Wirkung biobasierter Produkte
3. Vernetzung und Kooperation
4. Breite Positionierung der biobasierten Industrie in Österreich
5. Gezielte (Forschungs-)Förderung für Fragestellungen der biobasierten Industrie
6. Marktseitige Maßnahmen
7. Entwicklung in Kooperation mit klassisch gewachsenen Industrien

8.1. Integrierte Konzepte für energetische und stoffliche Nutzung von Biomasse

Agrarflächen sind in Österreich begrenzt verfügbar. Deshalb wird eine möglichst vollständige Nutzung von Rohstoffen (Bioraffinerie-Konzepte) als wesentlich erachtet. Eine stoffliche Nutzung von Biomasse, die auch die Syntheseleistung der Natur zu nutzen versteht, ist ressourceneffizient und erzielt meist eine größere Wertschöpfung. Aus ökologischer und ökonomischer Sicht ist es vorteilhaft, die Biomasse möglichst vollständig zu verwerten und nach einer stofflichen Nutzung auch eine energetische Nutzung vorzusehen (kaskadische Nutzung).

Auch biobasierte Produktionsprozesse brauchen Energie, deshalb sollte deren Gesamtenergiebilanz nicht außer Acht gelassen und der Einsatz erneuerbarer Energieträger forciert werden. Entsprechende Gesamtkonzepte in Form von Bioraffinerien existieren und sollten beispielhaft für die Nutzung von Biomasse sein.

Langfristig muss bei biobasierten Industrie- bzw. Technologiekonzepten die Wirtschaftlichkeit sichergestellt werden. Integrierte Produktionsprozesse, wo für jedes Produkt und Nebenprodukt Einsatzgebiete und Absatzmärkte entwickelt werden, sind besonders zukunftsweisend. Auch eine verschränkte Nutzung mit dem Food-Bereich bzw. Futter- und Düngemittelbereich kann die Wirtschaftlichkeit erhöhen. Beispielsweise wird in Pischelsdorf bereits eine integrierte Weizenstärke- und Bioethanolfabrik betrieben. Dabei finden Nebenprodukte der Stärkeherstellung Eingang in die Bioethanolproduktion, was zu einer Rohstoffeinsparung in der Ethanolproduktion führt. Die Reststoffe der Ethanolherstellung sowie das während der Ethanolherstellung entstandene CO₂ können ebenfalls verwertet werden.

8.2. Gesamtabstschätzung zur ökologischen und ökonomischen Wirkung biobasierter Produkte

Eine wesentliche Herausforderung bei der Implementierung von biobasierten Konzepten ist die Sicherstellung von damit verbundenen positiven ökologischen Effekten. Dafür müssen Prozesse bzw. Produkte hinsichtlich ihrer Umweltwirkungen bewertet werden.

Auch die potenzielle Nutzung von land- und forstwirtschaftlichen Reststoffen (z.B. Stroh, Wurzelholz, Reiss Holz) sollte im Vorfeld hinsichtlich ihrer ökologischen Effekte (z.B. Nährstoffentzüge, Verminderung der Produktionskraft von Ökosystemen etc.) evaluiert werden. Die vorhandene Datenlage für biobasierte Prozesswege ist diesbezüglich vielfach unzureichend und bedarf einer Verbesserung. Zudem erfordert die Entwicklung und Implementierung biobasierter Technologiepfade im Vorfeld genaue Daten über die Rohstoffpotenziale. Auch diese sind teilweise schwer zu finden. Vor allem im Bereich von Reststoffen und landwirtschaftlichen Nebenprodukten sind relevante Informationen schwer ausfindig zu machen.

Eine Möglichkeit, die Nachhaltigkeit der gesamten Wertschöpfungskette – vom Rohstoff (anbau) bis zu den Produkten und Dienstleistungen inkl. der Entsorgung/Verwertung am Ende der Nutzungsdauer – in den drei Dimensionen Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft abzubilden, bietet das Life Cycle Sustainability Assessment (LCSA). Um die Nachhaltigkeit gesamthaft beurteilen zu können, wird dabei die Lebenszyklusanalyse (LCA) für die Umwelt, das Life Cycle Costing (LCC) für die Wirtschaft und das Social Impact Assessment (SIA) für die Gesellschaft miteinander verknüpft.

8.3. Vernetzung und Kooperation

Eine gute Vernetzung der einzelnen Industrie-Bereiche wird zukünftig von größter Bedeutung sein, da spezifische Materialeigenschaften und Anforderungen an die Weiterverarbeitung erst durch optimierte Lieferketten und gutes Schnittstellen-Management kommuniziert werden können. Synergien und Weiterentwicklungen werden durch branchenübergreifenden Informationsaustausch ermöglicht, denn eine Vernetzung der Akteure innerhalb der Wertschöpfungskette ermöglicht die Abstimmung der Einzelaktivitäten. Auch strategische Kooperationen, die verschiedene Wertschöpfungsketten zusammen bringen, sollten gestärkt werden, um Innovationssprünge zu ermöglichen.

8.4. Breite Positionierung der biobasierten Industrie in Österreich

Die einzelnen Bereiche der biobasierten Industrie werden in Österreich als wichtig und zukunftsträchtig wahrgenommen. Die biobasierte Industrie in ihrer Gesamtheit ist in Österreich hingegen wenig präsent. Um die Möglichkeiten der biobasierten Industrie optimal zu nutzen, wäre ein gezieltes Agenda-Setting bei den relevanten Akteuren gezielt zu forcieren. Dafür sollte eine Stakeholder-Plattform „Austrian Biobased Industry“ gegründet werden, um Stakeholder aus Wirtschaft, Verwaltung und Forschung und Akteure der Wertschöpfungskette vertikal und horizontal zu vernetzen. Diese Plattform könnte auch als nationales Spiegelgremium zum Europäischen PPP in diesem Bereich dienen.

8.5. Gezielte (Forschungs-)förderung für Fragestellungen der biobasierten Industrie

Die Förderung angewandter Forschungsvorhaben ist wesentlich, um Entwicklungen der biobasierten Industrie weiter voranzutreiben. Die für die biobasierte Industrie relevanten Fragestellungen betreffen neben der Weiterentwicklung von Mikroorganismen vor allem die Aufarbeitung / das Downstreaming von Prozessen, die Aufarbeitung von Nebenprodukten / Reststoffen und die Rückgewinnung von Nähr- und Wertstoffen. Vielversprechend wären angewandte Forschungsvorhaben, die relevante chemische und biotechnologische Verfahren kombinieren.

Um das Scale Up innovativer Technologieansätze zu ermöglichen, ist es notwendig, Demo- und Pilotanlagen zu ermöglichen, Investitionszuschüsse für Implementierungen zu gewähren und Risikokapital verfügbar zu machen. Im Vorfeld könnte auch ein Scale Up der wissenschaftlichen Infrastruktur für einen breiten Bedarf und verschiedene Technologiebereiche in Form von frei zugänglichen Labor-, Pilot- und Demoanlagen sehr nützlich sein, um eine gute Basis für Investitionsentscheidungen zu bekommen.

8.6. Marktseitige Maßnahmen

Da die Wettbewerbsfähigkeit innovativer biobasierter Produkte oft nicht sofort gegeben ist, wäre die Schaffung von spezifischen Marktsegmenten für biobasierte Produkte, die durch regulative Maßnahmen entwickelt werden, hilfreich. Angedacht wurden Standards für die öffentliche Beschaffung etwa im Bereich der Lebensmittelverpackung. Damit könnten relevante Märkte generiert werden und die öffentlichen Beschaffungsvorgaben würden als Treiber für entsprechende biobasierte Produkte fungieren.

8.7. Entwicklung in Kooperation mit klassisch gewachsenen Industrien

Die heimische Industrie ist mit klassischen Produkten am Weltmarkt erfolgreich. Die Neuorientierung zu biobasierten Produkten sollte daher nicht auf Kosten der klassischen Produkte passieren. Zukunftsweisend sind biobasierte Industrie- bzw. Prozesskonzepte in Kooperation mit heimischen Betrieben, da bereits Anlagen und fundiertes Know-How zur Verfügung stehen.

8.8. Resümee

Im Rahmen des Projekts zeigte sich deutlich, dass die biobasierte Industrie in Österreich auch zukünftig eine wichtige Rolle einnehmen wird, insbesondere wenn es gelingt, die gesamte Wertschöpfungskette vertikal und horizontal zu vernetzen, vorhandenes Know-how branchenübergreifend einzusetzen und weiterzuentwickeln und damit bisher ungenutzte Synergien zu nutzen.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Möglicher Umsatz durch intensive Nutzung der Zellstoffnebenprodukte	24
Tabelle 2: Charakteristika von biobasierten Chemikalien aus der Research Agenda Biobasierte Industrie	25
Tabelle 3: SWOT-Analyse für Biobasierte Industrie in Österreich	42

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklungspfad für landwirtschaftliche Rohstoffe	14
Abbildung 2: Ausgewählte Holzprodukte und ihre Nutzung	16
Abbildung 3: Entwicklungspfad für den Rohstoff Holz.....	17
Abbildung 4: Entwicklungspfad für Algen.....	19
Abbildung 5: Globale Produktionsmengen von Biokunststoffen und deren Verwendung	22
Abbildung 6: Entwicklungspfad für Biopolymere.	23
Abbildung 7: Entwicklungspfad für Biotreibstoffe.	29
Abbildung 8: Entwicklungspfad für Düngemittel.	31
Abbildung 9: Entwicklungspfad für die Fermentation	34
Abbildung 10: Entwicklungspfad für die Holzbearbeitung.	37
Abbildung 11: Entwicklungspfad für die Grüne Bioraffinerie.....	40
Abbildung 12: Entwicklungspfad für die Verarbeitung von Algenbiomasse.	41

Anhang 1: Die Biobasierte Industrie in Österreich

In diesem Kapitel wird die biobasierte Industrie in Österreich anhand von Daten der Statistik Austria beschrieben. Es wird ein kurzer Überblick über den Entwicklungsstand der biobasierten Industrie in Österreich gegeben. Zudem werden Informationen über die Rohstoffnutzung, -verfügbarkeit und eine entsprechende Potenzialabschätzung geboten bzw. zur Verfügung gestellt gegeben.

Der produzierende Bereich wird in der Leistungs- und Strukturhebung der Statistik Austria gemäß ÖNACE 2008 in die Bereiche Bergbau, Herstellung von Waren, Energieversorgung, Wasserversorgung und Abfallentsorgung sowie dem Baubereich unterteilt, wobei für die biobasierte Industrie vor allem der Bereich „Herstellung von Waren relevant ist.¹ Gemäß diesen Daten der Statistik Austria können mehrere Industriesektoren im Non-Food-Bereich zur biobasierten Industrie zugerechnet werden:

- Herstellung von Holzwaren; Korbwaren
- Herstellung von Papier/Pappe und Waren daraus weiterverarbeiteten Produkten
- Herstellung von Möbeln

Zusätzlich gibt es Industriebereiche, die ebenso für die biobasierte Industrie in Frage kommen:

- Herstellung von Textilien
- Herstellung von chemischen Erzeugnissen
- Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen
- Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren

Neben den genannten Industrien gibt es weitere Bereiche, wie beispielsweise die Energieversorgung oder die Abwasserbehandlung (z.B. durch Mikroalgenproduktion), wo die biobasierte Industrie Beiträge leisten kann. Allerdings werden diese Bereiche bei den folgenden Darstellungen nicht abgebildet. Auch die Herstellung von Druckerzeugnissen wurde in den folgenden Betrachtungen nicht mitberücksichtigt. Zur biobasierten Industrie gehört auch die Sparte der Herstellung von Stärke und Stärkeerzeugnissen. Allerdings werden für diesen Bereich keine Wirtschafts- und Strukturdaten seitens der Statistik Austria veröffentlicht, da zuwenig Unternehmen in diesem Bereich angesiedelt sind und daher die Anonymität der Daten nicht gewährleistet werden kann.

Im Jahresdurchschnitt 2011 waren in den oben genannten Industriebereichen 147.617 Personen beschäftigt, was rund 24 % der Beschäftigten im Bereich „Herstellung von Waren“ entspricht. Die folgende Abbildung zeigt die Anzahl der durchschnittlichen Beschäftigten pro Betrieb in den oben genannten neun Industriesparten. Die Industriesparten sind nach Beschäftigtenzahl sortiert, sodass links jene Sparten mit den wenigsten und rechts jene mit den meisten Beschäftigten angeführt sind. Der Durchschnitt des gesamten produzierenden

¹ Statistik Austria, 2013: Leistungs- und Strukturstatistik 2011

Bereichs liegt bei 24 Beschäftigten pro Betrieb. Bei Betrachtung von Abbildung 2 zeigt sich, dass vor allem jene Bereiche, die absolut gesehen die höchsten Beschäftigtenzahlen aufweisen, nämlich die Herstellung von Holzwaren bzw. Möbeln mit rund 13 bzw. 10 Beschäftigten, unter dem Durchschnitt liegen. Dieser Bereich ist somit recht klein strukturiert. Wie die Interviews mit ExpertInnen aus diesem Bereich zeigen, ist die kleine Strukturierung bzw. die gleichmäßige Verteilung der Betriebe aus ökologischen Gründen sinnvoll, da dadurch die Transportdistanzen für Rohholz, welches lufttrocken einen Wasseranteil ca. 20 % aufweist, recht kurz gehalten werden. Verarbeitete bzw. veredelte Holzprodukte, weisen einen viel geringeren Wasseranteil auf und erlauben daher ökologischen Aspekten auch weitere Transportdistanzen, v.a. wenn der Trocknungsvorgang bspw. durch die energetische Verwertung der Rinde erfolgt. Die Bereiche mit den meisten Beschäftigten pro Betrieb sind in den Bereichen Kunststoff, chemische Industrie, Pappe- und Papierprodukte und der pharmazeutischen Industrie zu finden.

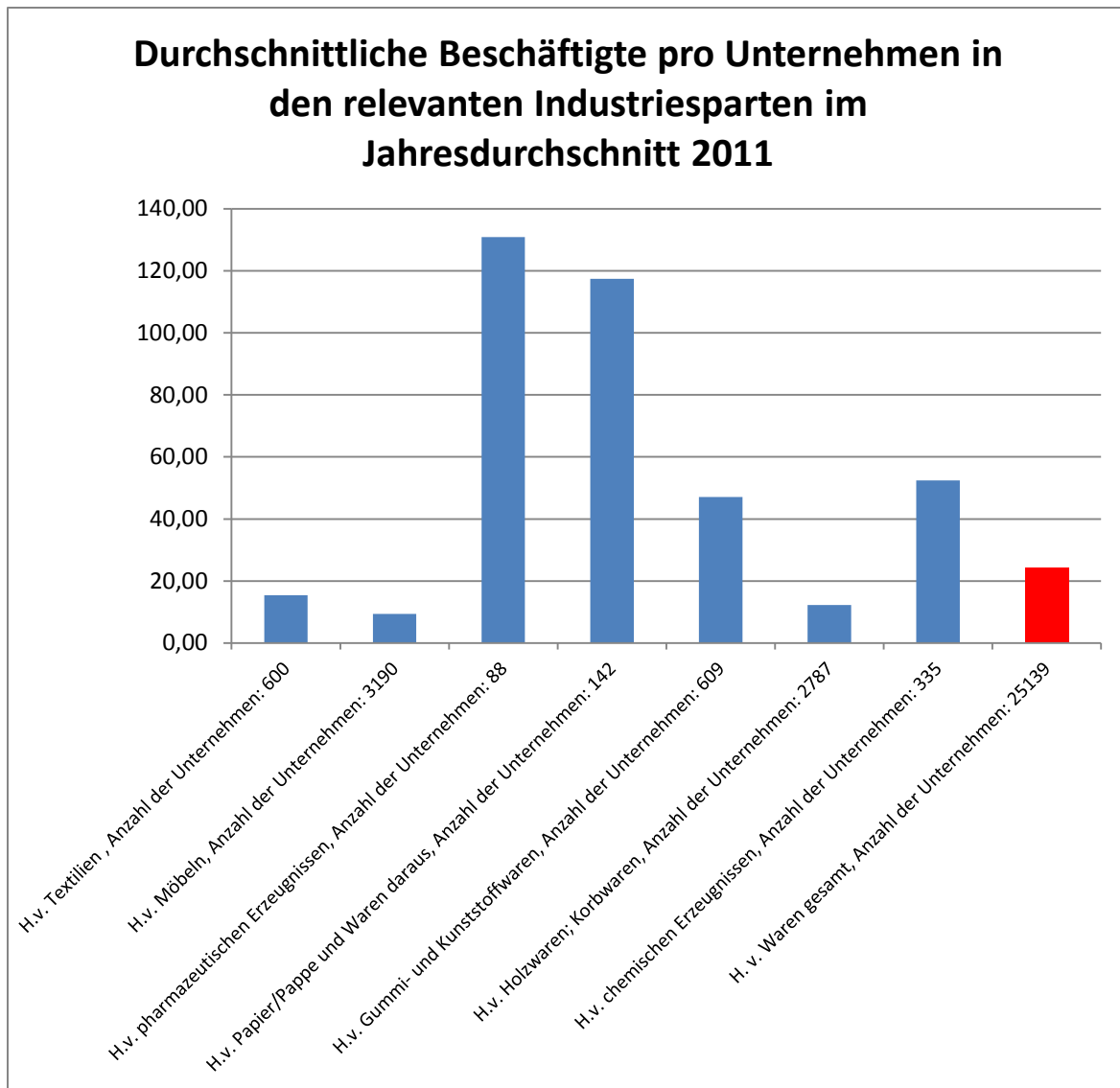


Abbildung 1: Durchschnittliche Beschäftigte pro Unternehmen in den relevanten Industriesparten im Jahresdurchschnitt 2011²

Die Bruttowertschöpfung ist die Vorstufe zur Berechnung des Bruttonozialprodukts und entspricht der Summe der Produktionswerte eines Industrie- bzw. Wirtschaftsbereichs abzüglich der dafür aufgewendeten Vorleistungen. In den der biobasierten Industrie zugeordneten Industriebereichen wurde 2011 eine Bruttowertschöpfung in Summe von € 11,5 Milliarden erbracht, was ca. 23 % der Bruttowertschöpfung des Bereichs „Herstellung von Waren“ ausmacht, wobei dieser Bereich mit ca. 26 % den höchsten Beitrag zur gesamtwirtschaftlichen Bruttowertschöpfung in Österreich ausmacht.³ Somit kann gesagt werden, dass der Einfluss der in Abbildung 2 und Abbildung 3 angeführten Industriebereichen an der nationalen Wertschöpfung bei ca. 6 % liegt.

² Eigene Darstellung, Daten aus ÖNACE 2008: Abschnitte B-E - Ausgewählte Strukturmerkmale 2011 http://www.statistik.at/web_de/services/wirtschaftsatlas_oesterreich/industrie/index.html

³ Statistik Austria, 2013: Leistungs- und Strukturstatistik 2011

Vergleicht man die Unternehmen aus diesen relevanten Industriebereichen anhand deren Bruttowertschöpfung, so zeigt sich, dass der Bereich der Holz- bzw. Korbwaren trotz der relativ kleinen Struktur, aufgrund der hohen Anzahl an Unternehmen die dritthöchste Wertschöpfung aller betrachteten Bereiche erwirtschaftet. Die Industriebereiche sind in Abbildung 3, wiederum anhand derer absoluten Bruttowertschöpfung sortiert. Die größte Wertschöpfung pro Unternehmen wird im Bereich der pharmazeutischen Industrie erzielt, gefolgt von der Papierindustrie. Die Bereiche der chemischen Produktion und der Gummi- und Kunststoffwaren weisen sektoral betrachtet die größte Bruttowertschöpfung auf. Auch deren Bruttowertschöpfung liegt deutlich über dem Durchschnitt des gesamten produzierenden Bereichs.

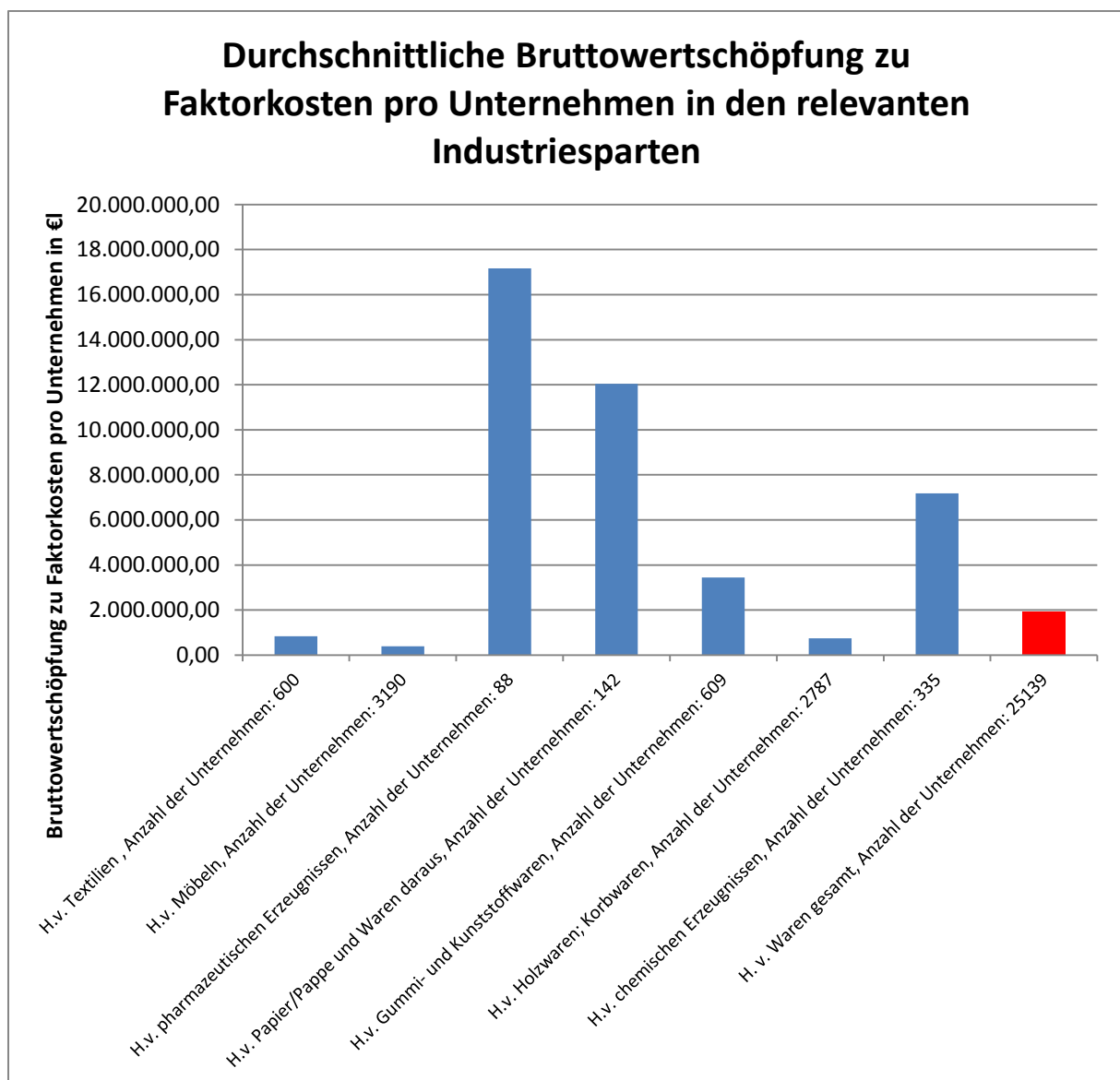


Abbildung 2: Durchschnittliche Bruttowertschöpfung zu Faktorkosten pro Unternehmen in den relevanten Industriesparten⁴

⁴ Eigene Darstellung, Daten aus ÖNACE 2008: Abschnitte B-E - Ausgewählte Strukturmerkmale 2011 http://www.statistik.at/web_de/services/wirtschaftsatlas_oesterreich/industrie/index.html

A1.1 Düngemittelindustrie

Die Düngemittelindustrie ist in Österreich an zwei Standorten mit in Summe ca. 400 Arbeitsplätzen ansässig und mit einem Exportanteil von 80 % sehr exportorientiert. Die Produktionsmenge lag im Jahr 2011 bei 1,1 Mio. t. Die Produktionsmenge hängt allerdings stark von der Dynamik der Düngemittel- und Lebensmittelmärkte ab.

Die für den Verkauf im Inland bestimmten Düngemittel werden über ein Vertriebssystem, welches aus Lagerhäusern und Agrarhändlern besteht und insgesamt 1.400 Unternehmen umfasst, an die Verbraucher abgegeben. Die folgende Tabelle zeigt den Inlandsabsatz von in Österreich hergestellten Düngemitteln.

Düngemittelabsatz im Zeitvergleich (in 1.000 Tonnen Reinnährstoffen)

Tabelle 1.2.7

Düngemittel	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	Veränderung zum Vorjahr
	Wirtschaftsjahr (1)										
Stickstoff (N)	127,6	94,4	100,8	99,7	103,7	103,3	134,4	86,3	90,6	116,8	5,0
Phosphor (P ₂ O ₅)	47,2	45,2	39,4	36,3	35,0	37,9	44,7	17,5	22,1	29,3	26,4
Kali (K ₂ O)	50,1	50,0	49,5	45,8	40,7	46,0	49,8	14,5	23,4	34,4	61,1
Summe	224,9	189,6	189,7	181,8	179,4	187,2	228,9	118,3	136,1	180,5	15,1

1) 1. Juli bis 30. Juni.

Quelle: AMA.

Abbildung 3: Düngemittelabsatz in Österreich von 2001 bis 2011⁵

⁵ (BMLFUW, 2013: Grüner Bericht 2012)

Anhang 2: Rohstoffe der biobasierten Industrie

Die Rohstoffquellen bzw. –potenziale für die biobasierte Industrie sind hauptsächlich:

- Agrarische Roh- und Reststoffe
- Forstwirtschaftliche Roh- und Reststoffe
- Weitere Roh- und Reststoffpotenziale

Im Folgenden wird auf die genannten Roh- und Reststoffquellen sowie deren vorhandene Potenziale im Detail eingegangen.

A2.1 Agrarische Roh- und Reststoffe

Agrarische Rohstoffe umfassen zum einen die Produkte des Ackerbaus und deren Reststoffe, zum anderen die Grünlandbiomasse. Diese werden im Folgenden näher beschrieben.

A2.1.1 Biomasse aus dem Ackerland

Österreich verfügte im Jahr 2012 über eine Ackerfläche von ca. 1,35 Mio. ha, was ca. 16 % der Landesfläche entsprach. Die folgende Abbildung gibt an, für welche Zwecke bzw. Kulturen die verfügbare Ackerfläche verwendet wurde. In der Kategorie der sonstigen Ackerfrüchte befinden sich beispielsweise Energiegräser (1.137 ha), Heil-, Duft- und Gewürzpflanzen, sowie (3.655 ha) sowie Hanf (472 ha). Insgesamt lagen 38.655 ha brach.



Abbildung 1: Fruchtartenverteilung auf dem Ackerland 2012¹

¹ BMLFUW, 2013: Grüner Bericht 2012

Für die biobasierte Industrie relevante Fruchtsorten sind:

- Getreide
- Ölfrüchte
- Mais
- Energiegräser
- Kurzumtriebsplantagen
- Hackfrüchte

Energiegräser nehmen mit 1.215 ha (entspricht ca. 400 TJ) einen geringen Stellenwert ein. Die Fläche der Kurzumtriebsplantagen lag 2009 bei 1.335 ha (entspricht ca. 220 TJ).²

Getreide kann außerhalb des Food-Bereichs als Fermentationsrohstoff, beispielsweise für die Herstellung von Bioethanol verwendet werden. Gemäß einer Studie des Energieinstituts Linz werden ca. 42.000 ha Anbaufläche von Weizen bzw. Mais für die Herstellung von Bioethanol benötigt. Derzeit werden in Österreich ca. 298.400 ha mit Silo- und Körnermais, sowie 295.300 ha mit Weizen kultiviert.³ In Pischelsdorf wird seit 2007 ein Werk zur Herstellung von Bioethanol betrieben, welches ca. 240.000 m³ Bioethanol produziert. Hierfür werden ca. 90.000 ha an Anbaufläche für Weizen oder Mais benötigt.⁴ In Kombination mit der benachbarten Weizenstärkefabrik werden zusätzlich Kleie, Stärke, Gluten sowie als Nebenprodukte Kohlensäure sowie ein eiweißreiches Futtermittel erzeugt. Der Betrieb dieser Weizenstärkefabrik benötigt zusätzlich ca. 270.000 t Weizen woraus, gemäß des durchschnittlichen Weizenertrages im Jahr 2012 (41,1 dt/ha⁵), ein Flächenbedarf von ca. 66.000 ha resultiert. Der Rohstoffbedarf für diese Anlagen wird u.a. auch durch Importe von Getreideüberschüssen aus dem benachbartem Ausland gedeckt.

Von der Mais- und Getreideproduktion, welche sich im Wirtschaftsjahr 2012/2013 auf 4,8 Mio. t belief, wurden ca. 50 % für den Verbrauch am Hof (z.B. Verfütterung etc.) benötigt wodurch ca. 2,95 Mio. t am Markt verfügbar waren. In Summe wurden ca. 12 % für Lebensmittelerzeugung verwendet. Der Großteil der produzierten Menge (55 %) wurde verfüttert. Die industriellen Nutzungen von Getreide, welche ca. 23 % der gesamten produzierten Menge ausmachen, waren hauptsächlich in der Bioethanol- und Citronensäureherstellung und in der Stärkeindustrie. Demnach wurden 545.000 t Getreide für die Bioethanolherstellung verwendet, welches sich aus ca. 70 % Weizen, 25 % Mais und 5 % Triticale zusammensetzte. Daraus wurden ca. 171.000 t Ethanol hergestellt. Weitere 1,02 Mio. t Getreide wurden für industrielle sonstige Nutzungen verwendet, wobei 815.000 t für Maisstärke- und Citronensäureproduktion verwendet wurden. Die untenstehende Tabelle zeigt den Versorgungsgrad Österreichs mit Getreide. Der Selbstversorgungsgrad bei Getreide schwankt allerdings in der zeitlichen Betrachtung über mehrere Jahre und vor allem innerhalb der einzelnen Getreidearten sehr stark. Im Mittel beträgt er für den Zeitraum von 2006/2007 bis 2011/2012 ca. 101 %.

² http://www.landnutzung.at/Material/Minisymposium_Sep09/OeGA_09_Asamer.pdf

³ Statistik Austria 2013: Anbau auf dem Ackerland:

⁴ Lebensministerium: Stichwort Biokraftstoffe Zahlen und Fakten

⁵ BMLFUW, 2013: Grüner Bericht 2012

Versorgungsbilanz für Getreide 2011/12										
in Tonnen										
Bilanzposten	Weichweizen	Hartweizen	Roggen	Gerste	Hafer	Körnermais	Triticale	Menggetreide	Anderes Getreide	Getreide insgesamt
Erzeugung	1.703.838	77.999	202.002	859.375	109.807	2.453.133	228.073	35.145	34.894	5.704.266
Anfangsbestand	178.418	22.783	35.826	73.734	7.495	255.731	3.333	-	1.163	578.483
Endbestand	230.461	23.865	27.112	97.919	6.997	244.277	2.738	-	607	633.977
Einfuhr ¹⁾	710.815	89.214	34.144	232.428	17.754	806.931	5.917	-	14.971	1.912.174
Ausfuhr ¹⁾	798.522	93.338	33.038	165.224	23.227	701.415	5.413	-	16.012	1.836.190
Inlandsverwendung	1.564.088	72.792	211.822	902.394	104.832	2.570.102	229.172	35.145	34.409	5.724.756
Futter	575.513	1.214	88.448	653.870	83.767	1.259.695	199.731	31.628	21.461	2.915.327
Saat	52.908	2.850	7.279	27.441	4.218	9.474	7.437	1.408	133	113.148
Industrielle Verwertung	300.022	-	-	184.802	-	1.035.709	10.300	-	-	1.530.833
Verluste	28.363	514	4.848	32.359	4.520	83.877	11.705	2.109	1.814	170.109
Nahrungsverbrauch (brutto)	607.282	68.215	111.247	3.922	12.326	181.348	-	-	11.000	995.339
Nahrungsverbrauch (netto) ²⁾	494.935	48.773	86.773	2.941	9.244	116.240	-	-	8.250	767.157
Pro Kopf in kg	58,6	5,8	10,3	0,3	1,1	13,8	0,0	0,0	1,0	90,9
Selbstversorgungsgrad in %	109	107	95	95	105	95	100	100	101	100

Q: STATISTIK AUSTRIA, Versorgungsbilanzen. Erstellt am 26.04.2013. - 1) Einschließlich Verarbeitungsprodukte (in Getreideäquivalent). - 2) Mehrwert bzw. Nährmittel.

Tabelle 1: Versorgungsbilanz für Getreide 2011/2012 ⁶

Bei den Ölfrüchten wurden die Flächen hauptsächlich für den Anbau von Raps, Sojabohnen, Sonnenblumen und Kürbis verwendet. Der Großteil entfiel auf Winterraps zur Ölgewinnung, welcher auf ca. 55.600 ha angebaut wurde. Davon wurden 7.000 ha für die Herstellung von Raps zur Speiseölgewinnung bewirtschaftet. Mit ca. 50 bis 55 % wird der Großteil der pflanzlichen Öle in der technischen und chemischen Industrie verwendet. Ca. 35 bis 40 % werden für den Nahrungsverbrauch bzw. für die Nahrungsmittelindustrie eingesetzt. Die restlichen Mengen werden verfüttert oder fallen als Verluste an.⁷

Gemäß Steinmüller n.a.⁸ werden ca. 340.000 ha zur Erzeugung von Biodiesel benötigt. Es muss daher ein Großteil des Biodiesels bzw. dessen Rohstoffe importiert werden. In Österreich wurden 2012 ca. 20.000 TJ an biogenen Brenn- und Treibstoffen verbraucht, was ca. 5,8 % der für Verkehrsanwendungen benötigten Energie, abzüglich der elektrischen Energie entspricht.⁹ 2012 wurden 265.445 t Biodiesel in Österreich hergestellt, wovon ca. 72.557 t exportiert wurden.¹⁰ Die Abbildung 5 zeigt den zeitlichen Verlauf des Selbstversorgungsgrad für Raps und Rübsen. Es zeigt sich, dass ein Großteil der in Österreich verarbeiteten bzw. benötigten Menge importiert werden muss.

⁶ Statistik Austria 2013: Versorgungsbilanz für Getreide.

⁷ http://www.statistik.at/web_de/statistiken/land_und_forstwirtschaft/preise_bilanzen/versorgungsbilanzen/

⁸ Steinmüller n.a.: Nachhaltige Bodennutzung in Österreich - IST-Stand und Perspektiven. At: http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/landwirtschaft/Veranstaltungen/bioenergie_ws11/Nachhaltige_Bodennutzung_Steinmueller_Energieinstitut_Linz.pdf

⁹ Statistik Austria: Gesamtenergiebilanz Österreich 1970 bis 2012 (Detailinformation)

¹⁰ Bericht Biokraftstoffe in Österreich

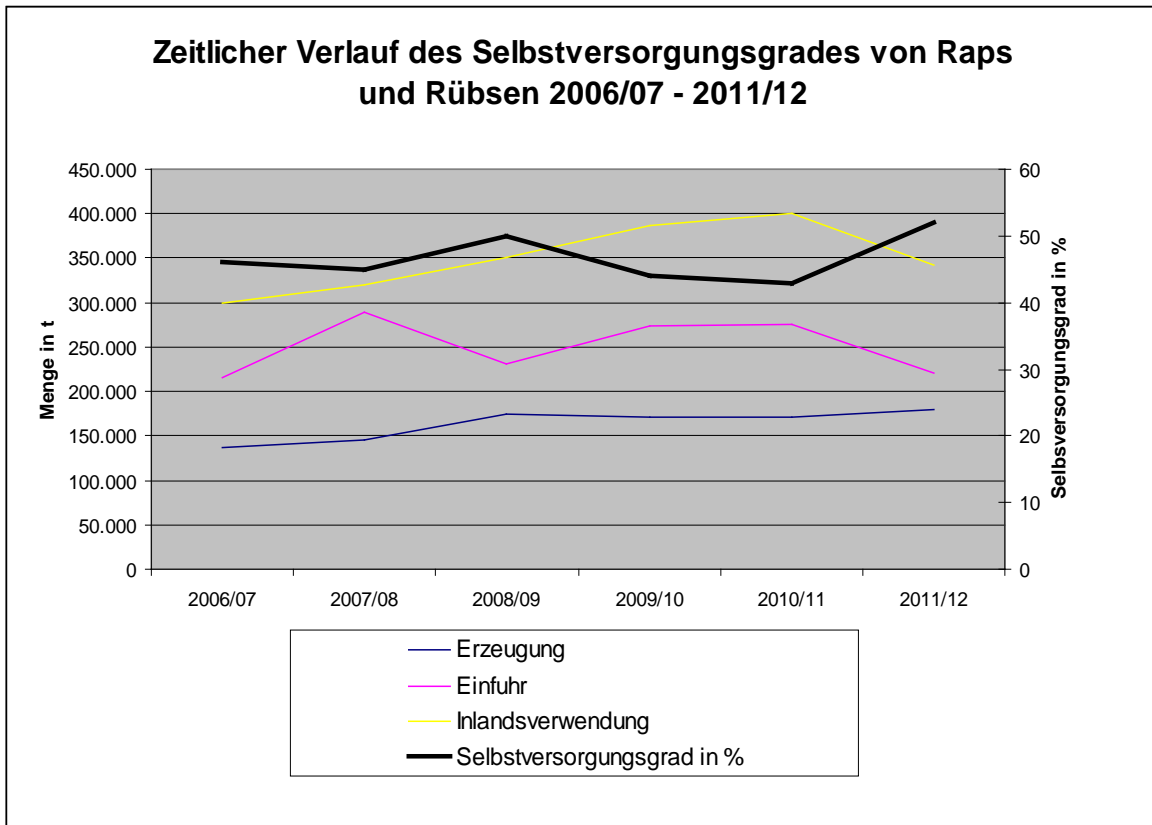


Abbildung 2: Zeitlicher Verlauf des Selbstversorgungsgrades von Raps und Rübsen 2006/07 bis 2011/12 ¹¹⁾

Im Bereich der pflanzlichen Öle beträgt der Selbstversorgungsgrad ca. 30 %. Die untenstehende Abbildung zeigt dessen zeitlichen Verlauf.

¹¹⁾ Eigene Darstellung, Daten aus Versorgungsbilanzen der Statistik Austria
 At: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/land_und_forstwirtschaft/preise_bilanzen/versorgungsbilanzen/

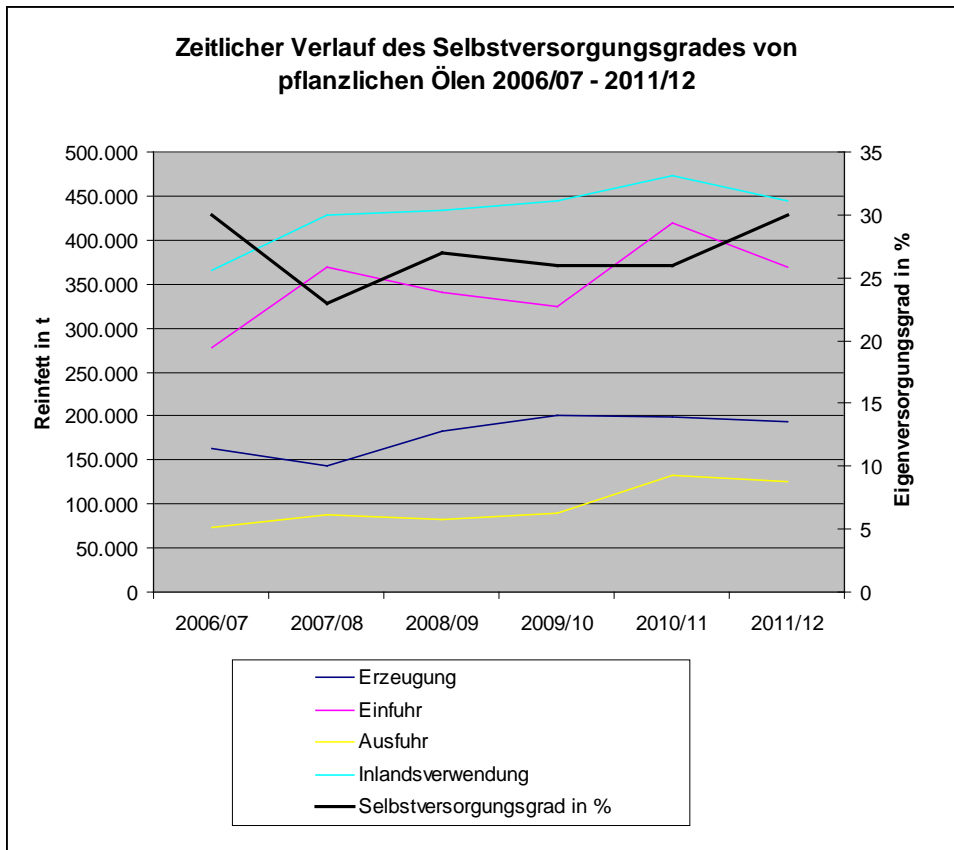


Abbildung 3: Zeitlicher Verlauf des Selbstversorgungsgrades von pflanzlichen Ölen 2006/07 bis 2011/12 ¹²

Zur Kategorie der Hackfrüchte zählen Kartoffeln und Zuckerrüben. 2012 wurden 21.782 ha mit Kartoffeln bewirtschaftet. Der größte Teil der Kartoffelanbaufläche wird für den Anbau von Speise- und Speiseindustriekartoffeln verwendet. Auf 6.128 ha wurden Kartoffeln zur Verwendung in der Stärkeindustrie angebaut. Deren Verarbeitung erfolgt im Kampagnenbetrieb. Im Jahr 2012, welches von der Ernte ein eher mäßiges Jahr war, wurden insgesamt ca. 218.000 t Stärkekartoffeln produziert. Bei der Kartoffelstärke weist Österreich im zeitlichen Mittel der Jahre 2006/07 bis 2011/12 einen Selbstversorgungsgrad von 150 % auf, wobei dieser im Betrachtungszeitraum 2011/12 sogar bei 206 % lag. Der Selbstversorgungsgrad bei Kartoffeln ist ebenfalls sehr hoch wie die untenstehende Abbildung zeigt.

¹² Eigene Darstellung, Daten aus Versorgungsbilanzen der Statistik Austria
 At: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/land_und_forstwirtschaft/preise_bilanzen/versorgungsbilanzen/

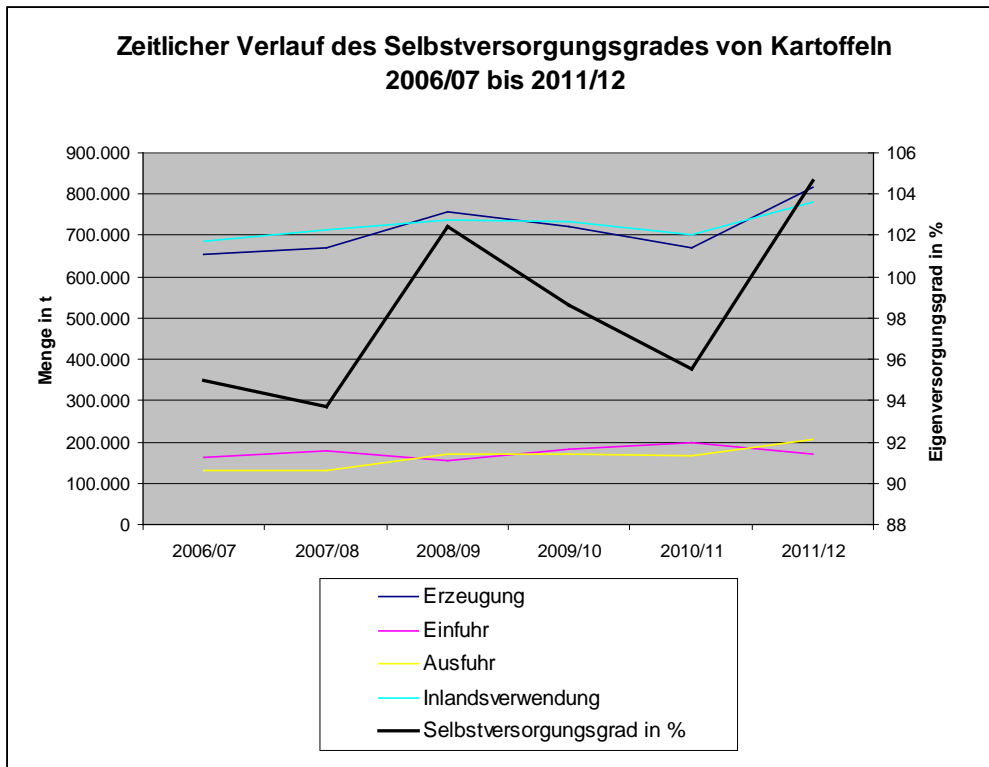


Abbildung 4: Zeitlicher Verlauf des Selbstversorgungsgrades von Kartoffeln 2006/07 bis 2011/12 ¹³

Die Anbaufläche von Zuckerrüben belief sich im Jahr 2012 auf 49.263 ha, wodurch ca. 3,46 Mio. t Zuckerrüben mit einem Zuckergehalt von 16,66 % produziert wurden. Die Produktionsmenge von Zucker und damit die Anbaufläche sind durch Quotenregelungen beschränkt.

A2.1.2 Biomasse aus dem Grünland

Neben den ackerbaulich genutzten Flächen werden in Österreich noch ca. 1,44 Mio. ha landwirtschaftliche Fläche als Grünland genutzt. Die Biomasseerträge aus dem Grünland sind in der folgenden Tabelle angeführt.

¹³ Eigene Darstellung, Daten aus Versorgungsbilanzen der Statistik Austria
 At: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/land_und_forstwirtschaft/preise_bilanzen/versorgungsbilanzen/

	Fläche in ha	Ø TM-Ertrag/ha Brutto in t/ha	Bruttoertrag in 1000 t TM	Verluste in % Werbung, Lagerung, Verfütterung	Nettoertrag in 1000 t TM	Rohprotein- ertrag in t
Wirtschaftsgrünland	552.319	8,1	4.453	29	3.141	427.930
Extensivgrünland (3)	743.918	3,4	2.551	28	1.838	214.734
Summe Feldfutter (4) Grünland	161.602	9,2	1.483	20	1.186	169.004
Gesamtfutter aus dem Grünland und Futterbau	1.457.839	5,8	8.487	27	6.165	811.668

Quelle: Statistik Austria, Lehr- und Forschungszentrum Raumberg-Gumpenstein.
1) Anbau auf dem Ackerland 2012, Grünlandflächen laut Agrarstrukturerhebung 2012, Statistik Austria; Almen und Bergmäher laut INVEKOS-Daten 2012.
2) NEL = Nettoenergie-Laktation. Energiebewertung für Milchkühe.
3) Beim Extensivgrünland sind die Streuwiesen (4.471 ha) und Grünlandbrache (3.527 ha) enthalten. Der daraus resultierende Ertrag kann nicht als Futter herangezogen werden.
4) Feldfutterbau.

Tabelle 2: Grünland: Futter-, Energie- und Rohproteinträge im Jahr 2012 ¹⁴

Ca. 58 % des Dauergrünlands werden extensiv genutzt. Abbildung 8 zeigt die Verteilung der Acker- sowie extensiv und wirtschaftlich genutzten Grünlandflächen in den einzelnen Bundesländern. Es zeigt sich, dass das extensiv genutzte Grünland vor allem im Westen und Süden dominiert. Diese Flächen nehmen aufgrund des Strukturwandels in der Landwirtschaft stark ab, wobei die wichtigen wirtschaftlichen- und überwirtschaftlichen Funktionen des Grünlands, Schutz-, Wohlfahrts-, Nutz- und Erholungsfunktion, auf diesen Flächen verloren gehen. Durch die biobasierte Industrie, v.a. d bestünden Möglichkeiten, die Landwirtschaft in auf diesen gefährdeten Flächen bzw. Regionen, welche meist in Erschwernisgebieten zu finden sind, zu erhalten.

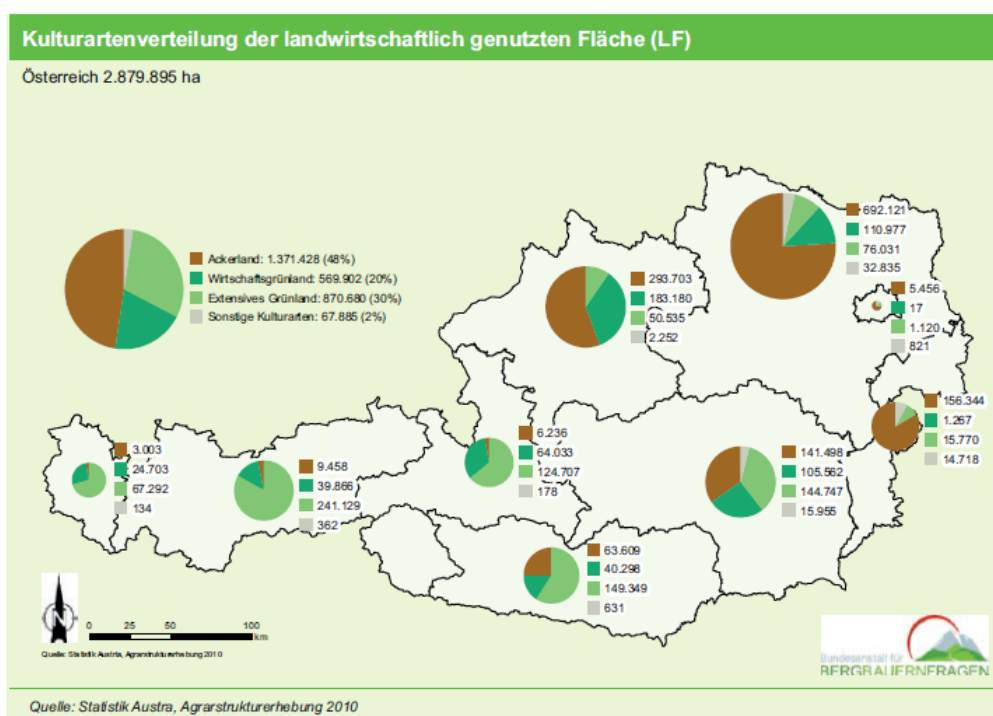


Abbildung 5: Kulturartenverteilung der landwirtschaftlich genutzten Fläche in Österreich ¹⁵

¹⁴ Daten aus Statistik Austria, Lehr- und Forschungszentrum Raumberg-Gumpenstein. At: <http://www.awi.bmlfuw.gv.at/index.php?id=789>

¹⁵ BMLFUW 2013: Grüner Bericht 2013

A2.1.3 Landwirtschaftliche Reststoffe

Als landwirtschaftliche Reststoffe fallen hauptsächlich Wirtschaftsdünger, Blattabfälle sowie Stroh an. Blattabfälle und Wirtschaftsdünger lassen sich hauptsächlich energetisch nutzen, wobei aktuell wenige Prozent der in Österreich anfallenden Wirtschaftsdüngermenge genutzt werden. Die anfallende Menge an Wirtschaftsdüngern wird, auf Basis des Tierbestandes in Österreich 2009 auf ca. 25 Mio m³ Flüssigmist geschätzt.¹⁶ Für Stroh existieren auch stoffliche Verwertungswege, wie beispielsweise als Bau- bzw. Dämmmaterial. Die anfallenden Getreidestrohmengen liegen nach einer Schätzung auf Basis der Daten 2009 bei 1,8 Mio. t.¹⁷ Allerdings ist die Nutzung von Stroh aus ökologischer Sicht nicht unumstritten, da die Nutzung von Stroh mit Nährstoffzügen verbunden ist.

A2.2 Forstwirtschaftliche Roh- und Reststoffe

Die Waldfläche in Österreich beträgt nach Daten der Waldinventur 2007/09 3,99 Mio. ha was ca. 47 % der Fläche Österreichs entspricht. Vor allem aufgrund des Rückgangs der Landwirtschaft hat die Waldfläche in den letzten Jahren stetig zugenommen, was die unten stehende Abbildung verdeutlicht. Von dieser Fläche sind ca. 85 % Ertragswald.

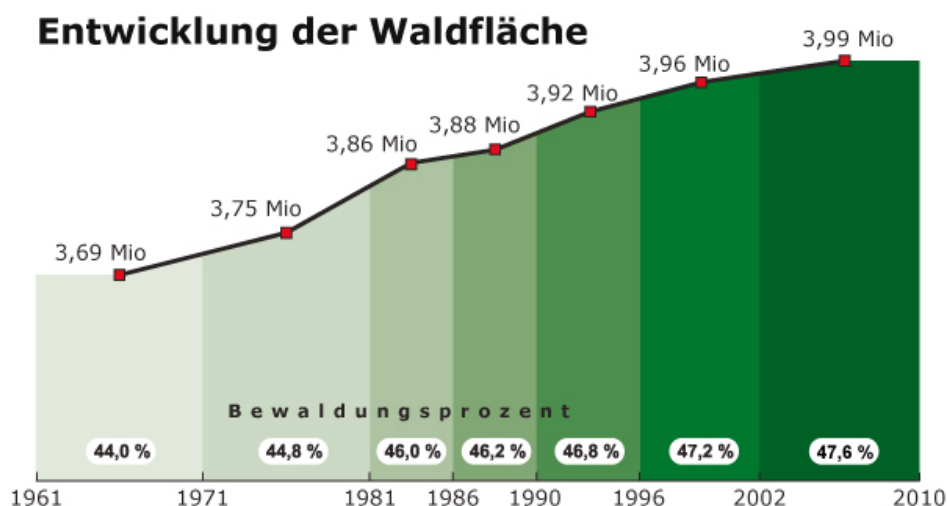


Abbildung 6: Entwicklung der Waldfläche in Österreich in ha bzw. in Prozent der Fläche des Bundesgebiets¹⁸

¹⁶ Pöllinger et al, n.a.: Projektbericht Emissionen – Gülleausbringung, -lager.

¹⁷ Nachhaltige Bodennutzung in Österreich IST-Stand und Perspektiven Dipl.-Ing. Dr. Horst Steinmüller

¹⁸ BFW, 2014: Österreichische Waldinventur. At: <http://bfw.ac.at/rz/wi.auswahl?cros=1&land=0&lbf=>

Der Österreichische Wald verfügt über einen Holzvorrat von 1,135 Mrd. Vfm Holz, was ca. 337 Vfm pro ha entspricht. Fast 60 % der Waldfläche entfallen auf den sogenannten Kleinwald (< 200 ha), ca. 28 % auf Betriebe und 12 % der Waldfläche werden von den Bundesforsten bewirtschaftet. Analog zur Waldfläche hat auch dieser Vorrat in den letzten Jahren kontinuierlich zugenommen. Die Grundlage einer nachhaltigen Waldwirtschaft ist allerdings nicht die Nutzung des Vorrats sondern jene des jährlichen Zuwachses. Dieser liegt bei ca. 30,4 Mio. Vfm bzw. 9 Vfm/ha. Aufgrund der über den Zuwachs hinausgehenden Nutzung im Betriebswald und bei den Bundesforsten hat der gesamte Holzzuwachs seit der Waldinventur 2000/02 abgenommen. Die jährlichen Nutzungen liegen im Mittel bei 25,9 Mio. Vfm bzw. 7,7 Vfm/ha., was ca. 86 % des Zuwachses entspricht. Die folgende Tabelle stellt die jährlichen Zuwächse und Nutzungen pro ha im Wirtschaftswald für Kleinwald, Betriebswald und Bundesforste gegenüber.¹⁹

	Zuwachs in Vfm/ha	Nutzung in Vfm/ha	Nutzung in % des Zuwachses
Kleinwald (< 200 ha)	10,1	7,4	73,27%
Betriebswald (> 200 ha)	7,7	8	103,90%
Bundesforste	7,2	8	111,11%

Tabelle 3: Gegenüberstellung von Zuwachs und Nutzung in Vfm/ha für unterschiedliche Eigentumsarten im Wirtschaftswald²⁰

Aus der obigen Tabelle geht hervor, dass die Holznutzung im Betriebswald bzw. bei den Bundesforsten bereits über den jährlichen Holzzuwächsen liegt. Potenziale gibt es demnach nur im Kleinwald, welcher flächenmäßig den höchsten Anteil aufweist. Allerdings wird aufgrund der kleinen Struktur dieser Betriebe und diverser teilweise soziale Phänomene (z.B. hofferne Wälder) die Nutzbarmachung dieser Potenziale als schwierig eingeschätzt.

Für das Jahr 2012 ergab sich ein Holzeinschlag von ca. 18,02 Efm ohne Rinde. Diese wurden wie folgt genutzt:²¹

¹⁹ BFW, 2014: Österreichische Waldinventur. At: <http://bfw.ac.at/rz/wi.auswahl?cros=1&land=0&lbfi=>

²⁰ Eigene Darstellung, Daten aus der Website der Österreichischen Waldinventur at: <http://bfw.ac.at/rz/wi.auswahl?cros=1&land=0&lbfi=>

- 8,25 Mio. Efm Sägeholz > 20cm (45,8%),
- 1,41 Mio. Efm Sägeschwachholz (7,8%),
- 3,18 Mio. Efm Industrieholz (17,6%) und
- 5,19 Mio. Efm Rohholz zur energetischen Nutzung (28,8%), davon 13,3 % Waldhackgut

Von der genutzten Holzmenge wurden, abzüglich der Mengen für den Eigenverbrauch und der gewährten Holznutzungsrechte, ca. 81 % am Holzmarkt gehandelt. Diese Menge teilt sich wie folgt auf:



Abbildung 7: Verwendungszwecke der in Österreich genutzten Holzmengen 2012 ²²

Holz für den Eigenverbrauch wird zu über 90 % energetisch genutzt. Das in Österreich anfallende Holz ist ein begehrter Rohstoff, sowohl für die stoffliche als auch für die energetische Nutzung. Im Folgenden werden Informationen zur Struktur des Bioenergiebereichs, sowie zur Holz-, Säge- und Papierindustrie gegeben.

A2.2.1 Der Bereich der Bioenergie

Feste Biomasse ist der wichtigste erneuerbare Wärmeenergieträger in Österreich. Durch Technologieentwicklung und –export konnten positive volkswirtschaftliche Effekte realisiert werden. Für das Jahr 2010 wurde ein Gesamtumsatz für die Investition bzw. Installation und

²¹ Eigene Darstellung, Daten aus BMLFUW 2013: Holzeinschlagsmeldung für das Jahr 2012.

²² Eigene Darstellung, Daten aus BMLFUW 2013: Holzeinschlagsmeldung für das Jahr 2012.

den Betrieb von derartigen Anlagen von € 2,2 Mrd. erzielt. Durch die energetische Verwertung von fester Biomasse wurden bis 2011 in Summe 17.500 Arbeitsplätze geschaffen.

Durch die vermehrte energetische Nutzung fester Biomasse profitieren zudem auch nachgelagerte Sektoren wie beispielsweise der Kessel- und Ofenbau. Diese Sparte weist einen Exportanteil von 70 % auf. In Österreich waren 2011 folgende Stückzahlen von Heizsystemen mit festen Biomasse-Brennstoffen im Einsatz:²³

- 10.505 Pelletskessel
- 6.328 typengeprüfte Stückholzkessel
- 4.360 Hackschnitzelkessel
- 3.501 Pelletsöfen
- 8.802 Herde
- 26.956 Kaminöfen

Der Verlauf der jährlich installierten Gesamtleistung von Biomassefeuerungen ist in der folgenden Abbildung ersichtlich.

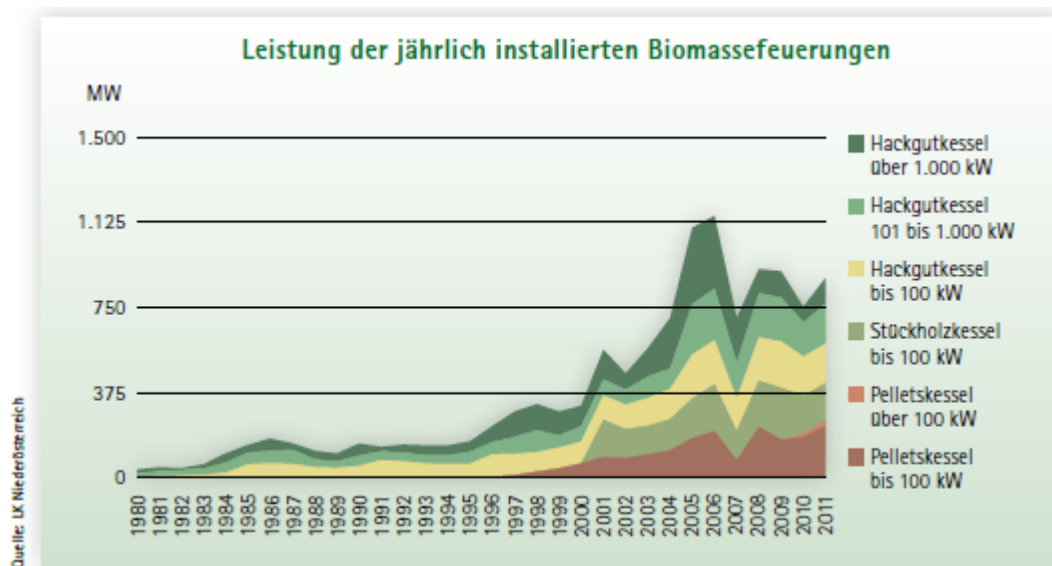


Abbildung 8: Entwicklung der Leistung der jährlich installierten Biomassefeuerungen in Österreich zwischen 1980 und 2011 ²⁴

²³ LK Niederösterreich, n.a. in: Biomasseverband, n.a.: Energie aus der Region Zukunftsfähig und nachhaltig

²⁴ LK Niederösterreich, n.a. in: Biomasseverband, n.a.: Energie aus der Region Zukunftsfähig und nachhaltig

Beim Pelletverbrauch, welche aus Sägenebenprodukten hergestellt werden, ist Österreich europaweit Spitzenreiter. 2012 verfügte Österreich über eine jährliche Produktionskapazität für Pellets von 1,2 Mio. t. Die Produktion lag bei 893.000 t, der Verbrauch bei 790.000 t. Insgesamt bestehen ca. 30 Anlagen zur Produktion von Pellets in Österreich. Die folgende Abbildung zeigt die Produktion, Importe und Exporte von Pellets in Österreich für das Jahr 2012.²⁵

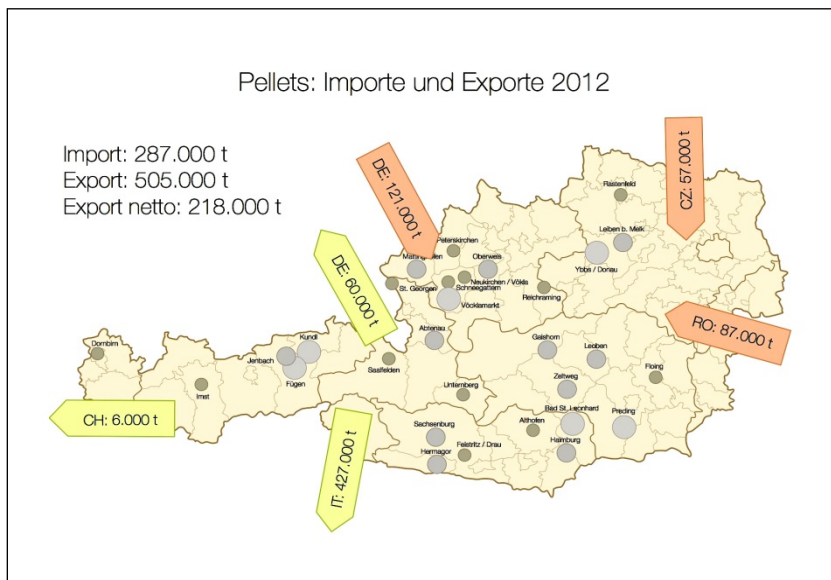


Abbildung 9: Pellets: Importe und Exporte²⁶

A2.2.2 Holz- und Papierindustrie

Im Bereich der Holzindustrie bestanden im Jahr 2012 1.437 (davon ca. 1.000 Sägewerke) Betriebe mit ca. 28.500 Beschäftigten und einer Exportquote von 64 %. Vom Produktionswert sind die wichtigsten Sparten der Baubereich (Leimbauteile, vorgefertigte Häuser, Fenster, Türen und Fußböden aus Holz), die Möbelindustrie, die Sägeindustrie, die Holzwerkstoffindustrie (Span- und Faserplatten, Massivholzplatten) und die Schiindustrie.²⁷ Jahrzehntlang hatte die Holz- und Papierindustrie als Abnehmer von forstlicher Biomasse eine Monopolstellung inne. Durch die verstärkte energetische Nutzung verringerte sich die Rohstoffverfügbarkeit bzw. stiegen die Rohstoffpreise sowohl von forstlicher Biomasse als auch Sägenebenprodukten, wodurch die Branche unter wirtschaftlichen Druck kam. In der Plattenindustrie wurden 2012 ca. 1,9 Mio. fm Sägenebenprodukte und Späne eingesetzt. 60 % des Rohstoffbedarfs wurden aus inländischen Ressourcen gedeckt. Im Jahr 2012 wies die

²⁵ <http://www.propellets.at/de/heizen-mit-pellets/statistik/>

²⁶ <http://www.propellets.at/de/heizen-mit-pellets/statistik/>

²⁷ BMLFUW, 2013: Grüner Bericht 2013

Säge- und Plattenindustrie eine positive Außenhandelsbilanz auf, wie die folgende Abbildung zeigt.

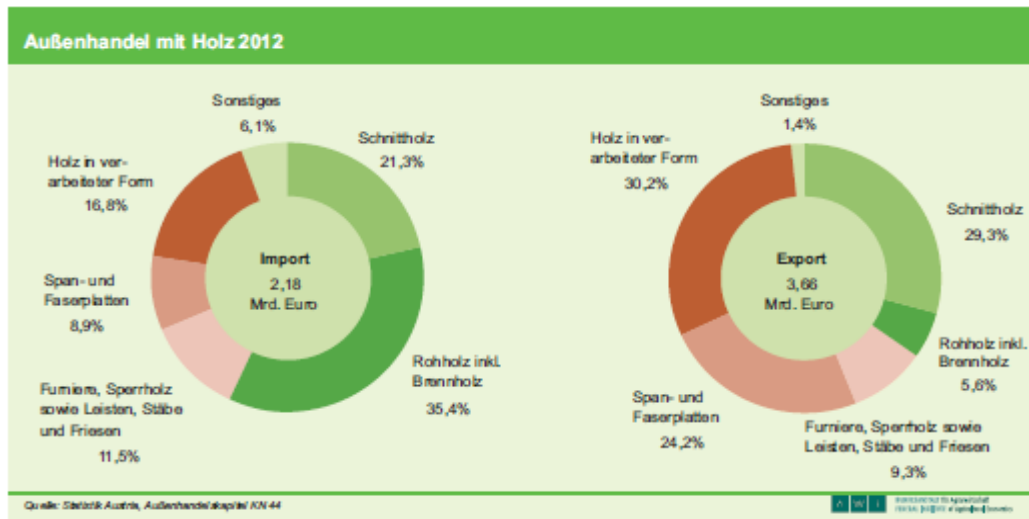


Abbildung 10: Außenhandel mit Holz 2012²⁸

Die Papierindustrie beschäftigt in Summe ca. 8.000 ArbeiterInnen und Angestellte und weist eine Exportquote von 86 % auf. Die Papierindustrie hat im Jahr 2012 4,43 Mio. fm Rundholz und 3,79 Mio. fm Sägenebenprodukte verarbeitet. 2,51 Mio. fm des Rundholzes und 2,79 Mio. fm der Sägenebenprodukte wurden aus inländischen Ressourcen gedeckt. Der Altpapiereinsatz betrug ca. 2,4 Mio. t.²⁹ In der unten stehenden Tabelle sind grobe Strukturdaten der Forstwirtschaft sowie der Säge- und Papierindustrie angeführt.

²⁸ BMLFUW, 2013: Grüner Bericht 2013

²⁹ BMLFUW, 2013: Grüner Bericht 2013

Strukturdaten der Forstwirtschaft, Säge- und Papierindustrie (Auszug)

Tabelle 2.3.2

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Forstwirtschaft							
Waldfläche (Mio. ha)	3,96	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99
davon Betriebe bis 200 ha Waldfläche	2,13	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15
Betriebe über 200 ha Waldfläche	1,24	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Betriebe Österreichische Bundesforste AG	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59
Holzvorrat (Mio. Vorratsfestmeter)	1.095	1.135	1.135	1.135	1.135	1.135	1.135
Holzzuwachs (Mio. Vorratsfestmeter)	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40
Holznutzung (Mio. Vorratsfestmeter, laut Österreichischer Waldinventur)	25,90	25,90	25,90	25,90	25,90	25,90	25,90
Holzeinschlag (Mio. Erntefestmeter, laut Holzeinschlagsmeldung)	19,13	21,32	21,80	16,73	17,83	18,70	18,02
Produktionswert (Mrd. Euro, 2012 vorläufig)	1,45	1,75	1,69	1,30	1,54	1,73	n.v.
Anzahl der Betriebe mit forstwirtschaftlich genutzter Fläche	150.229	145.509	145.509	145.509	145.644	145.644	145.644
Sägeindustrie							
Schnittholzproduktion (Mio. m ³)	10,54	11,29	10,89	8,52	9,65	9,66	8,97
davon Nadel schnittholz	10,27	11,03	10,60	8,30	9,45	9,49	8,79
Produktionswert inkl. SNP (Mrd. Euro)	2,08	2,31	2,09	1,61	1,96	2,13	1,92
Schnitthollexport (Mio. m ³ , 2012 vorläufig)	6,89	7,84	7,20	5,80	6,12	5,73	5,18
Exportumsatz (Mrd. Euro, 2012 vorläufig)	1,29	1,55	1,30	0,99	1,17	1,17	1,07
Betriebe (gerundeter Wert)	1.000	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.000
Beschäftigte (gerundeter Wert)	10.000	10.000	10.000	annähernd 10.000			9.500
Papierindustrie							
Papier- und Pappeproduktion (Mio. Tonnen)	5,21	5,20	5,15	4,61	5,01	4,90	5,00
Umsatz (Mrd. Euro)	3,65	3,77	3,85	3,23	3,79	4,02	4,00
Exportumsatz (Mrd. Euro)	2,98	3,07	3,14	2,63	3,05	3,25	3,31
Betriebe	27	27	27	26	26	25	25
Beschäftigte	9.361	9.179	8.887	8.309	8.089	8.042	8.020
n.v. = nicht verfügbar.							
<small>Quelle: BFW (Österreichische Waldinventur 2000/02, 2007/09), BMLFUW, Statistik Austria, Fachverband der Holzindustrie Österreichs, Austropapier.</small>							

Tabelle 4: Strukturdaten der Forstwirtschaft sowie der Säge- und Papierindustrie³⁰

A2.3 Weitere Roh- und Reststoffpotenziale

Die landwirtschaftlichen Reststoffe bieten vor allem Potenziale für die energetische Nutzung. Bis 2020 wird das Potenzial für die energetische Nutzung von Stroh auf ca. 270.000 t geschätzt, was ca. 3,8 PJ Rohenergie entspricht.³¹ Durch die Rückführung der Verbrennungs- bzw. Vergärungsrückstände könnte der Nährstoffkreislauf im Vergleich zur stofflichen Nutzung, minimiert werden. Durch die zukünftig vermehrte Nutzung von land- und forstwirtschaftlichen Reststoffen besteht das Risiko eines erhöhten K-Entzugs und eine vermehrte Notwendigkeit einer K-Düngung bzw. –Rückgewinnung. Sonstige Potenziale zur energetischen Verwertung bis 2020 bieten u.a. folgende Reststoffe aus der Landwirtschaft:¹¹

- Nutzung von Maisspindeln (0,7 PJ Rohenergie)
- Nutzung von Landschaftspflegeheu aus extensiven Grünlandflächen (0,6 PJ Rohenergie)
- Vermehrte Nutzung von Wirtschaftsdüngern (4,3 PJ Rohenergie)
- Anbau bzw. Nutzung von Zwischenfrüchten im Ackerland (1,3 PJ Rohenergie)

³⁰ BMLFUW, 2013: Grüner Bericht 2013

³¹ Nachhaltige Bodennutzung in Österreich IST-Stand und Perspektiven Dipl.-Ing. Dr. Horst Steinmüller

Weitere Potenziale liegen in der Nutzung von Brachflächen, welche im Jahr 2012 38.655 ha (2,8 % des Ackerlandes) ausmachten. Hierauf könnten verstärkt nachwachsende Rohstoffe für die stoffliche Nutzung bzw. kombiniert stoffliche und energetische Nutzung angebaut werden. Die Anlage von Kurzumtriebsplantagen ist in Österreich allerdings nur bedingt durchführbar.

Große Flächen würden durch die Umstellung der Ernährungsgewohnheiten verfügbar werden. Durch die Verringerung des Fleischkonsums würde ein dementsprechender Teil an Anbauflächen für Futtermittel wegfallen und für die Produktion von Rohstoffen für die biobasierte Industrie verfügbar werden. Die unten stehende Abbildung zeigt, dass Österreich im Bereich der Fleisch- aber auch Milchproduktion einen Selbstversorgungsgrad von über 100 % aufweist, also in diesen Bereichen Überschüsse produziert.

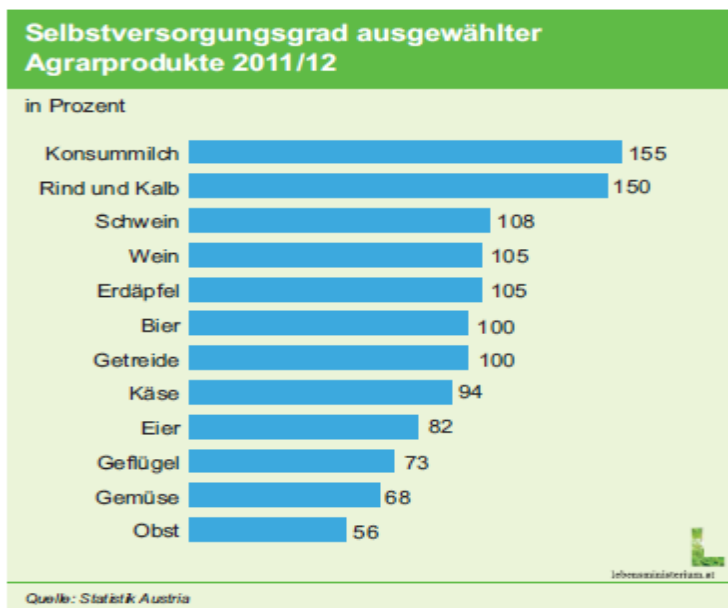


Abbildung 11: Selbstversorgungsgrad ausgewählter Agrarprodukte 2011/12 ³²

Die obige Abbildung zeigt, dass vor allem im Bereich der Milchwirtschaft bzw. im Grünland ein hoher Lebensmittelüberschuss erwirtschaftet wird. Gerade dieser Bereich ist allerdings, vor allem in den Erschwernisgebieten stark gefährdet. Ein Rückgang der Grünlandwirtschaft und ihrer Funktionen kann zu großen volkswirtschaftlichen Kosten bzw. Nachteilen in den betreffenden Gebieten führen. Es ist daher zwingend notwendig, die Landwirtschaft in diesen Gebieten zu erhalten und neue Nutzungen bzw. Einsatzgebiete für Grünlandbiomasse zu schaffen. Durch die grüne Bioraffinerie können neue Nutzungspfade für Grünlandbiomasse umgesetzt werden.

³² ³² BMLFUW, 2013: Grüner Bericht 2013

In der Produktion und Aufbereitung von landwirtschaftlichen Rohstoffen kommt es unweigerlich zu Verlusten. Diese entstehen im Zuge der Lagerung, Transport, Weiterverarbeitung, Verpackung und Sortierung. Bei Kartoffeln und Grünlandbiomasse sind diese Verluste im Bereich von 6 bzw. 27 % der verwendeten bzw. verarbeiteten Menge. Hier könnte geprüft werden, ob es eventuelle Möglichkeiten gibt, diese Verluste durch bessere Gestaltung der Auf- und Weiterverarbeitungsketten zu verringern.

Abschließend muss noch angemerkt werden, dass zukünftig, u.a. durch den Rückgang der Landwirtschaft auch Risiken für die zukünftige Produktion von landwirtschaftlicher Biomasse vorhanden sind. Die Extensivierung des Grünlandes führt zu einem Abbau der Nährstoffgehalte in den betreffenden Böden und damit verbunden zur Verringerung der Produktionskraft dieser Standorte. Weiters sind aufgrund der Flächenversiegelung bzw. Bebauungstätigkeit die Ackerlandflächen rückläufig, wie die folgende Abbildung zeigt. Darüber hinaus nimmt auch die Häufigkeit extremer Wetterereignisse zu, wodurch das Risiko von Ertragseinbußen steigt.

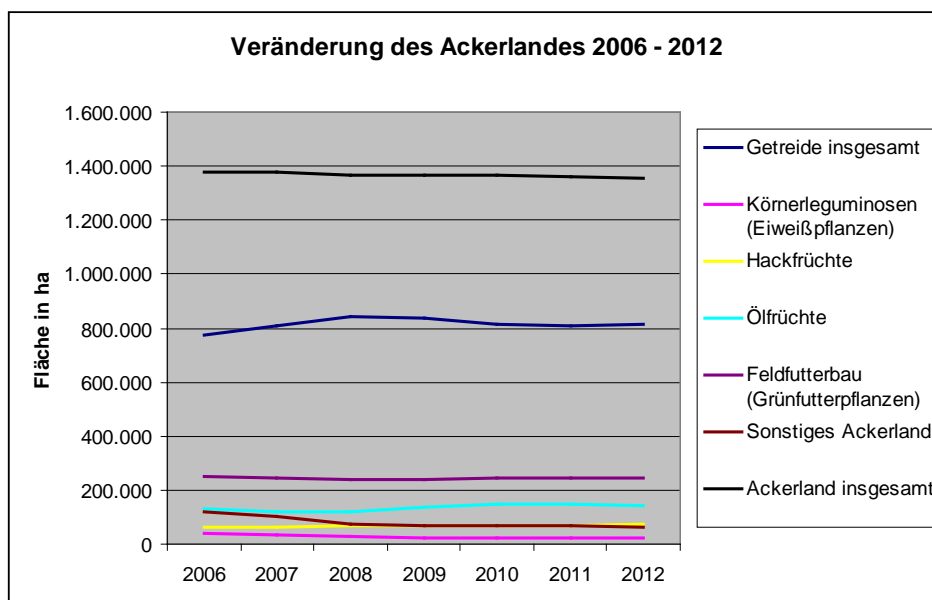


Abbildung 12: Veränderung des Ackerlandes 2006 – 2012³³

Im Bereich der Forstwirtschaft bestehen Potenziale in der Ausweitung der Holznutzung im Kleinwald da zurzeit lediglich ca. drei Viertel des Holzuwachses forstlich genutzt werden. Allerdings bestehen gerade im Kleinwald weitere Hemmnisse, die die Nutzbarmachung dieser Potenziale erschweren. Diese sind unter anderem:³⁴

³³ Eigene Darstellung, Daten aus Statistik Austria 2013, Anbau auf dem Ackerland

³⁴ Schwarzbauer, Stern, Oberwimmer 2007: Analyse der zukünftigen Nachfrage nach Holz und Holzprodukten für Rumänien

- Standortbedingte Hemmnisse (z.B. Steillagen etc.)
- Unregelmäßige Holznutzung im Bauernwald (z.B. Holznutzung nur wenn größere Investitionen in Landwirtschaft anstehen)
- Hofferne Wälder („räumliche und geistige Entfernung der Waldeigentümer vom Wald“³⁵)
- Änderung der Motive für den Waldbesitz (z.B. von Holznutzung hin zu Jagd)

Im Rahmen des Visionsfindungsworkshops wurde von den eingeladenen Stakeholdern und ExpertInnen bereits erwähnt dass die zukünftige Mobilisierung dieser Potenziale aus den oben genannten Gründen als eher unrealistisch angesehen wird und es zukünftig keine nennenswerten Potenziale aus dem forstlichen Bereich geben wird. Lediglich wenn der der Rückgang der Grünlandflächen voranschreitet, kann langfristig von einer Zunahme der Waldfläche und einem vermehrten Aufkommen von Lignocellulose ausgegangen werden. Es ist allerdings davon teilweise davon auszugehen, dass diese neu entstehenden Waldflächen ebenso von den oben genannten Hemmnissen betroffen sind.

Für die energetische Nutzung bestehen Potenziale in der Nutzung von nicht verkaufsfähigem Restholz, das bei der Holzernte anfällt (Wipfelstücke, Bruchstücke, Reis-, Wurzelholz, etc.). Diese Nutzung ist aber aus ökologischer Sicht, aufgrund der mit dieser Nutzung einhergehenden Nährstoffentzüge stark umstritten und langfristig nicht auf allen Standorten anwendbar.³⁶

Weitere Potenziale liegen in der Erhöhung der Sammel- und Recyclingquote von Altpapier. Obwohl die Sammelquote in Österreich auf über 60 % und damit im europäischen Spitzenfeld liegt, müssen dennoch 1,3 Mio. t. Altpapier für die Papierindustrie importiert werden.³⁷

Zusätzlich existieren Potenziale in der Nutzung von biogenen Reststoffen aus der Lebensmittelverarbeitenden Industrie. Diese können sowohl energetisch, zur Erzeugung von Biogas oder stofflich, meist als Fermentationsrohstoff, verwendet werden. Da es kein genaues statistisches Datenmaterial über den Anfall von biogenen Reststoffen in der Lebensmittelverarbeitenden Industrie gibt, gestaltet sich eine Quantifizierung dieser Potenziale als schwierig. Die folgende Tabelle gibt eine grobe Aschätzung über den Reststoffanfall aus der lebensmittelverarbeitenden Industrie.

³⁵ Huber 2007 in: Schwarzbauer, Stern, Oberwimmer 2007: *Analyse der zukünftigen Nachfrage nach Holz und Holzprodukten für Rumänien*

³⁶ (Glatzel 1994; lundborg 1997) in Adensam H., Schidler S., Büchsenmeister R., Jandl R., Volk B. 2009: Nachhaltigkeitsaspekte bei der Standortwahl von Biomasse (Heiz)Kraftwerken. At: http://bfw.ac.at/030/pdf/diverse_52.pdf

³⁷ A. Windsperger, B. Windsperger, T. Timmel, H. Steinmüller, J. Lindorfer, M. Wörgetter, D. Bacovsky, A. Sonnleitner, 2012: Research Agenda Biobasierte Industrie. In Berichte auch Energie- und Umweltforschung. 57/2012

Reststoff	Menge	Einheit
Hefe	15.985	t
Schlempe	260.000	t
Kartoffelpülpe	30.400	t
Molke	1.025.000	t
Stroh	1.795.900	t
Tierfette	40.000	t
Schlachtabfälle	287.000	t
Abfälle aus der Fleischverarbeitung	119.000	t
Falltiere aus LW	38.300	t
Pilzmyzele (Pharmaind.)	2.000	t
Rapskuchen	285.229	t
Sonnenblumenkuchen	69.000	t
Sonnenblumenschalen	10.000	t
Kürbiskernkuchen	6.831	t
Trester	62.560	t
Treber	136.570	t
Sonstiges		
Zuckerlake	1.400	m ³

Tabelle 5: Erhobene Reststoffströme mit dem höchsten Potenzial für die stoffliche Verwertung ³⁸

Ob es sich bei den in der obigen Tabelle angeführten Reststoffströmen wirklich um erschließbare Potenziale handelt, hängt davon ab, ob innovative Nutzungspfade für die biobasierte Industrie mit gegenwärtig angewendeten Verwertungswegen wirtschaftlich konkurrieren können. Der Produzent dieser Reststoffe muss einen wirtschaftlichen Vorteil in der stofflichen bzw. energetischen Verwertung oder in der Abgabe der Reststoffe zur

³⁸ Schellander S., Ganglberger E., Sturm T., Neureiter M., Ortner M., Windsperger A., Windsperger B.; 2013: BioBasis - Integrierte Bioraffinerie - Bereitstellung von Basis-Substraten aus biogenen Reststoffen zur Herstellung von Schlüsselchemikalien unter Berücksichtigung regionaler und ökonomischer Aspekte. Endbericht. Projekt der Programmlinie „Intelligente Produktion“ des bmvit. Wien

stofflichen Verwertung gegenüber derzeitigen Verwertungs- und Entsorgungswegen vorfinden. Weiters ist zu bedenken, dass, am Beispiel Altspeiseöle und –fette betrachtet, die Nachfrage bzw. der Preis dieser Reststoffe sprunghaft steigen kann. Das kann etwaige energetische bzw. stoffliche Verwertungswege wiederum wirtschaftlich in Bedrängnis bringen.

Anhang 3: Relevante EU-Initiativen und -Strategien

Nachhaltigkeit ist für die Europäische Union ein zentrales Thema. Bereits im Vertrag von Amsterdam wurde 1997 die nachhaltige Entwicklung Europas als ein zentrales Ziel angeführt. Vorerst lag der Fokus der Nachhaltigkeitsbemühungen vor allem im Bereich Energie bzw. erneuerbare Energien, welche vor allem in den Bemühungen, Biokraftstoffe zu entwickeln und einzuführen, gipfelten.³⁹ Im Jahr 2000 wurde die Lissabon-Strategie für Wachstum und Beschäftigung entwickelt, welche ein Jahr später durch die 1. Europäische Nachhaltigkeitsstrategie ergänzt wurde und erstmals Forderungen in Bezug auf Ressourceneffizienz und nachhaltigen Konsum bzw. Produktion stellt⁴⁰. In der Lissabon-Strategie für Wachstum und Beschäftigung wurden auch erstmals Innovation und technologische Entwicklung, u.a. im Bereich der Biowissenschaften und der Biotechnologie, als Schlüsselemente eines umweltschonenden und nachhaltigen Wirtschaftswachstums genannt und Potenziale von biobasierten Technologien sowohl im Ernährungssektor, als auch in der produzierenden Industrie und im Energiebereich gesehen⁴¹.

Im Jahr 2007 wurde die Lead-Market-Initiative gestartet, welche die Entwicklung von innovativen Märkten zum Ziel hat. Darin wurden biobasierte Produkte als Leitmarkt genannt (siehe Kap. 16.1.1.1). Auch weitere langfristige EU-Strategien wie das Wirtschaftsprogramm Europa 2020, aus dem Jahr 2010, schreiben nachhaltigen Industriekonzepten eine entscheidende zukünftige Rolle zu. Beispielsweise basieren die Strategien „A Bioeconomy for Europe“ und die Roadmap „Ressource Efficient Europe“ auf diesem Programm. Innerhalb der letzten drei Jahre wurden überdies neue Strategien und Initiativen seitens der EU gestartet, welche sich dezidiert an die Entwicklung einer Biobasierten Industrie richten bzw. die Entwicklung und den Einsatz biobasierter Produkte für unterschiedliche Verwendungszwecke fördern. Im Rahmen des Projekts wurden folgende Initiativen identifiziert und auf relevante Inhalte gescreent:

- EU Lead-Market-Initiative (2007)
- Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (2009) (teilweise relevant)
- Roadmap Ressource Efficient Europe (2011)
- Eco-Innovation Action Plan (2011)
- Materials Roadmap Enabling Low Carbon Energy Technologies (teilweise relevant) (2011)
- Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe (2012)

³⁹ Lebensministerium, 2012: EU-SDS: Die europäische Nachhaltigkeitsstrategie. Informationen von der Website. At: http://www.lebensministerium.at/umwelt/nachhaltigkeit/strategien_programme/eusds.html

⁴⁰ Europaortal, n.a.: Zusammenfassung der EU-Gesetzgebung. Wachstum und Beschäftigung. Informationen von der Website. At: http://europa.eu/legislation_summaries/employment_and_social_policy/eu2020/growth_and_jobs/index_de.htm

⁴¹ Europaortal, n.a.: Zusammenfassung der EU-Gesetzgebung. Wachstum und Beschäftigung. Informationen von der Website. At: http://europa.eu/legislation_summaries/employment_and_social_policy/eu2020/growth_and_jobs/i23011_de.htm

- JTI Biobased Industries (2013)

Die oben angeführten Initiativen und Strategien setzen in den Bereichen F&E, Herstellung/Markteinführung bzw. Nachfrage/KonsummentInnen an um die Entwicklung und Einführung biobasierter Produkte und Innovationen zu fördern. Die unten stehende Grafik gibt eine Einschätzung, in welchen Bereichen bzw. Querschnittsbereichen die Initiativen wirken. Bei Betrachtung von Abbildung 2 wird ersichtlich, dass die meisten der betrachteten Initiativen im Bereich der Förderung von Forschung und Entwicklung ansetzen. Das ist insofern positiv, da gerade die biobasierte Industrie große Potenziale aufweist, die meisten Technologien aber noch nicht marktreif bzw. praktisch erprobt sind.

Weiters wird ersichtlich, dass auch die Bereiche der Herstellung bzw. Markteinführung gut durch die betrachteten Initiativen abgedeckt werden. Zurzeit befassen sich nur zwei Initiativen mit dem Bereich der Nachfrage bzw. mit den KonsumentInnen. Dies ist in guter Übereinstimmung, dass aktuell noch größerer Forschungs- und Entwicklungsbedarf für geeignete nachhaltige und marktfähige Technologien besteht und somit wenig Bedarf bei der Entwicklung von Absatzmärkten liegt. Sobald erste Technologien Marktreife erlangt haben, wird es wichtig werden, mehr Gewicht auf den Bereich des Absatzmarktes zu legen.

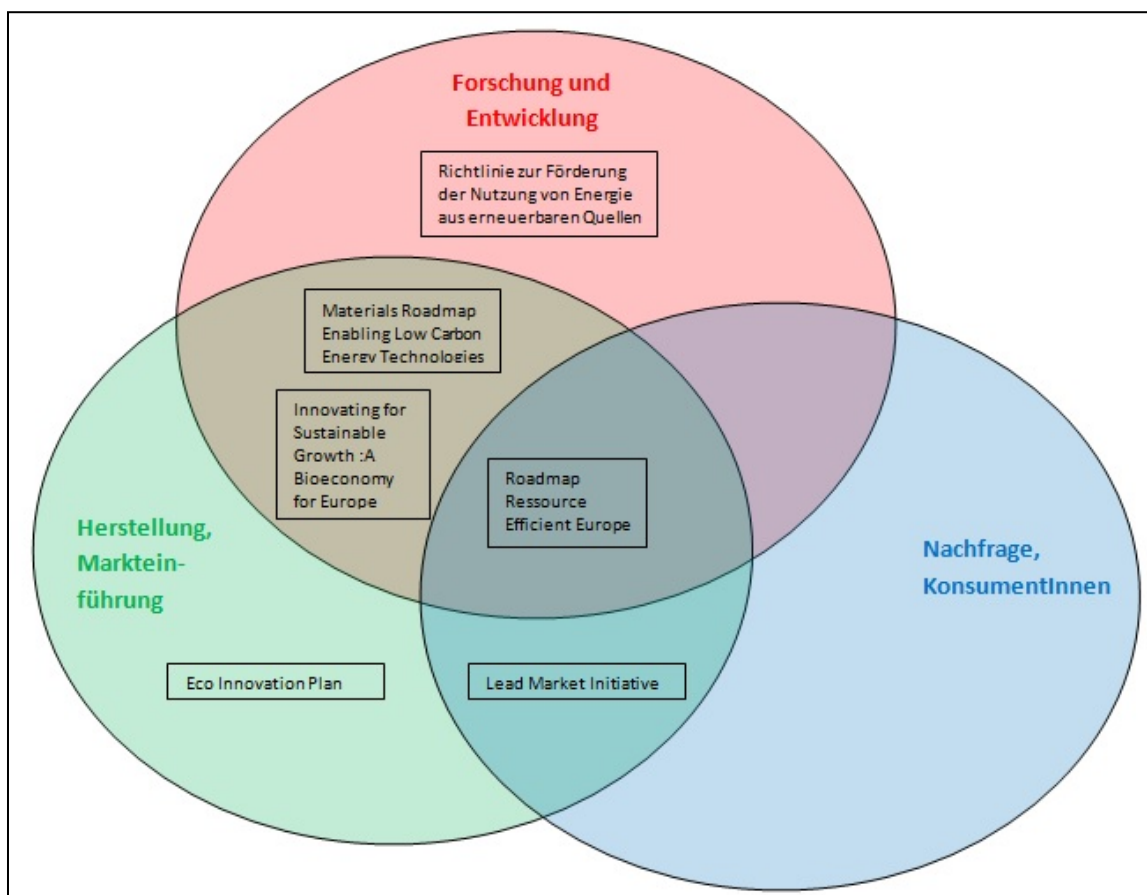


Abbildung 13: Betrachtete EU-Initiativen und ihre Wirkungsbereiche in Bezug auf die biobasierte Industrie (eigene Darstellung)

Im Juli 2013 wurde ein Vorschlag für eine Verordnung für **Biobased Industries Joint Undertaking**⁴² verfasst. In dessen Rahmen ist die Einführung von Private-Public-Partnerships (PPP's) im Bereich der Technologieentwicklung für die biobasierte Industrie vorgesehen. Folgende Eckpunkte unterstreichen die Bedeutung der biobasierten Industrie für die zukünftige Europäische Wirtschaft:

- Die gesamten potenziellen Einnahmen aus der Biomasse-Wertschöpfungskette für Bioraffinerien könnten 2020 weltweit über € 200 Mrd. betragen
- Der Anteil der biobasierten Prozesse in der gesamten chemischen Produktion könnte bis 2025 auf 25 % pro Jahr betragen (vgl. heute: < 2 %)
- Bei den biobasierten Chemikalien (Biokunststoffe, Bioschmierstoffe, Biolösungsmittel, Biotenside und chemische Grundstoffe) wird das Marktvolumen in der EU bis 2020 um 5,3 % pro Jahr wachsen, woraus sich allein in der biochemischen Industrie ein Marktumfang von € 40 Mrd. und ein Beschäftigungspotenzial von 90 000 Arbeitsplätzen ergibt
- Durch die wettbewerbsfähige Herstellung von bis zu 75 Milliarden Liter Bioethanol könnten im Agrarsektor zusätzliche Einnahmen ca. € 15 Mrd. generiert werden

Die Verordnung soll mögliche Hindernisse bei der Einführung von biobasierten Industrien und der Entwicklung geeigneter Technologien überwinden und hat folgende Ziele zum Inhalt:

- Wirtschaftswachstum und Beschäftigung durch die Entwicklung biobasierter Produkte, v.a. in ländlichen Gebieten
- Demonstration von innovativen biobasierten Technologien
- Entwicklung von relevanten Wertschöpfungsketten und geeigneter Geschäftsmodelle
- Realisierung von Pilotanlagen und Leuchtturm-Projekten

In den folgenden Kapiteln werden die betrachteten EU-Initiativen und -Strategien näher vorgestellt.

⁴² Europäische Kommission, 2013: Vorschlag für eine VERORDNUNG DES RATES über das Gemeinsame Unternehmen „Biobasierte Industriezweige“. At: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2013:0496:FIN:en:PDF>

EU Lead-Market-Initiative⁴³⁴⁴⁴⁵

Die Lead-Market-Initiative wurde im Jahr 2007 gestartet und trägt der Innovationsstrategie der Europäischen Kommission, innovationsfreundliche Märkte zu entwickeln bzw. innovationsfördernde Werkzeuge und Instrumente mit Blick auf die Nachfrage einzusetzen, Rechnung. Das Ziel ist die Förderung und Entwicklung von Leitmärkten mit hohem wirtschaftlichem und gesellschaftlichem Nutzen. Dafür stehen mehrere politische Instrumente zur Verfügung. Neben Rechtsvorschriften sollen diese Märkte auch durch das öffentliche Auftragswesen entwickelt werden. Biobasierte Produkte wurden als Leitmarkt, neben fünf weiteren Produktgruppen bzw. Dienstleistungen für die Initiative ausgewählt. Unter biobasierter Produkten werden sämtliche Produkte aus dem Non-Food-Bereich, wie Biokunststoffe, Bioschmierstoffe, Tenside, Enzyme und Arzneimittel verstanden. Herkömmliche Holz- und Papiererzeugnisse sind davon ausgenommen. Mithilfe von 3-5-jährigen Aktionsplänen sollen günstige Rahmenbedingungen für die Entwicklung dieser Märkte geschaffen werden. Für den Bereich der biobased products sind folgende Maßnahmen vorgesehen:

- Einrichtung eines Beratungsgremiums, welches die Auswirkungen unterschiedlicher Gesetzesinitiativen auf den Markt für biobasierte Produkte analysieren soll
- Überprüfung, ob biobasierte Produkte bei der Vergabe öffentlicher Aufträge durch die Mitgliedstaaten verstärkt berücksichtigt werden sollen
- Entwicklung von Standards für spezifische biobasierte Produkte
- Durchführung einer Informationskampagne über die Vorteile biobasierter Produkte

Wesentliches Ziel für den Leitmarkt „Biobasierte Produkte“ ist, dass nicht die fossilen Rohstoffe generell durch biogene ersetzt werden, sondern biobasierte Produkte mit spezifischen innovativen Eigenschaften hergestellt bzw. auf den Markt gebracht werden, die Vorteile gegenüber herkömmlichen Produkten aufweisen (z.B. biologisch abbaubares Kettenöl für Motorsägen). Zur Entwicklung dieses Leitmarkts wurden folgende Empfehlungen ausgegeben:

- Anrechnung der biobasierten Industrie für den CO₂-Handel
- Steuerliche Begünstigungen für Biobasierte Produkte

⁴³ Stiehl, 2011: Förderung biobasierter Produkte am Beispiel der EU. Präsentation. At: <http://www.cib-frankfurt.de/mm/Stiehl.pdf>

⁴⁴Europäische Kommission, 2007: MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DEN RAT, DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS UND DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN Eine Leitmarktinitiative für Europa. At: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0860:FIN:de:PDF>

⁴⁵Europäische Kommission Enterprises and Industry, 2009: Taking Bio-Based from promise to market. At: http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/biotechnology/files/docs/bio_based_from_promise_to_market_en.pdf

- Festsetzung indikativer bzw. verbindlicher Ziele für bestimmte Produkte
- Verpflichtende Verwendung von Bioschmierstoffen in ökologisch sensiblen Bereichen (z.B. Motorsägen-Kettenöl)
- Bauprodukttrichtlinie soll Bio-Baustoffe fördern
- Finanzierung der notwendigen Infrastruktur
- Kriterien zur Förderung biobasierter Produkte in öffentlichen Ausschreibungen
- Einführung von Standards und Zertifizierungssystemen

Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen⁴⁶

Die Energieziele der EU für das Jahr 2020 sind:

- eine 20% ige Reduktion der Treibhausgas-Emissionen
- eine 20% ige Verbesserung der Energieeffizienz
- ein Anteil von 20% für erneuerbare Energien in der Union.
- 10%-Ziel für für den Straßenverkehr bestimmten Kraftstoffen aus erneuerbaren Energien bis 2020

Die Mitgliedstaaten können bei der Konzipierung ihrer Förderregelungen die Verwendung von Biokraftstoffen, die zusätzliche Vorteile aufweisen (hierzu gehören auch die Vorteile der Diversifizierung durch Biokraftstoffe, die aus Abfällen, Reststoffen, zellulosehaltigem Non-Food-Material, lignozellulosehaltigem Material oder Algen sowie Pflanzen, die ohne Bewässerung in Trockengebieten zur Eindämmung der Wüstenbildung angebaut werden, hergestellt werden), fördern und dabei die unterschiedlichen Kosten der Energiegewinnung aus herkömmlichen Biokraftstoffen einerseits und aus diesen zusätzliche Vorteile aufweisenden Biokraftstoffen andererseits gebührend berücksichtigen. Durch Förderung der Herstellung von biogenen Kraftstoffen auf Basis von Abfällen, Reststoffen, zellulosehaltigem Non-Food-Material und lignozellulosehaltigem Material ergeben sich auch Synergieeffekte für die Entwicklung von Technologien zur stofflichen Nutzung von biogenen Roh- und Reststoffen.

⁴⁶ Europäische Union, 2009: RICHTLINIE 2009/28/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG. At: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=Oj:L:2009:140:0016:0062:de:PDF>

Roadmap Ressource Efficient Europe⁴⁷

Diese Roadmap wurde 2011 entwickelt. Sie basiert auf der Leitinitiative Ressourcenschonendes Europa der „Europa 2020“-Strategie und hat die Vision, dass *„bis 2050 die Wirtschaft der Europäischen Union auf eine Weise gewachsen ist, die die Ressourcenknappheit und die Grenzen des Planeten respektiert, und so zu einer weltweiten wirtschaftlichen Umgestaltung beiträgt. Die Wirtschaft ist wettbewerbsfähig und integrativ und bietet einen hohen Lebensstandard bei deutlich geringerer Umweltbelastung. Alle Ressourcen werden nachhaltig bewirtschaftet, von Rohstoffen bis hin zu Energie, Wasser, Luft, Land und Böden. Die Etappenziele des Klimaschutzes wurden erreicht, während die Biodiversität und die Ökosystemleistungen, die sie unterstützt, geschützt und im Wesentlichen wiederhergestellt sind.“*

Einige Meilensteine bis 2020 in dieser Roadmap haben klaren Bezug zur biobasierten Industrie:

- Es werden hohe Ressourceneffizienzstandards für die Renovierung und den Neubau von Gebäuden und Infrastruktur eingeführt
- Das Lebenszykluskonzept soll weit verbreitete Anwendung finden
- Alle neu gebauten Gebäude werden als Niedrigstenergiegebäude ausgeführt und sind in hohem Maße materialeffizient, es sollen Strategien für die Renovierung bestehender Gebäude entwickelt werden
- 70 % der nicht gefährlichen Bau- und Abbruchabfälle werden recycelt
- Schaffung von passenden Anreizen für den Kauf ressourcenschonender Waren und Dienstleistungen
- Einführung von Mindestumweltsleistungsstandards
- bessere Wiederverwendung von Rohstoffen durch verstärkte „Industriesymbiose“ (bei der einige Firmen die Abfälle anderer Firmen als Ressource nutzen)

⁴⁷ Europäische Kommission, 2011: COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS Roadmap to a Resource Efficient Europe. At: http://ec.europa.eu/environment/resource_efficiency/pdf/com2011_571.pdf

Eco-Innovation Action Plan⁴⁸

Der Europäische Öko-Innovationsplan wurde 2011 im Rahmen der Leitinitiative „Innovationsunion“ der Strategie Europa 2020 entwickelt und sieht die Förderung und Unterstützung der Markteinführung von nachhaltigen Innovationen vor. Im Rahmen von Eurobarometer-Umfragen wurden Hemmnisse und Triebfedern für die Verbreitung von Öko-Innovationen erhoben. Auf Basis dieser Erhebungen wurden im Rahmen des Eco-Innovation Action Plans Maßnahmen entwickelt um die Verbreitung von Öko-Innovationen zu fördern.

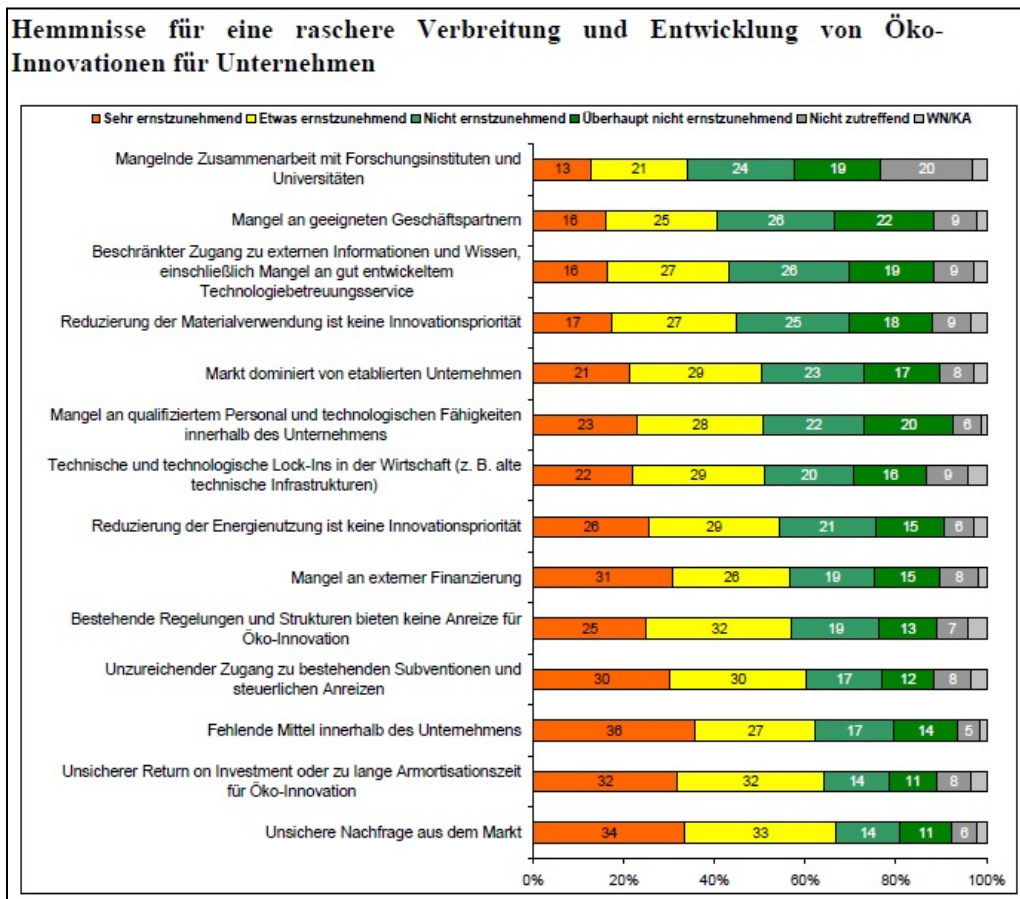


Abbildung 14: Hemmnisse für die Verbreitung und Entwicklung von Öko-Innovationen für Unternehmen

⁴⁸ Europäische Kommission, 2011: MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN RAT, DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS UND DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN Innovation für eine nachhaltige Zukunft - Aktionsplan für Öko-Innovationen (Öko-Innovationsplan). At: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0899:FIN:DE:PDF>

Triebfedern, die die Verbreitung und Entwicklung von Öko-Innovationen beschleunigen könnten

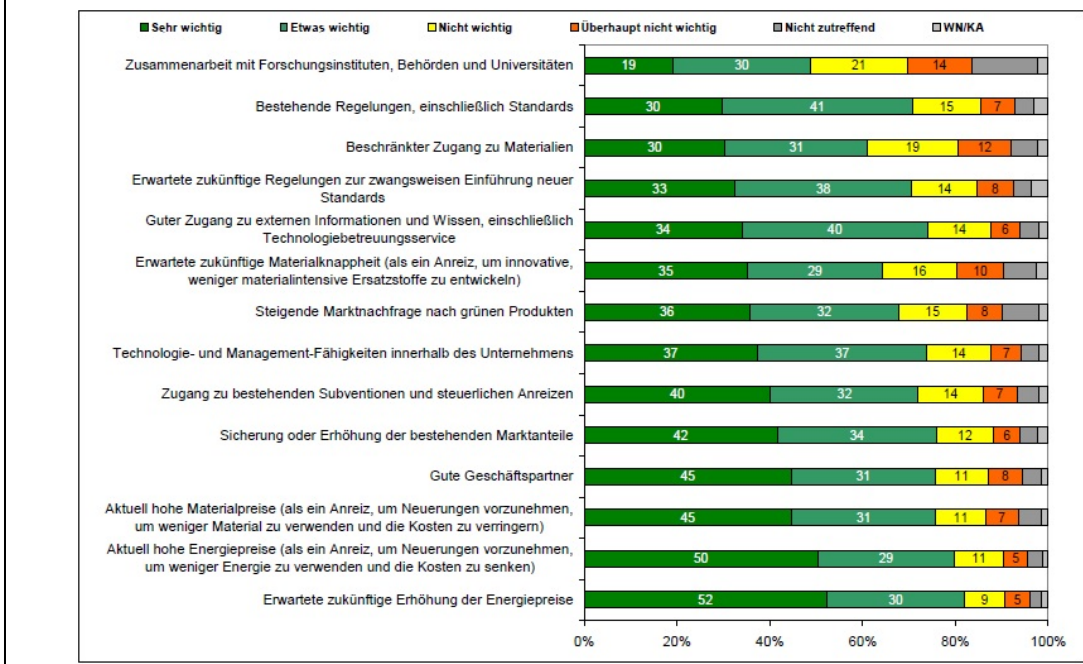


Abbildung 15: Triebfedern für die Verbreitung und Entwicklung von Öko-Innovationen für Unternehmen

Als größte Hemmnisse für die Markteinführung von Öko-Innovationen werden vor allem finanzielle Lücken und mangelndes Interesse seitens der KonsumentInnen, u.a. aufgrund des höheren Preises, angegeben.

Der Öko-Innovationsplan umfasst mehrere Maßnahmen, die sowohl im Bereich der Forschung und Entwicklung als auch bei Politik und im Markt ansetzen.

- Überarbeitung von Umweltrechtsvorschriften mit Augenmerk auf Verbesserung des Potenzials von Öko-Innovationen
- Förderung von Demonstrationsprojekten für die Entwicklung von Öko-Innovationen
- Erarbeitung von Normen und Leistungszielen
- Unterstützung von KMU's bei der Entwicklung von Öko-Innovationen durch Zusammenarbeit mit dem Enterprise Europe Network
- Aufbau eines Europäischen Netzwerks zur Finanzierung von Öko-Innovationen
- Förderung des Technologietransfers für etablierte Umwelttechnologien und -lösungen
- Förderung von Öko-Innovationen durch öffentliche Beschaffung

Materials Roadmap Enabling Low Carbon Energy Technologies⁴⁹

Neben Werkstoff-Forschung wird die Verfügbarkeit von Materialien/Ressourcen im aktuellen globalen Wettbewerb um industrielle Führung für kohlenstoffarme Technologien immer wichtiger. Aus diesem Grund hat die Europäische Union Key Enabling Technologies (KET) für Materialien/Werkstoffe definiert, um den Übergang zu einer wissensbasierten, kohlenstoffarmen und ressourceneffizienten Wirtschaft zu ermöglichen. Im Rahmen der Strategie Europa 2020 hat die Europäische Union eine strategische Agenda entwickelt, um sicherzustellen, dass langfristig Materialien verfügbar sind, die auch weiterhin in der Industrie eingesetzt werden können.

Die biobasierte Produktion kommt in der Roadmap in folgenden Themengebieten zu tragen:

- Substitution/Einbau von nachwachsenden und / oder biologisch abbaubaren organischen Dämmmaterialien, z.B. Bio-basierte PUR, Bio-Bindemittel beispielsweise ECOSE Glaswolle
- Entwicklung von bio-basierten Polymeren und Kunststoffen zur langfristigen Substitution von energieintensiven Baustoffen wie Beton und Stahl
- Herstellung von Nanotechnologie-basierten Biopolymeren und Fasern aus verschiedenen Quellen
- Herstellung von bio-basierten Bindemitteln beispielsweise Soja-Biopolymer-Schaum-Isolierung; Naturfaserdämmstoffe (mit Holz Rückstand, Hanf und Flachs-Faser) mit thermischer Klebetechnik

Definierte relevante Ziele sind:

- Nachwachsende Polymere sollten langfristig bis zu 90% der Erdöl-basierten Polymere ersetzen.
- Verbesserung der Wärmeleitfähigkeit (bis 0,02-0,03 W m⁻¹K⁻¹) von bio-basierten Dämmstoffe durch Nanotechnologien mit einer Kostensenkung in der Größenordnung von 20 %

⁴⁹Europäische Kommission, 2011: COMMISSION STAFF WORKING PAPER Materials Roadmap Enabling Low Carbon Energy Technologie. At: http://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/pdf/materials-roadmap-elcet-13122011_en.pdf

Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe⁵⁰

Ein Vorhaben der Europäischen Kommission, welches auf der Strategie „Europa 2020“ basiert und in dem grünes Wachstum als Kernelement angesehen wird, ist die Einführung einer Bioökonomie in Europa. Dafür wurde 2012 eine Strategie erarbeitet, die Maßnahmen für die Umstellung der Europäischen Wirtschaft zu einer Bioökonomie enthält. Die Strategie baut auf dem 7. Rahmenprogramm für Forschung und technologische Entwicklung (RP7) und dem EU-Rahmenprogramm für Forschung und Innovation (Horizon 2020) auf und trägt wesentlich zu den Zielen der Europa-2020-Leitinitiativen "Innovation Union" und "ein ressourcenschonendes Europa" bei.

Durch eine Bioökonomie sollen folgende Herausforderungen bewältigt werden:

- Sicherstellung von Ernährungssicherheit
- Verknappung natürlicher Ressourcen
- Abhängigkeit von fossilen Rohstoffen
- Klimawandel bzw. Anpassung an den Klimawandel
- Schaffung von Arbeitsplätzen und Erhalt der Europäischen Wettbewerbsfähigkeit

Zur Implementierung der Bioökonomie wurde ein Aktionsplan, basierend auf den drei Grundpfeilern Forschung & Innovation, Politische Beteiligung und Markt- und Wettbewerbsfähigkeit erstellt, der folgende Maßnahmen beinhaltet:

- Solide Finanzierung der Bioökonomieforschung auf europäischer und nationaler Ebene
- Förderung multidisziplinärer Forschung und wissenschaftlicher Beratung zur Darstellung des Nutzens von Bioökonomielösungen für politische EntscheidungsträgerInnen
- Förderung von Innovationen im Bioökonomiesektor
- Ausbau der Unterstützung von Wissensnetzen sowie Beratungs- und Unterstützungsdiensten für Unternehmen, insbesondere durch EIP und Biocluster
- Einführung neuer Studiengänge und Berufsprogramme zur Bereitstellung der nötigen personellen Kapazitäten
- Einrichtung eines Bioökonomie-Panels zur Nutzung von Synergien unterschiedlicher Stakeholder
- Etablierung eines Informationssystems zur Bioökonomie

⁵⁰ Europäische Kommission, 2012: COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe. At: http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/201202_innovating_sustainable_growth_en.pdf

- Durchführung einer Bestandsaufnahme der bestehenden Forschungs- und Innovationsaktivitäten, Kompetenzzentren und Infrastrukturen in der EU (bis 2015)
- Ausbau der internationalen Zusammenarbeit bei Forschung und Innovation auf dem Gebiet der Bioökonomie
- Schaffung der Wissensbasis für eine nachhaltige Intensivierung der Primärproduktion. Bessere Erforschung der derzeitigen, potenziellen und künftigen Verfügbarkeit von und der Nachfrage nach Biomasse
- Förderung der künftigen Entwicklung einer abgestimmten Methode zur Berechnung des ökologischen Fußabdrucks, z. B. auf der Grundlage einer Lebenszyklusbewertung (LCA)
- Aufbau von Logistik- und Infrastruktur-Netzwerken für technische Anlagen der Bioökonomie
- Entwicklung von Normen und standardisierten Methoden der Nachhaltigkeitsbewertung für biobasierte Produkte und Nahrungsmittelproduktionssysteme sowie durch Unterstützung von Scale-up-Aktivitäten
- Entwicklung wissenschaftlich untermauerter Ansätze zur Information der Verbraucher über Produkteigenschaften (z. B. Nährwert, Herstellungsverfahren und ökologische Nachhaltigkeit)

Um die Umsetzung dieser Strategie voranzutreiben wird aktuell eine Joint Technology Initiativen (JTI's) für die Biobasierte Industrie gestartet.

JTI Bio-based Industries⁵¹

Auf europäischer Ebene entsteht gerade eine Gemeinsame Technologieinitiative (JTI - Joint Technology Initiative) im Bereich biobasierte Industriezweige (Biobased Industry). Eine Joint Technology Initiative (JTI) ist eine langfristig angelegte öffentliche-private Partnerschaft zur Unterstützung einer transnationalen Zusammenarbeit auf Wissenschafts- und Forschungsebene. Das JTI entwickelt gemeinschaftlich eine strategische Forschungsagenda bzw. ein Arbeitsprogramm und schreibt Projekte zur Bearbeitung dieser Fragestellungen aus.

Die Technologieinitiative ist eine Initiative im Rahmen des EU-Rahmenprogramms Horizon 2020. Für den Zeitraum 2014-2020 ist für die JTI Biobased Industries ein Investitionsvolumen von 3,8 Milliarden Euro vorgesehen. Die Initiative wird getragen von EU und dem Biobased Industry Consortium, dem derzeit 50 europäische Unternehmen, Cluster und Organisationen aus unterschiedlichen Sektoren angehören.

⁵¹ <http://bridge2020.eu/>